

HUGO STRUNZ

MINERALOGISCHE  
TABELLEN

4. AUFLAGE





# MINERALOGISCHE TABELLEN

Eine Klassifizierung der Mineralien auf kristallchemischer Grundlage

Mit einer Einführung in die Kristallchemie

von

HUGO STRUNZ

o. Professor für Kristall-, Mineral- und Gesteinskunde, Technische Universität Berlin

4., völlig Neubearbeitete und erweiterte Auflage

Unter Mitarbeit von

DR. CH. TENNYSON

Mit 94 Figuren im Text und einer Übersichtstafel



LEIPZIG 1966

AKADEMISCHE VERLAGSGESELLSCHAFT  
GEEST & PORTIG K.-G.

MINERALOGISCHE TABELLEN:

1. Auflage, Leipzig 1941
2. Auflage, Leipzig 1949
3. Auflage, Leipzig 1957
4. Auflage, Leipzig 1966

Alle Rechte, insbesondere die des Nachdrucks und der Übersetzung, vorbehalten  
Copyright 1957 und 1966 by Akademische Verlagsgesellschaft Geest & Portig K.-G., Leipzig

VLN 276 - 105/13/66 · ES 18 F3

Printed in Germany

Satz und Druck: C. G. Röder, Leipzig III/18/2-42910

## Vorwort

Die Strukturforschung der Festkörper hat mit Beobachtungen an Mineralien begonnen, sie hat sich als ein Spezialgebiet der Physik, Physikalischen Chemie und Mineralogie zu großer Bedeutung entwickelt und wird im vorliegenden Werk mit ihren Ergebnissen auf die Ausgangsstoffe, d. h. die in der Natur auftretenden Kristallarten, die Mineralien, angewandt, mit dem Ziel, unter Beachtung der chemischen und strukturellen Verwandtschaftsbeziehungen eine „möglichst natürliche Klassifikation der Mineralien“ zu entwickeln.

Hierbei ist das chemische Klassifikationsprinzip, basierend auf den Arbeiten von Berzelius, Dana, Groth, Hintze usw. als erstrangig anzuerkennen, es liefert uns die Einteilung in die Klassen der Elemente, Sulfide, Halogenide, Oxide, Carbonate, Sulfate, Phosphate und Silikate. An zweiter Stelle rangiert das strukturelle Klassifikationsprinzip, mit den Strukturtypen, den Isotypen, Homöotypen und sonstigen Verwandtschaftsbeziehungen. Mit dieser Rangfolge ergibt sich ein prinzipieller Unterschied gegenüber den Strukturberichten und den Structure Reports, in denen der Strukturtypus bekanntlich gegenüber der chemischen Zusammensetzung dominiert, eine Rangfolge, die wir alle im Rahmen der Kristallographie gerne akzeptieren, die aber speziell auf die Klassifikation der Mineralien angewandt, zu keinem befriedigenden Ergebnis führen würde.

Diesen Grundgedanken entsprechend ist der Rahmen der chemischen Klassifikation seit der 1. Auflage der Mineralogischen Tabellen (1941) unverändert geblieben; die auf der Struktur basierende Unterteilung in Abteilungen, isotype Reihen usw. und deren Abfolge ist seitdem Schritt für Schritt unter Verwendung der neuen strukturellen Forschungsergebnisse laufend verbessert und verfeinert worden.

In der vorliegenden 4. Auflage sind auf diese Weise von den zur Zeit anerkannten rund 1900 Mineralarten 1630 tabellarisch angeordnet, unter Angabe des Artnamens und Erstautors, mit Formel, Gitterdaten, kurzer Erklärung zum Strukturtypus usw., etwa 300 weniger gut definierte Arten und etwa 400 Namen für Varietäten und Mischkristalle sind im zugehörigen Text genannt. Gegenüber der 3. Auflage erfolgte bei den Sulfiden strenger als bisher die Berücksichtigung des Verhältnisses Metall: Schwefel und eine deutlichere Abgrenzung der „Komplexsulfide“; bei den Boraten ermöglichten die Ergebnisse der Strukturbestimmung eine Neuordnung in Anlehnung an die Silikatsystematik, und bei den Silikaten wurden vor allem bei den Soro- und Inosilikaten durch neu bekannt gewordene Strukturtypen gewisse Umstellungen erforderlich.



Vorangestellt ist wiederum eine Einführung in die Strukturchemie, mit Definitionen, Grundgesetzen und einer Übersicht der Klassifikationsprinzipien sowie einer Beschreibung der wichtigsten Strukturtypen, soweit sie zum Verständnis der Bauprinzipien, der Systematik und der strukturellen Verwandtschaftsbeziehungen notwendig erscheint.

Am Schluß befindet sich das Gesamtregister, in welchem außer den anerkannten Artnamen auch die große Zahl der Synonyma (ca. 4000) eingefügt und im einzelnen erklärt ist.






Die Literaturangaben beziehen sich im wesentlichen auf Strukturdaten und erfolgen nach Möglichkeit lückenlos von den Erstarbeiten bis zu den Publikationen zur letzten Verfeinerung. Im allgemeinen wurde die Literatur bis Ende 1964 berücksichtigt; sollten gelegentlich Unterlassungen vorgekommen sein, so bittet der Verfasser um wohlwollendes Verständnis, er wird jeden Hinweis auf Ergänzungen gern entgegennehmen.

Die International Mineralogical Association (gegründet 1958) hat in ihrer Commission on New Minerals and Mineral Names (Chairman Dr. Michael Fleischer) Richtlinien ausgearbeitet über die Anerkennung neuer Mineralnamen und die Ausscheidung überflüssiger Synonyma; sie versucht in der Commission on Mineral Data unter anderem einen Weg zur Dokumentation aller Mineraldaten zu finden. Da in den letzten 100 Jahren erfahrungsgemäß rund 50% der neubeschriebenen „Mineralarten“ durch nachträgliche Röntgenuntersuchung als identisch mit anderen erkannt wurden, können neue Namen möglichst nur dann Anerkennung finden, wenn vom Erstautor neben Formel, Optik usw. auch die Gitterdaten mitgeteilt werden.

Berlin, Frühjahr 1965

**H. Strunz**

## Abkürzungen und Zeichen

$a_0, b_0, c_0$	Gitterkonstanten in (metrischen) Ångström-Einheiten <sup>1)</sup>
$a_0:b_0:c_0$	Achsenverhältnis, abgeleitet aus den Gitterkonstanten.
$a:b:c$	Achsenverhältnis, goniometrisch abgeleitet (in der kristallographisch-mineralogischen Literatur seit über 100 Jahren üblich).
P	einfach primitives Gitter.
I	innenzentriertes Gitter.
A, B, C	einfach flächenzentriertes Gitter.
F	allseits flächenzentriertes Gitter.
R	Rhomboedergitter.
m	Spiegelebene (miroir).
$a, b, c, n, d$	Gleitspiegelebenen mit der Gleitkomponente $\frac{1}{2}a_0, \frac{1}{2}b_0$ usw. (n = halbe Flächendiagonale, d = viertel Flächendiagonale).
2, 3, 4, 6	} Drehungsachsen; Index p bedeutet Polarität der betreffenden Achse.
	
$2_1, 3_1, 3_2$	} Schraubenachsen.
	
1 ○	Symmetriezentrum (inversion).
3	dreizählige Inversionsachse = dreizählige Drehungsachse + Inversionszentrum (früher morphologisch als „Drehspiegelachse“  gekennzeichnet).
4 	vierzählige Inversionsachse.
6	sechszählige Inversionsachse = dreizählige Drehungsachse mit dazu senkrechter Spiegelebene (bei neueren Autoren z. T. gleichfalls mit dem Symbol  belegt).
Z	Anzahl der chemischen Formeleinheiten pro Elementarzelle.
⊕, ⊖	optisch positiv, optisch negativ.
SB.	Strukturbericht.
SR.	Structure Reports.

<sup>1)</sup> Die „Å-Einheiten“ in den „Internationalen Tabellen zur Bestimmung von Kristallstrukturen“ (1935) sind in Wirklichkeit kX-Einheiten; die damit erhaltenen Gitterkonstanten sind mit  $1.00202 \pm 0.003\%$  (Bragg und Siegbahn, 1946) zu multiplizieren, um auf metrische Ångström ( $1 \text{ Å} = 10^{-8} \text{ cm}$ ) bezogene Werte zu erhalten.

## Inhaltsübersicht

Vorwort .....	III
Abkürzungen und Zeichen.....	V

### ERSTER TEIL

#### Einführung in die Kristallchemie

A. Allgemeine Definitionen und Gesetze	
1. Das Reich der Kristalle und Mineralien .....	3
2. Das Koordinations- und Symmetrieprinzip .....	4
3. Die Grundgesetze der Kristallgeometrie:	
a) Das Gesetz der Winkelkonstanz .....	5
b) Das Rationalitätsgesetz .....	5
c) Das Symmetriengesetz .....	7
4. Grundlagen und Grundgesetze der Kristallchemie:	
a) Die Bausteine der Kristalle und der Bindungscharakter (Ionengitter, Atomgitter, Molekülgitter) .....	8
b) Isotypie, Diadochie, Isomorphie .....	12
c) Die chemischen Formeln der anorganischen Kristallverbindungen .....	15
5. Die Klassifikationsprinzipien der Mineralien .....	17
6. Tabellen der 32 Kristallklassen, 230 Raumgruppen usw. ....	20
B. Spezielle Kristallstrukturen	
I. Elemente .....	33
II. Sulfide .....	37
III. Halogenide .....	43
IV. Oxide .....	45
V. Nitrate, Carbonate, Borate .....	54
VI. Sulfate, Chromate, Wolframate .....	59
VII. Phosphate, Arsenate, Vanadate .....	61
VIII. Silikate .....	63



## ZWEITER TEIL

**Systematik der Mineralien auf kristallchemischer Grundlage**

I. Klasse: Elemente (Legierungen, Carbide, Nitride, Phosphide) .....	89
II. Klasse: Sulfide (Selenide, Telluride, Arsenide, Antimonide, Bismutide) .....	98
III. Klasse: Halogenide .....	140
IV. Klasse: Oxide, Hydroxide .....	157
V. Klasse: Nitrate, Carbonate, Borate .....	206
VI. Klasse: Sulfate (Tellurate, Chromate, Molybdate, Wolframate) .....	237
VII. Klasse: Phosphate, Arsenate, Vanadate .....	270
VIII. Klasse: Silikate .....	320
IX. Klasse: Organische Substanzen .....	434
Nachtrag .....	439

## DRITTER TEIL

<b>Ausgeschiedene Mineralnamen und Register .....</b>	<b>445</b>
---	------------

## VIERTER TEIL

<b>Formelregister zur Systematik der Mineralien .....</b>	<b>535</b>
---	------------

ERSTER TEIL

# Einführung in die Kristallchemie

## A. Allgemeine Definitionen und Gesetze

### 1. Das Reich der Kristalle und Mineralien

Kristalle sind feste Körper mit dreidimensional periodischer Anordnung der chemischen Bausteine. Diese Art der Anordnung entspricht den Prinzipien eines räumlichen Gitters (Fig. 1), so daß man kurz von der Raumgitterstruktur der Kristalle als deren Kennzeichen sprechen kann. „Kristallin“, d. h. aus zahlreichen Kriställchen bestehend, bedeutet sinngemäß zugleich den festen Aggregatzustand der Materie; kristallinen Bau besitzen alle Metalle und Legierungen, die Erze, Erden und gesteinsbildenden Mineralien, Zehntausende von festen Verbindungen der anorganischen Chemie in Labor und Technik, seien es Salze wie Alaune und Vitriole, keramische Massen wie Klinker und Zemente, Farbstoffe wie Mennige und Lithopone, Füllstoffe wie Zinkoxid, Ruß und Tonerde, organische Verbindungen wie Zucker, Weinsäure, Tartrate usw., insgesamt eine schier endlose Zahl von Kunstprodukten und Naturobjekten. Die Grund- und Rahmengesetze des kristallinen Zustandes sind Teilgebiete der Kristallographie; der *krystallos* der alten Griechen oder Bergkristall gab diesem Wissenschaftsgebiet den Namen.

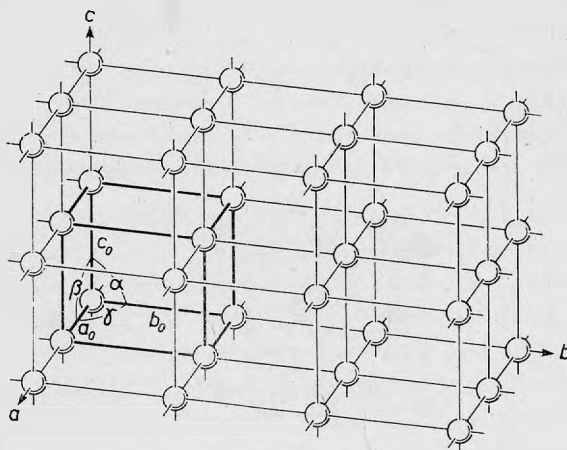


Fig. 1. Dreidimensionales Gitter (Raumgitter)

Mineralien sind Kristallarten, die in der Natur ohne Zutun der Organismen entstanden sind bzw. entstehen können. Zu diesen Naturobjekten gehören Feldspat, Quarz und Glimmer; Diamant, Graphit und Gold; die Erze, Stein- und Kalisalze, Edelsteine usw. — Die Natur, in der wir leben, gliedert sich in das Reich der Mineralien, das Reich der Pflanzen und das Reich der Tiere. Entsprechend der Definition der Scholastiker, *mineralia sunt, plantae sunt et crescunt, animalia sunt, crescunt et sentiunt*, umfassen die Mineralien die Welt der festen anorganischen Naturobjekte. So enthält der Ackerboden zahllose, für das bloße Auge wegen ihrer Kleinheit kaum erkennbare Mineralkörner, die Tone sind aus kleinsten Mineralfitterchen



zusammengesetzt, die Sande und Sandsteine bestehen aus abgerollten Quarzkörnchen, Kalkstein und Marmor aus Calcit, Granit aus Feldspat, Quarz und Glimmer. Schön kristallisierte Mineralien finden wir auf Gesteinsklüften im frischen Fels der Steinbrüche und Hochgebirge, auf Mineral- und Erzgängen, die der Bergmann unter Tage anbricht. Im Neulateinischen heißt *mina* Schacht, *minare* Bergbau treiben. — Blicken wir zurück, so ist „Kristall“ ein Oberbegriff, „Mineralien“ sind spezielle Kristallarten, entstanden als anorganische Naturobjekte. (Einige Ausnahmen von der Definition seien später genannt.)

## 2. Das Koordinations- und Symmetrieprinzip

Die chemischen Bausteine der Kristalle — die Atome, Ionen und Moleküle, insbesondere die beiden ersteren — haben das Bestreben, sich möglichst hochsymmetrisch mit ihresgleichen zu umgeben und charakteristische Baugruppen zu bilden. Die Art der entstehenden Baukomplexe (Fig. 2, 5) hängt von der relativen Zahl und Größe, von der Wertigkeit und Bindungsart der Atome und Ionen ab, während in Molekülittern mehr die spezielle Form der Moleküle maßgebend ist.

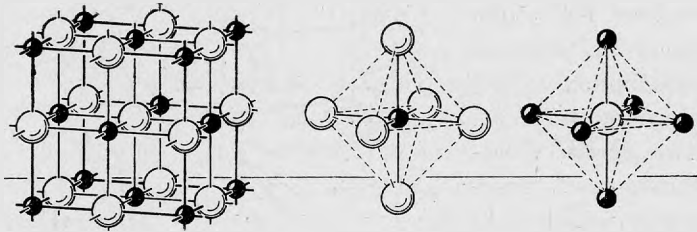


Fig. 2. Kristallgitter von Steinsalz. Oktaedrische Koordinationsgruppen „ $\text{NaCl}_6$ “ und „ $\text{ClNa}_6$ “

Das Koordinations- und Symmetriebestreben der chemischen Bausteine wird unter gleichbleibenden Temperatur- und Druckverhältnissen konsequent beibehalten und führt beim Wachsen der Kristalle zu dreidimensional periodischen Strukturen, den Raumgitterstrukturen. Die Wahrscheinlichkeit dieser Anordnung wurde im Prinzip erstmalig von Johannes Kepler (1611) bei der Beobachtung der Gestalt der Schneeflocken in Erwägung gezogen, von L. A. Seeber in Freiburg 1822 in seinem „Versuch einer Erklärung des Baues der festen Körper“ als Hypothese aufgestellt und schließlich durch das berühmte Experiment von Max von Laue 1912 bestätigt. So wie wir aus einem ebenen Gitter eine Masche als sich periodisch wiederholende elementare Einheit herausgreifen können, so können wir aus jedem Raumgitter eine sich periodisch wiederholende elementare Zelle — Elementarzelle — mit den „Gitterkonstanten  $a_0, b_0, c_0, \alpha, \beta, \gamma$ “ herausgreifen. Die Elementarzelle mit ihrer speziellen Größe, speziellen Symme-

trie der Atomverteilung, ihren speziellen Baumotiven, ist für jede Kristallart die charakteristische Grundeinheit, aus der sich durch periodische Wiederholung der gesamte Kristall mit seinen äußeren Formgesetzen und physikalischen Eigenschaften Schritt für Schritt aufbaut.

Das Koordinations- und Symmetrieprinzip bringt ähnlich wie das Entropiegesetz eine fundamentale Neigung der Materie zum Ausdruck, nämlich das Streben nach Symmetrie im Raum bis zur Unendlichkeit. Es gibt uns eine mögliche Antwort auf die Frage nach der „Ursache der Kristallisation“. Diese Frage hat sich — der Zeit weit vorausseilend — bereits 1723 M. A. Cappeller (in Luzern) gestellt und sinngemäß als Folge des Formwillens kleinster Partikelchen oder Moleküle erklärt. Nach F. Laves (1961) müßte im Idealfall die ganze Welt aus einem einzigen großen Kristall bestehen.

Somit ist der Kristall Symbol geordneter Dynamik; und nach dieser Ordnung, doch mit geringerer potentieller Energie als in amorphen Phasen (Gasen, Flüssigkeiten, unterkühlten Schmelzen) ausgestattet, streben die Atome.

### 3. Die Grundgesetze der Kristallgeometrie

**a) Das Gesetz der Winkelkonstanz.** Das Koordinations- und Symmetrieprinzip macht uns verständlich, daß ein und dieselbe chemische Verbindung beim Kristallisieren die gleichen Koordinationspolyeder und damit die gleiche Gitterart aufbauen kann. Jede Gitterart besitzt charakteristische Gitterebenen, die — bei gleicher chemischer Zusammensetzung und unter gleichen Temperatur- und Druckbedingungen — in allen Kristallindividuen die gleichen Winkel miteinander einschließen. Da die äußeren Kristallflächen stets wichtigen Gitterebenen entsprechen, müssen diese äußeren Kristallflächen gleichfalls Winkelanalogien aufweisen. Damit erklärt sich das Gesetz der Winkelkonstanz, welches besagt: Alle zu ein und derselben Kristallart gehörenden Einzelkristalle schließen zwischen analogen Flächen — gleiche Temperatur, Druck und chemische Zusammensetzung vorausgesetzt — stets gleiche Winkel ein (im Prinzip entdeckt von dem Dänen Nicolaus Steno in seinem Dissertationis Prodomus 1669 zu Florenz). Aus den morphologischen Winkelmessungen läßt sich die „Metrik“ einer Kristallart, d. h. das Achsenverhältnis  $a:b:c$  mit  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  ableiten. Damit ist aus dem Kristalläußeren ein charakteristisches Maßverhältnis gefunden, mit welchem im allgemeinen das Verhältnis der röntgenometrisch zu bestimmenden absoluten Abmessungen der Elementarzelle  $a_0:b_0:c_0$  innerhalb der Fehlergrenzen übereinstimmt.

**b) Das Rationalitätsgesetz.** Haben wir die Metrik einer Kristallart, d. h. deren Achsenverhältnis (aus mindestens zwei Hauptwinkelmessungen) abgeleitet, so kann jede weitere Fläche dieser Kristallart in einfacher

— rationaler — Weise dem gefundenen Achsenverhältnis zugeordnet werden (von René Just Haüy, Paris 1784, als „Dekreszenzgesetz“ formuliert).

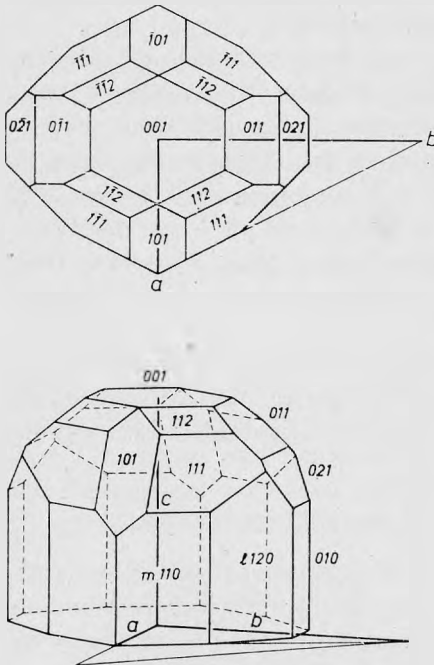


Fig. 3. Topas. Kopfbild und orthogonale Parallelprojektion mit Flächenindizes

An einem Topaskristall (Fig. 3) schneidet die Fläche  $m$  das Achsenkreuz im Verhältnis  $1 \cdot a : 1 \cdot b : \infty \cdot c$ , die Fläche  $l$  im Verhältnis  $2 \cdot a : 1 \cdot b : \infty \cdot c$ , und jede weitere Fläche am Topas wird das Achsenkreuz gleichfalls in einem einfachen, rationalen Koeffizientenverhältnis  $m \cdot a : n \cdot b : p \cdot c$  schneiden (Koeffizientenbezeichnung nach Christian Samuel Weiß, Berlin 1816). Zu Berechnungen eignen sich besser die „Indizes“ (F. E. Neumann 1823, W. H. Miller 1839), die sich allgemein durchgesetzt haben und sich aus den Weißschen Koeffizienten dadurch ergeben, daß man erstens deren reziproke Werte setzt und zweitens den Generalnenner sucht, um die Brüche durch Multiplikation mit diesem zu ganzen Zahlen zu machen, und zugleich  $a, b, c$  — es handelt sich ja stets um die gleiche Reihenfolge — ganz wegläßt. Sie werden als Millersche Indizes  $(hkl)$  bezeichnet.

**Zeichnen der Kristallstrukturen.** Die gruppenweise Parallelität der Gittergeraden soll in den Strukturzeichnungen erhalten bleiben, deshalb wählt man eine perspektivische Projektion mit dem Augpunkt im Unendlichen, d. h. eine Parallelprojektion. Ausgehend von der Elementarzelle oder dem Achsenkreuz wird die Elementarzelle zunächst in die gewünschte Drehung (Rotation,  $R$ ) und Neigung (Inklination,  $I$ ) gebracht und dann orthogonal auf die Zeichenebene projiziert (Fig. 4). Allein in dieser Projektionsart werden die Kugeln der Kristallstrukturen Kreise und nicht Ellipsen; Zeichnungen mit nach hinten keilförmig sich verjüngender Strichdicke würden dem Wesen der Parallelprojektion widersprechen.<sup>1)</sup> Beliebige Gitterebenen  $(hkl)$ , Gittergeraden  $[uvw]$  und Atompositionen  $xyz$  können in einfacher Weise gefunden werden. Um eine vorteilhafte Ansicht und zugleich ganzzahlige Verkürzungsverhältnisse zu erhalten, wurde in den Strukturzeichnungen des vorliegenden Buches — entsprechend dem Gebrauch in der Morphologie —  $R = 18^\circ 26'$  ( $\tan = 1/3$ ) und  $I = 9^\circ 28'$  ( $\tan = 1/6$ ) gewählt. Eine Horizontlinie soll für das Auge Drehung und Neigung besser erfaßbar machen.

<sup>1)</sup> R. L. Parker, Schweiz. Min. Petr. Mitt. 29. 1949. 212.



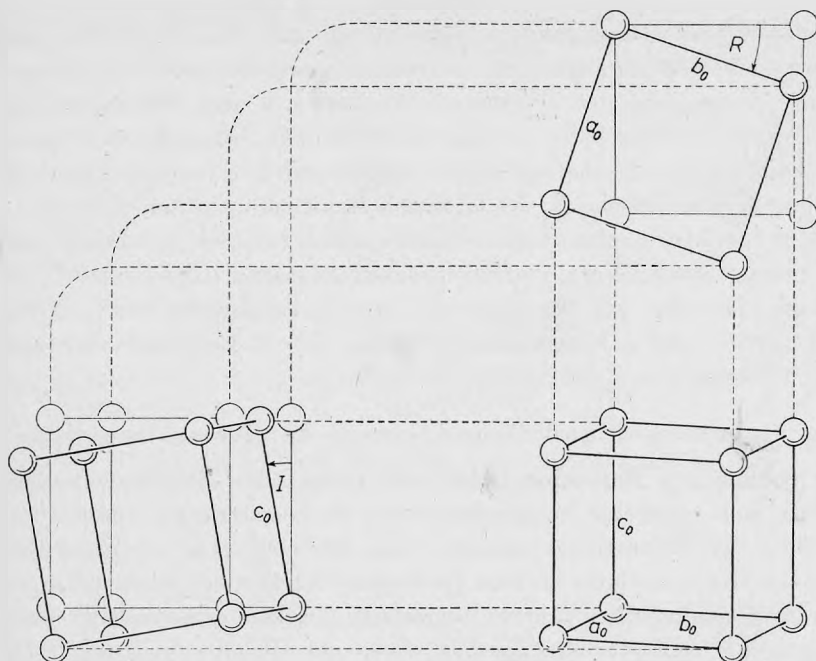


Fig. 4. Konstruktion einer kubischen Elementarzelle in orthogonaler Parallelprojektion

c) **Das Symmetriegesetz.** Das Koordinations- und Symmetrieprinzip macht verständlich, daß beim Aufbau der Kristallgitter die Tendenz besteht, die chemischen Bausteine in einem speziellen Rhythmus gegenseitig anzuordnen, was zur Folge hat, daß jede Elementarzelle eine für die betreffende Kristallart charakteristische Summe von Symmetrieeigenschaften aufweist. Die äußere Kristallsymmetrie — Phänosymmetrie — mit ihrem Rhythmus der Kristallflächen und Kanten, der physikalischen und physikochemischen Eigenschaften ist ein Abbild der Struktursymmetrie, jedoch mit der Einschränkung, daß sich ganz bestimmte Feinheiten der Struktursymmetrie phänomenologisch nicht auszuprägen vermögen. So lassen sich beispielsweise Drehungs- und Schraubenachsen der Kristallstruktur phänomenologisch nur als Drehungsachsen erkennen, entsprechend Spiegel- und Gleitspiegelebenen nur als Spiegelebenen. Als Folge davon gibt es für die Kristallstrukturen weit mehr Kombinationen von Symmetrieelementen (230 Raumgruppen) als für die phänomenologische Betrachtung (32 Kristallklassen). Zusammenfassend ist zu sagen: Die Elementarzelle einer jeden Kristallart besitzt eine charakteristische Symmetrie der Atomanordnung, die sich mit einer der mathematisch abgeleiteten 230 Raumgruppen deckt (E. Fedorow 1891, A. Schoenflies 1891). Die äußere Kristallsymmetrie ist ein vereinfachtes Abbild der Struktursymmetrie und stimmt mit einer der 32 Kristallklassen überein (J. F. C. Hessel 1830). Die

Möglichkeit der Raumgruppenbestimmung aus Röntgenauslöschungen wurde von P. Niggli erkannt; ihm verdanken wir die erste explizite mathematische Darstellung der Symmetrieverhältnisse in den 230 Raumgruppen unter Angabe der in jeder Gruppe auftretenden Symmetriebedingungen, Punktzähligkeiten, Freiheitsgrade der Punktlagen und der möglichen Gitterkomplexe (Geometrische Kristallographie des Diskontinuums, 1919).

Die für Strukturbestimmungen erforderlichen Tabellen und Daten wurden nach internationaler Vereinbarung zusammenfassend dargestellt in „Internationale Tabellen zur Bestimmung von Kristallstrukturen“, 2 Bände (Berlin 1935) und „International Tables for X-Ray-Crystallography“, 3 Bände (Birmingham 1952/59/62).

#### 4. Grundlagen und Grundgesetze der Kristallchemie

Die chemischen Bausteine haben auf Grund des Elektronenbaues die Tendenz, sich möglichst hochsymmetrisch zu koordinieren. Diese Tendenz führt beim Kristallisationsvorgang, ob aus der Gasphase, aus einer Lösung oder Schmelze, zu relativ einfach gebauten Gittertypen, selbst dann, wenn im Kristallisationsmilieu innerhalb gewisser Grenzen verschiedene Mengenverhältnisse, Größenverhältnisse usw. vorliegen. Welches Kristallgitter hierbei im einzelnen entsteht, ist ein gittergeometrisch-gitterenergetisches Problem der Materie. Gittergeometrie und Gitterenergetik sind eine untrennbare Einheit, doch ist die Gittergeometrie anschaulicher faßbar als die Energetik. Der spezielle Bau eines Kristalles ist durch das Mengen- und Größenverhältnis und die Bindungseigenschaften der zum Gitter zusammentretenden Bausteine bedingt (Grundgesetz der Kristallchemie, V. M. Goldschmidt). Das Mengenverhältnis entnehmen wir der chemischen Formel; die Größenverhältnisse gehen aus den (von V. M. Goldschmidt 1926, Linus Pauling 1927 u. a.) abgeleiteten Atom- und Ionenradien hervor (Tabelle 5 und 6).

**a) Die Bausteine der Kristalle und der Bindungscharakter.** Die Bausteine der Kristalle sind die Atome, Ionen und Moleküle. Wir stellen uns die Atome und Ionen, besser deren Wirkungsbereiche, als ideale oder wenig deformierte Kugeln vor mit einem Radius, der erfahrungsgemäß für alle Atom- und Ionenarten zwischen 0,2 und 2,0 Å liegt. Der Wirkungsbereich ist in seiner Größe keine starre Einheit, sondern hängt u. a. von Zahl und Art der benachbarten Bausteine ab. Er ist z. B. für eine Atomart A generell kleiner, wenn diese statt 8 nur 6 oder statt 6 nur 4 Atome B als Nachbarn hat. Die Angaben in den Radientabellen sind als Durchschnittswerte aufzufassen, welche Schwankungen von  $\pm 3\%$  und mehr zulassen. Im Gegensatz zu den Ionen und Atomen besitzen die Moleküle naturgemäß eine mehr oder minder unregelmäßige Form.

**Ionengitter.** In Kristallen mit Ionengittern wechseln positive und negative Ionen — Kationen und Anionen — miteinander ab, und die Coulomb-

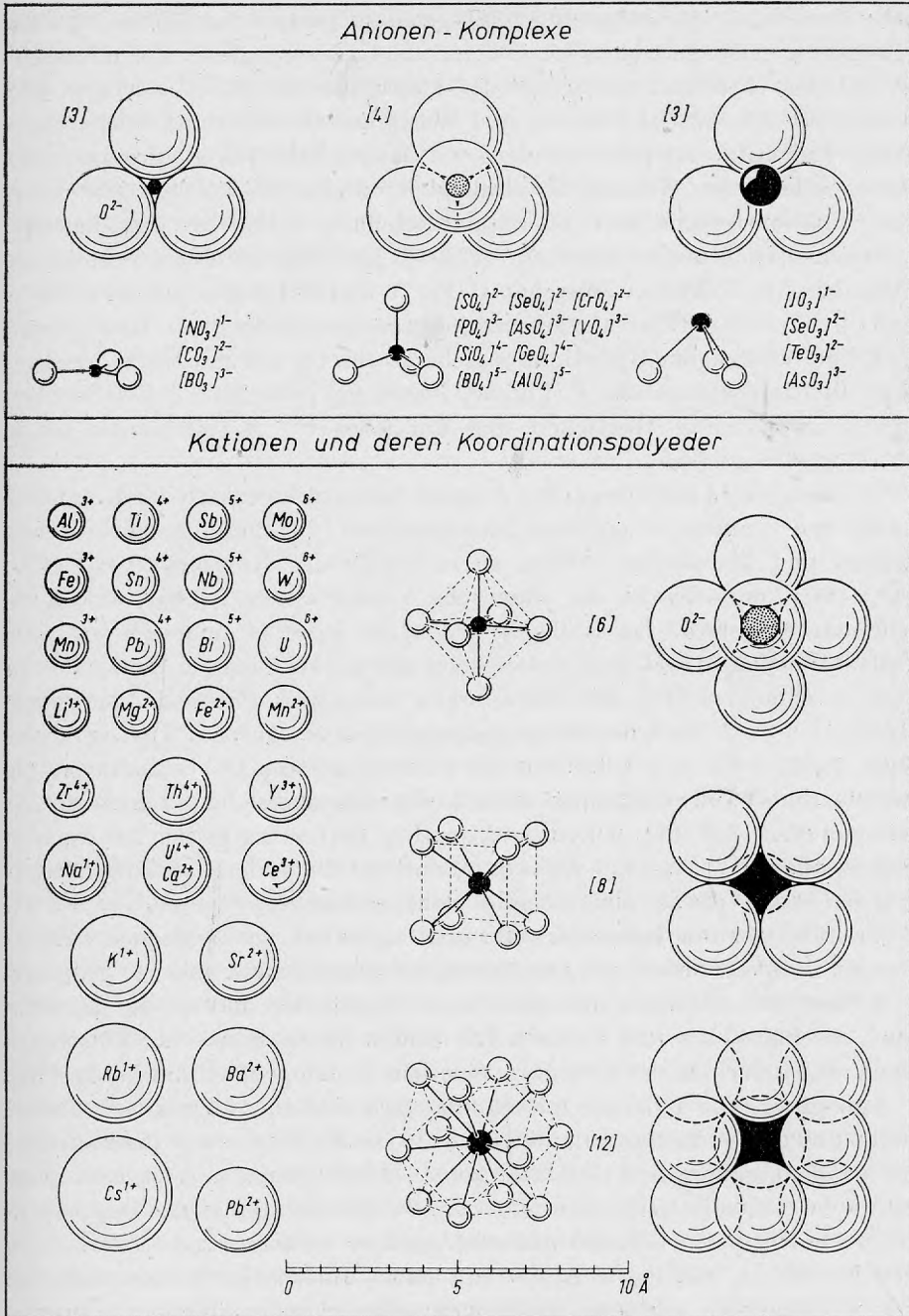


Fig. 5. In Kristallen häufige Koordinationsgruppen:  $NO_3$  in Nitraten,  $CO_3$  in Carbonaten,  $BO_3$  in Boraten;  $SO_4$  in Sulfaten,  $PO_4$  in Phosphaten,  $SiO_4$  in Silikaten; „ $AlO_6$ “ in Aluminaten, „ $TiO_6$ “ in Titanaten, „ $NaCl_6$ “ im Steinsalz usw.



sche Anziehung der entgegengesetzt geladenen Ionen im Verein mit der Abstoßung gleich geladener Ionen liefert die Gitterenergie, d. h. die Energie, welche den Gitterbau und damit den kristallinen Zustand überhaupt aufrechterhält. Chemische Bindung und Wertigkeit (Valenz) sind hierbei nicht linear einheitlich gerichtet, sondern um das einzelne Ion als dreidimensionales, sphärisches Valenzfeld vorhanden; dieses ist bei tetraedrischem Koordinationsschema in 4, bei oktaedrischem in 6 und bei würfeligem in 8 Teilvalenzrichtungen aufgeteilt (Fig. 5). Im Steinsalz NaCl mit seinem oktaedrischen Koordinationsschema (Fig. 2 und 28) liegen um jedes  $\text{Na}^{1+}$ - und  $\text{Cl}^{1-}$ -Teilchen 6 Teilvalenzen mit je ein Sechstel Wertigkeit. Im Flußspat  $\text{CaF}_2$  mit würfeligem Koordinationsschema um Ca und mit tetraedrischem Koordinationsschema um F (Fig. 30) liegen um jedes  $\text{Ca}^{2+}$  8 Teilvalenzen mit je zwei Achtel Wertigkeit und um jedes  $\text{F}^{1-}$  4 Teilvalenzen mit je ein Viertel Wertigkeit.

In Ionengittern mit komplexen Anionen herrscht innerhalb der Komplexe meist eine innigere — teilweise „homöopolare“ — Bindung als zwischen Kation und komplexem Anion, so innerhalb der Komplexe  $\text{CO}_3$ ,  $\text{SO}_4$ ,  $\text{PO}_4$ ,  $\text{SiO}_4$ , dennoch ist die chemische Valenz streng in Koordinationsschemata aufgeteilt. Im Kalkspat  $\text{CaCO}_3$  ist jedes O einerseits mit vier Drittel Wertigkeit an C und andererseits mit je zwei Sechstel Wertigkeit an zwei Ca gebunden (Fig. 46). Für O ergibt sich somit die Gesamtwertigkeit  $\frac{4}{3} + \frac{2}{6} + \frac{2}{6} = 2$ . Nach der elektrostatischen Valenzregel (L. Pauling, Pasadena, 1929) muß sich selbst für die kompliziertesten O-Verbindungen als Summe der O-Teilwertigkeiten stets 2 oder sehr angenähert 2 ergeben. Als Beispiel diene  $\text{LiFePO}_4$  (Olivinstruktur, Fig. 66): es ergibt sich für die eine Sauerstoffart  $\frac{5}{4} + \frac{2}{6} + \frac{2}{6} + \frac{1}{6} = 2.08$ , und für die andere, nach der strukturellen Lage etwas abweichende Sauerstoffart  $\frac{5}{4} + \frac{2}{6} + \frac{1}{6} + \frac{1}{6} = 1.92$ .

Kristallgitter mit Ionencharakter sind unter den anorganischen Verbindungen weit verbreitet; von den Mineralien gehören wohl über 80% hierher, z. B. fast alle einfachen und komplexen Halogenide und Oxide, darunter auch die Phosphate und Silikate. Die beiden letzteren mit der Einschränkung, daß innerhalb der Komplexe eine teils homöopolare Bindung besteht.

**Atomgitter.** Die Kristalle mit Atomgittern sind in edelgasartige, metallische und diamantartige zu unterteilen. — Die Edelgase mit ihrer stabilen Elektronenkonfiguration besitzen keine Hauptvalenzen, höchstens ganz schwache elektrostatische Restvalenzen, die erst bei sehr tiefen Temperaturen zu einem Gitterverband mit sehr geringer Gitterenergie führen. — In den Metallen haben wir Atome mit leicht ablösbaren Valenzelektronen vor uns, die sich wie eine Elektronenwolke zwischen den benachbarten elektropositiven Atomrümpfen frei bewegen und somit die gute elektrische Leitfähigkeit und das starke optische Reflexionsvermögen der Metalle bedingen. Eine im großen und ganzen mittelmäßige Gitterenergie und geo-

metrisch einfache Kristallstrukturen ermöglichen die bekannte Plastizität und Duktilität der Metalle. — Im Diamanten, dem kubischen Kohlenstoff, wird eine scheinbare Edelgaskonfiguration bei an sich nur 4 Schalenelektronen dadurch erreicht, daß sich jedes C-Atom mit vier weiteren C-Atomen umgibt und jedes Elektron zugleich zwei C-Atomen angehört. Die Bahnen der Elektronen sind „streng fixiert“, was Nichtleitung der Elektrizität, hohe Gitterenergie, hohe Härte usw. zur Folge hat. Man spricht in diesem Fall auch von einer homöopolaren Bindung im Gegensatz zur heteropolaren Bindung in den Ionengittern.

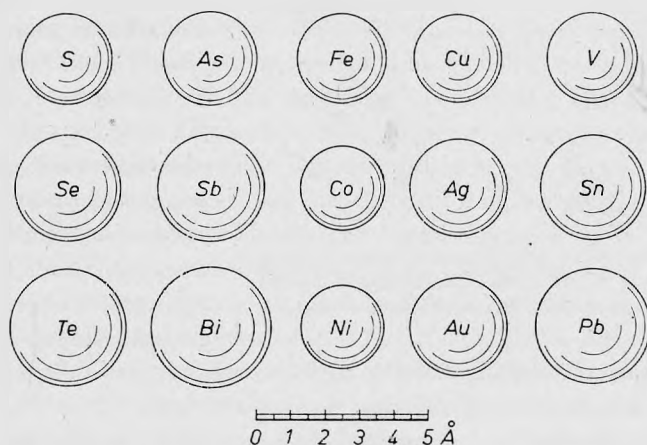


Fig. 6. Gitterbausteine mit Atomcharakter

Atomgitter mit edelgasartigem Bindungstyp kommen naturgemäß nur bei den Edelgasen vor, sind also bei den Mineralien unbekannt; solche mit metallartiger Bindung besitzen außer den Metallen auch viele Sulfide, Arsenide usw.; Atomgitter mit diamantartiger Bindung besitzen Diamant, Silizium, Germanium und graues Zinn, während Zinkblende, Manganblende u. a. bereits Anklänge an ionen- bzw. metallartige Bindung aufweisen. Graphit, ein guter Leiter der Elektrizität, bildet ein Mittelglied zwischen schichtmolekül- und metallartiger Bindung.

**Molekülgitter.** Sie sind durch in sich stark gebundene (meist homöopolare) Atomgruppen — Moleküle — ausgezeichnet, welche an die Nachbarmoleküle nur durch schwache Restvalenzen — van der Waalssche Kräfte gebunden sind. Zugleich sind die Atomabstände innerhalb der Moleküle wesentlich kleiner als von Molekül zu Molekül; so betragen in den organischen Verbindungen die kürzesten innermolekularen C-C-Abstände 1,4 bis 1,5 Å, die kürzesten intramolekularen Abstände im allgemeinen 3,4 bis 3,8 Å. Im orthorhombischen Schwefel mit ringförmigen  $S_8$ -Molekülen ist der innermolekulare Atomabstand 2,12, der kürzeste zwischenmolekulare Ab-

stand 3,3 Å. Kristalle mit Molekülgittern sind infolge der schwachen zwischenmolekularen Kräfte im allgemeinen leicht schmelz- und deformierbar; aus dem gleichen Grunde besitzen die organischen Verbindungen mit ihren

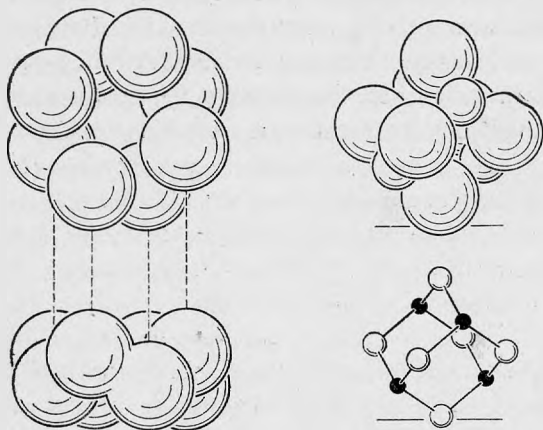


Fig. 7. Gitterbausteine mit Molekülcharakter. Ringförmiges Molekül S<sub>6</sub> im orthorhombischen Schwefel; tetraedrisches Molekül Sb<sub>4</sub>O<sub>6</sub> im Senarmonit

oft schwer einzuordnenden großen Moleküle eine durchweg geringere Kristallisationsfreudigkeit als die meisten anorganischen Verbindungen. Außer den bereits genannten Substanzen und vielen Tausenden von organischen Verbindungen besitzen Molekülgitter: NH<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>O, HF, N<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, F<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O usw. (alle erst bei tiefen Temperaturen kristallisierend); unter den Mineralien kennt man sie, außer für Eis und Schwefel, wohl nur bei Realgar mit Ringen As<sub>4</sub>S<sub>4</sub>, Kalomel mit linearen Molekülen Cl-Hg-Hg-Cl sowie bei Arsenolith und Senarmonit mit isometrischen Molekülen As<sub>4</sub>O<sub>6</sub> und Sb<sub>4</sub>O<sub>6</sub>.

**b) Isotypie, Diadochie. Isomorphie.** Johann Nepomuk Fuchs hat am Beispiel des Gehlenit erstmalig die gegenseitige Ersetzbarkeit der chemischen Bestandteile in Kristallen erkannt und von vikariierenden Bestandteilen gesprochen (1815). E. Mitscherlich beobachtete bekanntlich am KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> und KH<sub>2</sub>AsO<sub>4</sub> erstmalig die „Isomorphie“, die nicht allein eine „Formgleichheit“ sondern auch eine engere chemische Verwandtschaft bedeuten sollte (1819/21).

**Strukturtypus. Isotypie.** Der Strukturtypus einer Kristallart ist charakterisiert durch Summenformel und Raumgruppe sowie Form und Verband der Koordinationspolyeder.

Bei kubischer Symmetrie und Punktlagen ohne Freiheitsgrade genügt zur Definition eines Strukturtypus die Angabe der Summenformel, Raumgruppe und Punktlagenbesetzung. Form und Verband der Koordinationspolyeder sind damit eindeutig festgelegt. So ist der Steinsalz-Typus gegeben durch die Summenformel AB, Raumgruppe O<sub>h</sub><sup>5</sup>-Fm3m, mit den Punktlagen für A: 0 0 0, 0 ½ ½, ½ 0 ½, ½ ½ 0, für B: 0 0 ½, 0 ½ 0, ½ 0 0, ½ ½ ½. In diesem Typus kristallisieren über zweihundert verschiedene chemische Verbindungen, darunter viele Halogenide, wie LiF, LiCl, LiBr, LiJ, NaF, NaCl, NaBr, NaJ, KF, KCl usw., viele Oxide, wie MgO, FeO, CoO, NiO, MnO usw., viele Sulfide, wie MgS, CaS, SrS, BaS, PbS usw., ferner viele Selenide,

Telluride, Nitride, Carbide, Hydride usw. Sie gehören alle dem gleichen Strukturtypus an, sie sind isotyp.

Bei rhomboedrischer Symmetrie eines Strukturtypus sind Form und Verband der Koordinationspolyeder im Rahmen der Symmetriegesetze variabel, und in Abhängigkeit davon ist eine mehr oder minder kontinuierliche Änderung der Atomkoordinaten (bei Punktlagen mit Freiheitsgraden) und des Rhomboederwinkels möglich. Isotypie erfordert hier neben gleicher Summenformel und Raumgruppe ganz ähnliche Form und ähnlichen Verband der Koordinationspolyeder bzw. als Folge davon ähnlichen Rhomboederwinkel der Elementarzelle und gleiche Punktlagenbesetzung unter Wahrung von Gleichheit oder Ähnlichkeit der Atomkoordinaten. Beispielsweise variiert der Rhomboederwinkel  $\alpha$  für den Calcit-Typus zwischen etwa  $100$  und  $104^\circ$ ; er ist für  $\text{CaCO}_3$   $101^\circ 55'$ , für  $\text{MgCO}_3$   $103^\circ 20'$ , für  $\text{NaNO}_3$   $102^\circ 40'$  usw.

Bei orthorhombischer Symmetrie eines Strukturtypus können Form und Verband der Koordinationspolyeder innerhalb gewisser Grenzen gleichfalls im Rahmen der Symmetriegesetze variieren. In Abhängigkeit davon treten Unterschiede in der relativen Metrik der Elementarzelle ( $a_0:b_0:c_0$ ) und bezüglich der Punktlagen mit Freiheitsgraden Unterschiede in den Atomkoordinaten auf. Beispielsweise variiert das Achsenverhältnis  $a_0:b_0:c_0$  für den Olivin-Typus folgenderweise:  $\text{Al}_2\text{BeO}_4$  1.237:1:2.124,  $\text{Mg}_2\text{SiO}_4$  1.255:1:2.151,  $\text{Ca}_2\text{SiO}_4$  1.339:1:2.229,  $\text{LiFePO}_4$  1.284:1:2.214 usw. — Bei monokliner und trikliner Symmetrie sind zudem die Achsenwinkel  $\beta$  bzw.  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  variabel. Ganz allgemein kann man sagen:

**Isotypie verlangt Gleichheit von Summenformel und Raumgruppe sowie Gleichheit oder Ähnlichkeit von Form und Verband der Koordinationspolyeder.** Gleichheit oder Ähnlichkeit von Form und Verband der Koordinationspolyeder entspricht der Besetzung gleicher Punktlagen mit gleichen oder ähnlichen Atomkoordinaten und äußert sich in Gleichheit oder Ähnlichkeit der relativen Gittermetrik ( $a_0:b_0:c_0$ ,  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ ).

**Homöotypie.** Bei Gleichheit oder Ähnlichkeit von Form und Verband der Koordinationspolyeder können Unterschiede in der Summenformel und Raumgruppe ( $\text{C-ZnS}$ ;  $\text{Fe}_2\text{O}_3\text{-FeTiO}_3$ ,  $\text{CaCO}_3\text{-CaMg}(\text{CO}_3)_2$ ), Verdoppelungen usw. der Gitterkonstanten ( $\text{SiO}_2\text{-AlPO}_4$ ;  $\text{ZnS-CuFeS}_2$ ), Deformationen der Gesamtsymmetrie ( $\text{BaTiO}_3\text{-CaTiO}_3$ , Orthoklas-Plagioklas) usw. auftreten. Wir sprechen in diesen Fällen nicht mehr von Isotypie, sondern von Homöotypie.

**Polytype Strukturvarianten.** Wohl bei Kaolinit hat man erstmalig bei gleicher Schichtstruktur unterschiedliche Stapelungsmöglichkeiten (stackings) der Schichten festgestellt und die damit entstehenden Strukturvarianten als Kaolinit, Dickit und Nakrit bezeichnet. Auch bei den Glimmern und weiteren Phyllosilikaten ließen sich allein auf unterschiedlicher Stapelung beruhende Strukturvarianten (polytype varieties) röntgeno-

graphisch identifizieren; bei Graphit kennen wir zur Zeit Graphit-2H, Graphit-3R, bei hexagonalem Zinksulfid Wurtzit-2H, -4H, -6H, -8H, -10H, -3R, -15R usw., bei  $\text{MoS}_2$  den Molybdänit-2H und Molybdänit-3R, bei  $\text{CaSiO}_3$  den Wollastonit-1T und Wollastonit-2M. In dieser durch Ramsdell (1947) für SiC eingeführten Bezeichnung bedeuten 2, 3, 4 usw. die Zahl der Schichten bis zur translatorischen Identität, H bedeutet hexagonal, R rhomboedrisch, M monoklin, T triklin usw.

**Polymorphie.** Das Auftreten eines Elementes oder einer Verbindung in zwei oder mehr kristallinen Phasen (Modifikationen) wird seit Mitscherlich (1821) als Polymorphie (Dimorphie, Trimorphie) bezeichnet. — Polymorph sind:  $\alpha$ - $\beta$ -Kobalt,  $\alpha$ - $\beta$ - $\gamma$ -Schwefel, Diamant-Graphit, Zinkblende-Wurtzit, Quarz-Tridymit-Cristobalit-Stishovit, Rutil-Anatas-Brookit, Sillimanit-Andalusit-Cyanit und viele andere.

**Isomorphe Reihen.** Besteht eine so enge chemische Verwandtschaft zwischen isotypen Kristallarten, daß sie zur Bildung von Mischkristallen (festen Lösungen) befähigt sind, so können sie zudem als isomorph bezeichnet werden. Nach Mitscherlich, 1819/21, bzw. P. v. Groth, 1874, also zu einer Zeit, da noch kein Strukturtypus definiert und experimentell bestimmt werden konnte, wurden zwei Kristallarten bereits als isomorph bezeichnet, „wenn sie analoge Zusammensetzung haben, in demselben Kristallsystem mit sehr ähnlichen Winkeln der Flächen kristallisieren und die Fähigkeit besitzen, sowohl sich in variierenden Verhältnissen zu homogenen Kristallen (isomorphe Mischungen), welche nicht die Eigenschaft mechanischer Gemenge haben, zu mischen, als auch als Kristalle des einen in der Lösung des anderen fortzuwachsen“.

Wir kennen beispielsweise innerhalb der Verbindungen mit Olivintypus zwei isomorphe Reihen:  $\text{LiFe}[\text{PO}_4]$ - $\text{LiMn}[\text{PO}_4]$  (Triphylin-Reihe) und  $\text{Mg}_2[\text{SiO}_4]$ - $\text{Fe}_2[\text{SiO}_4]$ - $\text{Mn}_2[\text{SiO}_4]$  (Olivin-Reihe).

**Diadochie.** Sie bedeutet Ersetzbarkeit oder Substitution der chemischen Bestandteile einer Kristallstruktur, unabhängig davon, ob isotype Verbindungen vorliegen oder nicht. Zinkblende  $\text{ZnS}$  und Magnetkies  $\text{FeS}$  sind Repräsentanten zweier gänzlich verschiedener Strukturtypen, dennoch besteht in der Zinkblende eine Diadochie (Zn, Fe) bis zu etwa 20% Fe-Anteil, im Magnetkies ist eine Diadochie (Fe, Zn) unmöglich. Im metallischen Eisen und metallischen Zink ist eine Diadochie (Zn, Fe) gleichfalls nicht möglich, im  $(\text{Zn, Fe})\text{CO}_3$ , in den Tuttonschen Salzen  $(\text{NH}_4)_2(\text{Zn, Fe})[\text{SO}_4]_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  u. a. hingegen besteht unbegrenzte Diadochie dieser beiden Komponenten.

Voraussetzung für eine Diadochie sind ähnliche Atom- bzw. Ionenradien, ähnlicher Bindungscharakter innerhalb der speziellen Kristallart und Wahrung des elektrostatischen Gleichgewichtes. Es besteht Diadochie vorzugsweise zwischen solchen Elementen, deren Atomnummern sich um 1, 8,

(1 + 8), 18, (1 + 18), 32 und (1 + 32) unterscheiden; damit ist hinsichtlich der Stellung im Periodensystem der Elemente die Vertikal-, Horizontal- und Diagonalverwandtschaft zum Ausdruck gebracht (Diagonalregel nach V. M. Goldschmidt). Unter Diadochie als solcher ist die monomere Diadochie mit einem Ersatz von  $m$  Teilchen A durch  $m$  Teilchen B zu verstehen; bei der polymeren Diadochie (sinngemäß nach Scheerer, 1848) werden  $m$  Teilchen A durch  $n$  Teilchen B vertreten (Bildung von Additions- bzw. Subtraktionsmischkristallen). Eine „gekoppelte Diadochie“ ist in den Silikaten, z. B. NaSi-CaAl in den Feldspaten, weit verbreitet. Im allgemeinen scheint ein größeres Kation leichter durch ein kleineres als umgekehrt ein kleineres durch ein größeres ersetzbar zu sein.

Die Diadochie ist naturgemäß von den Temperatur- und Druckbedingungen abhängig; wird der Begriff ohne eine diesbezügliche Einschränkung gebraucht, so sei er hinsichtlich der Bedingungen zu verstehen, unter denen wir die Mineralien im allgemeinen bei unseren Felduntersuchungen, unter dem Mikroskop usw. studieren. Das diadoche Verhalten der Elemente spielt eine wesentliche Rolle im Realbau der meisten Mineralien, in der Geochemie, Petrographie, Lagerstättenbildung usw., in vielen technischen Produkten, Legierungen usw.

**c) Die chemischen Formeln der anorganischen Kristallverbindungen.** Die üblichen chemischen Formeln geben das stöchiometrische Verhältnis der am Kristallbau beteiligten Atome wieder. Liegen Mischkristalle vor, wie in extremer Weise bei den meisten Mineralien, so werden die diadochen Elemente bekanntlich mit Komma versehen in runde Klammern gesetzt:  $(\text{Ni}, \text{Fe})\text{S}_2$  für Bravoit,  $\text{Ag}(\text{Cl}, \text{Br})$  für Br-haltiges Chlorsilber. Liegen keine stöchiometrischen Verhältnisse vor — in Kristallen offenbar viel weiter verbreitet, als man früher annahm —, so kann beispielsweise  $(\text{Ca}, \text{Y})\text{F}_{2-2.33}$  für Mischkristalle  $\text{CaF}_2\text{-YF}_3$ ,  $(\text{Na}_2, \text{Ca})\text{SO}_4$  für Mischkristalle  $\text{Na}_2\text{SO}_4\text{-CaSO}_4$  und  $\text{Li}_{<1}(\text{Mn}^{\cdot\cdot}, \text{Fe}^{\cdot\cdot})\text{PO}_4$  für Mischkristalle  $\text{LiMnPO}_4\text{-Fe}^{\cdot\cdot}\text{PO}_4$  geschrieben werden.

Zur Erfüllung spezieller didaktischer Aufgaben, etwa in einer Einführung in die Kristallstrukturlehre, kann man den üblichen chemischen Formeln die Koordinationszahlen in Exponentialstellung einfügen, und zwar in eckiger oder runder Klammer oder auch unter Verwendung römischer Ziffern, so z. B.:

$\text{Zn}^{[4]}\text{S}^{[4]}$  für Zinkblende,  $\text{Na}^{[6]}\text{Cl}^{[6]}$  für Steinsalz,

$\text{Ca}^{[8]}\text{F}_2^{[4]}$  für Fluorit,  $\text{Ca}^{[6]}\text{[CO}_3]$  für Calcit,  $\text{Ca}^{[9]}\text{[CO}_3]$  für Aragonit,

$\text{Mg}_2^{[6]}\text{[SiO}_4]$  für Olivin,  $\text{Ca}_3^{[8]}\text{Al}_2^{[6]}\text{[SiO}_4]_3$  für Granat usw. Diese „Strukturformeln“ würden jedoch in einer Klassifikation aller Mineralien sicherlich als Ballast empfunden werden, und auf Grund dieser Überlegung wurde — soweit es sich um Verbindungen mit einfachen Anionen handelt — von deren Verwendung bereits in der ersten Auflage der Mineralogischen Tabellen (1941) bewußt Abstand genommen.



Bei Verbindungen mit komplexem Anion konnte eine Schreibweise entsprechend dem folgenden Schema entwickelt und konsequent angewandt werden:

$A_u^{[12]}B_v^{[8]}C_w^{[6]}[(O, OH, F)_x | (RO_3)_y] \cdot nH_2O$  für Nitrate, Carbonate, z.T. Borate,  
 $A_u^{[12]}B_v^{[8]}C_w^{[6]}[(O, OH, F)_x | (RO_4)_y] \cdot nH_2O$  für Sulfate, Phosphate, Silikate.  
 Hier befinden sich die Kationen — angeordnet nach abnehmendem Ionenradius — vor einer eckigen Klammer; innerhalb der Klammer ist der gesamte Anionenverband untergebracht, und zwar trennt bei gemischtem Anion ein Vertikalstrich das komplexfremde vom komplexen Anion. Betrachten wir beispielsweise die Formel von Titanit  $Ca^{[7]}Ti^{[6]}[O | SiO_4]$  oder Norbergit  $Mg_3^{[6]}[F_2 | SiO_4]$ , so ist das von  $SiO_4$ -Tetraedern getrennte Anion  $O^{2-}$  bzw.  $F^{-}$  allein an die Kationen  $Ca^{2+}$  und  $Ti^{4+}$  bzw.  $Mg^{2+}$  gebunden, während das  $O^{2-}$  der  $SiO_4$ -Tetraeder sowohl an die genannten Kationen als auch an Si gebunden ist. Auf Grund dieser Tatsache wurden die komplexfremden Anionen in der Formel näher an die Kationen herangebracht, erst dahinter folgt das komplexe Anion. Aber auch hier würde in der Klassifikation aller Mineralien das Hinzuschreiben einer jeden Koordinationszahl als wohl überflüssige Belastung zu empfinden sein. Dagegen werden die Koordinationszahlen angegeben, wenn sie zur Unterscheidung oder zum Verständnis der Strukturen unerlässlich erscheinen, so für Sillimanit  $Al^{[6]}Al^{[4]}[O | SiO_4]$ , Andalusit  $Al^{[6]}Al^{[5]}[O | SiO_4]$  und Cyanit  $Al_2^{[6]}[O | SiO_4]$ . Das Bild dieser kristallchemischen Formeln gestattet eine übersichtliche Gliederung sowohl intern für jedes Mineral, als auch für die Gesamtheit der Carbonate, Sulfate, Phosphate und Silikate.

Um die sog. Analysenformel komplexer Oxide zu bestimmen, geht man am sichersten von der Anzahl der O-Ionen pro Elementarzelle aus. Diese findet man nach der Gleichung  $Z_0 = V \cdot D \cdot N \cdot S / \Sigma$  ( $V$  = Volumen der Elementarzelle in  $cm^3$ ,  $D$  = mittlere Dichte der zur Analyse verwendeten Mineralkörner,  $N$  = Avogadro'sche Zahl,  $S$  = Summe der Atomquotienten von Sauerstoff,  $\Sigma$  = Analysensumme  $\sim 100$ ); die Menge jedes einzelnen Kations pro Zelle ist sodann gleich  $Z_0 \cdot K/S$ , wobei  $K$  den Atomquotienten jeder einzelnen Kationenart bedeutet. Man erhält beispielsweise für Triphylin von Hagendorf die Analysenformel  $Li_{3.74}Fe_{2.85}Mn_{1.06}H_{0.48}P_{3.99}O_{16}$ , aus der sich durch übersichtliche Vereinfachung die idealisierte Formel  $Li(Fe, Mn)PO_4$  ergibt (siehe Tabelle).

Die Analysenformel zeigt hier einen Ersatz pro Elementarzelle von 0,26 Li und 0,09  $Fe^{++}$  durch H an, das heißt, es fehlt in jeder vierten Zelle ein Li und in jeder elften Zelle ein Fe, und statt dessen ist H' (wohl in  $PO_3OH$ -Tetraedern) vorhanden. Die Analysenformel — mit entsprechendem Umrechnungsfaktor auch auf Halogenid- und Sulfidmineralien anwendbar — bietet einen Einblick in das Entstehen der üblichen idealisierten Mineralformeln und bringt manche topochemische Feinheit ans Licht.

## Triphylin von Hagendorf (Bayern). Chemische Analyse und Ableitung der Analysenformel

	Gewichts- Prozent	Mol.-Quotient ( $\times 100$ )	Atom-Quotient der O ( $\times 100$ )	Atom-Quotient der Kationen ( $\times 100$ )	Inhalt der Elementarzelle (berechnet auf 16 O)
Li <sub>2</sub> O .....	9.01	30.15	30.15	K = 60.30	<b>Li 3.74</b>
FeO .....	33.04	45.99	45.99	K = 45.99	<b>Fe 2.85</b>
MnO .....	12.12	17.09	17.09	K = 17.09	<b>Mn 1.06</b>
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> .....	45.6	32.10	160.50	K = 64.20	<b>P 3.99</b>
H <sub>2</sub> O .....	0.70	3.89	3.89	K = 7.78	<b>H 0.48</b>
	$\Sigma = 100.47$		$S = 257.62/100$		<b>3.91</b>

$$Z_0 = 292.4 \cdot 10^{-24} \cdot 3.541 \cdot 0.6023 \cdot 10^{24} \cdot 2.576 / 100.47 = 15.99 \sim 16$$

$$\text{Li} = 16 \cdot 60.30 / 257.62 = 3.74 \text{ usw.}$$

## 5. Die Klassifikationsprinzipien der Mineralien

Hinsichtlich der chemischen Zusammensetzung handelt es sich bei den Mineralien um Elemente, Sulfide, Halogenide und Sauerstoffverbindungen. Die Elemente, Sulfide und Halogenide bilden je eine Klasse für sich (I—III), die Sauerstoffverbindungen machen nach Menge und Zahl einen so überwiegenden Anteil aus, daß eine weitere Unterteilung nach kristalchemischen Gesichtspunkten notwendig wird. An die Halogenide schließen sich als Klasse IV die Oxide ohne komplexe Anionen und die Hydroxide an; Klasse V enthält Verbindungen mit planaren RO<sub>3</sub>-Komplexen (Nitrates, Carbonate, Borate), wobei viele Borate auch RO<sub>4</sub>-Tetraeder besitzen und damit zu den Klassen VI—VIII mit tetraedrischen Baugruppen überleiten. Zudem nehmen die Borate — ähnlich wie die Silikate — eine Sonderstellung ein, indem ein Sauerstoff gleichzeitig zwei verschiedenen BO<sub>3</sub>- oder BO<sub>4</sub>-Komplexen angehören kann, so daß durch Verknüpfung über gemeinsame Sauerstoffe größere Struktur motive entstehen. Die Klassen VI—VIII umfassen die Verbindungen mit tetraedrischen Komplexionen RO<sub>4</sub>; ihre Anordnung erfolgt wie für die Nitrates, Carbonate, Borate nach abnehmender Wertigkeit der Zentralionen, also in der Reihenfolge: Sulfate . . . (Kl. VI), Phosphate . . . (Kl. VII), Silikate (Kl. VIII).

Die Gliederung der Klassen in Abteilungen A, B, C, D usw. wird für Klasse I nach Metallen und Metalloiden bzw. Nichtmetallen vorgenommen, in den Klassen II—IV im wesentlichen nach abnehmendem Quotienten Metall: Schwefel, Metall: Halogen, Metall: Sauerstoff; in Klasse V sind die Nitrates, Carbonate und Borate als Va, Vb, Vc voneinander geschieden, und in den Klassen VI—VII werden die Sulfate und Phosphate — ebenso auch die Carbonate — nach dem Fehlen oder Vorhandensein komplexfremder Anionen bzw. H<sub>2</sub>O in je 4 Abteilungen getrennt, z. B. A.) LiFe[PO<sub>4</sub>], B.) Ca<sub>5</sub>[F | (PO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>], C.) Fe<sub>3</sub>[PO<sub>4</sub>]<sub>2</sub> · 8 H<sub>2</sub>O, D.) Fe<sub>4</sub>[OH | PO<sub>4</sub>]<sub>3</sub> · 12 H<sub>2</sub>O.

Die Silikate nehmen infolge der Möglichkeit zur Koppelung der SiO<sub>4</sub>-Tetraeder zu größeren Tetraederverbänden innerhalb der RO<sub>4</sub>-Verbindungen



Diese Statistik ist nicht ganz befriedigend, da der Begriff der „Mineralart“ einer noch strengeren Definition und Anwendung bedarf, als es derzeit möglich ist.

### 6. Tabellen der 32 Kristallklassen, 230 Raumgruppen usw.

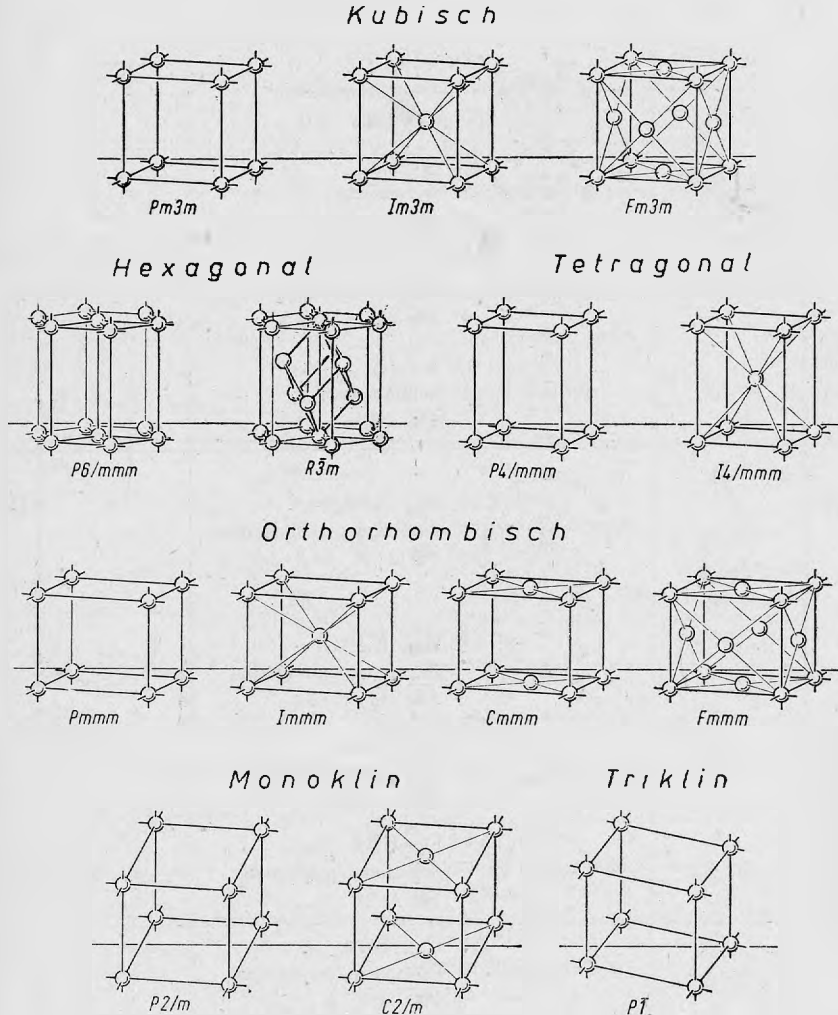
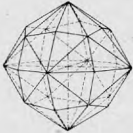
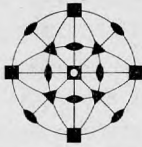








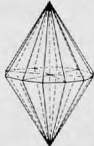
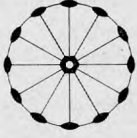















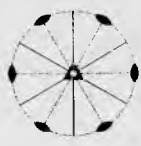









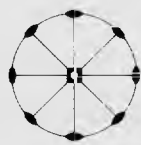












Fig. 8. Die vierzehn Translationsgitter der Kristalle (Bravais 1850)

Kubisch - primitiv  $Pm3m$ , -innenzentriert  $Im3m$ , -flächenzentriert  $Fm3m$ ;  
 Hexagonal  $P6/mmm$ , Rhomboedrisch  $R3m$ ;  
 Tetragonal - primitiv  $P4/mmm$ , -innenzentriert  $I4/mmm$ ;  
 Orthorhombisch - primitiv  $Pmmm$ , -c-flächenzentriert  $Cmmm$ , -innenzentriert  $Immm$ , -allseitsflächenzentriert  $Fmmm$ ;  
 Monoklin - primitiv  $P2/m$ , -c-flächenzentriert  $C2/m$ ; Triklin - primitiv  $P1$ .

Tabelle 1. Die 32 Symmetrieklassen der Kristalle

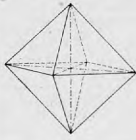
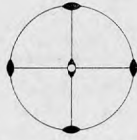










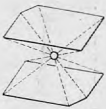



System	Klasse		i	E	Z	P	L-S	
KUBISCH			$O_h$ - $m\bar{3}m$ Hex'oktaedrisch 3■ 4▲ 6◊ 3+6m ○	i	-	-	-	$O_h$
			$T_d$ - $\bar{4}3m$ Hex'tetraedrisch 3◻ 4▲ <sub>p</sub> 6m	-	-	-	*	
			$O$ - $432$ Gyroidisch 3■ 4▲ 6◊	-	*	*	-	
			$T_h$ - $m\bar{3}$ Disdodekaedrisch 3◻ 4▲ 3m ○	i	-	-	-	$T_h$
			$T$ - $23$ Tetartoidisch 3◻ 4▲ <sub>p</sub>	-	*	*	*	
HEXAGONAL			$D_{6h}$ - $6/mmm$ Dihexagonal-dipyramidal 1● 3+3◊ 1+3+3m ○	i	-	-	-	$D_{6h}$
			$D_{3h}$ - $\bar{6}2m$ Ditrigonal-dipyramidal 1▲ 3◊ <sub>p</sub> 1+3m	-	-	-	*	
			$C_{6v}$ - $6mm$ Dihexagonal-pyramidal 1● <sub>p</sub> 3+3m	-	-	-	*	
			$D_6$ - $622$ Hexagonal-trapezoedr. 1● 3+3◊	-	*	*	*	
			$C_{6h}$ - $6/m$ Hexagonal-dipyramidal 1● 1m ○	i	-	-	-	$C_{6h}$
			$C_{3h}$ - $\bar{6}$ Trigonal-dipyramidal 1▲ 1m	-	-	-	*	
			$C_6$ - $6$ Hexagonal-pyramidal 1● <sub>p</sub>	-	*	*	*	

Die 32 Symmetrieklassen der Kristalle (Fortsetzung)

System	Klasse		i	E	Z	P	L-S
HEXAG.-RHOMBOEDR.		 $D_{3d}-\bar{3}m$ Ditrigonal-skalenoedr. $1\blacktriangle 3\updownarrow 3m \circ$	i	-	-	-	$D_{3d}$
		 $C_{3v}-3m$ Ditrigonal-pyramidal $1\blacktriangle_p 3m$	-	-	-	*	
		 $D_3-32$ Trigonal-trapezoedr. $1\blacktriangle 3\updownarrow_p$	-	*	*	*	
		 $C_{3i}-\bar{3}$ Trigonal-rhomboedr. $1\blacktriangle \circ$	i	-	-	-	$C_{3i}$
		 $C_3-3$ Trigonal-pyramidal $1\blacktriangle_p$	-	*	*	*	
TETRAGONAL		 $D_{4h}-4/mmm$ Ditetragonal-dipyramidal $1\blacksquare 2+2\updownarrow 1+2+2m \circ$	i	-	-	-	$D_{4h}$
		 $D_{2d}-\bar{4}2m$ Tetragonal-skalenoedr. $1\blacksquare 2\updownarrow 2m$	-	-	x	*	
		 $C_{4v}-4mm$ Ditetragonal-pyramidal $1\blacksquare_p 2+2m$	-	-	-	*	
		 $D_4-422$ Tetragonal-trapezoedr. $1\blacksquare 2+2\updownarrow$	-	*	*	*	
		 $C_{4h}-4/m$ Tetragonal-dipyramidal $1\blacksquare 1m \circ$	i	-	-	-	$C_{4h}$
		 $S_4-\bar{4}$ Tetragonal-disphenoid. $1\blacksquare$	-	-	x	*	
		 $C_4-4$ Tetragonal-pyramidal $1\blacksquare_p$	-	*	*	*	



Die 32 Symmetrieklassen der Kristalle (Fortsetzung)

System	Klasse		i	E	Z	P	L-S	
ORTHORHOMBISCH			$D_{2h}$ -mmm Rhombisch-dipyramidal 1+1+1◐ 1+1+1m ◦	i	-	-	-	$D_{2h}$
			$C_{2v}$ -mm2 Rhombisch-pyramidal 1◐p 1+1m	-	-	x	*	
			$D_2$ -222 Rhombisch-disphenoid. 1+1+1◐	-	*	*	*	
MONOKLIN			$C_{2h}$ -2/m Monoklin-prismatisch 1◐ 1m ◦	i	-	-	-	$C_{2h}$
			$C_s$ -m Monoklin-domatisch - 1m	-	-	x	*	
			$C_2$ -2 Monoklin-sphenoidisch 1◐p -	-	*	*	*	
TRIKLIN			$C_i$ - $\bar{1}$ Triklin-pinakoidal ◦	i	-	-	-	$C_i$
			$C_1$ -1 Triklin-pedial -	-	*	*	*	

- |   |                             |                             |                   |                               |
|---|-----------------------------|-----------------------------|-------------------|-------------------------------|
| ◐ | zweizählige                 | Drehungsachse<br>(p, polar) | E                 | Enantiomorphie                |
| ▲ | dreizählige                 |                             | Z                 | Zirkularpolarisation          |
| ■ | vierzählige                 | P                           | Piezoelektrizität | (* erster Art, x zweiter Art) |
| ● | sechszählige                |                             |                   |                               |
| ◐ | vierzählige Inversionsachse |                             |                   |                               |
| ◦ | i, Inversionszentrum        |                             | L-S               | Lauesymmetrie                 |
| - | m, Spiegelebene (miroir)    |                             |                   |                               |

Tabelle 2. Die 230 Raumgruppen

Schoenflies- und Internationales Symbol (1952)	Internationales Symbol für andere Orientierungen	Vollständiges Mauguin-Symbol
<b>Kubisch</b>		
$O_h^1 - Pm\bar{3}m$		$P 4/m \bar{3} 2/m$
$O_h^2 - Pn\bar{3}n$		$P 4/n \bar{3} 2/n$
$O_h^3 - Pm\bar{3}n$		$P 4_2/m \bar{3} 2/n$
$O_h^4 - Pn\bar{3}m$		$P 4_2/n \bar{3} 2/m$
$O_h^5 - Fm\bar{3}m$		$F 4/m \bar{3} 2/m$
$O_h^6 - Fm\bar{3}c$		$F 4/m \bar{3} 2/c$
$O_h^7 - Fd\bar{3}m$		$F 4_1/d \bar{3} 2/m$
$O_h^8 - Fd\bar{3}c$		$F 4_1/d \bar{3} 2/c$
$O_h^9 - Im\bar{3}m$		$I 4/m \bar{3} 2/m$
$O_h^{10} - Ia\bar{3}d$		$I 4_1/a \bar{3} 2/d$
$T_d^1 - P\bar{4}3m$		$P \bar{4}3m$
$T_d^2 - F\bar{4}3m$		$F \bar{4}3m$
$T_d^3 - I \bar{4}3m$		$I \bar{4}3m$
$T_d^4 - P\bar{4}3n$		$P \bar{4}3n$
$T_d^5 - F\bar{4}3c$		$F \bar{4}3c$
$T_d^6 - I\bar{4}3d$		$I \bar{4}3d$
$O^1 - P\bar{4}32$		$P\bar{4}32$
$O^2 - P\bar{4}_232$		$P\bar{4}_232$
$O^3 - F\bar{4}32$		$F\bar{4}32$
$O^4 - F\bar{4}_132$		$F\bar{4}_132$
$O^5 - I\bar{4}32$		$I \bar{4}32$
$O^6 - P\bar{4}_332$		$P\bar{4}_332$
$O^7 - P\bar{4}_132$		$P\bar{4}_132$
$O^8 - I\bar{4}_132$		$I \bar{4}_132$
$T_h^1 - Pm\bar{3}$		$P2/m \bar{3}$
$T_h^2 - Pn\bar{3}$		$P2/n \bar{3}$
$T_h^3 - Fm\bar{3}$		$F2/m \bar{3}$
$T_h^4 - Fd\bar{3}$		$F2/d \bar{3}$
$T_h^5 - Im\bar{3}$		$I 2/m \bar{3}$
$T_h^6 - Pa\bar{3}$		$P2_1/a \bar{3}$
$T_h^7 - Ia\bar{3}$		$I 2/a \bar{3}$
$T^1 - P\bar{2}3$		$P\bar{2}3$
$T^2 - F\bar{2}3$		$F\bar{2}3$
$T^3 - I\bar{2}3$		$I \bar{2}3$
$T^4 - P\bar{2}_13$		$P\bar{2}_13$
$T^5 - I\bar{2}_13$		$I \bar{2}_13$

Schoenflies- und Internationales Symbol (1952)	Internationales Symbol für andere Orientierungen	Vollständiges Mauguin-Symbol
<b>Hexagonal</b>		
$D_{6h}^1 - P6/mmm$		$P6/m\ 2/m\ 2/m$
$D_{6h}^2 - P6/mce$		$P6/m\ 2/c\ 2/c$
$D_{6h}^3 - P6_3/mcm$		$P6_3/m\ 2/c\ 2/m$
$D_{6h}^4 - P6_3/mmc$		$P6_3/m\ 2/m\ 2/c$
$D_{3h}^1 - P6m2$		$P6m2$
$D_{3h}^2 - P6c2$		$P6c2$
$D_{3h}^3 - P62m$		$P62m$
$D_{3h}^4 - P62c$		$P62c$
$C_{6v}^1 - P6mm$		$P6mm$
$C_{6v}^2 - P6cc$		$P6cc$
$C_{6v}^3 - P6_3cm$		$P6_3cm$
$C_{6v}^4 - P6_3mc$		$P6_3mc$
$D_6^1 - P622$		$P622$
$D_6^2 - P6_122$		$P6_122$
$D_6^3 - P6_322$		$P6_322$
$D_6^4 - P6_222$		$P6_222$
$D_6^5 - P6_422$		$P6_422$
$D_6^6 - P6_322$		$P6_322$
$C_{6h}^1 - P6/m$		$P6/m$
$C_{6h}^2 - P6_3/m$		$P6_3/m$
$C_{3h}^1 - P6$		$P6$
$C_6^1 - P6$		$P6$
$C_6^2 - P6_1$		$P6_1$
$C_6^3 - P6_5$		$P6_5$
$C_6^4 - P6_2$		$P6_2$
$C_6^5 - P6_4$		$P6_4$
$C_6^6 - P6_3$		$P6_3$
<b>Hexagonal-rhombodrisch</b>		
$D_{3d}^1 - P\bar{3}1m$		$P\bar{3}1\ 2/m$
$D_{3d}^2 - P31c$		$P31\ 2/c$
$D_{3d}^3 - P3m1$		$P3\ 2/m\ 1$
$D_{3d}^4 - P3c1$		$P3\ 2/c\ 1$
$D_{3d}^5 - R\bar{3}m$		$R\bar{3}\ 2/m$
$D_{3d}^6 - R\bar{3}c$		$R\bar{3}\ 2/c$
$C_{3v}^1 - P3m1$		$P3m1$

Schoenflies- und Internationales Symbol (1952)	Internationales Symbol für andere Orientierungen	Vollständiges Mauguin-Symbol
<b>Hexagonal-rhombodrisch</b>		
Fortsetzung		
$C_{3v}^2 - P31m$		P31m
$C_{3v}^3 - P3c1$		P3c1
$C_{3v}^4 - P31c$		P31c
$C_{3v}^5 - R3m$		R3m
$C_{3v}^6 - R3c$		R3c
$D_3^1 - P312$		P312
$D_3^2 - P321$		P321
$D_3^3 - P3_112$		P3 <sub>1</sub> 12
$D_3^4 - P3_121$		P3 <sub>1</sub> 21
$D_3^5 - P3_212$		P3 <sub>2</sub> 12
$D_3^6 - P3_221$		P3 <sub>2</sub> 21
$D_3^7 - R32$		R32
$C_{3i}^1 - P3$		P3
$C_{3i}^2 - R3$		R3
$C_3^1 - P3$		P3
$C_3^2 - P3_1$		P3 <sub>1</sub>
$C_3^3 - P3_2$		P3 <sub>2</sub>
$C_3^4 - R3$		R3
<b>Tetragonal</b>		
$D_{4h}^1 - P4/mmm$	C4/mmm	P4/m 2/m 2/m
$D_{4h}^2 - P4/mcc$	C4/mcc	P4/m 2/c 2/c
$D_{4h}^3 - P4/nbm$	C4/amb	P4/n 2/b 2/m
$D_{4h}^4 - P4/nnc$	C4/acn	P4/n 2/n 2/c
$D_{4h}^5 - P4/mbm$	C4/mmb	P4/m 2 <sub>1</sub> /b 2/m
$D_{4h}^6 - P4/mnc$	C4/mcn	P4/m 2 <sub>1</sub> /n 2/c
$D_{4h}^7 - P4/nmm$	C4/amm	P4/n 2 <sub>1</sub> /m 2/m
$D_{4h}^8 - P4/ncc$	C4/acc	P4/n 2 <sub>1</sub> /c 2/c
$D_{4h}^9 - P4_2/mmc$	C4 <sub>2</sub> /mcm	P4 <sub>2</sub> /m 2/m 2/c
$D_{4h}^{10} - P4_2/mcm$	C4 <sub>2</sub> /mcc	P4 <sub>2</sub> /m 2/c 2/m
$D_{4h}^{11} - P4_2/nbc$	C4 <sub>2</sub> /acb	P4 <sub>2</sub> /n 2/b 2/c
$D_{4h}^{12} - P4_2/nmm$	C4 <sub>2</sub> /amn	P4 <sub>2</sub> /n 2/n 2/m
$D_{4h}^{13} - P4_2/mbc$	C4 <sub>2</sub> /mcb	P4 <sub>2</sub> /m 2 <sub>1</sub> /b 2/c
$D_{4h}^{14} - P4_2/mnm$	C4 <sub>2</sub> /mmn	P4 <sub>2</sub> /m 2 <sub>1</sub> /m 2/m
$D_{4h}^{15} - P4_2/nmc$	C4 <sub>2</sub> /acm	P4 <sub>2</sub> /n 2 <sub>1</sub> /m 2/c
$D_{4h}^{16} - P4_2/nem$	C4 <sub>2</sub> /ame	P4 <sub>2</sub> /n 2 <sub>1</sub> /c 2/m
$D_{4h}^{17} - I4/mmm$	F4/mmm	I4/m 2/m 2/m
$D_{4h}^{18} - I4/mcm$	F4/mcc	I4/m 2/c 2/m
$D_{4h}^{19} - I4_1/amd$	F4 <sub>1</sub> /ddm	I4 <sub>1</sub> /a 2/m 2/d
$D_{4h}^{20} - I4_1/acd$	F4 <sub>1</sub> /ddc	I4 <sub>1</sub> /a 2/c 2/d

Schoenflies- und Internationales Symbol (1952)	Internationales Symbol für andere Orientierungen (1935)	Vollständiges Mauguin-Symbol
<b>Tetragonal</b>		
Fortsetzung		
$D_{2d}^1 - P\ 4\bar{2}m$	$C\ 4m\bar{2}$	$P\ 4\bar{2}m$
$D_{2d}^2 - P\ 4\bar{2}c$	$C\ 4c\bar{2}$	$P\ 4\bar{2}c$
$D_{2d}^3 - P\ 4\bar{2}_1m$	$C\ 4m\bar{2}_1$	$P\ 4\bar{2}_1m$
$D_{2d}^4 - P\ 4\bar{2}_1c$	$C\ 4c\bar{2}_1$	$P\ 4\bar{2}_1c$
$D_{2d}^5 - P\ 4m\bar{2}$	$C\ 4\bar{2}m$	$P\ 4m\bar{2}$
$D_{2d}^6 - P\ 4c\bar{2}$	$C\ 4\bar{2}c$	$P\ 4c\bar{2}$
$D_{2d}^7 - P\ 4b\bar{2}$	$C\ 4\bar{2}b$	$P\ 4b\bar{2}$
$D_{2d}^8 - P\ 4n\bar{2}$	$C\ 4\bar{2}n$	$P\ 4n\bar{2}$
$D_{2d}^9 - I\ 4m\bar{2}$	$F\ 4\bar{2}m$	$I\ 4m\bar{2}$
$D_{2d}^{10} - I\ 4c\bar{2}$	$F\ 4\bar{2}c$	$I\ 4c\bar{2}$
$D_{2d}^{11} - I\ 4\bar{2}m$	$F\ 4m\bar{2}$	$I\ 4\bar{2}m$
$D_{2d}^{12} - I\ 4\bar{2}d$	$F\ 4\bar{2}d$	$I\ 4\bar{2}d$
$C_{4v}^1 - P\ 4mm$	$C4mm$	$P4mm$
$C_{4v}^2 - P\ 4bm$	$C4mb$	$P4bm$
$C_{4v}^3 - P\ 4_2cm$	$C4_2mc$	$P4_2cm$
$C_{4v}^4 - P\ 4_2nm$	$C4_2mn$	$P4_2nm$
$C_{4v}^5 - P\ 4cc$	$C4cc$	$P4cc$
$C_{4v}^6 - P\ 4nc$	$C4cn$	$P4nc$
$C_{4v}^7 - P\ 4_2mc$	$C4_2cm$	$P4_2mc$
$C_{4v}^8 - P\ 4_2bc$	$C4_2cb$	$P4_2bc$
$C_{4v}^9 - I\ 4mm$	$F4mm$	$I4mm$
$C_{4v}^{10} - I\ 4cm$	$F4mc$	$I4cm$
$C_{4v}^{11} - I\ 4_1md$	$F4_1dm$	$I4_1md$
$C_{4v}^{12} - I\ 4_1cd$	$F4_1dc$	$I4_1cd$
$D_4^1 - P\ 4\bar{2}2$	$C4\bar{2}2$	$P4\bar{2}2$
$D_4^2 - P\ 4\bar{2}_12$	$C4\bar{2}2_1$	$P4\bar{2}_12^*$
$D_4^3 - P\ 4_1\bar{2}2$	$C4_1\bar{2}2$	$P4_1\bar{2}2$
$D_4^4 - P\ 4_12_1\bar{2}$	$C4_12_1\bar{2}$	$P4_12_1\bar{2}$
$D_4^5 - P\ 4_2\bar{2}2$	$C4_2\bar{2}2$	$P4_2\bar{2}2$
$D_4^6 - P\ 4_22_1\bar{2}$	$C4_22_1\bar{2}$	$P4_22_1\bar{2}$
$D_4^7 - P\ 4_3\bar{2}2$	$C4_3\bar{2}2$	$P4_3\bar{2}2$
$D_4^8 - P\ 4_32_1\bar{2}$	$C4_32_1\bar{2}$	$P4_32_1\bar{2}$
$D_4^9 - I\ 4\bar{2}2$	$F4\bar{2}2$	$I4\bar{2}2$
$D_4^{10} - I\ 4_1\bar{2}2$	$F4_1\bar{2}2$	$I4_1\bar{2}2$
$C_{4h}^1 - 4/mP$	$C\ 4/m$	$P\ 4/m$
$C_{4h}^2 - P\ 4_2/m$	$C\ 4_2/m$	$P\ 4_2/m$
$C_{4h}^3 - P\ 4/n$	$C\ 4/a$	$P\ 4/n$
$C_{4h}^4 - P\ 4_2/n$	$C\ 4_2/a$	$P\ 4_2/n$
$C_{4h}^5 - I\ 4/m$	$F\ 4/m$	$I\ 4/m$
$C_{4h}^6 - I\ 4_1/a$	$F\ 4_1/d$	$I\ 4_1/a$
$S_4^1 - P\ 4$	$C\ 4$	$P\ 4$
$S_4^2 - I\ 4$	$F\ 4$	$I\ 4$

Schoenflies- und Internationales Symbol (1952)	Internationales Symbol für andere Orientierungen	Vollständiges Mauguin-Symbol
<b>Tetragonal</b>		
Fortsetzung		
$C_4^1 - P4$	$C4$	$P4$
$C_4^2 - P4_1$	$C4_1$	$P4_1$
$C_4^3 - P4_2$	$C4_2$	$P4_2$
$C_4^4 - P4_3$	$C4_3$	$P4_3$
$C_4^5 - I4$	$F4$	$I4$
$C_4^6 - I4_1$	$F4_1$	$I4_1$
<b>Orthorhombisch</b>		
$D_{2h}^1 - Pmmm$	—	$P2/m\ 2/m\ 2/m$
$D_{2h}^2 - Pnmm$	—	$P2/n\ 2/n\ 2/n$
$D_{2h}^3 - Pccm$	$Pmaa, Pbmb$	$P2/c\ 2/c\ 2/m$
$D_{2h}^4 - Pban$	$Pncb, Pena$	$P2/b\ 2/a\ 2/n$
$D_{2h}^5 - Pmma$	$Pbmm, Pmcm, Pmam, Pmmb, Pemm$	$P2_1/m\ 2_1/m\ 2/a$
$D_{2h}^6 - Pnna$	$Pbnn, Pncu, Pnan, Pnmb, Penn$	$P2/n\ 2_1/n\ 2/a$
$D_{2h}^7 - Pmna$	$Pbmn, Pncm, Pman, Pnmb, Penm$	$P2/m\ 2/n\ 2_1/a$
$D_{2h}^8 - Pcca$	$Pbaa, Pccb, Pbab, Pccb, Pcaa$	$P2_1/c\ 2/c\ 2/a$
$D_{2h}^9 - Pbam$	$Pmcb, Pema$	$P2_1/b\ 2_1/a\ 2/m$
$D_{2h}^{10} - Pccn$	$Pnaa, Pbnb$	$P2_1/c\ 2_1/c\ 2/n$
$D_{2h}^{11} - Pbcm$	$Pmca, Pbma, Pemb, Pcam, Pmab$	$P2/b\ 2_1/c\ 2_1/m$
$D_{2h}^{12} - Pnmm$	$Pmnn, Pmnn$	$P2_1/n\ 2_1/n\ 2/m$
$D_{2h}^{13} - Pmnm$	$Pnmm, Pmnm$	$P2_1/m\ 2_1/m\ 2/n$
$D_{2h}^{14} - Pbcn$	$Pnca, Pbna, Pcnb, Pcan, Pnab$	$P2_1/b\ 2/c\ 2_1/n$
$D_{2h}^{15} - Pbca$	$Pcab$	$P2_1/b\ 2_1/c\ 2_1/a$
$D_{2h}^{16} - Pnma$	$Pbnm, Pmcn, Pnam, Pmnb, Pemm$	$P2_1/n\ 2_1/m\ 2_1/a$
$D_{2h}^{17} - Cmcm$	$Amma, Bbmm, Bmbb, Cemm, Amam$	$C2/m\ 2/c\ 2_1/m$
$D_{2h}^{18} - Cmca$	$Abma, Bbcm, Bbab, Ccmb, Acam$	$C2/m\ 2/c\ 2_1/a$
$D_{2h}^{19} - Cmnm$	$Amnm, Bmnm$	$C2/m\ 2/m\ 2/m$
$D_{2h}^{20} - Cccm$	$Amaa, Bbmb$	$C2/c\ 2/c\ 2/m$
$D_{2h}^{21} - Cmna$	$Abmm, Bmcm, Bmam, Cmmb, Acmm$	$C2/m\ 2/m\ 2/a$
$D_{2h}^{22} - Ccca$	$Abaa, Bccb, Bbab, Cccb, Acaa$	$C2/c\ 2/c\ 2/a$
$D_{2h}^{23} - Fmmm$	—	$F2/m\ 2/m\ 2/m$
$D_{2h}^{24} - Fddd$	—	$F2/d\ 2/d\ 2/d$
$D_{2h}^{25} - Immm$	—	$I2/m\ 2/m\ 2/m$
$D_{2h}^{26} - Ibam$	$Imcb, Icma$	$I2/b\ 2/a\ 2/m$
$D_{2h}^{27} - Ibca$	$Icab$	$I2/b\ 2/c\ 2/a$
$D_{2h}^{28} - Imma$	$Ibmm, Imem, Imam, Immb, Iemm$	$I2/m\ 2/m\ 2/a$
$C_{2v}^1 - Pmm2$	$P2mm, Pm2m$	$Pmm2$
$C_{2v}^2 - Pmc2_1$	$P2_1ma, Pb2_1m, Pm2_1b, Pcm2_1, P2_1am$	$Pmc2_1$
$C_{2v}^3 - Pcc2$	$P2aa, Pb2b$	$Pcc2$
$C_{2v}^4 - Pma2$	$P2mb, Pc2m, Pm2a, Pbm2, P2cm$	$Pma2$
$C_{2v}^5 - Pca2_1$	$P2_1ab, Pc2_1b, Pb2_1a, Pbc2_1, P2_1ca$	$Pca2_1$
$C_{2v}^6 - Pnc2$	$P2na, Pb2n, Pn2b, Pen2, P2an$	$Pen2$



Schoenflies- und Internationales Symbol (1952)	Internationales Symbol für andere Orientierungen	Vollständiges Mauguin-Symbol
<b>Orthorhombisch</b>		
Fortsetzung		
$C_{2v}^7 - Pmn2_1$	$P2_1mn, Pn2_1m, Pm2_1n, Pnm2_1, P2_1nm$	$Pmn2_1$
$C_{2v}^8 - Pba2$	$P2cb, Pc2a$	$Pba2$
$C_{2v}^9 - Pna2_1$	$P2_1nb, Pc2_1n, Pn2_1a, Pbn2_1, P2_1cn$	$Pna2_1$
$C_{2v}^{10} - Pnn2$	$P2nn, Pn2n$	$Pnn2$
$C_{2v}^{11} - Cmm2$	$A2mm, Bm2m$	$Cmm2$
$C_{2v}^{12} - Cmc2_1$	$A2_1ma, Bb2_1m, Bm2_1b, Ccm2_1, A2_1am$	$Cmc2_1$
$C_{2v}^{13} - Ccc2$	$A2aa, Bb2b$	$Ccc2$
$C_{2v}^{14} - Amm2$	$B2mm, Cm2m, Am2m, Bmm2, C2mm$	$Amm2$
$C_{2v}^{15} - Abm2$	$B2cm, Cm2a, Ac2m, Bma2, C2mb$	$Abm2$
$C_{2v}^{16} - Ama2$	$B2mb, Cc2m, Am2a, Bbm2, C2cm$	$Ama2$
$C_{2v}^{17} - Aba2$	$B2cb, Cc2a, Ac2a, Bba2, C2cb$	$Aba2$
$C_{2v}^{18} - Fmm2$	$F2mm, Fm2m$	$Fmm2$
$C_{2v}^{19} - Fdd2$	$F2dd, Fd2d$	$Fdd2$
$C_{2v}^{20} - Imm2$	$I2mm, Im2m$	$Imm2$
$C_{2v}^{21} - Iba2$	$I2cb, Ic2a$	$Iba2$
$C_{2v}^{22} - Ima2$	$I2mb, Ic2m, Im2a, Ibm2, I2cm$	$Ima2$
$D_2^1 - P222$	—	$P222$
$D_2^2 - P222_1$	$P2_122, P22_12$	$P222_1$
$D_2^3 - P2_12_12$	$P22_12_1, P2_122_1$	$P2_12_12$
$D_2^4 - P2_12_12_1$	—	$P2_12_12_1$
$D_2^5 - C222_1$	$A2_122, B22_12$	$C222_1$
$D_2^6 - C222$	$A222, B222$	$C222$
$D_2^7 - F222$	—	$F222$
$D_2^8 - I222$	—	$I222$
$D_2^9 - I2_12_12_1$	—	$I2_12_12_1$
<b>Monoklin</b>		
$C_{2h}^1 - P2/m$	$B2/m$	$P2/m$
$C_{2h}^2 - P2_1/m$	$B2_1/m$	$P2_1/m$
$C_{2h}^3 - C2/m$	$A2/m, I2/m, F2/m$	$C2/m$
$C_{2h}^4 - P2/c$	$P2/a, P2/n, B2/d$	$P2/c$
$C_{2h}^5 - P2_1/c$	$P2_1/a, P2_1/n, B2_1/d$	$P2_1/c$
$C_{2h}^6 - C2/c$	$A2/a, I2/a, F2/d$	$C2/c$
$C_s^1 - Pm$	$Bm$	$Pm$
$C_s^2 - Pc$	$Pa, Pn, Bd$	$Pc$
$C_s^3 - Cm$	$Am, Im, Fm$	$Cm$
$C_s^4 - Cc$	$Aa, Ia, Fd$	$Cc$
$C_2^1 - P2$	$B2$	$P2$
$C_2^2 - P2_1$	$B2_1$	$P2_1$
$C_2^3 - C2$	$A2, I2, F2$	$C2$
<b>Triklin</b>		
$C_1^1 - P1$	$P1$	$P1$
$C_1^1 - P1$	$P1$	$P1$

Tabelle 3. Periodens

		Nebengruppen					
I	II						
3 Li 6,939	4 Be 9,0122						
11 Na 22,9898	12 Mg 24,312	III	IV	V	VI	VII	
19 K 39,102	20 Ca 40,08	21 Sc 44,956	22 Ti 47,90	23 V 50,942	24 Cr 51,996	25 Mn 54,9381	26 Fe 55,847
37 Rb 85,47	38 Sr 87,62	39 Y 88,905	40 Zr 91,22	41 Nb 92,906	42 Mo 95,94	43 Tc [99]	44 Ru 101,07
55 Cs 132,905	56 Ba 137,34	57 La 138,91	*) 72 Hf 178,49	73 Ta 180,948	74 W 183,85	75 Re 186,2	76 Os 190,2
87 Fr [223]	88 Ra 226,05	89 Ac [227]	*) *)				
s-Valenzelektronen		d-, s-Valenzelektronen					
Lanthaniden *)		58 Ce 140,12	59 Pr 140,907	60 Nd 144,24	61 Pm [147]	62 Sm 150,35	
Actiniden *)		90 Th 232,038	91 Pa 231	92 U 238,03	93 Np [237]	94 Pu [239]	

Ein Wert in eckiger Klammer bezieht sich auf das Isotop mit der größten Halbwertszeit bzw. das am genauesten bekannte Isotop.

Tabelle 5. Periodensystem der Elemente

		Nebengruppen					
I	II						
3 Li 1,52 Li <sup>+</sup> 0,68	4 Be 1,12 Be <sup>2+</sup> 0,35						
11 Na 1,86 Na <sup>+</sup> 0,97	12 Mg 1,60 Mg <sup>2+</sup> 0,66	III	IV	V	VI	VII	
19 K 2,31 K <sup>+</sup> 1,33	20 Ca 1,96 Ca <sup>2+</sup> 0,99	21 Sc 1,51 Sc <sup>3+</sup> 0,81	22 Ti 1,46 Ti <sup>3+</sup> 0,76 Ti <sup>4+</sup> 0,68	V 1,30 23 V <sup>2+</sup> 0,88 V <sup>3+</sup> 0,74 V <sup>4+</sup> 0,63 V <sup>5+</sup> 0,59	24 Cr 1,25 Cr <sup>3+</sup> 0,63 Cr <sup>6+</sup> 0,52	25 Mn <sup>2+</sup> 0,80 Mn <sup>3+</sup> 0,66 Mn <sup>4+</sup> 0,60 Mn <sup>7+</sup> 0,46	26 Fe 1,24 Fe <sup>2+</sup> 0,74 Fe <sup>3+</sup> 0,64
37 Rb 2,43	38 Sr 2,15	39 Y 1,81	40 Zr 1,56	41 Nb 1,43	42 Mo 1,36 Mo <sup>4+</sup> 0,70	43 Tc Tc <sup>7+</sup> 0,56	44 Ru 1,33 Ru <sup>4+</sup> 0,67

Tabelle 3. Periodensystem der chemischen Elemente

Nebengruppen								III
								5 B 10,811
								13 Al 26,9815
V	VI	VII				I	II	
23 V 50,942	24 Cr 51,996	25 Mn 54,9381	26 Fe 55,847	27 Co 58,9332	28 Ni 58,71	29 Cu 63,54	30 Zn 65,37	31 Ga 69,72
41 Nb 92,906	42 Mo 95,94	43 Tc [99]	44 Ru 101,07	45 Rh 102,905	46 Pd 106,4	47 Ag 107,870	48 Cd 112,40	49 In 114,82
73 Ta 180,948	74 W 183,85	75 Re 186,2	76 Os 190,2	77 Ir 192,2	78 Pt 195,09	79 Au 196,967	80 Hg 200,59	81 Tl 204,37
d-, s-Valenzelektronen								

59 Pr 140,907	60 Nd 144,24	61 Pm [147]	62 Sm 150,35	63 Eu 151,96	64 Gd 157,25	65 Tb 158,924	66 Dy 162,50	67 Ho 164,930
91 Pa 231	92 U 238,03	93 Np [237]	94 Pu [239]	95 Am [241]	96 Cm [242]	97 Bk [247]	98 Cf [249]	99 Es [252]

Isotop mit der größten Halbwertszeit bzw. das am genauesten untersuchte Isotop

Tabelle 5. Periodensystem der chemischen Elemente mit Atom- und Ionenradien

Nebengruppen								III
								5 B 0,97 B <sup>3+</sup> 0,23
								13 Al 1,43 Al <sup>3+</sup> 0,51
V	VI	VII				I	II	
V 1,30 23 V <sup>2+</sup> 0,88 V <sup>3+</sup> 0,74 V <sup>4+</sup> 0,63 V <sup>5+</sup> 0,59	24 Cr 1,25 Cr <sup>3+</sup> 0,63 Cr <sup>6+</sup> 0,52	Mn 1,18 25 Mn <sup>2+</sup> 0,80 Mn <sup>3+</sup> 0,66 Mn <sup>4+</sup> 0,60 Mn <sup>7+</sup> 0,46	26 Fe 1,24 Fe <sup>2+</sup> 0,74 Fe <sup>3+</sup> 0,64	27 Co 1,25 Co <sup>2+</sup> 0,72 Co <sup>3+</sup> 0,63	28 Ni 1,24 Ni <sup>2+</sup> 0,69	29 Cu 1,28 Cu <sup>+</sup> 0,96 Cu <sup>2+</sup> 0,72	30 Zn 1,33 Zn <sup>2+</sup> 0,74	31 Ga 1,22 Ga <sup>3+</sup> 0,62
41 Nb 1,43	42 Mo 1,36	43 Tc	44 Ru 1,33	45 Rh 1,34	46 Pd 1,37	47 Ag 1,44	48 Cd 1,49	49 In 1,62

hemischen Elemente

			Hauptgruppen					
			III	IV	V	VI	VII	VIII
							1 H 1,00797	2 He 4,0026
			5 B 10,811	6 C 12,01115	7 N 14,0067	8 O 15,9994	9 F 18,9984	10 Ne 20,183
			13 Al 26,9815	14 Si 28,086	15 P 30,9738	16 S 32,064	17 Cl 35,453	18 Ar 39,948
I	II		31 Ga 69,72	32 Ge 72,59	33 As 74,9216	34 Se 78,96	35 Br 79,909	36 Kr 83,80
Ni 5,71	29 Cu 63,54	30 Zn 65,37	49 In 114,82	50 Sn 118,69	51 Sb 121,75	52 Te 127,60	53 J 126,9044	54 Xe 131,30
Pd 6,4	47 Ag 107,870	48 Cd 112,40	81 Tl 204,37	82 Pb 207,19	83 Bi 208,980	84 Po 210	85 At [210]	86 Rn 222
Pt 5,09	79 Au 196,967	80 Hg 200,59						
p-, s-Valenzelektronen								

Gd 152,25	65 Tb 158,924	66 Dy 162,50	67 Ho 164,930	68 Er 167,26	69 Tm 168,934	70 Yb 173,04	71 Lu 174,97
Cm [242]	97 Bk [247]	98 Cf [249]	99 Es [252]	100 Fm [253]	101 Md [256]	102 No	103 Lw

Isotop

mente mit Atom- und Ionenradien

			Hauptgruppen					
			III	IV	V	VI	VII	VIII
							1 H 0,46	2 He 1,78
			5 B 0,97 B <sup>3+</sup> 0,23	6 C 0,77 C <sup>4+</sup> 0,16	7 N 0,71 N <sup>3+</sup> 0,16 N <sup>5+</sup> 0,13	O <sup>2-</sup> 1,32 8 O 0,60 O <sup>6+</sup> 0,10	F <sup>-</sup> 1,33 9 F F <sup>7+</sup> 0,08	10 Ne 1,60
			13 Al 1,43 Al <sup>3+</sup> 0,51	14 Si 1,17 Si <sup>4-</sup> 1,98 Si <sup>4+</sup> 0,39	15 P P <sup>3+</sup> 0,44 P <sup>5+</sup> 0,35	S <sup>2-</sup> 1,74 16 S 1,04 S <sup>4+</sup> 0,37 S <sup>6+</sup> 0,30	Cl <sup>-</sup> 1,81 17 Cl 1,07 Cl <sup>5+</sup> 0,34 Cl <sup>7+</sup> 0,27	18 Ar 1,91
I	II		31 Ga 1,22 Ga <sup>3+</sup> 0,62	32 Ge 1,22 Ge <sup>2+</sup> 0,73 Ge <sup>4+</sup> 0,53	33 As 1,25 As <sup>3+</sup> 0,58 As <sup>5+</sup> 0,46	Se <sup>2-</sup> 0,91 34 Se 1,16 Se <sup>4+</sup> 0,50 Se <sup>6+</sup> 0,42	Br <sup>-</sup> 1,96 35 Br 1,19 Br <sup>5+</sup> 0,47 Br <sup>7+</sup> 0,39	36 Kr 2,01
1,24 1,2 <sup>+</sup> 0,69	29 Cu 1,28 Cu <sup>+</sup> 0,96 Cu <sup>2+</sup> 0,72	30 Zn 1,33 Zn <sup>2+</sup> 0,74	49 In 1,02 In <sup>3+</sup> 0,81	50 Sn 1,40 Sn <sup>4-</sup> 2,15 Sn <sup>2+</sup> 0,74	51 Sb 1,45	Te <sup>2-</sup> 2,11 52 Te 1,43	J <sup>-</sup> 2,20 53 J 1,36	54 Xe 1,36

132,905	137,34	138,91		178,49	180,948	183,85	186,2	190,2	192
87 Fr [223]	88 Ra 226,05	89 Ac [227]	*) *)						
s-Valenzelektronen		d-, s-Valenzelektronen							
Lanthaniden *)		58 Ce 140,12	59 Pr 140,907	60 Nd 144,24	61 Pm [147]	62 Sm 150,35	63 Eu 151,96	64 Gd 157,25	65 Tb 158,93
Actiniden *)		90 Th 232,038	91 Pa 231	92 U 238,03	93 Np [237]	94 Pu [239]	95 Am [241]	96 Cm [247]	97 Bk [247]

Ein Wert in eckiger Klammer bezieht sich auf das Isotop mit der größten Halbwertszeit bzw. das am genauesten

Tabelle 5. Periodensystem der chemischen Elemente

		Nebengruppen									
I	II										
3 Li 1,52 Li <sup>+</sup> 0,68	4 Be 1,12 Be <sup>2+</sup> 0,35										
11 Na 1,86 Na <sup>+</sup> 0,97	12 Mg 1,60 Mg <sup>2+</sup> 0,66	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
19 K 2,31 K <sup>+</sup> 1,33	20 Ca 1,96 Ca <sup>2+</sup> 0,99	21 Sc 1,51 Sc <sup>3+</sup> 0,81	22 Ti 1,46 Ti <sup>3+</sup> 0,76 Ti <sup>4+</sup> 0,68	23 V 1,30 V <sup>2+</sup> 0,88 V <sup>3+</sup> 0,74 V <sup>4+</sup> 0,63 V <sup>5+</sup> 0,59	24 Cr 1,25 Cr <sup>3+</sup> 0,63 Cr <sup>6+</sup> 0,52	25 Mn 1,18 Mn <sup>2+</sup> 0,80 Mn <sup>3+</sup> 0,66 Mn <sup>4+</sup> 0,60 Mn <sup>7+</sup> 0,46	26 Fe 1,24 Fe <sup>2+</sup> 0,74 Fe <sup>3+</sup> 0,64	27 Co 1,26 Co <sup>2+</sup> 0,74 Co <sup>3+</sup> 0,64	28 Ni 1,24 Ni <sup>2+</sup> 0,74	29 Cu 1,28 Cu <sup>+</sup> 0,75 Cu <sup>2+</sup> 0,68	30 Zn 1,20 Zn <sup>2+</sup> 0,68
37 Rb 2,43 Rb <sup>+</sup> 1,47	38 Sr 2,15 Sr <sup>2+</sup> 1,12	39 Y 1,81 Y <sup>3+</sup> 0,92	40 Zr 1,56 Zr <sup>4+</sup> 0,79	41 Nb 1,43 Nb <sup>4+</sup> 0,74 Nb <sup>5+</sup> 0,69	42 Mo 1,36 Mo <sup>4+</sup> 0,70 Mo <sup>6+</sup> 0,62	43 Tc 1,38 Tc <sup>7+</sup> 0,56	44 Ru 1,33 Ru <sup>4+</sup> 0,67	45 Rh 1,35 Rh <sup>3+</sup> 0,67	46 Pd 1,31 Pd <sup>2+</sup> 0,67	47 Ag 1,27 Ag <sup>+</sup> 0,67	48 Cd 1,26 Cd <sup>2+</sup> 0,67
55 Cs 2,62 Cs <sup>+</sup> 1,67	56 Ba 2,17 Ba <sup>2+</sup> 1,34	57 La 1,86 *) La <sup>3+</sup> 1,14	58 Ce 1,82 *) Ce <sup>3+</sup> 1,07 Ce <sup>4+</sup> 0,94	72 Hf 1,58 Hf <sup>4+</sup> 0,78	73 Ta 1,43 Ta <sup>5+</sup> 0,68	74 W 1,36 W <sup>4+</sup> 0,70 W <sup>6+</sup> 0,62	75 Re 1,37 Re <sup>4+</sup> 0,72 Re <sup>7+</sup> 0,56	76 Os 1,35 Os <sup>8+</sup> 0,69	77 Ir 1,37 Ir <sup>3+</sup> 0,67	78 Pt 1,31 Pt <sup>2+</sup> 0,67	79 Au 1,27 Au <sup>+</sup> 0,67
87 Fr Fr <sup>+</sup> 1,80	88 Ra Ra <sup>2+</sup> 1,43	89 Ac Ac <sup>3+</sup> 1,18 *)									
Lanthaniden *)		58 Ce 1,82 Ce <sup>3+</sup> 1,07 Ce <sup>4+</sup> 0,94	59 Pr 1,81 Pr <sup>3+</sup> 1,06 Pr <sup>4+</sup> 0,92	60 Nd 1,80 Nd <sup>3+</sup> 1,04	61 Pm	62 Sm Sm <sup>3+</sup> 1,00	63 Eu Eu <sup>2+</sup> 1,00	64 Gd Gd <sup>3+</sup> 1,00	65 Tb Tb <sup>3+</sup> 1,00	66 Dy Dy <sup>3+</sup> 1,00	67 Ho Ho <sup>3+</sup> 1,00
Actiniden *)		90 Th 1,80 Th <sup>4+</sup> 1,02	91 Pa Pa <sup>3+</sup> 1,13 Pa <sup>4+</sup> 0,98 Pa <sup>5+</sup> 0,89	92 U 1,38 U <sup>4+</sup> 0,97 U <sup>6+</sup> 0,80	93 Np Np <sup>3+</sup> 1,10 Np <sup>4+</sup> 0,95 Np <sup>7+</sup> 0,71	94 Pu Pu <sup>3+</sup> 1,08 Pu <sup>4+</sup> 0,93	95 Am Am <sup>3+</sup> 1,00	96 Cm Cm <sup>3+</sup> 1,00	97 Bk Bk <sup>3+</sup> 1,00	98 Cf Cf <sup>3+</sup> 1,00	99 Es Es <sup>3+</sup> 1,00

d-, s-Valenzelektronen

59 Pr 10,907	60 Nd 144,24	61 Pm [147]	62 Sm 150,35	63 Eu 151,96	64 Gd 157,25	65 Tb 158,924	66 Dy 162,50	67 Ho 164,930	68 Er 167,26
81 Pa 231	92 U 238,03	93 Np [237]	94 Pu [239]	95 Am [241]	96 Cm [242]	97 Bk [247]	98 Cf [249]	99 Es [252]	100 Fm [253]

mit der größten Halbwertszeit bzw. das am genauesten untersuchte Isotop

Tabelle 5. Periodensystem der chemischen Elemente mit Atom- und Ionenradien

Nebengruppen								III	IV
								5 B 0,97 B <sup>3+</sup> 0,23	6 C 0,7 C <sup>4+</sup> 0,1
								13 Al 1,43 Al <sup>3+</sup> 0,51	14 Si 1,1 Si <sup>4+</sup> 0,3 Si <sup>4-</sup> 1,9
V	VI	VII				I	II	31 Ga 1,22 Ga <sup>3+</sup> 0,62	32 Ge 1,2 Ge <sup>2+</sup> 0,7 Ge <sup>4+</sup> 0,5
1,30 2 <sup>+</sup> 0,88 3 <sup>+</sup> 0,74 4 <sup>+</sup> 0,63 5 <sup>+</sup> 0,59	24 Cr 1,25 Cr <sup>3+</sup> 0,63 Cr <sup>6+</sup> 0,52	Mn 1,18 25 Mn <sup>2+</sup> 0,80 Mn <sup>3+</sup> 0,66 Mn <sup>4+</sup> 0,60 Mn <sup>7+</sup> 0,46	26 Fe 1,24 Fe <sup>2+</sup> 0,74 Fe <sup>3+</sup> 0,64	27 Co 1,25 Co <sup>2+</sup> 0,72 Co <sup>3+</sup> 0,63	28 Ni 1,24 Ni <sup>2+</sup> 0,69	29 Cu 1,28 Cu <sup>+</sup> 0,96 Cu <sup>2+</sup> 0,72	30 Zn 1,33 Zn <sup>2+</sup> 0,74	49 In 1,62 In <sup>3+</sup> 0,81	50 Sn 1,4 Sn <sup>2+</sup> 0,9 Sn <sup>4+</sup> 0,7 Sn <sup>4-</sup> 2,1
b 1,43 b <sup>3+</sup> 0,74 b <sup>2+</sup> 0,69	42 Mo 1,36 Mo <sup>4+</sup> 0,70 Mo <sup>6+</sup> 0,62	43 Tc Tc <sup>7+</sup> 0,56	44 Ru 1,33 Ru <sup>4+</sup> 0,67	45 Rh 1,34 Rh <sup>3+</sup> 0,68	46 Pd 1,37 Pd <sup>2+</sup> 0,80 Pd <sup>4+</sup> 0,65	47 Ag 1,44 Ag <sup>+</sup> 1,26 Ag <sup>2+</sup> 0,89	48 Cd 1,49 Cd <sup>2+</sup> 0,97	81 Tl 1,70 Tl <sup>+</sup> 1,47 Tl <sup>3+</sup> 0,95	82 Pb 1,7 Pb <sup>2+</sup> 1,2 Pb <sup>4+</sup> 0,8
a 1,43 a <sup>3+</sup> 0,68	74 W 1,36 W <sup>4+</sup> 0,70 W <sup>6+</sup> 0,62	75 Re Re <sup>4+</sup> 0,72 Re <sup>7+</sup> 0,56	76 Os 1,35 Os <sup>6+</sup> 0,69	77 Ir 1,35 Ir <sup>4+</sup> 0,68	78 Pt 1,38 Pt <sup>2+</sup> 0,80 Pt <sup>4+</sup> 0,65	79 Au 1,44 Au <sup>+</sup> 1,37 Au <sup>3+</sup> 0,85	80 Hg 1,50 Hg <sup>2+</sup> 1,10		
r 1,81 r <sup>3+</sup> 1,06 r <sup>4+</sup> 0,92	60 Nd 1,80 Nd <sup>3+</sup> 1,04	61 Pm	62 Sm Sm <sup>3+</sup> 1,00	63 Eu Eu <sup>3+</sup> 0,98	64 Gd Gd <sup>3+</sup> 0,97	65 Tb Tb <sup>3+</sup> 0,93 Tb <sup>4+</sup> 0,81	66 Dy Dy <sup>3+</sup> 0,92	67 Ho Ho <sup>3+</sup> 0,91	68 Er 1,8 Er <sup>3+</sup> 0,8
a a <sup>3+</sup> 1,13 a <sup>4+</sup> 0,98 a <sup>5+</sup> 0,89	92 U 1,38 U <sup>3+</sup> 0,97 U <sup>6+</sup> 0,80	93 Np Np <sup>3+</sup> 1,10 Np <sup>4+</sup> 0,95 Np <sup>7+</sup> 0,71	94 Pu Pu <sup>3+</sup> 1,08 Pu <sup>4+</sup> 0,93	95 Am Am <sup>3+</sup> 1,07 Am <sup>4+</sup> 0,92	96 Cm	97 Bk	98 Cf	99 Es	100 Fm



95,09	196,967	200,59	204,37	207,19	208,980	210	[210]	222
p-, s-Valenzelektronen								

4 Gd 57,25	65 Tb 158,924	66 Dy 162,50	67 Ho 164,930	68 Er 167,26	69 Tm 168,934	70 Yb 173,04	71 Lu 174,97
5 Cm [242]	97 Bk [247]	98 Cf [249]	99 Es [252]	100 Fm [253]	101 Md [256]	102 No	103 Lw

e Isotop

emente mit Atom- und Ionenradien

			Hauptgruppen					
			III	IV	V	VI	VII	VIII
							1 H 0,46	2 He 1,78
			5 B 0,97 B <sup>3+</sup> 0,23	6 C 0,77 C <sup>4+</sup> 0,16	7 N 0,71 N <sup>3+</sup> 0,16 N <sup>5+</sup> 0,13	O <sup>2-</sup> 1,32 8 O 0,60 O <sup>6+</sup> 0,10	9 F 1,33 F <sup>7+</sup> 0,08	10 Ne 1,60
			13 Al 1,43 Al <sup>3+</sup> 0,51	14 Si 1,17 Si <sup>4+</sup> 0,39	15 P P <sup>3+</sup> 0,44 P <sup>5+</sup> 0,35	S <sup>2-</sup> 1,74 16 S 1,04 S <sup>4+</sup> 0,37 S <sup>6+</sup> 0,30	17 Cl 1,81 Cl <sup>3+</sup> 0,34 Cl <sup>7+</sup> 0,27	18 Ar 1,91
	I	II	31 Ga 1,22 Ga <sup>3+</sup> 0,62	32 Ge 1,22 Ge <sup>2+</sup> 0,73 Ge <sup>4+</sup> 0,53	33 As 1,25 As <sup>3+</sup> 0,58 As <sup>5+</sup> 0,46	Se <sup>2-</sup> 0,91 34 Se 1,16 Se <sup>4+</sup> 0,50 Se <sup>6+</sup> 0,42	Br <sup>-</sup> 1,96 35 Br 1,19 Br <sup>3+</sup> 0,47 Br <sup>7+</sup> 0,39	36 Kr 2,01
1,24 2+ 0,69	29 Cu 1,28 Cu <sup>+</sup> 0,96 Cu <sup>2+</sup> 0,72	30 Zn 1,33 Zn <sup>2+</sup> 0,74	49 In 1,62 In <sup>3+</sup> 0,81	50 Sn 1,40 Sn <sup>2+</sup> 0,93 Sn <sup>4+</sup> 0,71	51 Sb 1,45 Sb <sup>3+</sup> 0,76 Sb <sup>5+</sup> 0,62	Te <sup>2-</sup> 2,11 52 Te 1,43 Te <sup>4+</sup> 0,70 Te <sup>6+</sup> 0,56	J <sup>-</sup> 2,20 53 J 1,36 J <sup>3+</sup> 0,62 J <sup>7+</sup> 0,50	54 Xe 2,20
1,37 2+ 0,80 4+ 0,65	47 Ag 1,44 Ag <sup>+</sup> 1,26 Ag <sup>2+</sup> 0,89	48 Cd 1,49 Cd <sup>2+</sup> 0,97	81 Tl 1,70 Tl <sup>+</sup> 1,47 Tl <sup>3+</sup> 0,95	82 Pb 1,75 Pb <sup>2+</sup> 1,20 Pb <sup>4+</sup> 0,84	83 Bi 1,55 Bi <sup>3+</sup> 0,96 Bi <sup>5+</sup> 0,74	84 Po Po <sup>6+</sup> 0,67	85 At At <sup>7+</sup> 0,62	86 Rn

3+ 0,97	65 Tb Tb <sup>3+</sup> 0,93 Tb <sup>4+</sup> 0,81	66 Dy Dy <sup>3+</sup> 0,92	67 Ho Ho <sup>3+</sup> 0,91	68 Er 1,86 Er <sup>3+</sup> 0,89	69 Tm Tm <sup>3+</sup> 0,87	70 Yb Yb <sup>3+</sup> 0,86	71 Lu Lu <sup>3+</sup> 0,85
1	97 Bk	98 Cf	99 Es	100 Fm	101 Md	102 No	103 Lw

Tabelle 4. Internationale Atomgewichte 1961<sup>1)</sup>

Element	Sym- bol	Atom- Nr.	Atom- gewicht*)	Element	Sym- bol	Atom- Nr.	Atom- gewicht*)	Element	Sym- bol	Atom- Nr.	Atom- gewicht*)
Actinium .....	Ac	89	227	Holmium .....	Ho	67	164.930	Radium .....	Ra	88	226.05
Aluminium .....	Al	13	26.9815	Indium .....	In	49	114.82	Radon .....	Rn	86	222
Americium .....	Am	95	[241]	Iridium .....	Ir	77	192.2	Rhenium .....	Re	75	186.2
Antimon (Stibium) ..	Sb	51	121.75	Jod .....	J	53	126.9044	Rhodium .....	Rh	45	102.905
Argon .....	Ar	18	39.948	Kalium („Potassium“)	K	19	39.102	Rubidium .....	Rb	37	85.47
Arsen .....	As	33	74.9216	Kobalt .....	Co	27	58.9332	Ruthenium .....	Ru	44	101.07
Astatin .....	At	85	[210]	Kohlenstoff(Carbonium)	C	6	12.01115	Samarium .....	Sm	62	150.35
Barium .....	Ba	56	137.34	Krypton .....	Kr	36	83.80	Sauerstoff(Oxygenium)	O	8	15.9994
Berkelium .....	Bk	97	[247]	Kupfer (Cuprum) .....	Cu	29	63.54	Scandium .....	Sc	21	44.956
Beryllium .....	Be	4	9.0122	Lanthan .....	La	57	138.91	Schwefel (Sulphur) ...	S	16	32.064**)
Blei (Plumbum) .....	Pb	82	207.19	Lawrencium .....	Lw	103	[—]	Selen .....	Se	34	78.96
Bor .....	B	5	10.811**)	Lithium .....	Li	3	6.939	Silber (Argentum) .....	Ag	47	107.870
Brom .....	Br	35	79.909	Lutetium .....	Lu	71	174.97	Silicium .....	Si	14	28.086
Cadmium .....	Cd	48	112.40	Magnesium .....	Mg	12	24.312	Stickstoff (Nitrogen) ..	N	7	14.0067
Caesium .....	Cs	55	132.905	Mangan .....	Mn	25	54.938	Strontium .....	Sr	38	87.62
Calcium .....	Ca	20	40.08	Mendelevium .....	Md	101	[256]	Tantal .....	Ta	73	180.948
Californium .....	Cf	98	[249]	Molybdan .....	Mo	42	95.94	Technetium .....	Tc	43	[99]
Cer .....	Ce	58	140.12	Natrium („Sodium“)	Na	11	22.9898	Tellur .....	Te	52	127.60
Chlor .....	Cl	17	35.453	Neodym .....	Nd	60	144.24	Terbium .....	Tb	65	158.924
Chrom .....	Cr	24	51.996	Neon .....	Ne	10	20.183	Thallium .....	Tl	81	204.37
Curium .....	Cm	96	[242]	Neptunium .....	Np	93	[237]	Thorium .....	Th	90	232.038
Dysprosium .....	Dy	66	162.50	Nickel .....	Ni	28	58.71	Thulium .....	Tm	69	168.934
Einsteinium .....	Es	99	[252]	Niob („Columbium“)	Nb	41	92.906	Titan .....	Ti	22	47.90
Eisen (Ferrum) .....	Fe	26	55.847	Nobelium .....	No	102	[—]	Uran .....	U	92	238.03
Erbium .....	Er	68	167.26	Osmium .....	Os	76	190.2	Vanadium .....	V	23	50.942
Europium .....	Eu	63	151.96	Palladium .....	Pd	46	106.4	Wasserstoff (Hydro- genium) .....	H	1	1.00797
Fermium .....	Fm	100	[253]	Phosphor .....	P	15	30.9738	Wismut (Bismutum) ..	Bi	83	208.980
Fluor .....	F	9	18.9984	Platin .....	Pt	78	195.09	Wolfram („Tungsten“)	W	74	183.85
Francium .....	Fr	87	[223]	Plutonium .....	Pu	94	[239]	Xenon .....	X	54	131.30
Gadolinium .....	Gd	64	157.25	Polonium .....	Po	84	210	Ytterbium .....	Yb	70	173.04
Gallium .....	Ga	31	69.72	Praseodym .....	Pr	59	140.907	Yttrium .....	Y	39	88.905
Germanium .....	Ge	32	72.59	Promethium .....	Pm	61	[147]	Zink .....	Zn	30	65.37
Gold (Aurum) .....	Au	79	196.967	Protactinium .....	Pa	91	231	Zinn (Stannum) .....	Sn	50	118.69
Hafnium .....	Hf	72	178.49	Quecksilber (Hydrargyrum) .....	Hg	80	200.59	Zirkonium .....	Zr	40	91.22

<sup>1)</sup> bezogen auf den Wert 12 für die relative Atommasse des Kohlenstoffisotops <sup>12</sup>C.

\*) Ein Wert in eckiger Klammer bezieht sich auf das Isotop mit der größten Halbwertszeit bzw. das am genauesten untersuchte Isotop.

\*\*\*) ± 0.003, da das Isotopengemisch im Naturvorkommen variiert.

Tabelle 6. Die Ionenradien der chemischen Elemente  
(nach Goldschmidt, Pauling, Ahrens)

Atom- nummer	Symbol	Ladung	I Goldschmidt 1926	II Pauling 1927	III Ahrens 1952
89	Ac	3+	—	—	1.18
47	Ag	1+	1.13	1.26	1.26
		2+	—	—	0.89
13	Al	3+	0.57	0.50	0.51
95	Am	3+	—	—	1.07
		4+	—	—	0.92
33	As	3+	0.69	—	0.58
		5+	—	0.49	0.46
85	At	7+	—	—	0.62
79	Au	1+	—	1.37	1.37
		3+	—	—	0.85
5	B	3+	—	0.20	0.23
56	Ba	2+	1.43	1.35	1.34
4	Be	2+	0.34	0.31	0.35
83	Bi	3+	—	—	0.96
		5+	—	0.74	0.74
35	Br	1-	1.96	1.95	—
		5+	—	—	0.47
		7+	—	0.39	0.39
6	C	4+	0.2	0.15	0.16
20	Ca	2+	1.06	0.99	0.99
48	Cd	2+	1.03	0.97	0.97
58	Ce	3+	1.18	—	1.07
		4+	1.02	1.01	0.94
17	Cl	1-	1.81	1.81	—
		5+	—	—	0.34
		7+	—	0.26	0.27
27	Co	2+	0.82	0.72	0.72
		3+	0.64	—	0.63
24	Cr	2+	~0.83	—	—
		3+	0.64	—	0.63
		6+	~0.35	0.52	0.52
55	Cs	1+	1.65	1.69	1.67
29	Cu	1+	—	0.96	0.96
		2+	—	—	0.72
66	Dy	3+	1.07	—	0.92
68	Er	3+	1.04	—	0.89
63	Eu	2+	1.24	—	—
		3+	1.13	—	0.98
9	F	1-	1.33	1.36	—
		7+	—	0.07	0.08
26	Fe	2+	0.82	0.80	0.74
		3+	0.67	—	0.64
87	Fr	1+	—	—	1.80
31	Ga	3+	0.62	0.62	0.62
64	Gd	3+	1.11	—	0.97
32	Ge	2+	0.9	—	0.73
		4+	0.44	0.53	0.53
1	H	1-	1.54	2.08	—
72	Hf	4+	0.84	—	0.78

Atom- nummer	Symbol	Ladung	I Goldschmidt 1926	II Pauling 1927	III Ahrens 1952
80	Hg	2+	1.12	1.10	1.10
67	Ho	3+	1.05	—	0.91
49	In	3+	0.92	0.81	0.81
77	Ir	4+	0.66	0.64	0.68
53	J	1-	2.20	2.16	—
		5+	0.94	—	0.62
		7+	—	0.50	0.50
19	K	1+	1.33	1.33	1.33
57	La	3+	1.22	1.15	1.14
3	Li	1+	0.78	0.60	0.68
71	Lu	3+	0.99	—	0.85
12	Mg	2+	0.78	0.65	0.66
25	Mn	2+	0.91	0.80	0.80
		3+	0.70	—	0.66
		4+	0.52	0.50	0.60
		7+	—	0.46	0.46
42	Mo	4+	0.68	0.66	0.70
		6+	—	0.62	0.62
7	N	3+	—	—	0.16
		5+	~0.15	0.11	0.13
—	NH <sub>4</sub>	1+	1.43	—	—
11	Na	1+	0.98	0.95	0.97
41	Nb	4+	0.69	0.67	0.74
		5+	0.69	0.70	0.69
60	Nd	3+	1.15	—	1.04
28	Ni	2+	0.78	0.69	0.69
93	Np	3+	—	—	1.10
		4+	—	—	0.95
		7+	—	—	0.71
8	O	2-	1.32	1.40	—
		6+	—	0.09	0.10
76	Os	4+	0.67	0.65	—
		6+	—	—	0.69
15	P	3+	—	—	0.44
		5+	~0.35	0.34	0.35
91	Pa	3+	—	—	1.13
		4+	—	—	0.98
		5+	—	—	0.89
82	Pb	2+	1.32	1.21	1.20
		4+	0.84	0.84	0.84
46	Pd	2+	—	—	0.80
		4+	—	—	0.65
61	Pm	3+	—	—	1.06
84	Po	6+	—	—	0.67
59	Pr	3+	1.16	—	1.06
		4+	1.00	0.92	0.92
78	Pt	2+	—	—	0.80
		4+	—	—	0.65
94	Pu	3+	—	—	1.08
		4+	—	—	0.93

Atom- nummer	Symbol	Ladung	I Goldschmidt 1926	II Pauling 1927	III Ahrens 1952
88	Ra	2+	1.52	—	1.43
37	Rb	1+	1.49	1.48	1.47
75	Re	4+	—	—	0.72
		7+	—	—	0.56
45	Rh	3+	—	—	0.68
44	Ru	4+	0.68	0.63	0.67
			0.65		
16	S	2-	1.74	1.84	—
		4+	—	—	0.37
		6+	0.34	0.29	0.30
51	Sb	3+	0.90	—	0.76
		5+	—	0.62	0.62
21	Sc	3+	0.83	—	0.81
34	Se	2-	1.91	1.98	—
		3+	0.83	0.81	—
		4+	—	—	0.50
		6+	~0.35	0.42	0.42
14	Si	4+	0.39	0.41	0.42
62	Sm	3+	1.13	—	1.00
50	Sn	2+	—	—	0.93
		4+	0.74	0.71	0.71
38	Sr	2+	1.27	1.13	1.12
73	Ta	5+	0.68	—	0.68
65	Tb	3+	1.09	—	0.93
		4+	0.89	—	0.81
43	Tc	7+	—	—	0.56
52	Te	2-	2.11	2.21	—
		4+	0.89	0.81	0.70
		6+	—	0.56	0.56
90	Th	4+	1.10	1.02	1.02
22	Ti	2+	0.80	—	—
		3+	0.69	—	0.76
		4+	0.64	0.68	0.68
81	Tl	1+	1.49	1.44	1.47
		3+	1.05	0.95	0.95
69	Tm	3+	1.04	—	0.87
92	U	4+	1.05	0.97	0.97
		6+	—	—	0.80
23	V	2+	0.72	—	0.88
		3+	0.65	—	0.74
		4+	0.61	0.59	0.63
		5+	0.4	0.59	0.59
74	W	4+	0.68	0.66	0.70
		6+	—	—	0.62
39	Y	3+	1.06	0.93	0.92
70	Yb	3+	1.00	—	0.86
30	Zn	2+	0.83	0.74	0.74
40	Zr	4+	0.87	0.80	0.79

## B. Spezielle Kristallstrukturen

Wir kennen heute die Strukturen der meisten häufigeren Mineralien, während die selteneren — soweit nicht Isotypie oder Isomorphie mit den häufigeren vorliegt — in größerer Zahl strukturell unbekannt geblieben sind. Die hier vorliegende Beschreibung wichtiger Strukturtypen enthält solche Beispiele, die für das Verständnis der Kristallchemie und der darauf beruhenden Systematik der Mineralien von Bedeutung sein werden. Es wurde ferner versucht, im folgenden für möglichst alle Verbindungen eines Strukturtypes die Formeln anzugeben, während zugehörige Mineralnamen fett gedruckt erscheinen.

### I. Elemente

**Kupfer** Cu (W. L. Bragg, 1914).  $O_h^3$  — Fm3m.  $Z = 4$  mit den Atomkoordinaten  $0\ 0\ 0$ ,  $\frac{1}{2}\ \frac{1}{2}\ 0$ ,  $\frac{1}{2}\ 0\ \frac{1}{2}$ ,  $0\ \frac{1}{2}\ \frac{1}{2}$ . Es liegt eine kubisch dichteste Kugelpackung vor, in der jedes Atom kubooktaedrisch von 12 Nachbaratomen umgeben ist. Die morphologisch wichtigste Form, das Oktaeder, wird von Gitterebenen begrenzt, die am dichtesten mit Atomen besetzt sind. Im strähnig entwickelten Silber, z. B. von Kongsberg, ist die Achse der Längs-erstreckung die Oktaederkante [110], welche der dichtest besetzten Gittergeraden entspricht.

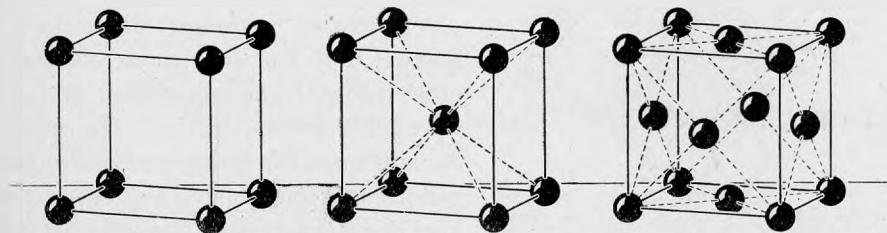


Fig. 9. Primitives, innenzentriertes und flächenzentriertes kubisches Elementargitter

Strukturen vom Kupfertypus besitzen:  $\beta$ -Li, Cu (**Kupfer**), Ag (**Silber**), Au (**Gold**),  $\alpha$ -Ca ( $< 450\ ^\circ\text{C}$ ), Sr, Al,  $\beta$ -Se,  $\beta$ -La, „ $\beta$ “-Ce,  $\beta$ -Pr, Yb, Pb (**Blei**), Th,  $\gamma$ -Fe ( $906$ – $1401\ ^\circ\text{C}$ ),  $\beta$ -Co ( $> 450\ ^\circ\text{C}$ ),  $\beta$ -Ni,  $\beta$ -Rh, Pd (**Palladium**), Ir (**Iridium**), Pt (**Platin**), Ac, Pu, Am, Ne, Ar, Kr, X; ferner **Whitneyit** (Cu, As), **Animikit** (Ag, Sb), **Kongsbergit** (Ag, Hg) und **Awaruit** (Ni, Fe).

**Eisen**  $\alpha$ -Fe (A. W. Hull, 1917). Kubisch.  $O_h^9$  — Im3m.  $Z = 2$  mit den Atomkoordinaten  $0\ 0\ 0$  und  $\frac{1}{2}\ \frac{1}{2}\ \frac{1}{2}$ . Jedes Atom ist würfelig von 8 Nachbaratomen umgeben.

Als Beispiele kennt man Li, Na, K, Rb, Cs, Ba,  $\beta$ -Tl, Eu,  $\beta$ -Ti ( $> 880\ ^\circ\text{C}$ ),  $\beta$ -Zr ( $> 840\ ^\circ\text{C}$ ), V, Nb, Ta,  $\alpha$ -Cr, Mo,  $\alpha$ -W,  $\alpha$ -Fe (**Eisen**),  $\gamma$ -U ( $< 760\ ^\circ\text{C}$ ),  $\gamma$ -Np, ferner **Nickeleisen** bzw. **Kamazit** (Fe, Ni).

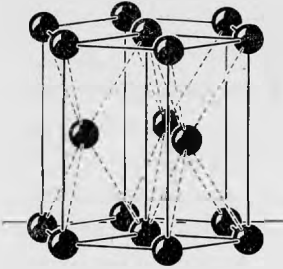


Fig. 10. Zink Zn. Hexagonale dichteste Packung der Atome

**Zink Zn** (A. W. Hull, 1917).  $D_{6h}^4 - P6_3/mmc$ .  $Z = 2$  mit den Atomkoordinaten  $0\ 0\ 0$  und  $\frac{1}{3}\ \frac{2}{3}\ \frac{1}{2}$ . Es liegt eine einfache hexagonale dichteste Kugelpackung vor, in der jedes Atom die Koordinationszahl 12 besitzt.

Beispiele sind  $H_2$  ( $-271\ ^\circ C$ ), He, Be ( $< 500\ ^\circ C$ ), Mg,  $\gamma$ -Ca ( $> 450\ ^\circ C$ ), Zn (**Zink**), Cd,  $\alpha$ -Tl ( $< 230\ ^\circ C$ ),  $\alpha$ -Sc, Y,  $\alpha$ -La, Ce, Pr, Nd, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Lu,  $\alpha$ -Ti ( $< 880\ ^\circ C$ ),  $\alpha$ -Zr ( $< 880\ ^\circ C$ ), Hf,  $\beta$ -N<sub>2</sub>, Te, Re,  $\alpha$ -Co ( $< 450\ ^\circ C$ ), Ru, Os, ferner **Iridosmium** (Os, Ir).

**Arsen As** (A. J. Bradley, 1924). Hexagonal-rhomboedrisch.  $D_{3d}^5 - R\bar{3}m$ .  $Z = 8$  für die in Fig. 11 dargestellte flächenzentrierte Zelle, welche der wichtigsten morphologischen Form, dem Rhomboeder  $\{10\bar{1}1\}$ , entspricht. Die einfachste Zelle, in Fig. 11 dünner gezeichnet, entspricht dem Rhomboeder  $\{02\bar{2}1\}$  und enthält 2 Atome mit den rhomboedrischen Koordinaten  $\pm (xxx)$ , wobei  $x$  ungefähr 0,23 ist.

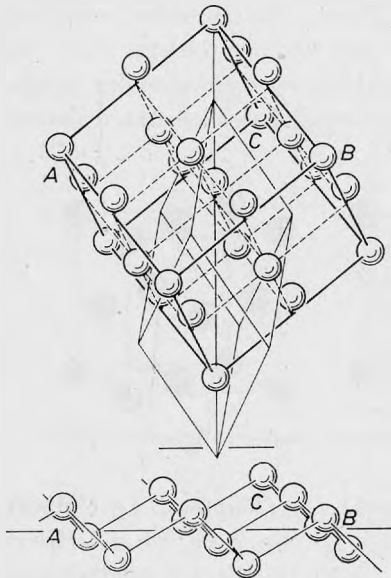


Fig. 11  
Arsen As. A-B-C ist eine Atomschicht parallel der hexagonalen Basis (0001)

Die Struktur kann aufgefaßt werden als ein primitives pseudo-kubisches Elementargitter mit der Pseudoachse „a<sub>0</sub>“ =  $\frac{1}{2}a_{rh}$  = 2,81 Å, welches nach einer trigonalen Achse „deformiert“ ist. Die „Deformation“ kommt dadurch zustande, daß von den sechs Nachbarn eines jeden Atoms drei stärker und drei schwächer gebunden sind. Die infolge der stärkeren Bindung enger zusammengehörigen Atome bilden Schichten parallel der hexagonalen Basis (0001) und geben somit Anlaß zu der vollkommenen Spaltbarkeit nach dieser Fläche. Die Atomabstände innerhalb der Schichten sind kleiner als diejenigen von Schicht zu Schicht; sie sind 2,51 und 3,16 Å für Arsen, 2,88 und 3,37 Å für Antimon, 3,11 und 3,48 Å für Wismut.

Zum Strukturtypus von Arsen gehören: **Arsen, Antimon, Wismut und Stibarsen**; letzteres, mit As:Sb = 1:1, besitzt möglicherweise nur trigonal-rhomboedrische Symmetrie.

**Graphit C.** Es existieren zwei Strukturvarianten, Graphit-2H und -3R.

Graphit-2H (A. W. Hull, 1917). Hexagonal.  $D_{6h}^4 - P6_3/mmc$ .  $Z = 4$  mit den Atomkoordinaten  $0\ 0\ 0$ ,  $0\ 0\ \frac{1}{2}$ ,  $\frac{1}{3}\ \frac{2}{3}\ z$ ,  $\frac{2}{3}\ \frac{1}{3}\ z + \frac{1}{2}$ ;  $z$  ist nach C. Mauguin

(1925) und anderen Autoren gleich oder sehr nahe Null, so daß die parallel der Basis (0001) liegenden Atomschichten entweder planar sind oder höchstens äußerst leicht gewellt sein können.

Graphit-3R (H. Lipson & A. R. Stokes, 1942) Rhomboedrisch.  $D_{3d}^5$ -R3m,  $Z = 6$ . Graphit-3R unterscheidet sich von Graphit-2H dadurch, daß die Schichtenfolge nicht 1 2 1 2 1 2, sondern 1 2 3 1 2 3 1 2 3 ist (Fig. 12a, b). Die C—C-Abstände innerhalb der Schichten entsprechen mit 1,42 Å den innermolekularen C—C-Abständen der aromatischen Verbindungen, die C—C-Abstände von Schicht zu Schicht sind mit 3,44 Å den C—C-Abständen ähnlich, die in allen organischen Verbindungen von Molekül zu Molekül bestehen. Im Graphit herrschen sehr starke Bindungen innerhalb der Schichten, nur relativ schwache Bindungen wohl metallischer Art von Schicht zu Schicht. Dies hat zur Folge, daß die Kristalle vorzugsweise planar entwickelt sind und eine sehr vollkommene Spaltbarkeit und Translationsfähigkeit nach (0001) besitzen.

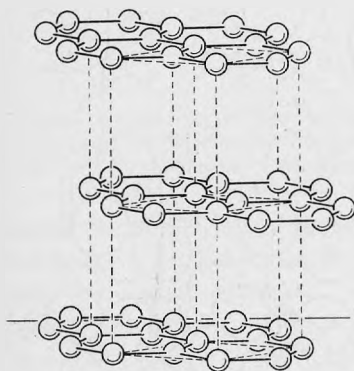


Fig. 12a

Graphit-2 H. Schichtenfolge 1 2 1 2 1 2

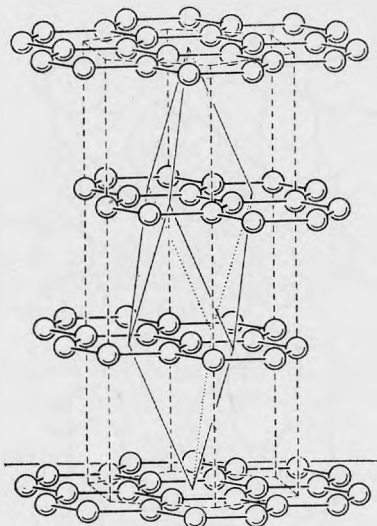


Fig. 12b

Graphit-3 R. Schichtenfolge 1 2 3 1 2 3

Ein weiteres Beispiel mit Graphitstruktur ist nicht bekannt; ähnliche Struktur besitzt Bor-nitrid BN.

**Diamant C** (W. H. und W. L. Bragg, 1913). Kubisch.  $O_h^3$  — Fd3m.  $Z = 8$ , mit den Atomkoordinaten  $000$ ,  $0\frac{1}{2}\frac{1}{2}\frac{1}{2}$ ,  $\frac{1}{2}0\frac{1}{2}$ ,  $\frac{1}{2}\frac{1}{2}0$ ,  $\frac{1}{4}\frac{1}{4}\frac{1}{4}$ ,  $\frac{1}{4}\frac{3}{4}\frac{3}{4}$ ,  $\frac{3}{4}\frac{1}{4}\frac{3}{4}$ ,  $\frac{3}{4}\frac{3}{4}\frac{1}{4}$ . Jedes Atom ist von 4 Nachbaratomen tetraedrisch umgeben; die C—C-Abstände betragen 1,54 Å und entsprechen den durchschnitt-

3\*

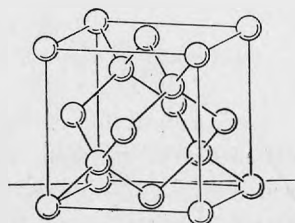


Fig. 13. Diamant. Zwei ineinandergestellte, flächenzentrierte kubische Gitter



lichen innermolekularen C—C-Abständen der aliphatischen Verbindungen. Die morphologisch wichtigste Form, das Oktaeder, ist von dichtest besetzten Gitterebenen begrenzt; die vollkommene Spaltbarkeit nach dem Oktaeder verläuft senkrecht zu den pro Flächeneinheit zahlenmäßig geringsten Bindungen.

Zum Diamanttypus gehören Si, Ge und  $\alpha$ -Sn (grau); homöotyp ist Borazon BN.

**Schwefel  $\alpha$ -S** (B. E. Warren und J. T. Burwell, 1935). Orthorhombisch.  $D_{2h}^{24}$  — Fddd. Die Elementarzelle enthält 16 ringförmige Moleküle  $S_8$ , welche in den Richtungen  $[110]$  und  $[1\bar{1}0]$ , den morphologisch wichtigsten Zonen der Schwefelkristalle, geldrollenähnlich aneinandergereiht sind. Die Abstände S—S in einem Molekül betragen etwa 2,1 Å, die kürzesten Abstände zweier benachbarter Moleküle 3,3 Å. — Ein weiteres Beispiel ist außer dem orthorhombischen Schwefel nicht bekannt.

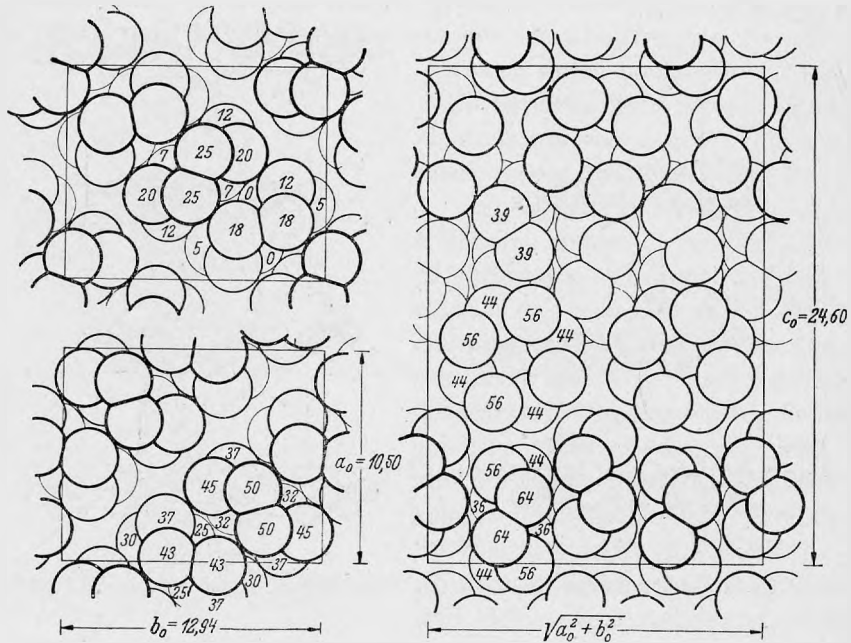


Fig. 14. Orthorhombischer Schwefel.

a) Projektionen auf die Basis (001). b) Projektion auf die Diagonalfäche (110)

Der monokline  $\beta$ -Schwefel und der gleichfalls monokline  $\gamma$ -Schwefel (**Rosickyit**) besitzen wahrscheinlich ebenfalls ringförmige  $S_8$ -Moleküle, während im rhomboedrischen  $\epsilon$ -Schwefel  $S_6$ -Moleküle vorzuliegen scheinen. Der  $\beta$ -Schwefel schmilzt bei 119,2 °C zu einer leichtbeweglichen, aus  $S_8$ -Molekülen bestehenden Flüssigkeit; diese färbt sich oberhalb 160 °C braun und wird zunehmend zähflüssiger, bei 220 °C dunkelbraun und ganz zäh wie

Harz, bei 400 °C wieder dünnflüssig bis zum Siedepunkt bei 444,6 °C. Die Viskosität oberhalb 160 °C kommt dadurch zustande, daß die Ringe aufbrechen und sich in eine wirre Masse langer Ketten verwandeln, wie sie K. H. Meyer (1934) im gedehnten viskosen Schwefel röntgenographisch nachweisen konnte. Bei höherer Temperatur entstehen kürzere Bruchstücke.

## II. Sulfide

**Chalkosin, Kupferglanz**  $\text{Cu}_2\text{S}$ . Hoch-Kupferglanz, 105—450 °C (N. V. Belov & V. P. Butuzov, 1946; R. Ueda, 1949). Hexagonal.  $D_{6h}^1$ —H6/mem,  $Z = 2$ ; S in  $\pm (\frac{1}{3} \frac{2}{3} \frac{1}{4})$ , d. h. in hexagonal dichtester Packung; die Lage der Cu in den Lücken der S-Packung ist offenbar nicht eindeutig bestimmbar. Die metrischen Beziehungen zu Tief-Kupferglanz, <105 °C, orthorhombisch pseudo-hexagonal,  $C_{2v}^{15}$ —Ab2m, zeigt Fig. 15 (nach M. J. Buerger & N. W. Buerger, 1944).

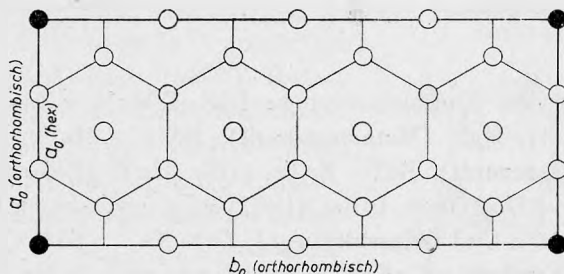


Fig. 15. Die metrischen Beziehungen von Hoch- und Tief-Kupferglanz,  $\text{Cu}_2\text{S}$ . Weiß = identische Gitterpunkte des hexagonalen Kupferglanzes, schwarz = identische Gitterpunkte des orthorhombischen Tief-Kupferglanzes

**Pentlandit**  $(\text{Ni, Fe})_9\text{S}_8$  (Lindquist, Lundquist & Westgren, 1936). Kubisch.  $O_h^2$ —Fm3m.  $Z = 4$ . S in kubisch dichtester Packung, mit 32 (Ni, Fe) in tetraedrischer und 4 (Ni, Fe) in oktaedrischer Koordination (Fig. 16). Die Struktur kann aus der Zinkblendezelle durch Verzwillingung nach (100) und zusätzliche Besetzung von 4 oktaedrischen Positionen ( $\frac{1}{4}$  00 der Pentlanditzelle) erklärt werden.

Zum gleichen Strukturtypus gehören Kobaltpentlandit  $(\text{Co, Ni, Fe})_9\text{S}_8$  und synthet.  $\text{Co}_9\text{S}_8$ .

### Zinkblende $\text{ZnS}$

(W. L. Bragg, 1913). Kubisch.  $T_d^2$ —F43m.  $Z = 4$  mit den Koordinaten 000,  $0 \frac{1}{2} \frac{1}{2} \frac{1}{2}$ ,  $\frac{1}{2} 0 \frac{1}{2}$ ,  $\frac{1}{2} \frac{1}{2} 0$  für Zn,  $\frac{1}{4} \frac{1}{4} \frac{1}{4}$ ,  $\frac{1}{4} \frac{3}{4} \frac{3}{4}$ ,  $\frac{3}{4} \frac{1}{4} \frac{3}{4}$ ,  $\frac{3}{4} \frac{3}{4} \frac{1}{4}$  für S. Jedes Zn ist tetraedrisch von

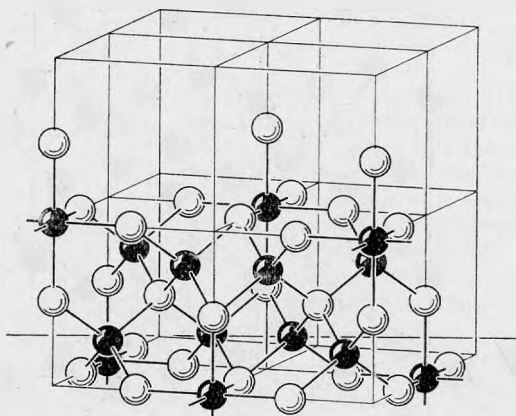


Fig. 16. Pentlandit; es ist die Besetzung in einem Viertel der Elementarzelle gezeichnet

4 S, jedes S tetraedrisch von 4 Zn umgeben. Die Struktur entsteht aus dem Diamantgitter durch den Ersatz von 2 C durch Zn + S.

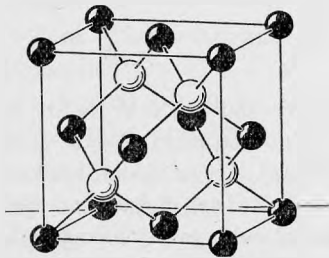


Fig. 17. Zinkblende ZnS. Zwei ineinandergestellte flächenzentrierte kubische Gitter

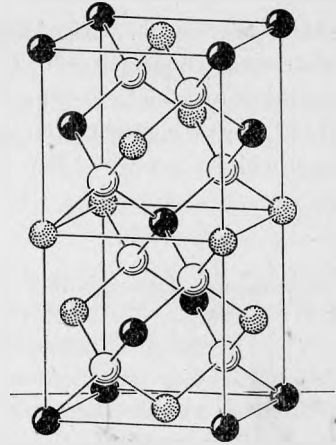


Fig. 18. Chalkopyrit, Kupferkies  $\text{CuFeS}_2$ . Vgl. Fig. 17

Beispiele für den Zinkblendetypus: BeS,  $\beta$ -MnS,  $\alpha$ -ZnS (**Zinkblende**),  $\alpha$ -CdS (**Hawleyit**), HgS (**Metacinnabarit**), BeSe,  $\beta$ -MnSe, ZnSe (**Stilleit**), CdSe, HgSe (**Tiemannit**), BeTe, ZnTe, CdTe, HgTe (**Coloradoit**), BP, AlP, GaP, InP, BAs, AlAs, GaAs, InAs, AlSb, GaSb, InSb, SnSb, CSi, CuF, CuCl (**Nantokit**), CuBr,  $\alpha$ -CuJ (**Marshit**), AgJ,  $\text{ZnSnAs}_2$  ( $> 635^\circ\text{C}$ ).

**Chalkopyrit, Kupferkies**  $\text{CuFeS}_2$  (L. Pauling und L. O. Brockway, 1932). Tetragonal.  $D_{2d}^{12} - I\bar{4}2d$ .  $Z = 4$ . Die Struktur entsteht aus dem Zinkblendegitter durch Verdoppelung von  $c_0$  und Ersatz von 2 Zn durch Cu + Fe. Dabei bleibt die Meroedrie der Zinkblende als skalenoeдрische Symmetrie des Kupferkieses erhalten. Diese enge Strukturverwandtschaft verursacht die für

die Erzaufbereitung besonders unangenehmen orientierten Verwachsungen von Kupferkies und Zinkblende.

Beispiele sind **Chalkopyrit**  $\text{CuFeS}_2$ , **Gallit**  $\text{CuGaS}_2$ , **Roquézit**  $\text{CuInS}_2$ , **Zinnkies (Stannin)**  $\text{Cu}_2\text{FeSnS}_4$  und **Kösterit**  $\text{Cu}_2\text{ZnSnS}_4$ , ferner

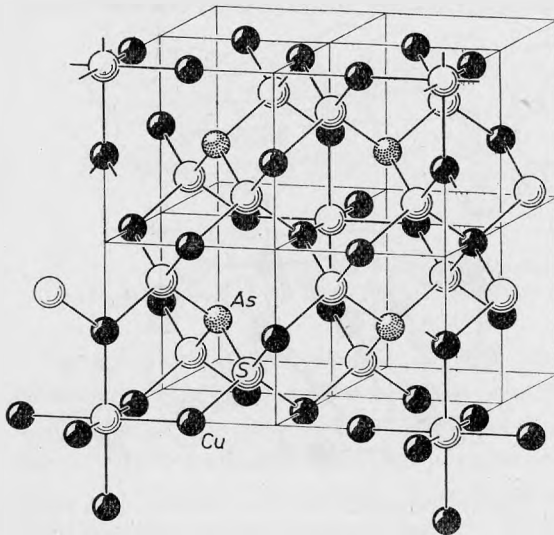


Fig. 19. Fahlerz  $\text{Cu}_3\text{AsS}_{3.25}$ . Kubisch-innenzentrierte Elementarzelle; hiervon ist nur die vordere Hälfte gezeichnet

synthetisches  $ZnGeP_2$ ,  $ZnGeAs_2$ ,  $CdGeAs_2$ ,  $ZnSnAs_2$ ,  $CdSnAs_2$ ; Zinnkies besitzt bei analogem Bautypus die Struktursymmetrie  $D_{2d}^{11} - I\bar{4}2m$ .

**Tennantit**  $Cu_3AsS_{3,25}$  und **Tetraedrit**  $Cu_3SbS_{3,25}$  (Pauling und Neumann, 1934). Kubisch.  $T_d^3 - I\bar{4}3m$ ,  $a_0 = 10.21$  bzw.  $10.34 \text{ \AA}$ ,  $Z = 8$ . 12 Cu in (d)  $\frac{1}{4} \frac{1}{2} 0$  usw., 12 Cu in (e)  $x \ 0 \ 0$  mit  $x = 0.225$ , 8 As in (c)  $x \ x \ x$  mit  $x = 0.255$ ; 24 S in (g)  $x \ x \ z$  mit  $x = 0.122$  und  $z = 0.363$ , 2 S in (a)  $0 \ 0 \ 0$ ,  $\frac{1}{2} \ \frac{1}{2} \ \frac{1}{2}$ .

Denkt man sich die Struktur von Tennantit, mit dem Zellinhalt  $(Cu_{12}^{1+} Fe_4^{2+} As_8^{3+})_{\Sigma 32} S_{26}$ , aus Zinkblende unter Verdoppelung von  $a_0$  abgeleitet, so besetzen die 32 Metallatome (einschließlich As bzw. Sb) die 32 Zn-Positionen, während von den 32 S-Positionen nur 24 besetzt sind, so daß As nicht mit 4, sondern nur mit 3 S koordiniert ist. Die beiden zusätzlichen S-Atome in  $000$  und  $\frac{1}{2} \ \frac{1}{2} \ \frac{1}{2}$  sind oktaedrisch von 6 Cu umgeben. Zwölf der Cu-Atome (d) haben die Koordinationszahl 4, zwölf Cu (e) die Koordinationszahl 3 (Fig. 19). Der Wertigkeitsausgleich wird offenbar dadurch erreicht, daß vier der Cu-Teilchen durch  $Fe^{2+}$  bzw.  $Zn^{2+}$  ersetzt sind.

**Wurtzit**  $ZnS$  (W. L. Bragg, 1920). Hexagonal.  $C_{6v}^4 - P6_3mc$ .  $Z = 2$  mit den Atomkoordinaten  $\frac{2}{3} \ \frac{1}{3} \ z$  und  $0 \ 0 \ z + \frac{1}{2}$  mit  $z \sim \frac{1}{8}$  für Zn und  $0 \ 0 \ 0$ ,  $\frac{2}{3} \ \frac{1}{3} \ \frac{1}{2}$  für S. Die Koordinationsverhältnisse sind die gleichen wie in der Zinkblende: Zn ist von 4 S, S von 4 Zn tetraedrisch umgeben; die Unterschiede der Konfigurationen sind aus Fig. 21 ersichtlich.

Strukturen vom Wurtzittypus besitzen:  $\gamma$ -MnS,  $\beta$ -ZnS (**Wurtzit**),  $\beta$ -CdS (**Greenockit**),  $\gamma$ -MnSe, ZnSe,  $\beta$ -CdSe (**Cadmoselit**), MgTe, MnTe, ZnTe,  $NH_4F$ , AgJ (**Jodargyrit**), BeO (**Bromellit**), ZnO (**Zinkit**), AlN, GaN, InN, NbN, SiC u. a.

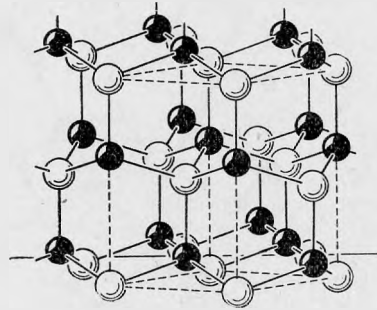


Fig. 20. Wurtzit. Hexagonales ZnS

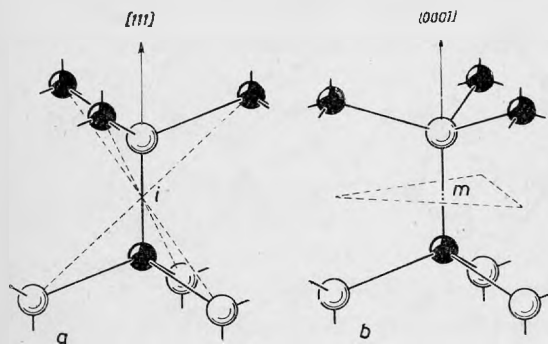


Fig. 21. a) Zinkblende; b) Wurtzit.

Die ZnS-Tetraeder sind nach  $[111]$  bzw.  $[0001]$  einheitlich orientiert und führen zur polaren Symmetrie dieser Richtungen. Unter der Voraussetzung, daß Zn und S gleichartige Atome wären, erhielte man für a) Zentrosymmetrie, für b) Spiegelsymmetrie ( $i =$  Symmetriezentrum,  $m =$  Spiegelebene)

**Nickelin, Rotnickelkies**  $NiAs$  (G. Aminoff, 1923). Hexagonal.  $D_{6h}^4 - P6_3/mmc$ .  $Z = 2$  mit den Atomkoordinaten  $0 \ 0 \ 0$ ,  $0 \ 0 \ \frac{1}{2}$  für Ni und  $\frac{1}{3} \ \frac{2}{3} \ z$ ,  $\frac{2}{3} \ \frac{1}{3} \ z + \frac{1}{2}$  für As (mit  $z \approx \frac{1}{4}$ ). Jedes As ist von 6 Ni, jedes Ni von 6 As + 2 Ni

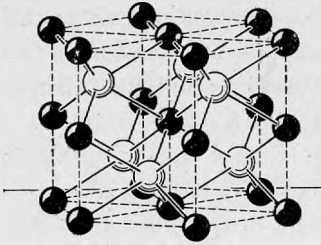


Fig. 22  
Nickelin, Rotnickelkies NiAs

umgeben. Der im gleichen Strukturtypus kristallisierende Magnetkies (Pyrrhotin) hat die Zusammensetzung FeS bis Fe<sub>6</sub>S<sub>7</sub>. Nach F. Laves (1930) ist der Schwefelüberschuß der Analysen die Folge davon, daß im Gitter im allgemeinen alle S-Positionen besetzt sind, während ein Teil der Metallpositionen gelegentlich unbesetzt geblieben ist.

Es sind folgende Beispiele bekannt: FeS (**Pyrrhotin, Magnetkies**),  $\gamma$ -CoS (**Jaipurit**),  $\gamma$ -NiS, VS, FeSe (**Achavalit**), CoSe, NiSe, VSe, FeTe, CoTe, NiTe, NiAs (**Nickelin, Rotnickelkies**), FeSb, CoSb, NiSb (**Breithauptit**), CrSb, MnSb, PtSb, MnBi, PtBi u.a.

**Galenit, Bleiglanz** PbS ist isotyp mit Steinsalz NaCl (S. 43).

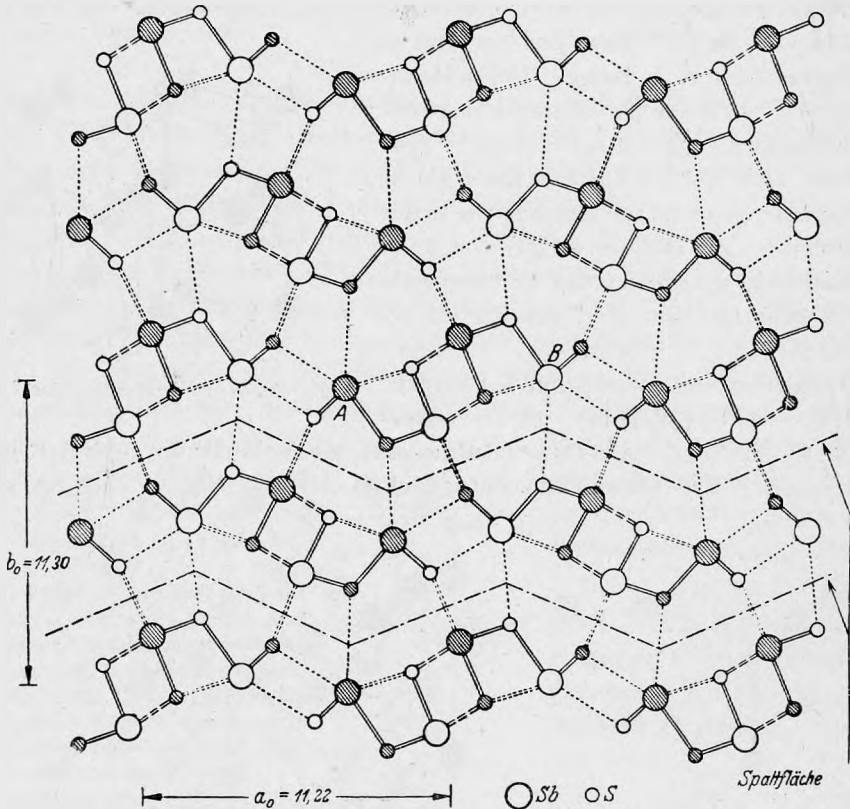


Fig. 23. Antimonglanz Sb<sub>2</sub>S<sub>3</sub>. Projektion auf c(001). Der Bereich AB ist in Fig. 24 nochmals gezeigt

**Stibnit, Antimonglanz** Sb<sub>2</sub>S<sub>3</sub> (W. Hofmann, 1933). Orthorhombisch.  $D_{2h}^{16}$  — Pbnm. Z = 4. Die Struktur besteht aus Doppelketten von der Formel (Sb<sub>2</sub>S<sub>3</sub>)<sub>∞</sub>, welche parallel der Längsachse c [001] der meist stengeligen bis

nadelförmigen Kristalle verlaufen. Die Doppelketten sind in den Fig. 23 und 24 stärker ausgezogen, in Fig. 23 blickt man von oben darauf, in Fig. 24 verlaufen sie von unten nach oben. Die Sb-Atome besitzen eine unregelmäßige Koordination von 7 S-Atomen, immerhin bilden 3 S-Atome in den Baugruppen  $SbS_3$  eine ziemlich gleichmäßige dreiseitige Umgebung. Die Sb-S-Abstände in den Ketten sind 2,38—2,67 Å, von Kette zu Kette 3,16—4,99 Å, die Bindung innerhalb der Ketten ist sehr stark, von Kette zu Kette relativ schwach. Bei der Spaltung nach der Fläche (010) werden offensichtlich nur die schwächsten und pro Flächeneinheit zahlenmäßig geringsten Bindungen getrennt (Fig. 23). — Beispiele sind  $Sb_2S_3$  (**Stibnit, Antimonglanz**),  $Sb_2Se_3$  und  $Bi_2S_3$  (**Bismuthin, Wismutglanz**).

**Pyrit**  $FeS_2$  (W. L. Bragg, 1913). Kubisch.  $T_H^0$  — Pa 3.  $Z = 4$ . Die Struktur entsteht aus Galenit (Bleiglanz) durch Ersatz von Pb durch Fe und von S durch in sich molekulartig gebundenes  $S_2$ , dessen Achse parallel den dreizähligen Achsen verläuft (Fig. 25). Auf diese Weise sind sämtliche Spiegelebenen der Galenitstruktur verschwunden, erhalten bleiben allein Gleitspiegelebenen (100) mit der Gleitkomponente  $\frac{1}{2}a_0$ ; diese liegen derart, daß sie die Kanten der Elementarzelle in  $\frac{1}{4}$  und  $\frac{3}{4}$  schneiden. Die Gleitspiegelebenen machen sich naturgemäß in der äußeren Gestalt der Kristalle als Spiegelebenen bemerkbar.

Beispiele sind  $MnS_2$  (**Hauerit**),  $MnSe_2$ ,  $MnTe_2$ ,  $FeS_2$  (**Pyrit**),  $CoS_2$  (**Cattierit**),  $CoSe_2$  (**Trogtalit**),  $CoAsS$  (**Cobaltin**),  $NiS_2$  (**Vaesit**),  $NiSe_2$ ,  $NiAsS$

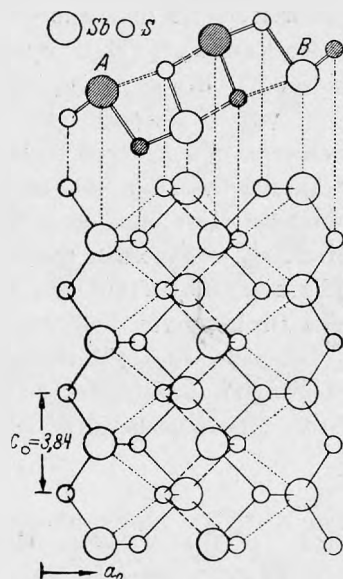


Fig. 24. Stibnit, Antimonglanz. Projektion auf die Fläche (010); für den oberen, mit  $AB$  bezeichneten Teil ist die Projektionsebene (001) wie in Fig. 23. Die Ketten  $(Sb_2S_3)_\infty$  verlaufen parallel  $c_0$

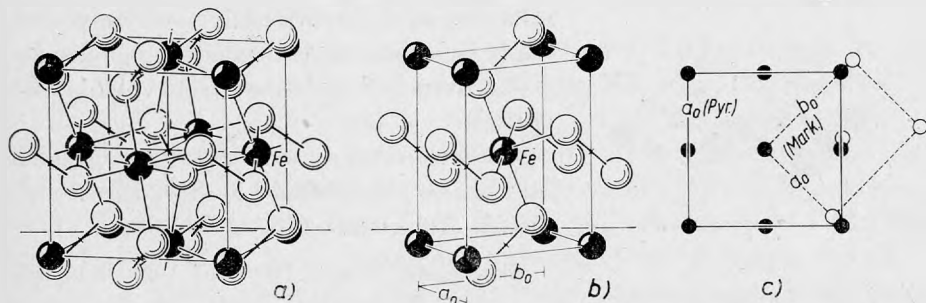


Fig. 25. Dimorphie von  $FeS_2$ : a) Pyrit, b) Markasit, c) Basisprojektion der Elementarzellen beider Mineralien, mit den Fe-Positionen. Während im Pyrit die  $S_2$ -Hanteln nach den vier Raumdiagonalen des Würfels orientiert sind, sind sie im Markasit nur in zwei Richtungen orientiert, und zwar innerhalb von Symmetrieebenen parallel (100). Fe ist stets oktaedrisch von 6 S umgeben

(**Gersdorffit**),  $\text{RuS}_2$  (**Laurit**),  $\text{RuSe}_2$ ,  $\text{RuTe}_2$ ,  $\text{OsS}_2$ ,  $\text{OsSe}_2$ ,  $\text{OsTe}_2$ ,  $\text{RhS}_2$ ,  $\text{RhSe}_2$ ,  $\text{RhTe}_2$ ,  $\text{PdAs}_2$ ,  $\text{PdSb}_2$ ,  $\text{PdBi}_2$  (**Michenerit**),  $\text{PtP}_2$ ,  $\text{PtAs}_2$  (**Sperrylith**),  $\text{PtSb}_2$  (**Geversit**),  $\text{PtBi}_2$ ,  $\text{AuSb}_2$  (**Aurostibit**). Zum Strukturtypus von Pyrit gehören auch Kohlensäure  $\text{CO}_2$  und  $\text{N}_2\text{O}$ .

**Markasit**  $\text{FeS}_2$  (M. J. Buerger, 1931/37). Orthorhombisch.  $D_{2h}^{12}$  — Pmmn,  $a_0 = 3.37$ ,  $b_0 = 4.45$ ,  $c_0 = 5.40 \text{ \AA}$ .  $Z = 2$ , mit Fe in  $000$ ,  $\frac{1}{2}\frac{1}{2}\frac{1}{2}$  und S in  $\pm(0yz; \frac{1}{2}, \frac{1}{2} + y, \frac{1}{2} - z)$ ,  $y = 0.2$ ,  $z = 0.378$ . Ebenso wie im Pyrit ist Schwefel in Form von  $\text{S}_2$ -Hanteln vorhanden und Fe oktaedrisch mit sechs S koordiniert (Fig. 25a, b). Bei epitaktischen Aufwachsungen von Pyrit auf Markasit liegt stets eine Würfel­fläche (001) von Pyrit parallel (001) von Markasit, zugleich ist entweder (010) von Markasit parallel (110) von Pyrit (Fig. 25c) oder (110) von Markasit parallel (010) von Pyrit, was lediglich eine Drehung von  $7^\circ 32'$  um die gemeinsame  $c$ -Achse bedeutet.

Beispiele:  $\text{FeS}_2$  (**Markasit**),  $\text{FeSe}_2$  (**Ferroselit**),  $\text{FeTe}_2$  (**Frohbergit**),  $\text{FeAs}_2$  (**Löllingit**),  $\text{FeSb}_2$ ,  $\text{FeP}_2$ ,  $\text{CoSe}_2$  (**Hastit**),  $\text{CoTe}_2$ ,  $\text{CoAs}_2$  (**Safflorit**),  $\text{CoSb}_2$ ,  $\text{NiAs}_2$  (**Rammelsbergit**),  $\text{NiSb}_2$ ,  $\text{CrSb}_2$ ,  $\text{OsP}_2$ ,  $\text{OsSb}_2$ ,  $\text{RuP}_2$ ,  $\text{RuSb}_2$ .

**Molybdänit, Molybdänglanz**  $\text{MoS}_2$  (R. G. Dickinson und L. Pauling, 1923). Hexagonal.  $D_{6h}^+$  —  $P6_3/mmc$ .  $Z = 2$  mit den Atomkoordinaten  $\frac{1}{3}\frac{2}{3}0$ ,  $\frac{2}{3}\frac{1}{3}\frac{1}{2}$  für Mo und  $\frac{1}{3}\frac{2}{3}\pm z$ ,  $\frac{2}{3}\frac{1}{3}\pm z$  für S (mit  $z \sim \frac{3}{8} \sim 0.38$ ). Es liegt eine Schichtstruktur vor, in welcher die parallel der hexagonalen Basis verlaufenden Schichten in sich valenzmäßig abgesättigt sind und mit den Nachbarschichten nur durch van der Waalssche Kräfte in Verbindung stehen. Die Struktur ist aus Fig. 26 ersichtlich; Mo besitzt gegenüber S die Koordinationszahl 6, S ist hingegen nur an drei Mo gebunden. Als Folge der charakteristischen Struktureigenschaften sind die Kristalle von Molybdänglanz vorzugsweise blättchenförmig nach der Basis entwickelt und danach sehr vollkommen spaltbar.

Als Beispiel für diesen Strukturtypus kennt man außer **Molybdänit**  $\text{MoS}_2$  auch  $\text{MoSe}_2$ ,  $\text{MoTe}_2$ , **Tungstenit**  $\text{WS}_2$  und  $\text{WSe}_2$ .

**Skutterudit**  $\text{CoAs}_3$  (I. Oftedal, 1928). Kubisch.  $T_h^8$  —  $\text{Im}\bar{3}$ . Zellinhalt  $\text{Co}_8(\text{As}_4)_6$ . Die Elementarzelle enthält 8 Co-Atome in  $(c)\frac{1}{4}\frac{1}{4}\frac{1}{4}$ ,  $\frac{1}{4}\frac{1}{4}\frac{3}{4}$  usw. 24 As-Atome in  $(g)0yz, 0y\bar{z}, 0\bar{y}z, 0yz$  usw., mit  $y = 0.35$ ,  $z = 0.15$ . Letztere bilden innerhalb der Zelle

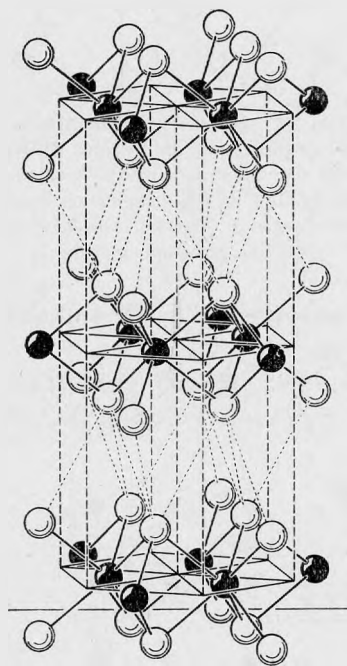


Fig. 26

Molybdänit, Molybdänglanz  $\text{MoS}_2$ . Die van der Waalsschen Kräfte von Schicht zu Schicht sind durch dünne gestrichelte Linien angedeutet



sechs  $As_4$ -Ringe; Co ist pseudooktaedrisch von 6 As umgeben. Eigenartigerweise sind pro Zelle 2 Oktanten nicht mit As besetzt. In der Basisprojektion (Fig. 27 a) ist der Koordinatenanfangspunkt in 000; die dreidimensionale Zeichnung (Fig. 27 b) beginnt in  $\frac{1}{4}\frac{1}{4}\frac{1}{4}$ .

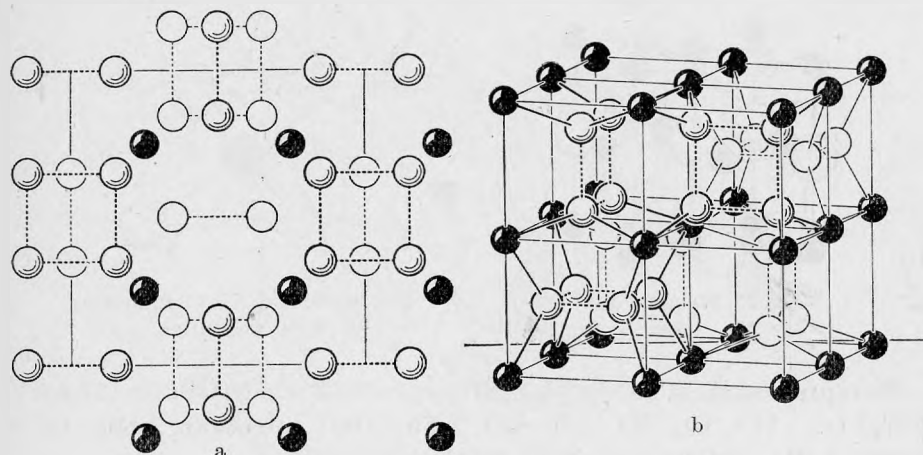


Fig. 27. Skutterudit  $CoAs_3$ . a) Basisprojektion, Koordinatenanfangspunkt in 000; b) dreidimensionale Darstellung, Koordinatenanfangspunkt um  $\frac{1}{4}\frac{1}{4}\frac{1}{4}$  verschoben

### III. Halogenide

**Nantokit**  $CuCl$  ist isotyp mit Zinkblende  $ZnS$ .

**Jodargyrit**  $AgJ$  ist isotyp mit Wurtzit  $ZnS$ .

**Steinsalz, Halit**  $NaCl$ , (W. L. Bragg, 1914). Kubisch.  $O_h^2 - Fm\bar{3}m$ .  $Z = 4$  mit den Atomkoordinaten  $000$ ,  $0\frac{1}{2}\frac{1}{2}$ ,  $\frac{1}{2}0\frac{1}{2}$ ,  $\frac{1}{2}\frac{1}{2}0$  für Na und  $\frac{1}{2}\frac{1}{2}\frac{1}{2}$ ,  $00\frac{1}{2}$ ,  $0\frac{1}{2}0$ ,  $\frac{1}{2}00$  für Cl. Jedes Na ist von 6 Cl, jedes Cl von 6 Na oktaedrisch umgeben. Die morphologisch wichtigste Form, der Würfel, ist von dichtest besetzten Gitterebenen begrenzt. Die sehr vollkommene würfelige Spaltbarkeit verläuft eigenartigerweise senkrecht zu den pro Flächeneinheit zahlenmäßig dichtesten Bindungen.

Beispiele:  $LiF$ ,  $LiCl$ ,  $LiBr$ ,  $LiJ$ ,  $NaF$  (**Villiaumit**),  $NaCl$  (**Steinsalz, Halit**),  $NaBr$ ,  $NaJ$ ,  $KF$  (**Carobbiit**),  $KCl$  (**Sylvin**),  $KBr$ ,  $KJ$ ,  $RbF$ ,  $RbCl$  ( $> 190^\circ C$ ),  $RbBr$ ,  $RbJ$ ,  $CsF$ ,  $\beta$ - $CsCl$  ( $> 460^\circ C$ ),  $NH_4Cl$  ( $> 184,3^\circ C$ ),  $NH_4Br$  ( $> 137,8^\circ C$ ),  $NH_4J$  ( $> -17,6^\circ C$ ),  $AgF$ ,  $AgCl$  (**Chlorargyrit**),  $AgBr$  (**Bromargyrit**),  $MgO$  (**Periklas**),  $FeO$  („**Wüstit**“),  $CoO$ ,  $NiO$  (**Bunsenit**),  $MnO$  (**Manganosit**),  $CdO$  (**Monteponit**),  $CaO$ ,  $SrO$ ,  $BaO$ ,  $MgS$ ,  $\alpha$ - $MnS$  (**Alabandin**),  $CaS$  (**Oldhamit**),  $SrS$ ,  $BaS$ ,  $PbS$  (**Bleiglanz, Galenit**),  $EuS$ ,  $\beta$ - $NaHS$ ,  $\beta$ - $NaHSe$ ,  $\beta$ - $KHS$ ,  $\beta$ - $KHSe$ ,  $\beta$ - $RbHS$ ,  $\beta$ - $RbHSe$ ,  $MgSe$ ,  $MnSe$ ,  $CaSe$ ,  $SrSe$ ,  $BaSe$ ,  $PbSe$  (**Clausthalit**),  $EuSe$ ,  $YbSe$ ,  $CaTe$ ,  $SrTe$ ,  $BaTe$ ,  $PbTe$  (**Altaït**),  $SnTe$ ,  $EuTe$ ,  $YbTe$ ,  $ScN$ ,  $TiN$  (**Osbornit**),  $ZrN$ ,  $VN$ ,  $NbN$ ,  $TiC$ ,  $ZrC$ ,  $HfC$ ,  $VC$ ,  $NbC$ ,  $TaC$ ,  $LiH$  und viele weitere.



**Salmiak**  $\text{NH}_4\text{Cl}$  (= Cäsiumchloridtypus, R. W. G. Wyckoff, 1921). Kubisch.  $O_h^1 - \text{Pm}3m$ .  $Z = 1$  mit den Koordinaten  $000$  für Cl und  $\frac{1}{2}\frac{1}{2}\frac{1}{2}$  für  $\text{NH}_4$ . Die  $\text{NH}_4$ -Ionen sind von 8 Cl, die Cl-Ionen von 8  $\text{NH}_4$  würfelförmig umgeben.

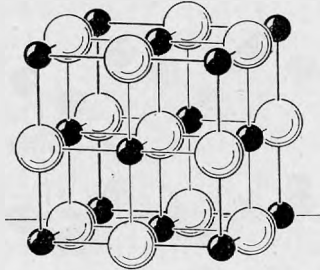
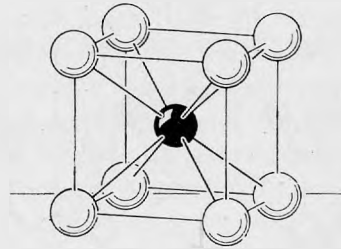
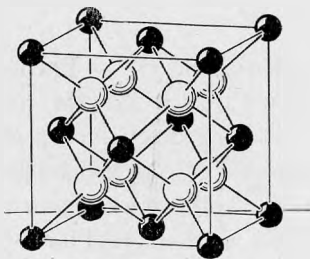


Fig. 28. Steinsalz NaCl

Fig. 29. Salmiak  $\text{NH}_4\text{Cl}$ . Primitives kubisches Gitter

Beispiele sind CsCl, CsBr, CsJ,  $\text{NH}_4\text{Cl}$  ( $< 184,3^\circ\text{C}$ ),  $\text{NH}_4\text{Br}$  ( $< 137,8^\circ\text{C}$ ),  $\text{NH}_4\text{J}$  ( $< -17,6^\circ\text{C}$ ), TlCl, TlBr, TlJ, TlSb, TlBi, CuZn, AgZn, AgMg, AgCd, AuZn, AuMg, AuCd, CuPd, NiAl, NdAl, CoBe, PdBe u. a.

**Fluorit, Flußspat**  $\text{CaF}_2$  (W. L. Bragg, 1914). Kubisch.  $O_h^2 - \text{Fm}3m$ .  $Z = 4$  mit den Koordinaten  $000$ ,  $0\frac{1}{2}\frac{1}{2}$ ,  $\frac{1}{2}0\frac{1}{2}$ ,  $\frac{1}{2}\frac{1}{2}0$  für Ca und  $\frac{1}{4}\frac{1}{4}\frac{1}{4}$ ,  $\frac{1}{4}\frac{1}{4}\frac{3}{4}$ ,  $\frac{3}{4}\frac{1}{4}\frac{1}{4}$ ,  $\frac{3}{4}\frac{1}{4}\frac{3}{4}$  für F. Ca ist würfelförmig von 8 F, F tetraedrisch von 4 Ca umgeben. Der Strukturtypus entsteht aus dem Pyritgitter dadurch, daß die S-Atome der  $\text{S}_2$ -Gruppen längs der dreizähligen Achsen bis zur Mitte der Zelloktanten auseinandergleiten. — Die sehr vollkommene Spaltbarkeit nach dem Oktaeder verläuft parallel zu einander unmittelbar benachbarten F-Ebenen.

Fig. 30. Fluorit  $\text{CaF}_2$ 

Beispiele für Strukturen vom Fluorittypus sind:  $\text{CaF}_2$  (**Fluorit**),  $\text{SrF}_2$ ,  $\text{SrCl}_2$ ,  $\text{BaF}_2$ ,  $\text{RaF}_2$ ,  $\text{CdF}_2$ ,  $\text{CuF}_2$ ,  $\text{HgF}_2$ ,  $\text{PbF}_2$ ,  $\text{EuF}_2$ ,  $\text{CeO}_2$ ,  $\text{PrO}_2$ ,  $\text{TbO}_2$ ,  $\text{ZrO}_2$ ,  $\text{HfO}_2$ ,  $\text{ThO}_2$ ,  $(\text{Th}, \text{U})\text{O}_2$  (**Thorianit**),  $(\text{U}, \text{Th})\text{O}_2$  (**Uraninit**),  $\text{UO}_2$ ,  $\text{NpO}_2$ ,  $\text{PuO}_2$ ,  $\text{AmO}_2$ ,  $\text{CrH}_2$ ; eine sog. Antifluoritstruktur mit vertauschten Metall- und Nichtmetallpositionen besitzen  $\text{Li}_2\text{O}$ ,  $\text{Li}_2\text{S}$ ,  $\text{Li}_2\text{Se}$ ,  $\text{Li}_2\text{Te}$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{Na}_2\text{S}$ ,  $\text{Na}_2\text{Se}$ ,  $\text{Na}_2\text{Te}$ ,  $\text{K}_2\text{O}$ ,  $\text{K}_2\text{S}$ ,  $\text{K}_2\text{Se}$ ,  $\text{K}_2\text{Te}$ ,  $\text{Rb}_2\text{O}$ ,  $\text{Rb}_2\text{S}$ ,  $\text{Mg}_2\text{Ge}$ ,  $\text{Mg}_2\text{Si}$ ,  $\text{Mg}_2\text{Sn}$ ,  $\text{Mg}_2\text{Pb}$ ,  $\text{Al}_2\text{Pt}$ ,  $\text{Al}_2\text{Au}$ ,  $\text{Ga}_2\text{Pt}$ ,  $\text{Ga}_2\text{Au}$ ,  $\text{In}_2\text{Pt}$ ,  $\text{In}_2\text{Au}$ ,  $\text{Sn}_2\text{Ir}$ ,  $\text{Sn}_2\text{Pt}$ ,  $\text{Rh}_2\text{P}$ ,  $\text{Ir}_2\text{P}$ ,  $\text{Be}_2\text{C}$ .

**Hieratit**  $\text{K}_2\text{SiF}_6$  (=  $\text{K}_2\text{PtCl}_6$ -Typus, R. W. G. Wyckoff und E. Posnjak, 1921). Kubisch.  $O_h^2 - \text{Fm}3m$ .  $Z = 4$  mit den Koordinaten  $\frac{1}{4}\frac{1}{4}\frac{1}{4}$  usw. für K.  $000$ ,  $0\frac{1}{2}\frac{1}{2}$ ,  $\frac{1}{2}0\frac{1}{2}$ ,  $\frac{1}{2}\frac{1}{2}0$  für Si,  $00 \pm x$ ,  $0 \pm x 0$ ,  $\pm x 0 0$ ,  $\frac{1}{2}\frac{1}{2} \pm x$ ,  $\frac{1}{2} \pm x \frac{1}{2}$  usw. für F (mit  $x \approx \frac{1}{4}$ ). Das Gitter läßt sich betrachten als Fluorittypus, in welchem das F durch K und das Ca durch  $\text{SiF}_6$  ersetzt ist.

Unter der Voraussetzung, daß  $x$  gleich  $\frac{1}{4}$  ist, sind die K-Ionen genau kubo-  
oktaedrisch von 12 F umgeben.

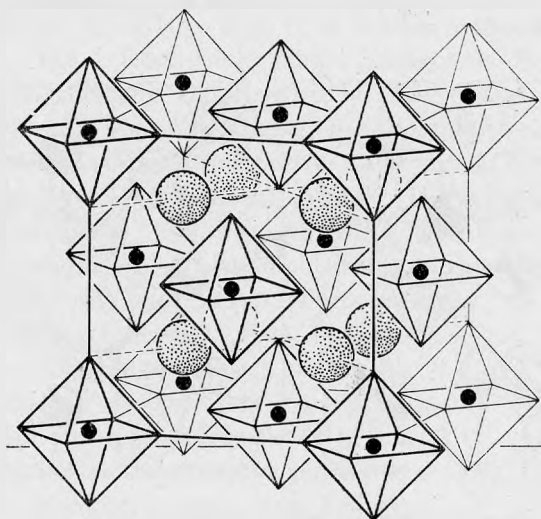


Fig. 31. Hieratit  $K_2[SiF_6]$ . Die Struktur ist ein flächenzentrierter Würfel  
mit oktaedrischen Baugruppen  $SiF_6$

Strukturen vom Hieratittypus besitzen  $K_2SiF_6$  (**Hieratit**),  $(NH_4)_2SiF_6$  (**Kryptohalit**),  $Cs_2GeF_6$ ,  $K_2SnCl_6$ ,  $(NH_4)_2SnCl_6$ ,  $Rb_2SnJ_6$ ,  $Cs_2SnJ_6$ ,  $(NH_4)_2PbCl_6$ ,  $K_2PtCl_6$ ,  $(NH_4)_2PtCl_6$ ,  $Rb_2PtCl_6$ ,  $Cs_2PtCl_6$ ,  $Rb_2PdCl_6$ ,  $Cl_2Ni(NH_3)_6$ ,  $Br_2Ni(NH_3)_6$ ,  $J_2Ni(NH_3)_6$ ,  $Cl_2Co(NH_3)_6$ ,  $J_2Co(NH_3)_6$ ,  $SO_4JCo(NH_3)_6$ ,  $SO_4BrCo(NH_3)_6$ ,  $SeO_4JCo(NH_3)_6$  und viele weitere.

#### IV. Oxide

**Cuprit**  $Cu_2O$  (W. L. Bragg, 1916). Kubisch.  $O_h^1 - Pn3m$ .  $Z = 2$  mit  $0\ 0\ 0$  und  $\frac{1}{2}\ \frac{1}{2}\ \frac{1}{2}$  für O,  $\frac{1}{4}\ \frac{1}{4}\ \frac{3}{4}$ ,  $\frac{1}{4}\ \frac{3}{4}\ \frac{1}{4}$ ,  $\frac{3}{4}\ \frac{1}{4}\ \frac{1}{4}$ ,  $\frac{3}{4}\ \frac{3}{4}\ \frac{3}{4}$  für Cu. Cu hat gegenüber O die Koordinationszahl 2, O gegenüber Cu die Koordinationszahl 4. Als Beispiele kennt man **Cuprit**  $Cu_2O$  und synthetisches  $Ag_2O$ .

**Bromellit**  $BeO$  und **Zinkit**  $ZnO$  sind isotyp mit Wurtzit  $ZnS$ .

**Periklas**  $MgO$  ist isotyp mit Steinsalz  $NaCl$ .

**Spinell**  $MgAl_2O_4$  (W. H. Bragg, 1915). Kubisch.  $O_h^1 - Fd3m$ ,  $Z = 8$ . In den oktaedrischen und tetraedrischen Lücken einer kubisch-dichtesten Sauerstoffpackung sind die Metallatome so angeordnet, daß im normalen Spinell entsprechend dem Formeltyp  $A^{[4]}B_2^{[6]}O_4$  8 A-Atome in tetra-

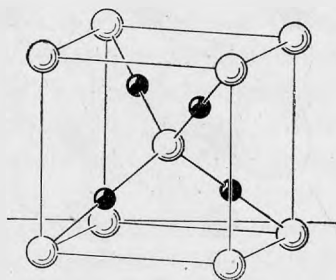


Fig. 32. Cuprit  $Cu_2O$ . Jede Zelle enthält vier Cu und zwei O

ederischer, 16 B-Atome in oktaedrischer Koordination vorliegen, während in den „inversen Spinellen“,  $B^{[4]}A^{[6]}B^{[6]}O_4$ , 8 B-Atome tetraedrisch, 8 B-Atome und die 8 A-Atome oktaedrisch koordiniert sind. Jedes O gehört gleichzeitig einem Tetraeder und 3 Oktaedern an.

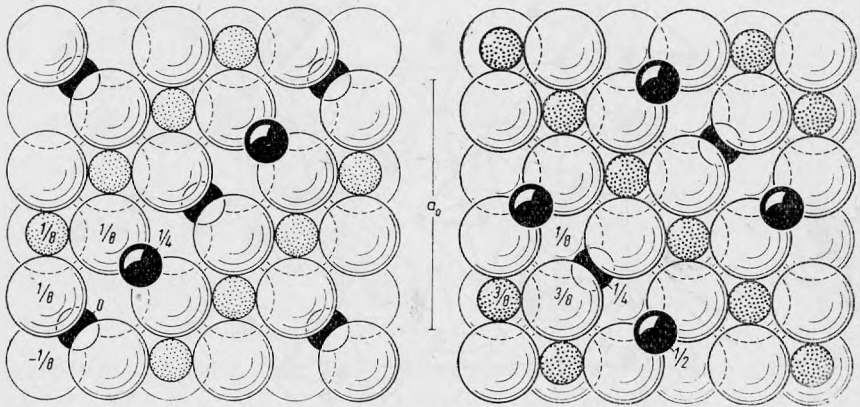


Fig. 33. Spinell. Projektion der Elementarzelle in zwei Schichten: Höhe  $-\frac{1}{8}$  bis  $+\frac{1}{4}$  (links),  $+\frac{1}{8}$  bis  $+\frac{1}{4}$  (rechts). Kationenverteilung entsprechend dem Formeltyp  $A^{[4]}B^{[6]}O_4$ , A-Atome in tetraedrischer Koordination (schwarz), B-Atome in oktaedrischer Koordination (punktiert)

Als Mineralien des Spinelltypus sind bekannt: **Spinell**  $MgAl_2O_4$ , **Hercynit**  $FeAl_2O_4$ , **Galaxit**  $MnAl_2O_4$ , **Gahnit**  $ZnAl_2O_4$ ; **Magnesioferrit**  $MgFe_2O_4$ , **Magnetit**  $FeFe_2O_4$ , **Jakobsit**  $MnFe_2O_4$ , **Franklinit**  $ZnFe_2O_4$ , **Trevorit**  $NiFe_2O_4$ ; **Magnesiochromit**  $MgCr_2O_4$ , **Chromit**  $FeCr_2O_4$ , **Ulvit**  $Fe_2TiO_4$  sowie die Sulfide **Linneit**  $Co_3S_4$ , **Polydymit**  $Ni_3S_4$  und **Daubr elith**  $FeCr_2S_4$ . Beispiele f ur synthetische Verbindungen sind Co-, Ni-,  $CuAl_2O_4$ ; Co-, Cu-,  $CdFe_2O_4$ ; Mn-, Co-, Ni-, Cu-, Zn-

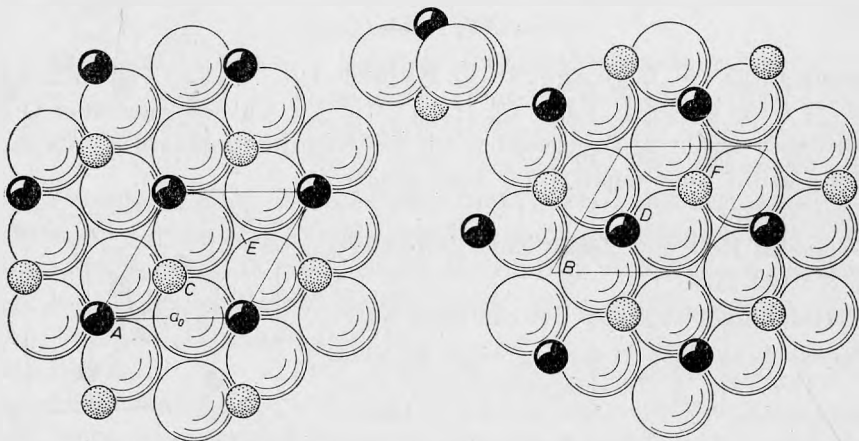


Fig. 34. Korund  $Al_2O_3$ . Projektion auf (0001). In der hexagonalen Zelle (mit  $a_0 = 4,77 \text{  }$ ,  $c_0 = 13,04 \text{  }$ ) folgen sechs O-Al-Schichten derart übereinander, daß  $ABCDEF$  auf einer Geraden [0001] liegen. Die hier gezeichnete Struktur ist etwas idealisiert

$\text{CdCr}_2\text{O}_4$ ; Mg-, Zn-,  $\text{CdGa}_2\text{O}_4$ ; Mg-,  $\text{CaIn}_2\text{O}_4$ ; Mg-,  $\text{ZnRh}_2\text{O}_4$ ; Mg-, Fe-,  $\text{ZnV}_2\text{O}_4$ ;  $\text{Mg}_2$ -,  $\text{Mn}_2$ -,  $\text{Zn}_2\text{TiO}_4$ ; Ca-, Mg-, Mn-, Fe-, Co-, Ni-, Cd-,  $\text{HgIn}_2\text{S}_4$  u. v. a. —  $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$  entspricht einem Spinellgitter mit Kationenaufall.

**Korund**  $\text{Al}_2\text{O}_3$  (L. Pauling und S. B. Hendricks, 1925). Hexagonal-rhomboedrisch.  $D_{3d}^6 - R\bar{3}c$ . Die kleinste hexagonale Zelle (Fig. 34) enthält 6  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , die kleinste rhomboedrische Zelle  $\{40\bar{4}1\}$  enthält 2  $\text{Al}_2\text{O}_3$ . Die Struktur besteht aus einer hexagonal dichtesten Sauerstoffpackung, deren oktaedrische Koordinationszentren zu  $\frac{2}{3}$  von Al besetzt sind.

Beispiele sind  $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$  (**Korund**),  $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$  (**Haematit**),  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  (**Eskolait**),  $\text{Ti}_2\text{O}_3$ ,  $\text{V}_2\text{O}_3$  (**Karelianit**),  $\alpha\text{-Ga}_2\text{O}_3$  und  $\text{Rh}_2\text{O}_3$ ; geringere Symmetrie, ohne Gleitpiegelebenen mit der Gleitkomponente  $c_0/2$ , besitzen  $\text{MgTiO}_3$  (**Geikielith**),  $\text{FeTiO}_3$  (**Ilmenit**) und  $\text{MnTiO}_3$  (**Pyrophanit**).

**Perowskit**  $\text{CaTiO}_3$  (T. Barth, 1925, O. Zedlitz, 1939). Monoklin-pseudokubisch biskubisch (vgl. Systematik IV, C. 7). Der in Fig. 35 gezeichnete Oktant der Elementarzelle enthält 1  $\text{CaTiO}_3$ . Die maximale Deformation gegenüber der kubischen Symmetrie kann nur äußerst geringfügig sein; im Idealfall, z. B. bei Dysanalyt, ist Ca genau kubooktaedrisch von 12 O, Ti oktaedrisch von 6 O umgeben. Nach (100) ist eine ziemlich deutliche Spaltbarkeit vorhanden.

Als Beispiele sind  $\text{CaTiO}_3$  (**Perowskit**) und  $(\text{Ca}, \text{Ce}, \text{Na})(\text{Ti}, \text{Fe}, \text{Nb})\text{O}_3$  (**Dysanalyt**) bekannt.

Ebenfalls Perowskitstruktur besitzen die Nichtminerale  $\text{KJO}_3$ ,  $\text{RbJO}_3$ ,  $\text{CsJO}_3$ ,  $\text{KNbO}_3$ ,  $\text{SrTiO}_3$ ,  $\text{SrSnO}_3$ ,  $\text{SrZrO}_3$ ,  $\text{BaTiO}_3$ ,  $\text{BaSnO}_3$ ,  $\text{BaThO}_3$ ,  $\text{BaCeO}_3$ ,  $\text{CdTiO}_3$ ,  $\text{CaZrO}_3$ ,  $\text{CaSnO}_3$ ,  $\text{YAlO}_3$ ,  $\text{LaAlO}_3$ ,  $\text{LaGaO}_3$ ,  $\text{KMgF}_3$ ,  $\text{KZnF}_3$ ,  $\text{KNiF}_3$ ,  $\text{CsCdCl}_3$ ,  $\text{CsHgCl}_3$  u. a.

Vom  $\text{BaTiO}_3$  gibt es auch eine hexagonale Modifikation (Burbank & H. T. Evans, 1948).

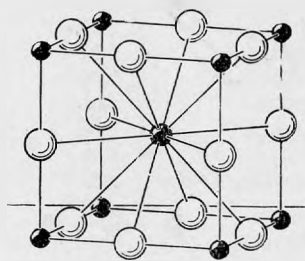
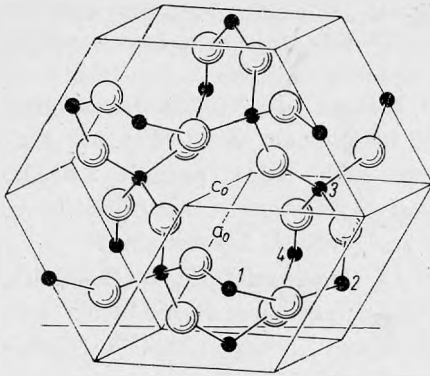


Fig. 35. Perowskit  $\text{CaTiO}_3$ . Es ist nur  $\frac{1}{8}$  der Elementarzelle gezeichnet

## $\text{SiO}_2$

Die bei Atmosphärendruck stabilen  $\text{SiO}_2$ -Phasen **Quarz**, **Tridymit**, **Cristobalit**, auch Quarzglas oder **Lechatelierit** besitzen Tetraedergerüststrukturen, in denen jedes Si tetraedrisch von 4 O und jedes O mehr oder minder linear von 2 Si umgeben ist. Relativ große Hohlräume, die im Tridymit, Cristobalit und Quarzglas größer als im Quarz sind, verursachen geringe Dichte und niedrigere Brechungsindizes (s. Tabelle).

Die bei höheren Drucken stabilen Phasen „**Keatit**“ und **Coesit** besitzen gleichfalls Tetraedergerüststrukturen. Hingegen kristallisiert die Höchstdruckmodifikation **Stishovit** im Rutiltypus, wobei jedes Si oktaedrisch mit 6 O und jedes O mit 3 Si koordiniert sind.



Während in allen Tetraedergelästen je zwei Tetraeder über ein gemeinsames Sauerstoffteilchen, also über eine Ecke kondensiert sind, liegen im „Faserigen  $\text{SiO}_2$ “ Tetraederketten vor, in denen je zwei Tetraeder zwei Sauerstoffteilchen, also eine Kante gemeinsam haben.

← Fig. 36. Hochquarz  $\text{SiO}_2$ . Die linksläufige Schraubung 1–2–3–4 der Si-Teilchen ist deutlich erkennbar

	Dichte	Brechungsindizes		
Quarzglas	2.204	$n = 1.459$		
Tridymit	2.27	$\alpha = 1.469$	$\beta = 1.47$	$\gamma = 1.473$
Cristobalit	2.30	$\epsilon = 1.484$	$\omega = 1.487$	
Quarz	2.655	$\epsilon = 1.553$	$\omega = 1.544$	
„Keatit“	2.50	$\epsilon = 1.513$	$\omega = 1.522$	
Coesit	3.01	$\sim 1.595$		
Stishovit	4.35	$\epsilon = 1.826$	$\omega = 1.799$	

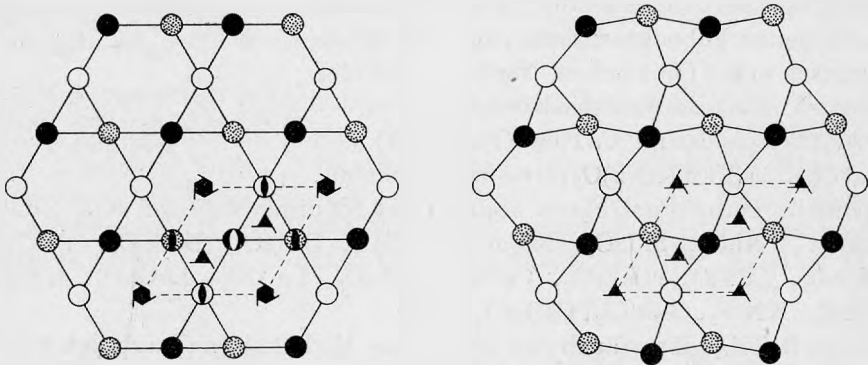


Fig. 37. Linksquarz. Hoch- und Tieftemperaturmodifikation.

Es sind allein die Si-Teilchen gezeichnet, und zwar in der Projektion auf die hexagonale Basis (0001)

**Hochquarz** (W. H. Bragg und R. E. Gibbs, 1925). Hexagonal.  $D_6^4 - P6_22$  und die dazu enantiomorphe Raumgruppe  $D_6^3 - P6_422$ .  $Z = 3$ . Struktur und Struktursymmetrie sind aus den Fig. 36 und 37 ersichtlich. Die Abstände Si–O wurden von verschiedenen Autoren zu 1,59 und 1,62 Å bestimmt.

Der strukturelle Übergang von Hochquarz zu **Quarz** (bei 573 °C) beruht lediglich auf einer Einwinkelung der Si–O–Si-Bindungsrichtungen; diese verursacht die bekannte Abnahme der Symmetrie von der hexagonal- zur trigonal-trapezoedrischen Klasse (vgl. Fig. 37). – Der Aufbau nach Schraubenachsen von einheitlichem Schraubungssinn ist die Ursache für die bekannte Drehung der Polarisationsebene des Lichtes.

Als Beispiele der Hochtemperaturform sind Hochquarz und synthetisches  $\text{AlPO}_4$  bekannt; mit der Tieftemperaturform sind  $\text{GeO}_2$ ,  $\text{BeF}_2$  (?),  $\text{AlPO}_4$  (**Berlinit**),  $\text{AlAsO}_4$ ,  $\text{GaPO}_4$ ,  $\text{GaAsO}_4$ ,  $\text{FePO}_4$  und  $\text{MnPO}_4$  isotyp.

**Hochtridymit** (R. E. Gibbs, 1927). Hexagonal.  $D_{6h}^+$  —  $P6_3/mmc$  (oder  $D_{3h}^+$  —  $P\bar{6}2e?$ ).  $Z = 4$ . Die von Gibbs mitgeteilte Struktur, ersichtlich aus Fig. 38, ist in ihren Hauptzügen korrekt, bedarf aber noch einer genaueren Festlegung der Atomkoordinaten.

Der Übergang von Hochtridymit zu Tridymit (mit rhombisch-pseudo-hexagonaler Symmetrie, bei  $130^\circ\text{C}$ ) muß ähnlich der Modifikationsänderung von Quarz durch eine Abwinkelung der Si—O—Si-Bindungsrichtungen verursacht sein. Die Struktur von Tridymit ist kompliziert und in ihren Einzelheiten noch nicht bestimmt (vgl. IV. D. 1 der Systematik).

Als Beispiele kennt man außer **Hochtridymit** und **Tridymit** auch  $\text{AlPO}_4$  in beiden Modifikationen.

**Hohercristobalit** (R. W. G. Wyckoff, 1925, T. Barth, 1932). Kubisch.  $O_h^+$  —  $Fd\bar{3}m$  (oder  $T^4$  —  $P2_13?$ ).  $Z = 8$ . Die von Wyckoff angegebene Struktur (Fig. 39) ist in den Hauptzügen richtig, bedarf aber ebenso wie Hochtridymit noch einer genaueren Bestimmung der Atomkoordinaten.

Für den Übergang von Hohercristobalit zu Cristobalit (tetragonal oder pseudotetragonal, bei Temperaturen zwischen  $180$  und  $270^\circ\text{C}$ ) wird ebenso wie bei Quarz und Tridymit eine Veränderung der Bindungsrichtungen Si—O—Si verantwortlich sein.

Als Beispiele für den Strukturtypus von Cristobalit bzw. Hohercristobalit kennt man außerdem die synthetischen Verbindungen  $\text{AlPO}_4$ ,  $\text{AlAsO}_4$ ,  $\text{BPO}_4$ ,  $\text{BAsO}_4$ ,  $\text{MnPO}_4$ ,  $\text{GaPO}_4$  und  $\text{BeSO}_4$ .

**Coesit** (Z. Zoltai & M. J. Buerger, 1959). Monoklin.  $C_{2h}^6$  —  $B2/b$ .  $Z = 16$ . Die Struktur besteht aus Tetraeder-Viererringen, die zu einem dreidimensionalen Gerüst ähnlich dem der Feldspate verknüpft sind.

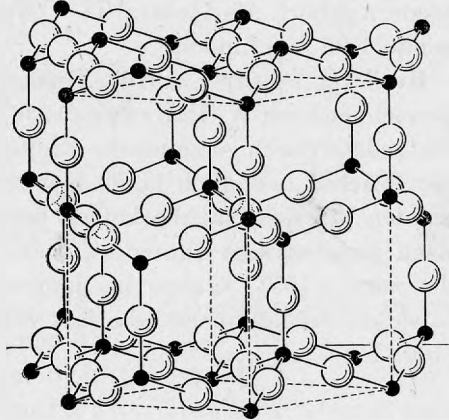


Fig. 38. Hochtridymit  $\text{SiO}_2$ . Die Baugruppen  $\text{Si}_2\text{O}_7$  sind spiegelsymmetrisch

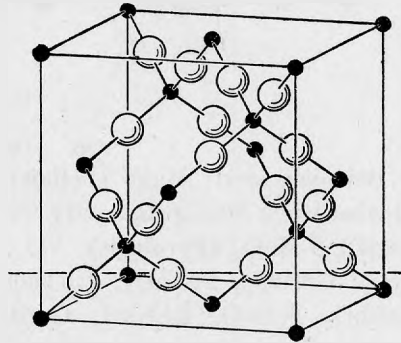
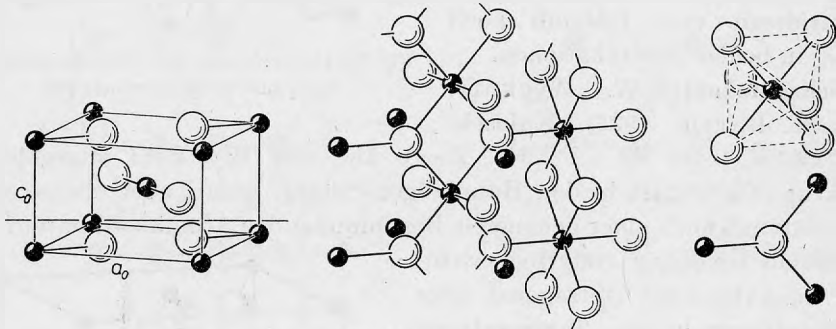


Fig. 39. Hohercristobalit  $\text{SiO}_2$ . Die Baugruppen  $\text{Si}_2\text{O}_7$  sind im Gegensatz zu Hochtridymit zentrosymmetrisch

**TiO<sub>2</sub>**

In den drei Modifikationen Rutil, Anatas und Brookit ist Ti stets oktaedrisch von 6 O umgeben, O hat gegenüber Ti die Koordinationszahl 3. Die Bindung zweier Oktaeder erfolgt entweder nach einer gemeinsamen Oktaederkante, wobei zwei O gleichzeitig zu beiden Oktaedern gehören, oder nach einer Oktaederecke, wobei nur ein O gleichzeitig zu beiden Oktaedern gehört. Als Abstand Ti—O wurde für alle drei Modifikationen ziemlich genau 1.95 Å gefunden.

**Rutil** (L. Vegard, 1916). Tetragonal.  $D_{4h}^{14}$  —  $P4_2/mnm$ .  $Z = 2$  (Fig. 40, gezeichnet nach W. L. Bragg, 1936). Jedes Oktaeder ist mit zwei weiteren Oktaedern durch gemeinsame Kanten verbunden, wodurch in der Richtung der *c*-Achse unendlich lange Ketten mit relativ großer Stabilität erzeugt werden; zu den Nachbarketten bestehen nur relativ schwache Bindungen nach gemeinsamen Oktaederecken. Aus diesen Eigenschaften erklärt sich die nach *c* [001] säulige bis langnadelige Entwicklung der Rutilkristalle sowie die vollkommene bzw. fast vollkommene Spaltbarkeit nach {110} und {100}.

Fig. 40. Rutil TiO<sub>2</sub>

Beispiele sind: MgF<sub>2</sub> (**Sellaït**), ZnF<sub>2</sub>, MnF<sub>2</sub>, FeF<sub>2</sub>, CoF<sub>2</sub>, NiF<sub>2</sub>, PdF<sub>2</sub>, Höchstdruck-SiO<sub>2</sub> (**Stishovit**), TiO<sub>2</sub> (**Rutil**), SnO<sub>2</sub> (**Cassiterit**), PbO<sub>2</sub> (**Plattnerit**), β-MnO<sub>2</sub> (**Pyrolusit**), VO<sub>2</sub>, NbO<sub>2</sub>, GeO<sub>2</sub>, TeO<sub>2</sub>, CrO<sub>2</sub>, RuO<sub>2</sub>, OsO<sub>2</sub>, IrO<sub>2</sub>; CrTaO<sub>4</sub>, FeTaO<sub>4</sub>, RhTaO<sub>4</sub>, CrNbO<sub>4</sub>, FeNbO<sub>4</sub>, RhNbO<sub>4</sub>, AlSbO<sub>4</sub>, CrSbO<sub>4</sub>, FeSbO<sub>4</sub>, RhSbO<sub>4</sub>, GaSbO<sub>4</sub>, RhVO<sub>4</sub>. Eine dreimal so große Gitterkonstante *c*<sub>0</sub>, sonst aber ganz analoge Struktur, haben MgSb<sub>2</sub>O<sub>6</sub> (**Byströmit**), NiSb<sub>2</sub>O<sub>6</sub>, CoSb<sub>2</sub>O<sub>6</sub>, FeSb<sub>2</sub>O<sub>6</sub> (**Tripuyit**), ZnSb<sub>2</sub>O<sub>6</sub> (**Ordoñezit**), MgTa<sub>2</sub>O<sub>6</sub>, NiTa<sub>2</sub>O<sub>6</sub>, CoTa<sub>2</sub>O<sub>6</sub>, FeTa<sub>2</sub>O<sub>6</sub>, (Fe, Mn) (Nb, Ta)<sub>2</sub>O<sub>6</sub> (**Mossit**) und (Fe, Mn) (Ta, Nb)<sub>2</sub>O<sub>6</sub> (**Tapiolit**).

**Anatas** (L. Vegard, 1916).  $D_{4h}^{19}$  —  $I4_1/amd$ .  $Z = 4$ . Jedes Oktaeder ist mit vier weiteren Oktaedern durch gemeinsame Kanten verbunden und bildet damit, wie aus Fig. 41 ersichtlich, pseudotetraedrische Baugruppen. Die

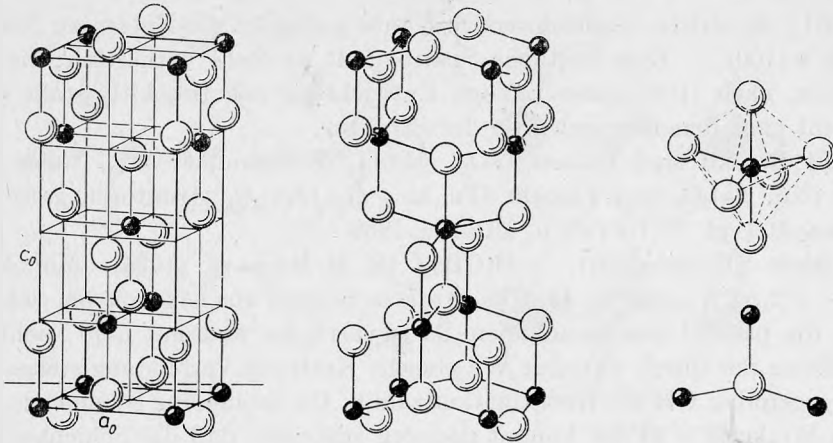


Fig. 41. Anatas  $\text{TiO}_2$

Orientierung der Hauptbindungsrichtung führt in plausibler Weise zu der vollkommenen Spaltbarkeit nach  $\{110\}$  und  $\{001\}$ .

Ein weiteres Beispiel ist außer Anatas nicht bekannt.

**Brookit** (L. Pauling und J. H. Sturdivant, 1928). Orthorhombisch.  $D_{2h}^{15}$ —Pbca.  $Z = 8$  (Fig. 42, gezeichnet nach W. L. Bragg, 1937). Jedes Oktaeder ist mit drei weiteren Oktaedern durch gemeinsame Kanten verbunden; von diesen sind zwei paarweise gleichwertig und erzeugen Ketten nach

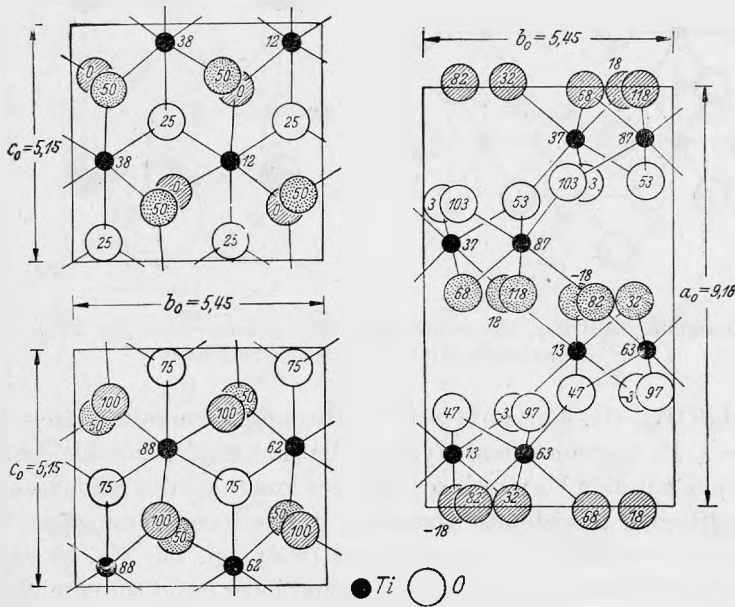


Fig. 42. Brookit  $\text{TiO}_2$ . Projektionen auf  $(100)$  und  $(001)$ . Die linken Teilfiguren sind etwas idealisiert



c [001]; die dritte, ungleichwertige Kante verbindet die Ketten zu Netzen nach a (100). — Eine deutliche Spaltbarkeit ist nicht vorhanden; die bekannte, nach (100) meist tafelige Entwicklung der Brookitkristalle entspricht ganz den Eigenschaften der Struktur.

Mit Brookit sind **Tellurit**  $\text{TeO}_2$ ,  $\alpha\text{-PbO}_2$ , **Wolframit**  $\text{FeWO}_4$ , **Niobit** (Fe, Mn) (Nb, Ta) $_2\text{O}_6$  und **Tantalit** (Fe, Mn) (Ta, Nb) $_2\text{O}_6$  strukturell ganz eng verwandt (vgl. F. Laves u. Mitarb., 1963).

**Gibbsit** (Hydrargillit),  $\gamma\text{-Al(OH)}_3$  (H. D. Megaw, 1934). Monoklin.  $C_{2h}^5$  —  $P2_1/n$ .  $Z = 8$  (Fig. 43). Die Struktur besteht aus hexagonalen Schichten, die parallel der monoklinen Basis verlaufen und mit den Nachbarschichten nur durch van der Waalssche Kräfte in Verbindung stehen. Al hat gegenüber OH die Koordinationszahl 6. Die monokline Symmetrie mit dem Winkel  $\beta = 94^\circ 34'$  kommt dadurch zustande, daß die Schichten um einen geringen Betrag in Richtung der a-Achse gegeneinander verschoben sind. Als Beispiel ist allein Hydrargillit bekannt.

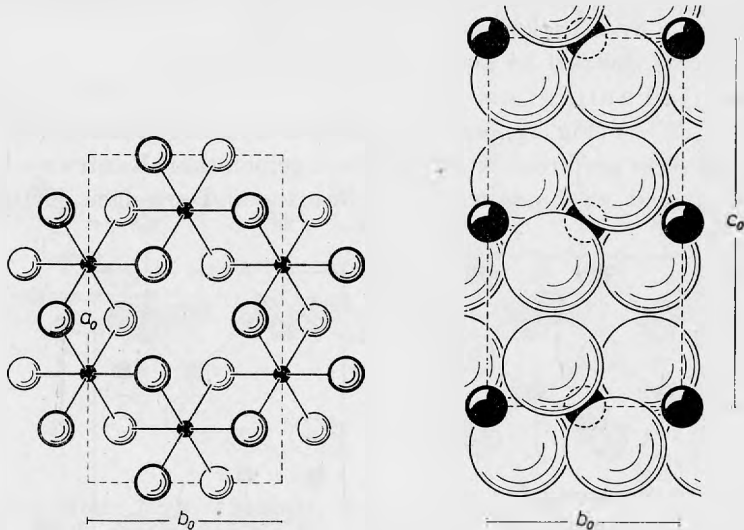


Fig. 43. Hydrargillit  $\gamma\text{-Al(OH)}_3$ . Die rechte Figur zeigt deutlich drei, nur durch van der Waalssche Kräfte verbundene Schichten

**Brucit**  $\text{Mg(OH)}_2$  (G. Aminoff, 1919). Hexagonal-rhomboedrisch.  $D_{3d}^3$  —  $P\bar{3}m1$ .  $Z = 1$ . Es liegt eine dem Hydrargillit ganz ähnliche Schichtstruktur vor, allerdings mit dem Unterschied, daß hier innerhalb der Schichten sämtliche oktaedrischen Koordinationszentren, im Hydrargillit hingegen nur  $2/3$  dieser Zentren von Kationen besetzt sind (man vgl. die Fig. 43 und 44). Hydrargillit und Brucit besitzen entsprechend ihrer Struktur eine glimmerartig vollkommene Spaltbarkeit parallel der monoklinen bzw. hexagonalen Basis.

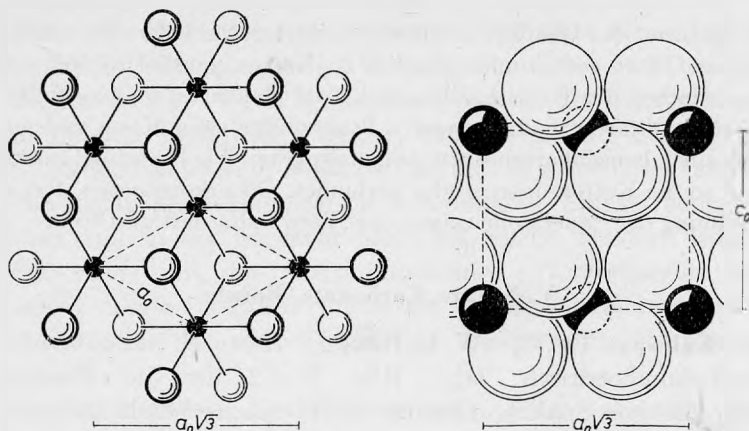


Fig. 44. Brucit  $\text{Mg}(\text{OH})_2$ . Man beachte die beiden valenzmäßig abgesättigten Schichten der rechten Teilfigur

Beispiele:  $\text{MgBr}_2$ ,  $\text{CoBr}_2$ ,  $\text{FeBr}_2$ ,  $\text{MnBr}_2$ ,  $\text{VBr}_2$ ,  $\text{MgJ}_2$ ,  $\text{CoJ}_2$ ,  $\text{FeJ}_2$ ,  $\text{MnJ}_2$ ,  $\text{CdJ}_2$ ,  $\text{CaJ}_2$ ,  $\text{PbJ}_2$ ,  $\text{YbJ}_2$ ,  $\text{VJ}_2$ ,  $\text{Mg}(\text{OH})_2$  (**Brucit**),  $\text{Co}(\text{OH})_2$ ,  $\text{Ni}(\text{OH})_2$ ,  $\text{Fe}(\text{OH})_2$ ,  $\text{Mn}(\text{OH})_2$  (**Pyrochroit**),  $\text{Cd}(\text{OH})_2$ ,  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  (**Portlandit**),  $\text{TiCl}_2$ ,  $\text{TiJ}_2$ ,  $\text{TiS}_2$ ,  $\text{TiSe}_2$ ,  $\text{TiTe}_2$ ,  $\text{ZrS}_2$ ,  $\text{ZrSe}_2$ ,  $\text{SnS}_2$ ,  $\text{VSe}_2$ ,  $\text{NiTe}_2$ ,  $\text{PtS}_2$ ,  $\text{PtSe}_2$ ,  $\text{PtTe}_2$ ,  $\text{PdTe}_2$ .

**Salesit**  $\text{Cu}[\text{OH}|\text{JO}_3]$  (S. Ghose, 1962). Orthorhombisch.  $D_{2h}^{16}$ — $\text{Pmcn}$ ,  $Z = 4$ . Cu ist quadratisch von 2 O und 2 OH umgeben, 2 weitere O in etwas größerem

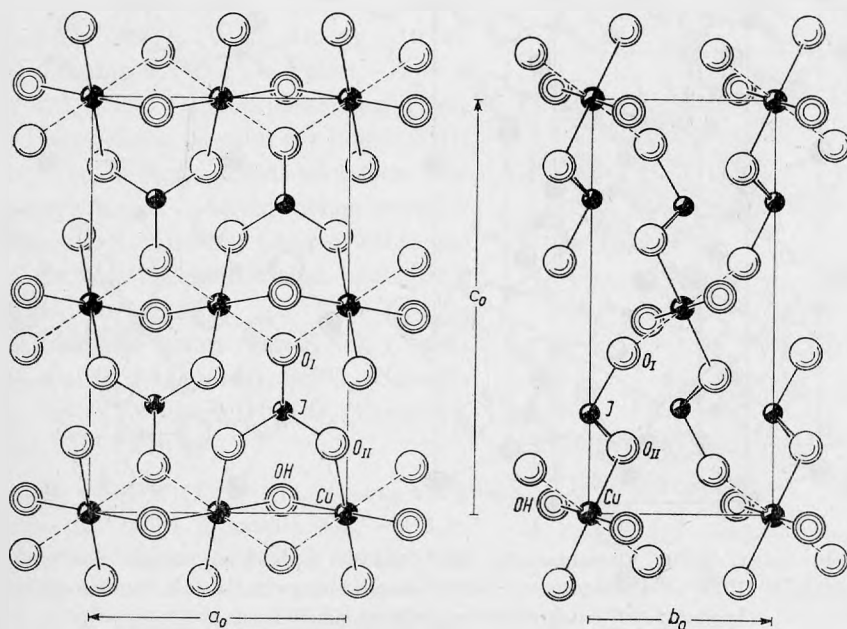


Fig. 45. Salesit. Projektionen auf (010) und (100)

Abstand ergänzen das Quadrat zu einem verzerrten Oktaeder; diese  $\text{CuO}_4(\text{OH})_2$ -Oktaeder sind über gemeinsame Kanten zu Ketten parallel  $a[100]$  verknüpft. J liegt so zwischen den Ketten, daß es mit 2 der planar um Cu koordinierten und verschiedenen Oktaedern angehörenden Sauerstoffen einer Kette und mit einem Sauerstoff einer benachbarten Kette trigonal-pyramidale Koordinationskomplexe bildet und so die Ketten miteinander verbindet. Gitterkonstanten, Raumgruppe und Anordnung der Sauerstoffe zeigen eine Verwandtschaft zu Olivin.

### V. Nitrate, Carbonate, Borate

**Calcit, Kalkspat**  $\text{CaCO}_3$  (W. L. Bragg, 1914, E. Schiebold, 1919). Hexagonal-rhomboedrisch.  $D_{3d}^6 - R\bar{3}c$ .  $Z = 2$  für die Elementarzelle  $\{4041\}$ ; für die dem Spaltrhomboeder  $\{10\bar{1}1\}$  entsprechende Zelle ist  $Z = 32$  (vgl. Fig. 46). Die Struktur kann man sich aus dem Steinsalzgitter ableiten, indem man den Elementarwürfel auf eine trigonale Achse stellt und Na durch Ca, Cl durch  $\text{CO}_3$  ersetzt. Die entstehende pseudokubische

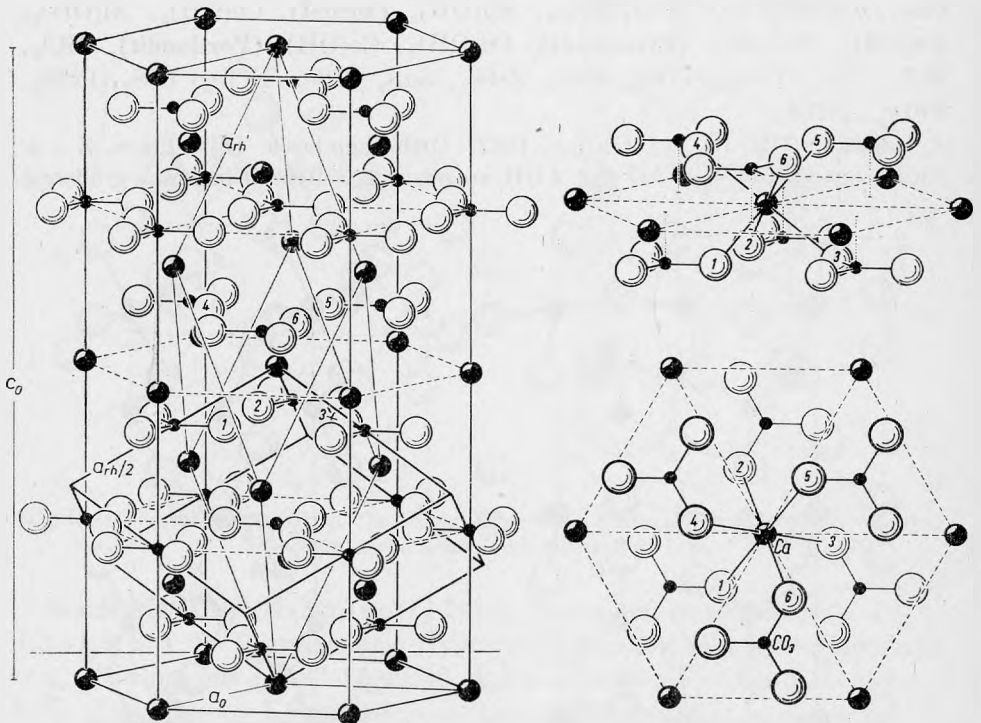


Fig. 46. Calcit. Wahre Elementarzelle  $\{4041\}$  mit  $Z = 2$  (dünn ausgezogen) und Spaltrhomboeder  $\{10\bar{1}1\}$  (dick ausgezogen). Die Atomanordnung von Calcit in der dem Spaltrhomboeder  $\{1010\}$  entsprechenden Zelle ist mit Steinsalz vergleichbar.

$a_0 = 4.98$  und  $c_0 = 17.03$  Å sind die Gitterkonstanten der hexagonalen Zelle mit  $Z = 6$

Zelle besitzt einen Polkantenwinkel von etwa  $103^\circ$  statt  $90^\circ$  und ist pseudo-flächenzentriert. C ist planar von 3 O, Ca oktaedrisch von 6 O umgeben.

Man beachte in Fig. 46 die Ca-Schichten parallel der hexagonalen Basis. Es ist im Dolomit  $\text{CaMg}[\text{CO}_3]_2$  derart, daß Ca und Mg nicht in ein und derselben Schicht auftreten, sondern Ca- und Mg-Schichten abwechseln. Die im Kalkspat phänomenologisch erkennbaren Spiegelebenen parallel der c-Achse sind in der Struktur nicht als solche, sondern lediglich als Gleitspiegelebenen mit der Gleitkomponente  $c_0/2$  vorhanden (vgl. die Raumgruppe). Diese kommen durch die Ca-Mg-Verteilung im Dolomit zum Verschwinden und damit auch die scheinbaren morphologischen Spiegelebenen.

Die sehr vollkommene Spaltbarkeit nach  $\{10\bar{1}1\}$  entspricht ganz der würfeligen Spaltbarkeit von Steinsalz. Im optisch negativen Charakter mit der starken Doppelbrechung ( $\varepsilon = 1.486$ ,  $\omega = 1.658$ ) kommt zum Ausdruck, daß die nach der hexagonalen Basis planaren Baugruppen  $\text{CO}_3$  den im Hauptschnitt schwingenden außerordentlichen Strahl in seiner Fortpflanzungsgeschwindigkeit weit weniger behindern als den ordentlichen Strahl.

Die bekannten Beispiele sind:  $\text{LiNO}_3$ ,  $\text{NaNO}_3$  (**Nitronatrit**),  $\text{InBO}_3$ ,  $\text{ScBO}_3$ ,  $\text{LuBO}_3$ ,  $\text{YBO}_3$ ,  $\text{MgCO}_3$  (**Magnesit**),  $\text{ZnCO}_3$  (**Smithsonit**),  $\text{CoCO}_3$  (**Sphaerokobaltit**),  $\text{FeCO}_3$  (**Siderit**),  $\text{MnCO}_3$  (**Rhodochrosit**),  $\text{CdCO}_3$  (**Otavit**) und  $\text{CaCO}_3$  (**Calcit**). Strukturen vom Dolomittypus besitzen  $\text{CaMg}[\text{CO}_3]_2$  (**Dolomit**),  $\text{CaFe}[\text{CO}_3]_2$  (**Ankerit**),  $\text{CaMn}[\text{CO}_3]_2$  (**Kutnahorit**) und  $\text{CaSn}[\text{BO}_3]_2$  (**Nordenskiöldin**).

**Aragonit**  $\text{CaCO}_3$  (W. L. Bragg, 1924). Orthorhombisch.  $D_{2h}^{16} - \text{Pmcn}$ .  $Z = 4$  (Fig. 47). Die  $\text{CO}_3$ -Komplexe liegen mit ihrer Hauptebene parallel der Basis (001); Ca ist von 9 Sauerstoffen umgeben. Die Struktur besitzt ausgesprochen pseudo-hexagonale Symmetrie nach  $c[001]$ ; undeutliche Spaltbarkeiten sind nach  $\{010\}$  und  $\{110\}$  vorhanden.

Als Beispiele kennt man  $\text{KNO}_3$  (**Nitrokalit**),  $\text{CaCO}_3$  (**Aragonit**),  $\text{SrCO}_3$  (**Strontianit**),  $\text{BaCO}_3$  (**Witherit**),  $\text{PbCO}_3$  (**Cerussit**),  $\text{NdBO}_3$  und  $\text{LaBO}_3$ .

**Azurit**  $\text{Cu}_3[\text{OH}|\text{CO}_3]_2$  (G. Gattow & J. Zemann, 1958). Monoklin.  $C_{2h}^5 - \text{P}2_1/c$ ,  $Z = 2$ . Die Struktur enthält 2 verschiedene Cu-Atome:  $\text{Cu}_I$  ist planar quadratisch von  $2\text{O} + 2\text{OH}$  umgeben,  $\text{Cu}_{II}$  annähernd quadratisch von  $2\text{O} + 2\text{OH}$  und einem weiteren

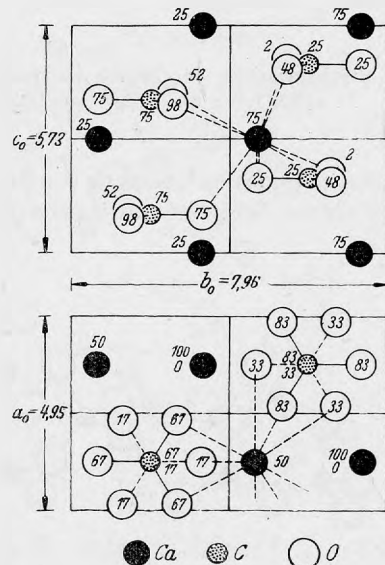


Fig. 47

Aragonit, orthorhombisches  $\text{CaCO}_3$

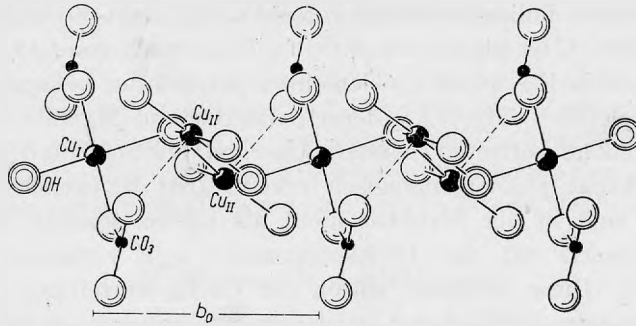


Fig. 48. Azurit. Der Ausschnitt der Struktur zeigt eine Kette parallel [010] aus planaren  $\text{Cu}_I[\text{O}_2(\text{OH})_2]$ -Quadraten und Doppelquadraten  $\text{Cu}_{II}[\text{O}_4(\text{OH})_2]$  sowie die Verknüpfung zu den  $\text{CO}_3$ -Gruppen

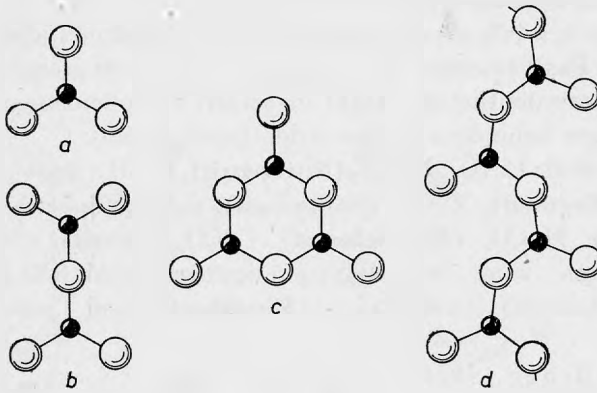


Fig. 49

Strukturmotive der Borate aus planaren  $\text{BO}_3$ -Dreiecken:

a)  $[\text{BO}_3]^{3-}$ ; b)  $[\text{B}_2\text{O}_5]^{4-}$ ; c)  $[\text{B}_3\text{O}_6]^{3-}$ ; d)  $[\text{B}_2\text{O}_4]^{5-}$

O an einer „Oktaederecke“. Die Koordinationsgruppen um Cu werden so miteinander verbunden, daß jedes OH gleichzeitig drei  $\text{CuO}_2(\text{OH})_2$ -Quadraten angehört, es entstehen dadurch Ketten parallel  $b[010]$  (Fig. 48). Die 3 Sauerstoffe einer  $\text{CO}_3$ -Gruppe gehören drei verschiedenen Cu-Koordinationsquadraten an.

**Borate.** Die Borate stellen strukturell gesehen innerhalb der komplexen Oxide den Übergang von  $\text{RO}_3$ - zu  $\text{RO}_4$ -Verbindungen her; es gibt Borate mit B in ebener Dreiecks- und tetraedrischer Koordination, isotyp mit Carbonaten, und solche mit B in tetra-

edrischer Koordination, isotyp mit Carbonaten, und solche mit B in tetra-

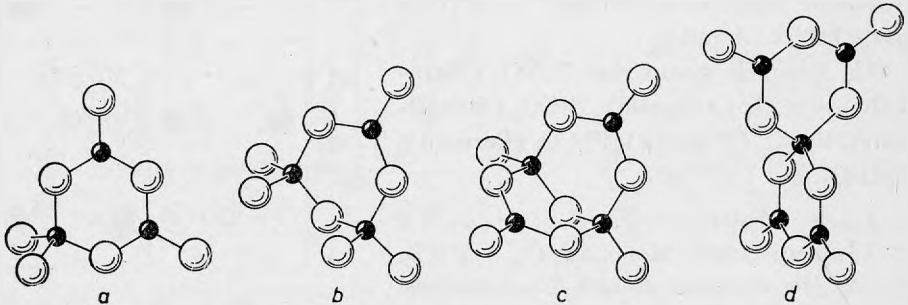


Fig. 50. Strukturmotive der Borate aus planaren  $\text{BO}_3$ - und tetraedrischen  $\text{BO}_4$ -Koordinationskomplexen: a)  $[\text{B}_3\text{O}_7]^{5-}$  bzw.  $[\text{B}_3\text{O}_3(\text{OH})_4]^{1-}$ ; b)  $[\text{B}_3\text{O}_8]^{7-}$  bzw.  $[\text{B}_3\text{O}_3(\text{OH})_5]^{2-}$ ; c)  $[\text{B}_4\text{O}_9]^{6-}$  bzw.  $[\text{B}_4\text{O}_5(\text{OH})_4]^{4-}$ ; d)  $[\text{B}_5\text{O}_{10}]^{8-}$  bzw.  $[\text{B}_5\text{O}_6(\text{OH})_4]^{1-}$

edrischer Vierkoordination, isotyp mit Silikaten. Zudem ist der Sauerstoff der  $[\text{BO}_3]^{3-}$ -Komplexe nur zur Hälfte seiner Wertigkeit durch die Bindung an B abgesättigt, so daß — wie in Silikaten mit vergleichbaren Bindungsverhältnissen — durch Verknüpfung über gemeinsame Sauerstoffe größere Struktur motive gebildet werden können (Fig. 49 und 50).

**Nördenskiöldin**  $\text{CaSn}[\text{BO}_3]_2$  ist isotyp mit Dolomit.

**Pinakiolith**  $(\text{Mg}, \text{Mn})_2\text{Mn}^{III}[\text{O}_2 | \text{BO}_3]$ . Monoklin.

**Ludwigit**  $(\text{Mg}, \text{Fe})_2\text{Fe}^{III}[\text{O}_2 | \text{BO}_3]$ . Orthorhombisch.

**Warwickit**  $(\text{Mg}, \text{Fe})_3\text{Ti}[\text{O} | \text{BO}_3]_2$ . Orthorhombisch.

(Takeuchi,  
Watanabe &  
Ito, 1950).

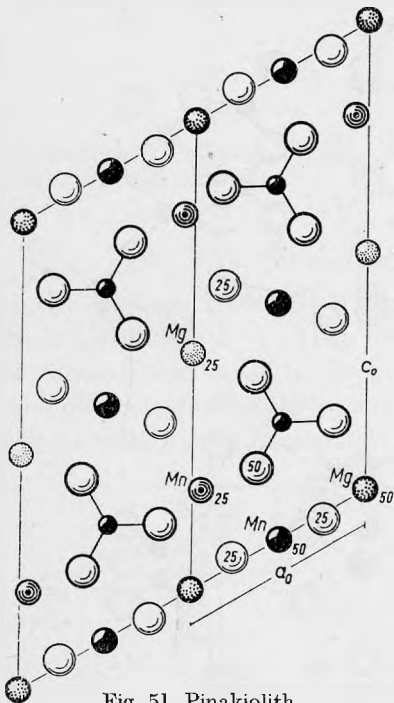


Fig. 51. Pinakiolith

Diese drei Strukturen sind nah miteinander verwandt, sie enthalten neben inselförmigen  $\text{BO}_3$ -Dreiecken zusätzliches, nur an  $(\text{Mg}, \text{Fe})$  bzw.  $\text{Mn}$  und  $\text{Ti}$  gebundenes  $\text{O}$ . Die Kationen sind oktaedrisch von 6 Sauerstoffen umgeben und über gemeinsame Kanten zu Ketten vereinigt (Fig. 51, 52, 53).

**Behierit**  $(\text{Ta}, \text{Nb})[\text{BO}_4]$  (Mrose & Rose, 1961) ist isotyp mit Zirkon.

**Borax**  $\text{Na}_2[\text{B}_4\text{O}_6(\text{OH})_4] \cdot 8 \text{H}_2\text{O}$  (N. Morimoto, 1956). Monoklin.  $\text{C}_{2h}^6 - \text{C}2/c$ ,  $Z = 4$ . Die in sich geschlossenen Struktur motive aus je 2  $\text{BO}_2(\text{OH})$ -Dreiecken und 2  $\text{BO}_2(\text{OH})_2$ -Tetraedern werden durch Wasserstoffbindungen ketten-

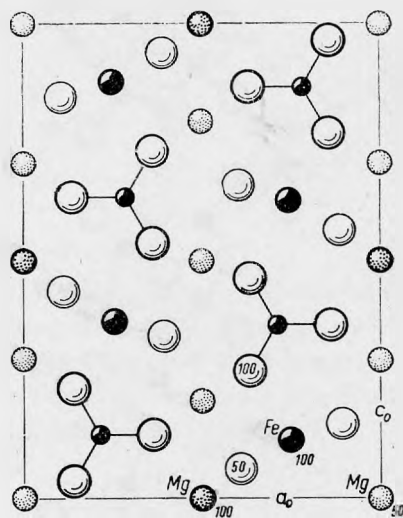


Fig. 52. Ludwigit

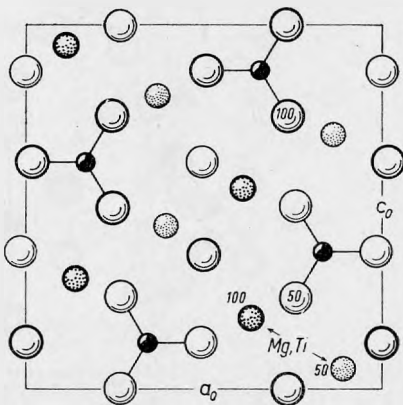


Fig. 53. Warwickit

ähnlich zusammengehalten. Parallel zu diesen „Motivketten“ liegen  $\text{Na}(\text{H}_2\text{O})_6$ -Koordinationsoktaeder, die über gemeinsame Kanten gleichfalls zu Ketten vereinigt sind (Fig. 54a, b).

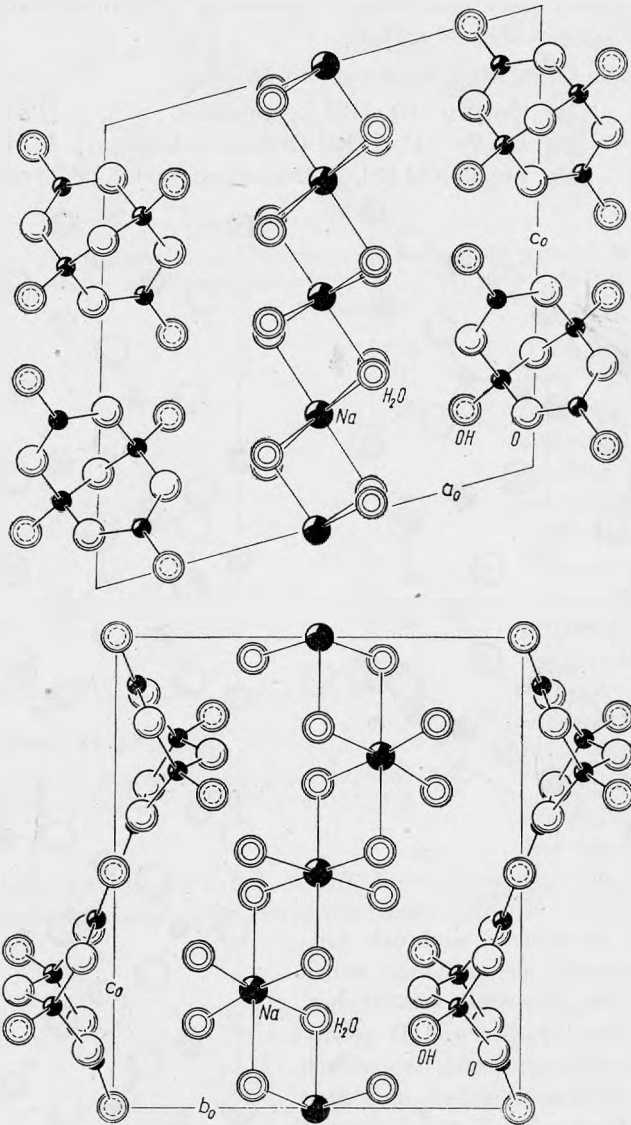


Fig. 54. Borax. Projektionen auf (010),  $\beta = 106^\circ 35'$ , und auf (100)

**Colemanit**  $\text{Ca}[\text{B}_3\text{O}_4(\text{OH})_3] \cdot \text{H}_2\text{O}$  (Christ, Clark & Evans, 1954/58). Monoklin.  $C_{2h}^2$  —  $P2_1/a$ ,  $Z = 4$ . Ringförmige Struktur motive aus 2 tetraedrisch und einem planar-trigonal koordinierten B sind über gemeinsame Sauerstoffe zu eindimensional unendlichen Ketten  $\parallel [100]$  verknüpft. Ca liegt in unregelmäßiger Um-

gebung (4 (O, OH) + 1 H<sub>2</sub>O in näherem, 2 (O, OH) in weiterem Abstand) so zwischen den Ketten, daß Schichten || (100) entstehen (Fig. 55).

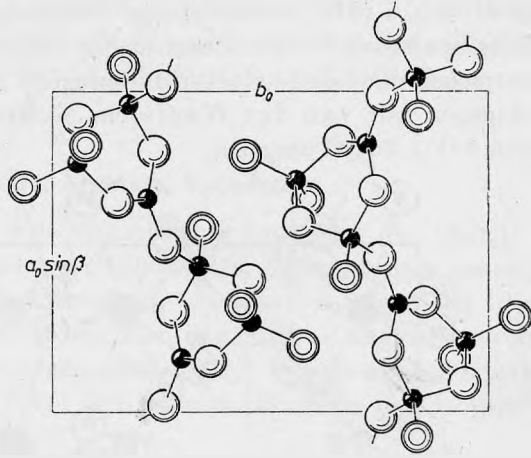


Fig. 55. Colemanit. Projektion längs [001]. Ca ist nicht gezeichnet

VI. Sulfate, Chromate, Wolframate

**Baryt, Schwerspat** BaSO<sub>4</sub> (R. W. James und W. A. Wood, 1925). Orthorhombisch. D<sub>2h</sub><sup>16</sup> — Pnma. Z = 4 (Fig. 56, gezeichnet nach W. L. Bragg, 1937). S ist tetraedrisch von 4 O, Ba mehr unregelmäßig von 12 O umgeben; letztere gehören gleichzeitig 7 verschiedenen SO<sub>4</sub>-Komplexen an. Die Spaltbarkeit ist vollkommen nach c {001}, ziemlich vollkommen nach {210}.

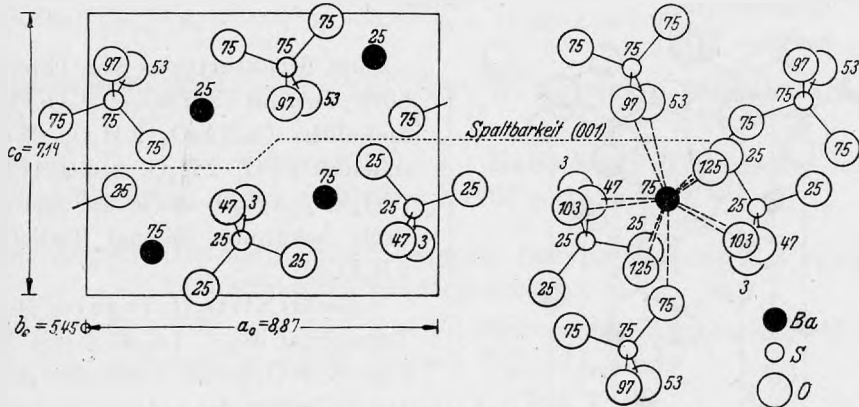


Fig. 56. Schwerspat BaSO<sub>4</sub>. Projektionen auf b (010)

Beispiele: BaBeF<sub>4</sub>, NH<sub>4</sub>BF<sub>4</sub>, KBF<sub>4</sub> (**Avogadrit**), RbBF<sub>4</sub>, CsBF<sub>4</sub>, TlBF<sub>4</sub>, SrSO<sub>4</sub> (**Coelestin**), BaSO<sub>4</sub> (**Baryt**), PbSO<sub>4</sub> (**Anglesit**), CoSO<sub>4</sub>, EuSO<sub>4</sub>, SrSeO<sub>4</sub>, BaSeO<sub>4</sub>, PbSeO<sub>4</sub> (**Kerstenit**), SrCrO<sub>4</sub>, BaCrO<sub>4</sub>, PbCrO<sub>4</sub>, KMnO<sub>4</sub>, NH<sub>4</sub>ClO<sub>4</sub>, KClO<sub>4</sub>, RbClO<sub>4</sub>, CsClO<sub>4</sub>, TlClO<sub>4</sub>, BaPO<sub>3</sub>F. — Im **Itoit** Pb<sub>3</sub>[GeO<sub>2</sub>(OH)<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>] ist ein Drittel der SO<sub>4</sub>-Tetraeder durch GeO<sub>2</sub>(OH)<sub>2</sub> ersetzt.



**Gips**  $\text{CaSO}_4 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$  (W. A. Wooster, 1936). Monoklin.  $C_{2h}^6$  —  $C2/c$ .  $Z = 4$  (Fig. 57, gezeichnet nach W. L. Bragg, 1937). Es liegt nach Wooster eine nach  $b$  (010) schichtförmige Struktur vor, durch welche die vorzügliche Spaltbarkeit nach dieser Fläche erklärt wird. Innerhalb der Schichten herrschen die relativ starken Bindungen  $\text{Ca}—\text{O}—\text{S}$ , von Schicht zu Schicht hingegen nur van der Waalsche Kräfte zwischen  $\text{Ca}$  und  $\text{H}_2\text{O}$ .  $\text{Ca}$  ist von  $6 \text{O} + 2 \text{H}_2\text{O}$  umgeben.

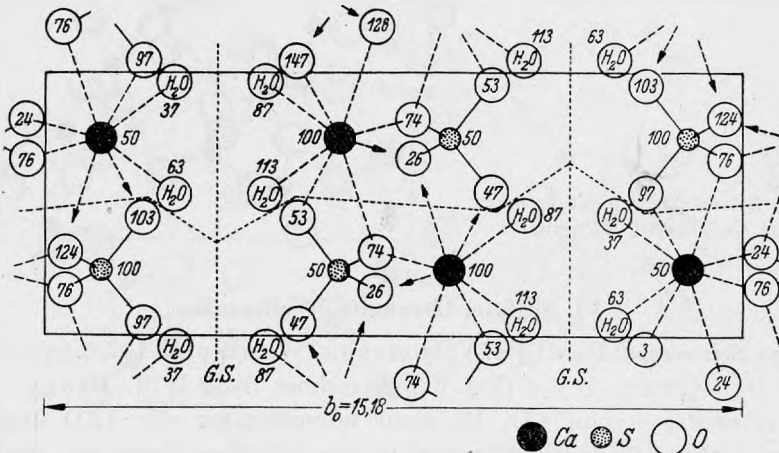


Fig. 57. Kristallstruktur von Gips nach Wooster, projiziert auf eine parallel [010] verlaufende Ebene. *G. S.* sind Gleitspiegelebenen und gleichzeitig die Spuren der vollkommenen Spaltbarkeit

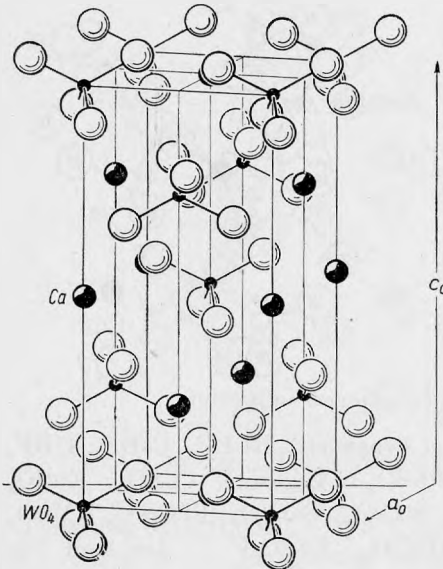


Fig. 58. Schemelit  $\text{CaWO}_4$ . Tetragonales innen-zentriertes Gitter

Zum Strukturtypus von Gips gehören **Brushit**  $\text{CaHPO}_4 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$ , **Pharmakolith**  $\text{CaHAsO}_4 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$ , **Weinschenkit**  $\text{YPO}_4 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$ , **Ardealit**  $\text{Ca}_2\text{H}[\text{PO}_4\text{SO}_4] \cdot 4 \text{H}_2\text{O}$  sowie das synthetisch bekannte Selenat  $\text{CaSeO}_4 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$ .

**Scheelit**  $\text{CaWO}_4$  (L. Vegard, 1926). Tetragonal.  $C_{4h}^6$  —  $I4_1/a$ .  $Z = 4$ , vgl. Fig. 58.  $\text{WO}_4$  bildet Tetraeder, die in der Richtung der  $c$ -Achse leicht gestaucht sind;  $\text{Ca}$  ist von 8 O in Form eines doppelten Disphenoides umgeben. Die vierzähligen Achsen stellen links- und rechtsdrehende Schraubenachsen dar, welche durch die Mitte der in Fig. 58 gezeichneten Viertelprismen verlaufen.

Als Beispiele sind bekannt:  $\text{CaMoO}_4$  (**Powellit**),  $\text{SrMoO}_4$ ,  $\text{BaMoO}_4$ ,  $\text{PbMoO}_4$  (**Wulfenit**),  $\text{CaWO}_4$  (**Scheelit**),  $\text{SrWO}_4$ ,  $\text{BaWO}_4$ ,  $\text{PbWO}_4$  (**Stolzit**),  $\text{BiAsO}_4$ ,  $\text{NaJO}_4$ ,  $\text{KJO}_4$ ,  $\text{CeGeO}_4$ ,  $\text{ZrGeO}_4$ ,  $\text{ThGeO}_4$  ( $< 1100^\circ\text{C}$ ),  $\text{UGeO}_4$ ,  $\text{CsSO}_3\text{F}$ ,  $\text{KCrO}_3\text{F}$ ;  $\text{LiLa}(\text{MoO}_4)_2$ ,  $\text{NaLa}(\text{MoO}_4)_2$ ,  $\text{KLa}(\text{MoO}_4)_2$ ,  $\text{LiLa}(\text{WO}_4)_2$ ,  $\text{NaLa}(\text{WO}_4)_2$ ,  $\text{KLa}(\text{WO}_4)_2$ ,  $\text{LiBi}(\text{MoO}_4)_2$ ,  $\text{NaBi}(\text{MoO}_4)_2$ ,  $\text{KBi}(\text{MoO}_4)_2$ ,  $\text{NaCe}(\text{WO}_4)_2$ ,  $\text{KCe}(\text{WO}_4)_2$ .

### VII. Phosphate, Arsenate, Vanadate

Analoger Bau und ähnliches kristallechemisches Verhalten der  $[\text{SiO}_4]^{4-}$  und  $[\text{PO}_4]^{3-}$  (bzw.  $\text{AsO}_4$ )-Tetraeder ermöglichen die Existenz einer ganzen Anzahl isotypen Silikate-Phosphate (bzw. Arsenate); jedoch ist die kristallechemische Analogie offenbar nicht so eng, daß — abgesehen von geringfügigen diadochen Vertretungen ( $\text{SiO}_4$ ,  $\text{PO}_4$ ) — eine nennenswerte Mischbarkeit (Isomorphie) die Folge sein könnte. Beispiele der Isotypie bzw. Homöotypie sind:

**Quarz-Berlinit** (F. Huttenlocher, 1935, H. Strunz, 1941).

$\text{SiSiO}_4$	$a_0 = 4.90$	$c_0 = 5.39$	$Z = 3/2$	Trigonal-trapezoedrisch
$\text{Al}[\text{PO}_4]$	$a_0 = 4.93$	$c_0 = 10.93$	$Z = 3$	

**Olivin-Triphylin** (B. Goßner und H. Strunz, 1932).

$(\text{Mg, Fe})_2[\text{SiO}_4]$	$a_0 = 6.01$	$b_0 = 4.78$	$c_0 = 10.30$	$Z = 4$	Rhombisch-dipyramidal
$\text{Li}(\text{Fe, Mn})[\text{PO}_4]$	$a_0 = 6.01$	$b_0 = 4.68$	$c_0 = 10.36$	$Z = 4$	

**Granat-Berzeliit** (F. Machatschki, 1930; W. Bubeek u. Machatschki, 1935).

$\text{Ca}_3\text{Al}_2[\text{SiO}_4]_3$	$a_0 = 12.02$	$Z = 8$	Kubisch-hex'oktaedrisch
$(\text{Ca, Na})_3\text{Mg}_2[\text{AsO}_4]_3$	$a_0 = 12.37$	$Z = 8$	

**Zirkon-Xenotim** (Die seit längerem bekannte Isotypie ist durch L. Vegard 1927 strukturell bestätigt worden).

$\text{Zr}[\text{SiO}_4]$	$a_0 = 6.59$	$c_0 = 5.94$	$Z = 4$	Ditetragonal-dipyramidal
$\text{Y}[\text{PO}_4]$	$a_0 = 6.89$	$c_0 = 6.04$	$Z = 4$	

**Huttonit-Monazit** (A. Pabst, 1951).

$\text{Th}[\text{SiO}_4]$	$a_0 = 6.80$	$b_0 = 6.96$	$c_0 = 6.54$	$\beta = 104^\circ 55'$	$Z = 4$	Monoklin-prismatisch
$\text{Ce}[\text{PO}_4]$	$a_0 = 6.77$	$b_0 = 6.98$	$c_0 = 6.47$	$\beta = 103^\circ 40'$	$Z = 4$	

**Danburit-Hurlbutit** (F. Machatschki, 1953).

$\text{CaB}_2[\text{SiO}_4]_2$	$a_0 = 8.77$	$b_0 = 8.03$	$c_0 = 7.74$	$Z = 4$	Rhombisch-dipyramidal
$\text{CaBe}_2[\text{PO}_4]_2$	$a_0 = 8.80$	$b_0 = 8.29$	$c_0 = 7.81$	$Z = 4$	

**Trimerit-Beryllonit** (H. Strunz, 1933, B. Goßner und J. Beßlein, 1934).

$\text{CaMn}_2\text{Be}_3[\text{SiO}_4]_3$	$a_0 = 2 \cdot 8.08$	$b_0 = 7.62$	$c_0 = 2 \cdot 13.96$	} Monoklin- prismatisch $C_{2h}^5 - P 2_1/c$
	$\beta = 90^\circ 09'$	$Z = 16$		
$\text{NaBe}[\text{PO}_4]$	$a_0 = 8.16$	$b_0 = 7.79$	$c_0 = 14.08$	}
	$\beta = 90^\circ$	$Z = 12$		

**Andalusit-Libethenit** (H. Strunz, 1935, H. Heritsch, 1939).

$\text{Al}_2[\text{O}   \text{SiO}_4]$	$a_0 = 7.78$	$b_0 = 7.92$	$c_0 = 5.57$	$Z = 4$	} Rhombisch-dipyramid. $D_{2h}^{12} - \text{Pnm}$
$\text{Cu}_2[\text{OH}   \text{PO}_4]$	$a_0 = 8.45$	$b_0 = 8.10$	$c_0 = 5.91$	$Z = 4$	

**Dixenit-Haematolith** (?).

$(\text{Mn}, \text{Mg})_5\text{As}_2 \cdots [(\text{OH})_2\text{O}_5   \text{SiO}_4]$	$a_0 = 8.22$	$c_0 = 37.44$	} Trigonal- rhomboedrisch $C_{3i}^2 - R 3$
		$Z = 3$	
$(\text{Mn}, \text{Mg}, \text{Fe})_5[(\text{OH})_7   \text{AsO}_4]$	$a_0 = 8.29$	$c_0 = 36.58$	}
		$Z = 3$	

**Datolith-Herderit** (H. Strunz, 1935).

$\text{CaB}[\text{OH}   \text{SiO}_4]$	$a_0 = 9.66$	$b_0 = 7.64$	$c_0 = 4.83$	} Monoklin- prismatisch $C_{2h}^5 - P 2_1/c$
	$\beta = 90^\circ 09'$	$Z = 4$		
$\text{CaBe}\{(\text{F}, \text{OH})   \text{PO}_4\}$	$a_0 = 9.82$	$b_0 = 7.70$	$c_0 = 4.81$	}
	$\beta = 90^\circ 06'$	$Z = 4$		

**Titanit-Tilasit** (H. Strunz, 1935).

$\text{CaTi}[\text{O}   \text{SiO}_4]$	$a_0 = 6.56$	$b_0 = 8.72$	$c_0 = 7.44$	$\beta = 119^\circ 43'$	} Monoklin- prismatisch $C_{2h}^6 - C 2/c$
				$Z = 4$	
$\text{CaMg}[\text{F}   \text{AsO}_4]$	$a_0 = 6.67$	$b_0 = 8.97$	$c_0 = 7.58$	$\beta = 120^\circ 59'$	}
				$Z = 4$	

**Thortveitit-Mg-Pyrophosphat** (F. Machatschki, 1935).

$\text{Sc}_2[\text{Si}_2\text{O}_7]$	$a_0 = 6.57$	$b_0 = 8.60$	$c_0 = 4.75$	} Monoklin
	$\beta = 103^\circ 08'$	$Z = 2$		
$\text{Mg}_2[\text{P}_2\text{O}_7]$	$a_0 = 2 \cdot 6.65$	$b_0 = 8.38$	$c_0 = 2 \cdot 4.54$	} $C_{2h}^3 - C 2/m$
	$\beta = 104^\circ 11'$	$Z = 8$		

Die strukturelle Analogie bezieht sich naturgemäß auch auf die mit Triphylin, Libethenit usw. isotypen Mineralien, die man aus den Tabellen der Systematik ersehen kann.

**Apatit**  $\text{Ca}_5[\text{F} | (\text{PO}_4)_3]$  (St. Náray-Szabó, 1930; M. Mehmel, 1930). Hexagonal.  $C_{6h}^2 - P 6_3/m$ .  $Z = 2$ , man vgl. Fig. 59. In der Struktur sind die  $\text{PO}_4$ -Gruppen als deformierte Tetraeder deutlich erkennbar. Ca ist in zwei Arten vorhanden: Ca—I liegt auf den dreizähligen Achsen und ist von 9 O umgeben, Ca—II ist im Fluorapatit von 6 O + 1 F, im Chlorapatit von 6 O + 2 Cl umgeben.

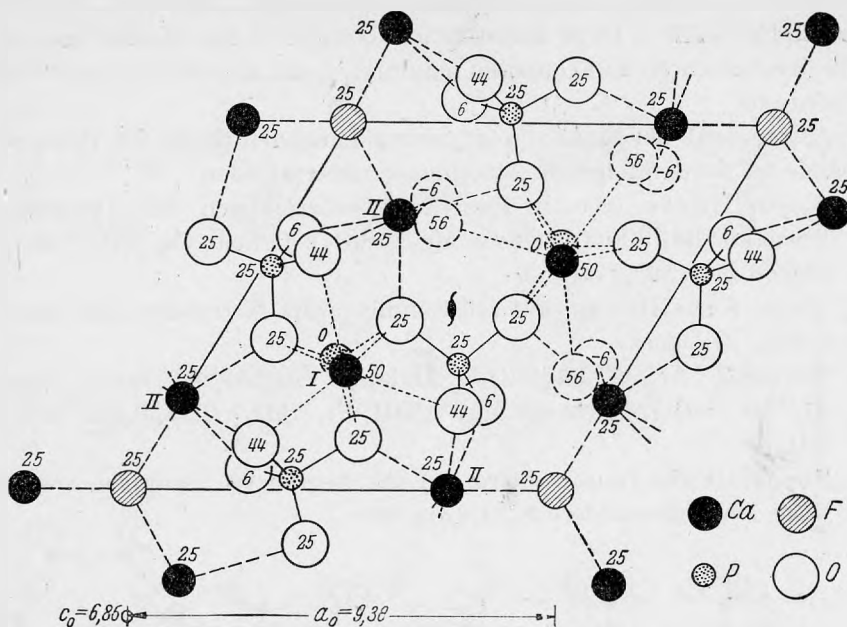


Fig. 59. Apatit, projiziert auf  $c$  (0001). Im Fluorapatit liegt F in  $z = 25$  und  $75$ , im Chlorapatit liegt Cl in  $z = 0$  und  $50$

Als weitere Beispiele kennt man die in der Systematik angeführten Mischkristalle, z. B. **Wilkeit**, in dem formal  $2 \text{ PO}_4$  zum Teil durch  $\text{SiO}_4 + \text{SO}_4$  ersetzt sind, sodann **Svabit**  $\text{Ca}_5[\text{F} | (\text{AsO}_4)_3]$ , **Pyromorphit**  $\text{Pb}_5[\text{Cl} | (\text{PO}_4)_3]$ , **Mimetesit**  $\text{Pb}_5[\text{Cl} | (\text{AsO}_4)_3]$  und **Vanadinit**  $\text{Pb}_5[\text{Cl} | (\text{VO}_4)_3]$  sowie die synthetischen Hydroxylapatite von Cd, Sr, Ba und Pb, auch das Chromat **Bellit** u. a.

### VIII. Silikate

In den Silikaten ist Silizium stets von 4 Sauerstoffen umgeben unter Bildung sehr regelmäßiger Tetraeder  $[\text{SiO}_4]^{4-}$ . Der Sauerstoff des Silikatkomplexes besitzt die charakteristische Eigenschaft, daß er gleichzeitig zwei verschiedenen Tetraedern angehören kann. Dadurch entstehen Doppeltetraeder  $[\text{Si}_2\text{O}_7]^{6-}$ , ringförmig geschlossene Baugruppen  $[\text{Si}_3\text{O}_9]^{6-}$ ,  $[\text{Si}_4\text{O}_{12}]^{8-}$ ,  $[\text{Si}_6\text{O}_{18}]^{12-}$  und Doppelringe  $[\text{Si}_6\text{O}_{15}]^{6-}$ ,  $[\text{Si}_8\text{O}_{20}]^{8-}$ ,  $[\text{Si}_{12}\text{O}_{30}]^{12-}$ , ferner durch weitere Verknüpfung über gemeinsame Sauerstoffe eindimensional unendliche Ketten, Doppelketten, zweidimensional unendliche Schichten und dreidimensional unendliche Gerüste.

Aluminium (mit dem Ionenradius  $0,51 \text{ \AA}$  für  $\text{Al}^{3+}$ ) spielt in den Silikaten eine Doppelrolle. Es kann sich einerseits koordinativ mit 6 Sauerstoffen umgeben und kristallechemisch ähnlich wie Magnesium verhalten (Aluminiumsilikate), andererseits in Viererkoordination das Silizium substituieren (Alumosilikate), letzteres naturgemäß nur unter Ausgleich der Ladungs-

differenz  $\text{Si}^{4+} - \text{Al}^{3+}$ . Diese Substitution beträgt in den Ketten maximal  $1/4$ , in den Schichten und Gerüsten maximal  $1/2$  des tetraedrisch koordinierten Siliziums.

Die Systematik der Silikate folgt der zunehmenden Größe der Tetraederverbände; es werden folgende Abteilungen unterschieden:

A. Nesosilikate ( $\nu\tilde{\nu}\sigma\sigma\zeta = \text{Insel}$ ) mit selbständigen  $\text{SiO}_4$ -Tetraedern: Phenakit  $\text{Be}_2^{[4]}[\text{SiO}_4]$ , Olivin  $\text{Mg}_2^{[6]}[\text{SiO}_4]$ , Granat  $\text{Ca}_3^{[8]}\text{Al}_2^{[6]}[\text{SiO}_4]_3$ , Zirkon  $\text{Zr}^{[8]}[\text{SiO}_4]$  etc.

A'. Neso-Subsilikate, mit selbständigen  $\text{SiO}_4$ -Tetraedern und zusätzlichen Anionen:

Sillimanit  $\text{Al}^{[6]}\text{Al}^{[4]}[\text{O} | \text{SiO}_4]$ , Andalusit  $\text{Al}^{[6]}\text{Al}^{[5]}[\text{O} | \text{SiO}_4]$ , Cyanit  $\text{Al}_2^{[6]}[\text{O} | \text{SiO}_4]$ , Norbergit  $\text{Mg}_3^{[6]}[(\text{OH}, \text{F})_2 | \text{SiO}_4]$ , Titanit  $\text{Ca}^{[7]}\text{Ti}^{[6]}[\text{O} | \text{SiO}_4]$ .

B. Sorosilikate ( $\sigma\omega\rho\theta\zeta = \text{Gruppe}$ ) mit begrenzten Gruppen, vorzugsweise Doppeltetraedern  $\text{Si}_2\text{O}_7$  (Fig. 60):

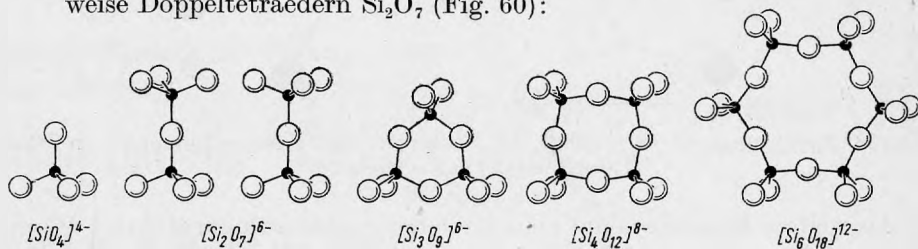


Fig. 60. Baugruppen der Silikate:  $[\text{SiO}_4]^{4-}$  der Nesosilikate, z. B. Phenakit  $\text{Be}_2[\text{SiO}_4]$ , Olivin  $\text{Mg}_2[\text{SiO}_4]$ ;  $[\text{Si}_2\text{O}_7]^{6-}$  der Sorosilikate, z. B. Thortveitit  $\text{Sc}_2[\text{Si}_2\text{O}_7]$ ;  $[\text{Si}_3\text{O}_9]^{6-}$ ,  $[\text{Si}_4\text{O}_{12}]^{8-}$ ,  $[\text{Si}_6\text{O}_{18}]^{12-}$  der Cyclosilikate, z. B. Benitoit  $\text{BaTi}[\text{Si}_3\text{O}_9]$ , Neptunit  $\text{Na}_2\text{FeTi}[\text{Si}_4\text{O}_{12}]$  (?), Beryll  $\text{Al}_2\text{Be}_3[\text{Si}_6\text{O}_{18}]$

Thortveitit  $\text{Sc}_2^{[6]}[\text{Si}_2\text{O}_7]$ , Gehlenit  $\text{Ca}_2^{[8]}\text{Al}^{[4]}[(\text{Si}, \text{Al})_2\text{O}_7]$ , Hemimorphit  $\text{Zn}_4^{[4]}[(\text{OH})_2 | \text{Si}_2\text{O}_7] \cdot \text{H}_2\text{O}$ , Melanotekit  $\text{Pb}_2^{[8]}\text{Fe}^{[6]}\text{Fe}^{[4]}[\text{O}_2 | \text{Si}_2\text{O}_7]$ , Epidot  $\text{Ca}_2^{[8]}(\text{Fe}, \text{Al})^{[6]}\text{Al}_2^{[6]}[\text{O} | \text{OH} | \text{SiO}_4 | \text{Si}_2\text{O}_7]$ .

C. Cyclosilikate mit geschlossenen Tetraederringen oder -Doppelringen (Fig. 60):

Benitoit  $\text{BaTi}[\text{Si}_3\text{O}_9]$ , Elpidit  $\text{Na}_2\text{Zr}[\text{Si}_6\text{O}_{18}] \cdot 3 \text{H}_2\text{O}$  (mit Doppel-Dreerring), Axinit  $\text{Ca}_2(\text{Fe}, \text{Mn})\text{AlAl}[\text{BO}_3\text{OH} | \text{Si}_4\text{O}_{12}]$ , Beryll  $\text{Al}_2\text{Be}_3[\text{Si}_6\text{O}_{18}]$ , Milarit  $\text{KCa}_2\text{AlBe}_2[\text{Si}_{12}\text{O}_{30}] \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$  (mit Doppel-Secherring).

D. Inosilikate ( $\tilde{\nu}\zeta, \tilde{\nu}\rho\theta\zeta = \text{Faser}$ ) mit eindimensional unendlichen Tetraederketten oder -Doppelketten, wobei die Periodizität in der Kettenrichtung zwei, drei, fünf oder sieben Tetraederlängen betragen kann (Fig. 61):

Diopsid  $\text{CaMg}[\text{Si}_2\text{O}_6]$ , Tremolit  $\text{Ca}_2(\text{Mg}, \text{Fe})_5[\text{OH} | \text{Si}_4\text{O}_{11}]_2$ , Wollastonit  $\text{Ca}_3[\text{Si}_3\text{O}_9]$ , Xonotlit  $\text{Ca}_6[(\text{OH})_2 | \text{Si}_6\text{O}_{17}]$ , Rhodonit  $\text{CaMn}_4[\text{Si}_5\text{O}_{15}]$ , Pyroxmangit  $(\text{Mn}, \text{Fe})_7[\text{Si}_7\text{O}_{21}]$ .

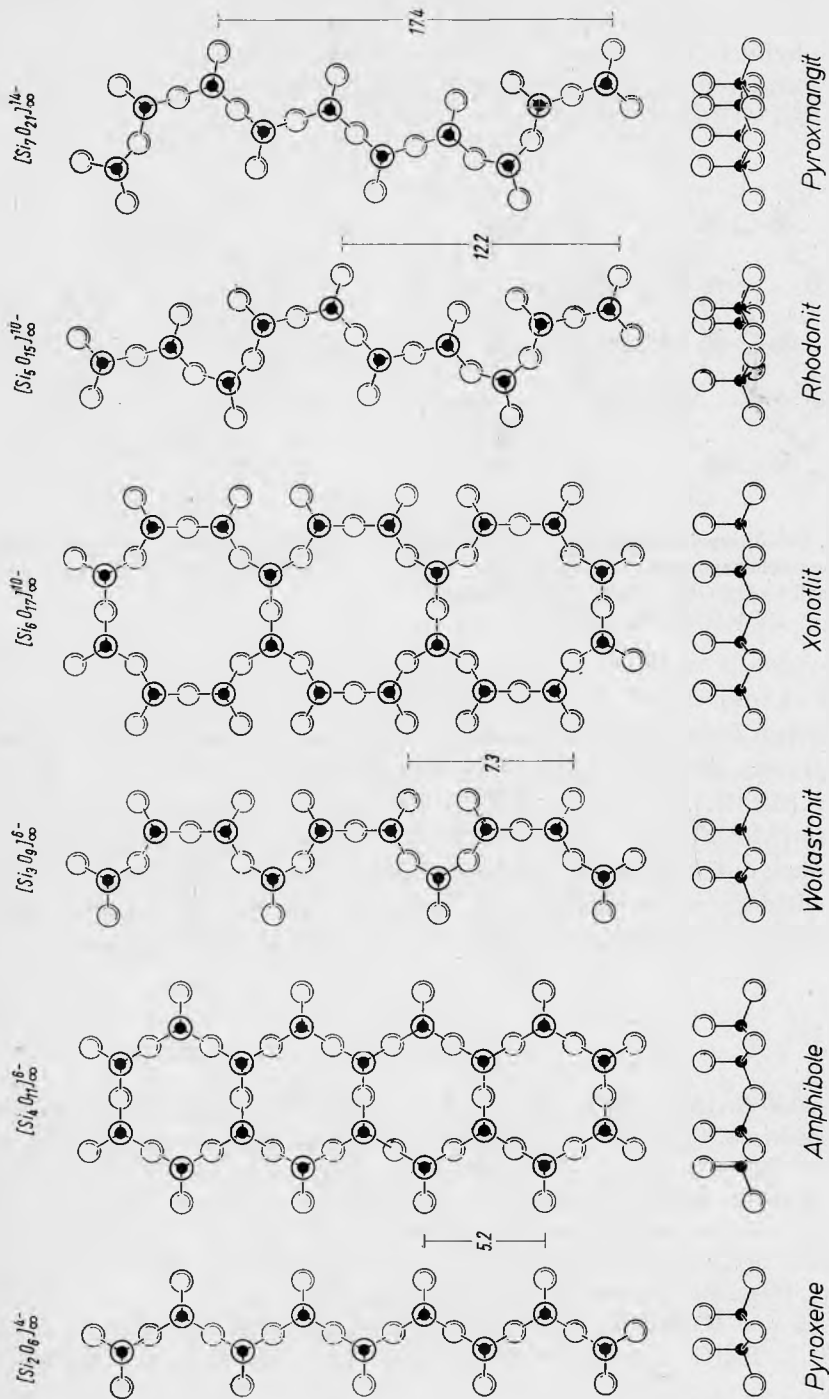


Fig. 61. Eindimensionale unendliche Baugruppen der Inosilikate

E. Phyllosilikate (*φύλλον* = Blatt) mit zweidimensional unendlichen Tetraederschichten; tetragonale Symmetrie der Schichten hat Apophyllit  $\text{KCa}_4[\text{F} | (\text{Si}_4\text{O}_{10})_2] \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ ; pseudohexagonale Symmetrie haben Pyrophyllit  $\text{Al}_2[(\text{OH})_2 | \text{Si}_4\text{O}_{10}]$ , Muskovit  $\text{KAl}_2[(\text{OH})_2 | \text{AlSi}_3\text{O}_{10}]$ , Kaolinit  $\text{Al}_4[(\text{OH})_8 | \text{Si}_4\text{O}_{10}]$ .

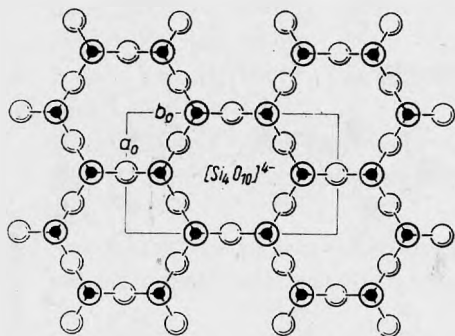


Fig. 62. Zweidimensional unendliche Baugruppen der pseudohexagonalen Phyllosilikate, z. B. Pyrophyllit  $\text{Al}_2[(\text{OH})_2 | \text{Si}_4\text{O}_{10}]$  oder Muskovit  $\text{KAl}_2[(\text{OH}, \text{F})_2 | \text{AlSi}_3\text{O}_{10}]$

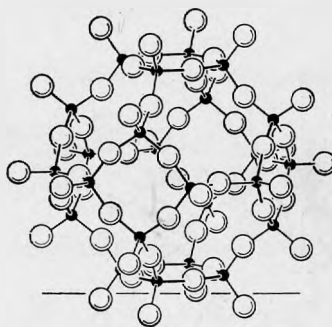


Fig. 63. Dreidimensional unendliches Tetraedergerüst der Ultramarine

F. Tektosilikate (*τεκτορεία* = Fachwerk) mit dreidimensional unendlichen Tetraedergerüsten. Als Prototypen der Gerüststrukturen können Quarz, Tridymit und Cristobalit angesehen werden. Im Kalsilit  $\text{K}[\text{AlSiO}_4]$ , Leucit  $\text{K}[\text{AlSi}_2\text{O}_6]$  und in den Feldspäten  $\text{K}[\text{AlSi}_3\text{O}_8]$ ,  $\text{Ca}[\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8]$  usw. wird Si z. T. durch Al ersetzt, in einigen Silikaten auch durch B oder Be, letztere zählen jedoch nur dann zu den Gerüstsilikaten, wenn ein diadocher Austausch (Si, B) oder (Si, Be) möglich ist. Das Verhältnis von (Si + Al + B + Be): O ist dann immer 1:2.

### A. Nesosilikate

**Phenakit**  $\text{Be}_2[\text{SiO}_4]$  (W. L. Bragg & W. H. Zachariasen, 1930). Trigonal-rhomboedrisch,  $C_{3i}^2$ —R3. Die Struktur ist aus dreidimensional miteinander verknüpften  $\text{SiO}_4$ - und  $\text{BeO}_4$ -Tetraedern aufgebaut, so daß jedes O das Zentrum eines Dreiecks bildet mit einem Si und 2 Be an den Ecken; in Richtung der c-Achse liegt eine regelmäßige Folge Si-Be-Be-Si-Be-Be . . . vor. Es handelt sich also trotz der Tetraederkoordination um Si und Be nicht um eine Diadochie (Si, Be), Phenakit ist als ein Nesosilikat anzusehen.

Isotyp sind **Willemit**  $\text{Zn}_2[\text{SiO}_4]$ , **Eukryptit**  $\alpha\text{-LiAl}[\text{SiO}_4]$ ,  $\text{Li}_2[\text{BeF}_4]$ ,  $\text{Li}_2[\text{MoO}_4]$ ,  $\text{Li}_2[\text{WO}_4]$ ,  $\text{Be}_2[\text{GeO}_4]$ ,  $\text{Zn}_2[\text{GeO}_4]$ ,  $\text{LiAl}[\text{GeO}_4]$ ,  $\text{LiGa}[\text{GeO}_4]$ , sehr ähnlich ist  $\text{Ge}_3\text{N}_4$ .

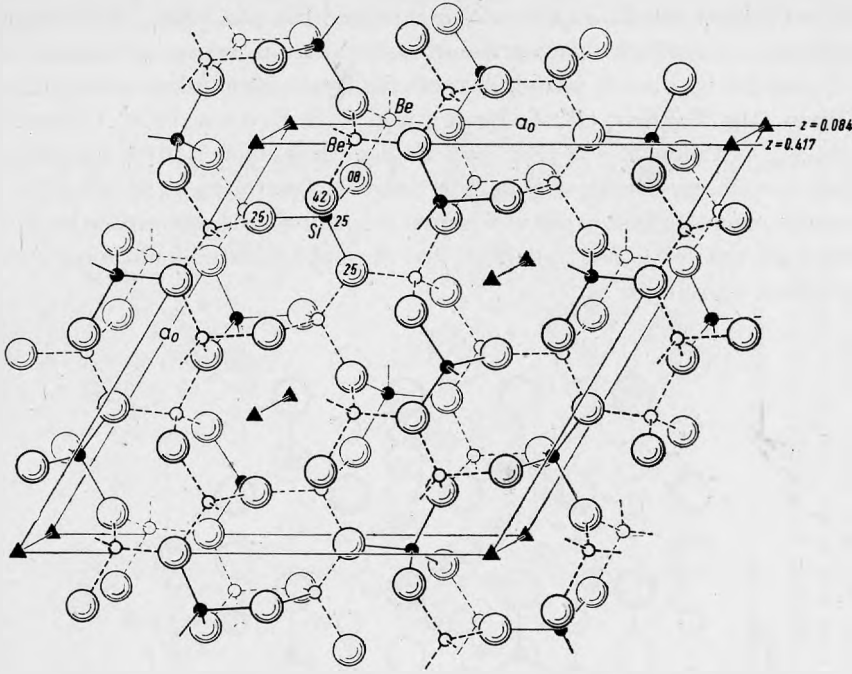


Fig. 64. Phenakit. In-Richtung der c-Achse ist nur etwa die Hälfte der Elementarzelle gezeichnet

**Hodgkinsonit**  $Mn^{[6]}Zn_2^{[4]}[(OH)_2 | SiO_4]$  (P. J. Rentzeperis, 1963). Monoklin,  $C_{2h}^5-P2_1/a$ ;  $a_0 = 8.12$ ,  $b_0 = 5.32$ ,  $c_0 = 11.76 \text{ \AA}$ ,  $\beta = 95^\circ 15'$ ;  $Z = 4$ . Mn ist oktaedrisch von (5 OH + 1 O) umgeben,  $Zn_I$  tetraedrisch von 4 O,  $Zn_{II}$  tetraedrisch von (2 O + 2 OH). Durch Vernetzung der  $Zn(O,OH)_4$ - und  $SiO_4$ -Tetraeder über gemeinsame Spitzen entstehen Schichten parallel (001), desgleichen entstehen durch Vernetzung der  $Mn(O,OH)_6$ -Oktaeder über gemeinsame Kanten ebenfalls Schichten parallel (001) (vgl. Fig. 65). Beide Arten von Ebenen können relativ leicht voneinander getrennt werden, so daß dadurch die perfekte Spaltbarkeit von Hodgkinsonit nach der Basis zu erklären ist.

Hodgkinsonit ist neben Willemitt, Hardystonit und Hemimorphit ein

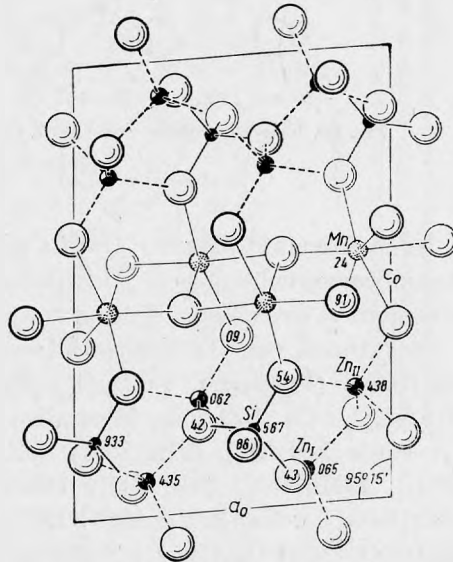


Fig. 65. Hodgkinsonit, Projektion auf (010) ?



weiteres Silikat mit Zn in Viererkoordination. Die  $(\text{Zn}_2\text{SiO}_4)_x$ -Schichten von Hodgkinsonit sind strukturverwandt mit Willemit, wobei die Normale zu  $(10\bar{2})$  von Hodgkinsonit pseudohexagonale Symmetrie erkennen läßt.

**Olivin**  $(\text{Mg, Fe})_2\text{SiO}_4$  (W. L. Bragg und G. B. Brown, 1926). Orthorhombisch.  $D_{2h}^{16} - \text{Pmcn}$ .  $Z = 4$  (Fig. 66). Es liegt eine nach  $b$   $[010]$  pseudohexagonale, annähernd dichtest gepackte Sauerstoffverteilung vor mit Si in den tetraedrischen, Mg in den oktaedrischen Koordinationszentren. Jedes Sauerstoffion ist mit je  $1/3$  Wertigkeit an drei Mg gebunden und mit einer ganzen Wertigkeit an nur ein Si.

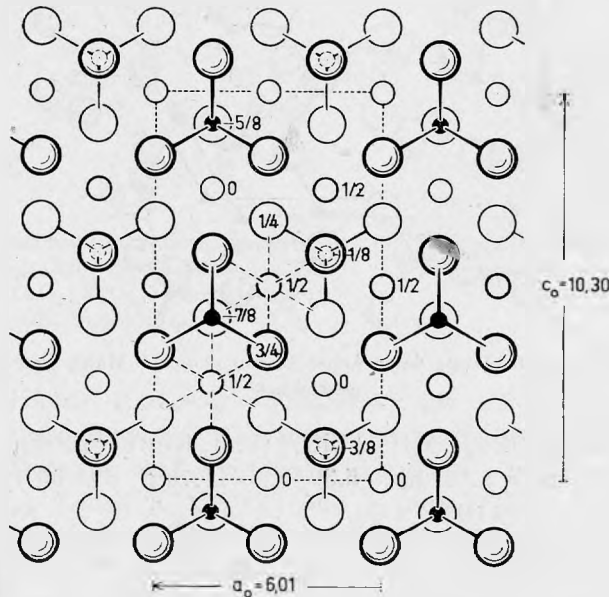


Fig. 66. Kristallstruktur von Olivin (W. L. Bragg und G. B. Brown, 1926).  
Projektion auf  $b$   $(010)$

Im Monticellit  $\text{CaMgSiO}_4$  ruft Ca mit seiner gegenüber Mg etwas größeren Raumbeanspruchung eine Aufweitung der Sauerstoffpackung hervor, die besonders in einer Vergrößerung von  $a_0$  und  $c_0$  zum Ausdruck kommt.

Strukturen vom Olivintypus besitzen die Mineralien der Olivinreihe,  $\text{Mg}_2[\text{SiO}_4]$  (**Forsterit**),  $\text{Fe}_2[\text{SiO}_4]$  (**Fayalit**),  $\text{Mn}_2[\text{SiO}_4]$  (**Tephroit**), ferner  $\text{Ni}_2[\text{SiO}_4]$ ,  $\alpha\text{-Ca}_2[\text{SiO}_4]$ , die Mineralien der **Triphylinreihe**  $\text{Li}(\text{Fe}^{2+}, \text{Mn}^{2+})[\text{PO}_4]$  ... sowie  $\text{Li}_3[\text{PO}_4]$ ,  $\text{LiMg}[\text{PO}_4]$ ,  $\text{LiZn}[\text{PO}_4]$ ,  $\text{LiCd}[\text{PO}_4]$ ,  $\text{LiCo}[\text{PO}_4]$ ,  $\text{LiNi}[\text{PO}_4]$ ,  $\text{LiMn}[\text{PO}_4]$ ,  $\text{Al}_2[\text{BeO}_4]$  (**Chrysoberyll**),  $\text{AlGa}[\text{BeO}_4]$ ,  $\text{AlFe}[\text{BeO}_4]$ ,  $\text{AlCr}[\text{BeO}_4]$ ,  $\alpha\text{-Na}_2[\text{BeF}_4]$ ,  $\text{MgAl}[\text{BO}_4]$  (?),  $\text{Mg}_2[\text{GeO}_4]$ ,  $\text{Ca}_2[\text{GeO}_4]$ ,  $\text{Sr}_2[\text{GeO}_4]$ ,  $\text{Ba}_2[\text{GeO}_4]$  und  $\text{Cd}_2[\text{GeO}_4]$ . Außerdem dürfte Homöotypie mit „**Arcanit**“  $\alpha\text{-K}_2\text{SO}_4$  und **Tarapacait**  $\text{K}_2\text{CrO}_4$  vorliegen. Das 1952 entdeckte Mineral

**Sinhalit**  $MgAl[BO_4]$  hat zwar dem Olivin analoge Gitterkonstanten, aber eine andere Raumgruppe; möglicherweise ist die Strukturformel  $MgAl[O|BO_3]$  mit Pseudotetraedern  $BO_3O$ .

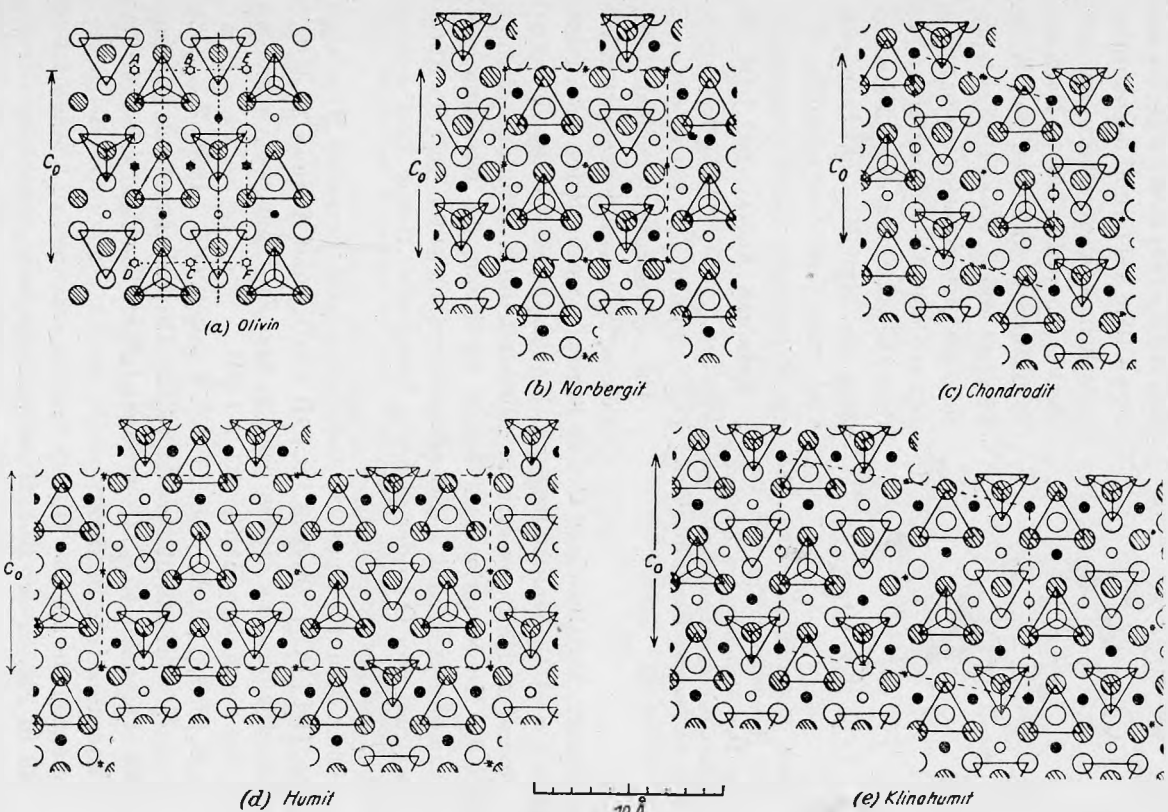


Fig. 77. Olivin und die Mineralien der Norbergitgruppe. Projektionen der Kristallstrukturen auf  $b(010)$ . Die Dreiecke bedeuten  $SiO_4$ -Tetraeder mit der Spitze abwechselnd nach oben und unten. Die nicht zu Dreiecken (Tetraedern) gehörenden großen Kreise bedeuten die eingelagerten (OH, F)-Ionen (nach W. L. Bragg, G. B. Brown, W. H. Taylor, J. West, 1926 bis 1929)

<b>Norbergit</b>	$Mg_3[(OH, F)_2]$	$SiO_4$	orthorhombisch, $D_{2h}^{16}$	Pmen;
<b>Chondradit</b>	$Mg_5[(OH, F)_2]$	$(SiO_4)_2$	monoklin, $C_{2h}^2$	$P2_1/c$ ;
<b>Humit</b>	$Mg_7[(OH, F)_2]$	$(SiO_4)_3$	orthorhombisch, $D_{2h}^{16}$	Pmen;
<b>Klinhumit</b>	$Mg_9[(OH, F)_2]$	$(SiO_4)_4$	monoklin, $C_{2h}^2$	$P2_1/c$ .

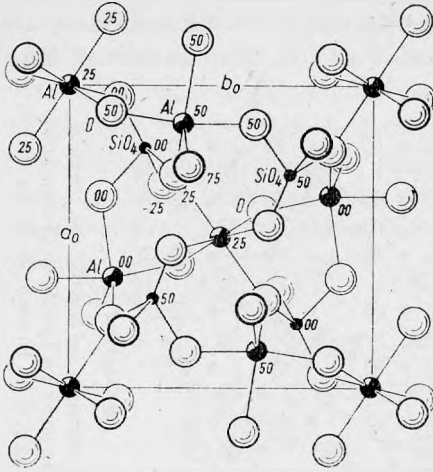


Fig. 68. Andalusit, Projektion auf  $c(001)$ . Die Zahlen geben die Höhenlage in Prozenten von  $c_0 = 5.57 \text{ \AA}$  an. Das Aluminium im Zentrum und in den Ecken der Zeichnung besitzt die Höhe 25 und 75; zur besseren Übersichtlichkeit wurde Al mit  $z = 75$  nicht gezeichnet

Diese vier Mineralien zeigen eine interessante morphotrope Verwandtschaft, auf die bereits Penfield und Howe 1894 sowie Barlow und Pope 1906 auf Grund der morphologischen Achsenverhältnisse aufmerksam gemacht haben. Nach den Strukturbestimmungen von W. H. Taylor und J. West 1928 entsprechen die Gitterkonstanten  $b_0$  und  $c_0$  den analogen Gitterkonstanten von Olivin, während  $a_0$  durch Einschaltung von  $\text{Mg}(\text{OH})_2$ -Schichten parallel (100) verändert wird (Fig. 67; vgl. Systematik: Norbergitgruppe).

**Andalusit**  $\text{Al}_2[\text{O} | \text{SiO}_4]$  (W. H. Taylor, 1929). Orthorhombisch.  $D_{2h}^{12} - \text{Pnm}$ .  $Z = 4$  (Fig. 68).

Die Strukturunterschiede der gleichartig zusammengesetzten Mineralien Sillimanit, Andalusit und Cyanit liegen im wechselnden koordinativen Verhalten von Al. Die eine Hälfte der Al-Ionen ist stets oktaedrisch von 6 O umgeben, die andere Hälfte besitzt im Sillimanit die Koordinationszahl 4, im Andalusit die Koordinationszahl 5 und im Cyanit die Koordinationszahl 6. Die Koordinationszahl 5 tritt außerordentlich selten auf; im Andalusit ist es so, daß drei O in der gleichen Ebene wie Al und zwei weitere schräg darüber und darunter liegen.

Die im gleichen Strukturtypus wie Andalusit kristallisierenden Mineralien **Libethenit**  $\text{Cu}_2[\text{OH} | \text{PO}_4]$ , **Olivenit**  $\text{Cu}_2[\text{OH} | \text{AsO}_4]$  und **Adamin**  $\text{Zn}_2[\text{OH} | \text{AsO}_4]$  besitzen für die eine Hälfte der Cu- und Zn-Ionen die Umgebung  $4 \text{ O} + 2 \text{ OH}$ , für die andere Hälfte  $4 \text{ O} + 1 \text{ OH}$ .

**Granat**  $\text{Ca}_3\text{Al}_2[\text{SiO}_4]_3$  (G. Menzer, 1925). Kubisch.  $\text{O}_h^{10} - \text{Ia}3d$ .  $Z = 8$ . Ca ist in Form eines würfelförmigen doppelten Disphenoides von 8 O umgeben, Al bildet Oktaeder  $\text{AlO}_6$ . Jedes Sauerstoffteilchen steht mit 1 Si, 1 Al und 2 Ca in koordinativer Bindung.

Um die Innenzentrierung des Gitters bequem erkennen zu können, ist zu beachten, daß in Fig. 69 der Koordinatenanfangspunkt gegenüber der gezeichneten Zelle um  $\frac{1}{4} a_0$  verschoben ist und mit dem links oben eingezeichneten Kreuz zusammenfällt.

Strukturen vom Granattypus besitzen:  $\text{Na}_3\text{Al}_2[\text{LiF}_4]_3$  (**Kryolithionit**),  $\text{NaCa}_2(\text{Mg}, \text{Mn})_2[\text{AsO}_4]_3$  (**Berzeliit**),  $\text{Mg}_3\text{Al}_2[\text{SiO}_4]_3$  (**Pyrop**),  $\text{Fe}_3\text{Al}_2[\text{SiO}_4]_3$  (**Almandin**),  $\text{Mn}_3\text{Al}_2[\text{SiO}_4]_3$  (**Spessartin**),  $\text{Ca}_3\text{Al}_2[\text{SiO}_4]_3$  (**Grossular**),  $\text{Mn}_3\text{Fe}_2$ -

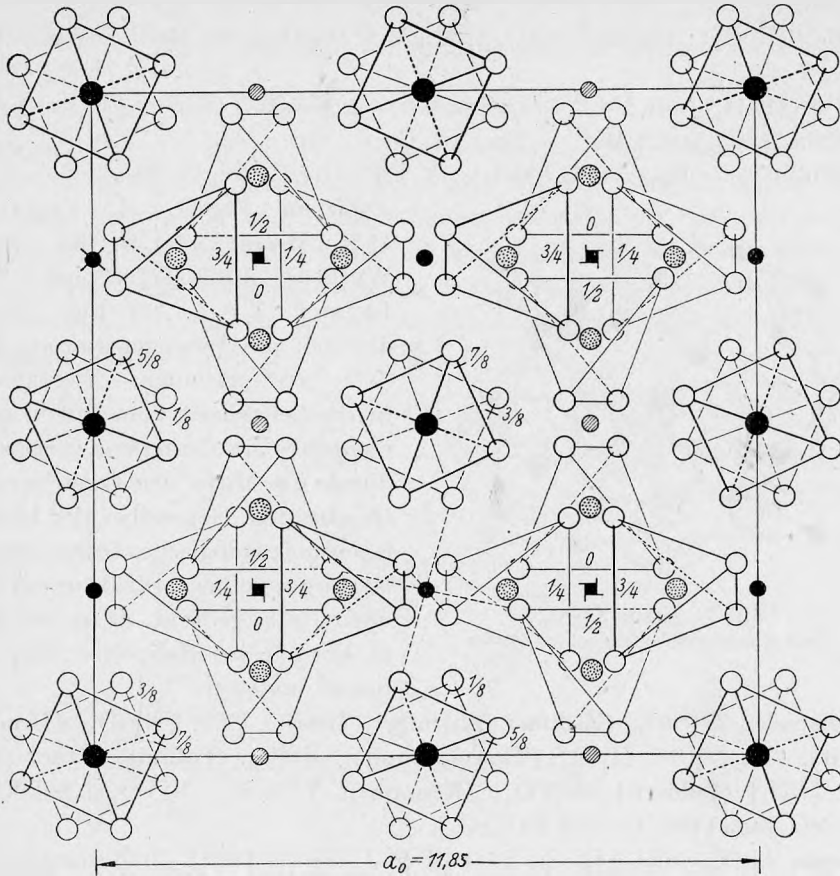


Fig. 69. Granat, Projektion auf eine Würfelfläche. Die den Tetraedern beigegefügt Zahlen bedeuten die Höhenlage der Tetraederzentren bzw. Si-Ionen

- = Ca, das um  $\frac{1}{2}$  höher als Si liegt;                      ○ = Sauerstoff,
- = Al in  $\frac{1}{4}$  und  $\frac{3}{4}$ ;    ◼ = linke vierzählige Schraubenachse;
- = 2 Ca, wovon jedes um  $\frac{1}{4}$  höher liegt als Si;       ◼ = rechte vierzählige Schraubenachse.
- = Al in 0 und  $\frac{1}{2}$ ;

$[\text{SiO}_4]_3$  (**Calderit**),  $\text{Ca}_3\text{Fe}_2^{2+}[\text{SiO}_4]_3$  (**Andradit**),  $\text{Mg}_3\text{Cr}_2^{2+}[\text{SiO}_4]_3$ ,  $\text{Ca}_3\text{Cr}_2^{2+}[\text{SiO}_4]_3$  (**Uwarowit**),  $\text{Ca}_3\text{Zr}_2[\text{Al}_2\text{SiO}_{12}]$  (**Kimzeyit**),  $\text{Ca}_3\text{V}_2[\text{SiO}_4]_2$  (**Goldmanit**), die in der Klassifikation genannten Mischkristalle sowie die synthetischen Verbindungen:

$\text{Me}^{\text{II}}\text{Gd}_2\text{Mn}_2[\text{GeO}_4]_3$  mit  $\text{Me}^{\text{II}} = \text{Ca, Mn, Cu, Cd, Co, Zn, Ni, Mg}$ ;

$\text{Me}^{\text{II}}\text{Y}_2\text{Mn}_2[\text{GeO}_4]_3$  mit  $\text{Me}^{\text{II}} = \text{Ca, Mn}$ ;

$\text{Gd}_3\text{Me}_2^{\text{II}}[\text{GaGe}_2\text{O}_{12}]$  mit  $\text{Me}^{\text{II}} = \text{Mn, Co, Zn, Mg, Ni}$ ;

$\text{Ca}_3\text{Me}^{\text{IV}}\text{Me}^{\text{II}}[\text{GeO}_4]_3$  mit  $\text{Me}^{\text{IV}}/\text{Me}^{\text{II}} = \text{Ti/Mg, Ti/Co, Ti/Ni, Sn/Co, Zr/Co, Zr/Mg, Zr/Ni}$ ;

$\text{CaNa}_2\text{Me}_2^{\text{IV}}[\text{GeO}_4]_3$  mit  $\text{Me}^{\text{IV}} = \text{Sn, Ti}$ ;

$\text{Ca}_3\text{Me}_2^{\text{III}}[\text{GeO}_4]_3$ ,  $\text{Cd}_3\text{Me}_2^{\text{III}}[\text{GeO}_4]_3$ ,  $\text{Mn}_3\text{Me}_2^{\text{III}}[\text{GeO}_4]_3$  mit  $\text{Me}^{\text{III}} = \text{Al, Ga, Cr, Fe, V}$ ;

$\text{Me}_3^{\text{III}}\text{Fe}_2[\text{FeO}_4]_3$  mit  $\text{Me}^{\text{III}} = \text{Y, Sm, Gd}$ ;

$\text{Me}_3^{\text{III}}\text{Ga}_2[\text{GaO}_4]_3$  mit  $\text{Me}^{\text{III}} = \text{Sm, Nd, Ce}$ ;

$\text{Mn}_3\text{NbZn}[\text{FeGe}_2\text{O}_{12}]$ ;  $\text{Y}_3\text{Al}_2[\text{AlO}_4]_3$ ;  $\text{Y}_3\text{YAl}[\text{AlO}_4]_3$ ;  $\text{Na}_3\text{Al}_2[\text{PO}_4]_3$ .

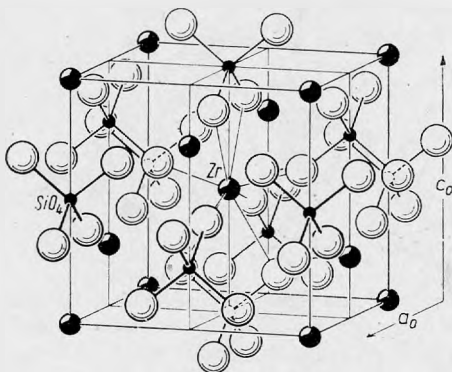


Fig. 70. Zirkon  $\text{ZrSiO}_4$ .  
Innenzentriertes tetragonales Gitter

**Zirkon**  $\text{ZrSiO}_4$  (L. Vegard, 1925; Hassel und Binks, 1926; Wyckoff, 1927). Tetragonal.  $D_{4h}^{19}$ — $I4_1/amd$ .  $Z = 4$ . Aus Fig. 70 ist deutlich die Innenzentrierung der Zelle zu erkennen. Vierzählige Schraubenachsen vom linken und rechten Schraubungssinn verlaufen durch die Mitte der gezeichneten Quadranten. Gegenüber der bisherigen morphologischen Orientierung ist die gezeichnete Struktur um  $45^\circ$  um  $c$  [001] gedreht. Zr ist von 8 O in Form eines doppelten Disphenoides umgeben.

Beispiele:  $\text{Zr}[\text{SiO}_4]$  (**Zirkon**),  $\text{Th}[\text{SiO}_4]$  (**Thorit**),  $(\text{Th, U})[\text{SiO}_4]$  (**Uranthorit**),  $(\text{Th, U})[(\text{Si, H}_4)\text{O}_4]$  (**Thorogummit**),  $\text{U}[\text{SiO}_4]$  (**Coffinit**), ferner  $(\text{Ta, Nb})[\text{BO}_4]$  (**Behierit**),  $\text{Y}[\text{PO}_4]$  (**Xenotim**),  $\text{Y}[\text{AsO}_4]$ ,  $\text{Y}[\text{VO}_4]$ ,  $\text{Sc}[\text{PO}_4]$ ,  $\text{Th}[\text{GeO}_4]$  ( $> 1100^\circ\text{C}$ ) und  $\text{Ca}[\text{CrO}_4]$ .

**Topas**  $\text{Al}_2[\text{F}_2 | \text{SiO}_4]$  (N. A. Alston & J. West, 1928). Orthorhombisch.  $D_{2h}^{16}$ — $\text{Pbnm}$ ,  $Z = 4$ . Die Struktur besteht aus  $[\text{SiO}_4]$ -Tetraedern und  $[\text{AlO}_4\text{F}_2]$ -Oktaedern. Die Oktaeder sind teils über gemeinsame Ecken (F), teils über gemeinsame Kanten (O—O) miteinander verbunden; die vier O gehören zudem je einem  $[\text{SiO}_4]$ -Tetraeder an, so daß jeder Sauerstoff gleichzeitig an ein Si und zwei Al, jedes F nur an zwei Al gebunden ist. Strukturell hervortretende Richtungen

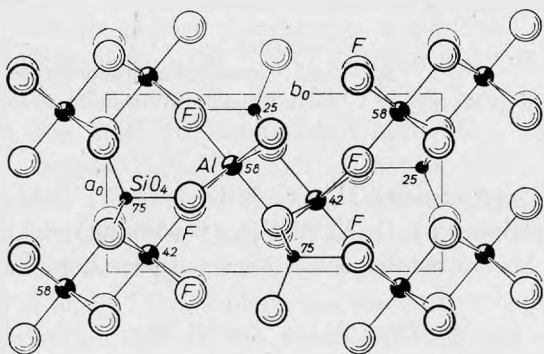


Fig. 71. Topas. Projektion auf (001)

führen zur Ausbildung morphologisch bevorzugter Zonen, z. B. [110]; die vorzügliche Spaltbarkeit parallel der Basis geht offenbar darauf zurück, daß parallel (001) stabile

$-\text{[SiO}_4\text{]}-\text{Al}$   
 $-\text{[SiO}_4\text{]}-\text{Al}$   $\rangle$   $[\text{SiO}_4]$ -Ebenen vorliegen, die mit den nächsten entsprechenden Ebenen nur über Oktaederecken verknüpft sind.

**Titanit**  $\text{CaTi}[\text{O} \mid \text{SiO}_4]$  (W. H. Zachariassen, 1930). Monoklin.  $C_{2h}^6$ — $C2/c$ .  $Z = 4$ . Die Zeichnung der Fig. 72 ist aus dem Strukturbericht übernommen.  $\text{SiO}_4$  bildet wie in allen bisher besprochenen Silikatstrukturen selbständige inselartige Tetraeder; Ti liegt innerhalb einer oktaedrischen Gruppe von sechs Sauerstoffionen, Ca besitzt die Koordinationszahl 7.

Zum Strukturtypus von Titanit gehören auch **Tilasit**  $\text{CaMg}[\text{F} \mid \text{AsO}_4]$  und **Durangit**  $\text{NaAl}[\text{F} \mid \text{AsO}_4]$ .

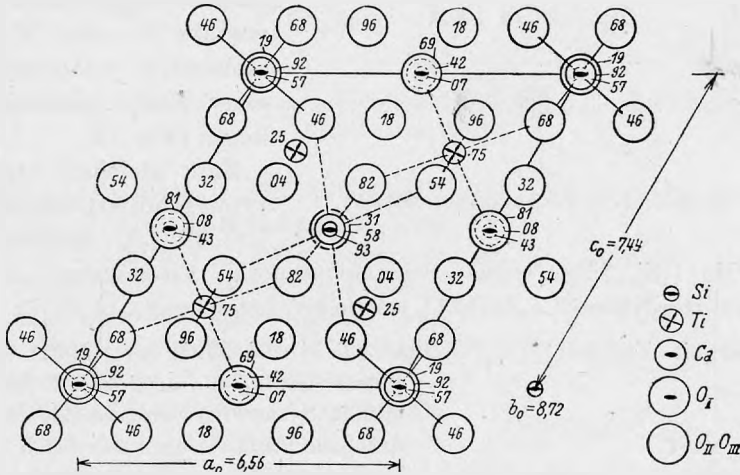


Fig. 72. Titanit  $\text{CaTi}[\text{O} \mid \text{SiO}_4]$ . Projektion auf  $b(010)$ .  $\beta = 119^\circ 43'$

**B. Sorosilikate**

**Thortveitit**  $\text{Sc}_2[\text{Si}_2\text{O}_7]$  (W. H. Zachariassen, 1930). Monoklin.  $C_{2h}^3$ — $C2/m$ .  $Z = 2$ . Eine Baugruppe  $\text{Si}_2\text{O}_7$  liegt um den Koordinatenanfangspunkt, die andere um den Mittelpunkt der monoklinen Basis, entsprechend der Forderung der Gittersymmetrie  $C2/m$ . Scandium besitzt die Koordinationszahl 6.

Zum gleichen Strukturtypus gehört  $\text{Sc}_2[\text{Ge}_2\text{O}_7]$  und nach F. Machatschki (1935) auch das synthetisch bekannte Magnesiumpyrophosphat  $\text{Mg}_2[\text{P}_2\text{O}_7]$ .

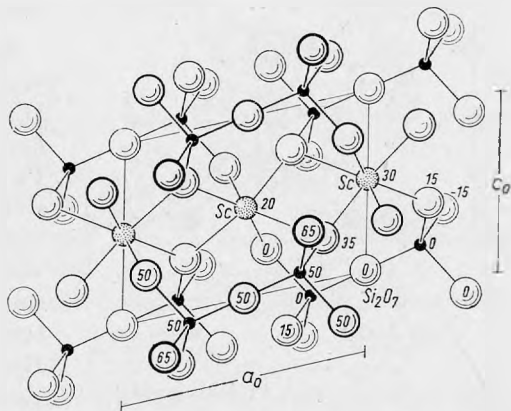


Fig. 73. Thortveitit. Projektion auf  $b(010)$ . Der monokline Winkel  $\beta$  beträgt  $103^\circ 08'$

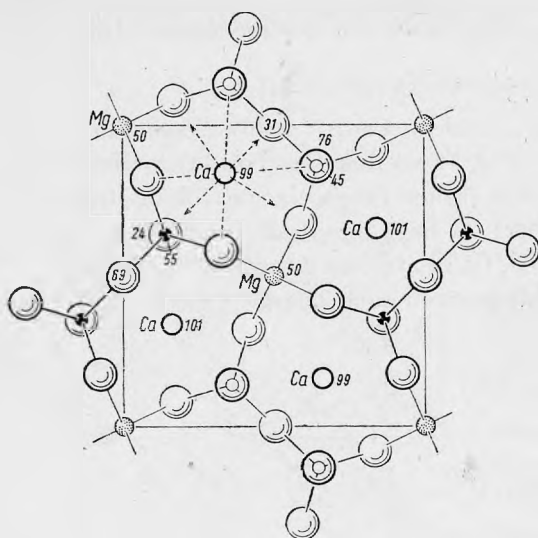


Fig. 74. Äkermanit. Projektion auf (001)

$(\text{Na})_2(\text{Al}, \text{Mg})[(\text{Si}, \text{Al})_2\text{O}_7]$ , das „Schlackenmineral“ Eisenäkermanit  $\text{Ca}_2\text{Fe}[\text{Si}_2\text{O}_7]$  und Hardystonit  $\text{Ca}_2\text{Zn}[\text{Si}_2\text{O}_7]$  sowie synthetisches  $\text{Na}_2\text{Li}[\text{Be}_2\text{F}_7]$ .

**Hemimorphit**  $\text{Zn}_4[(\text{OH})_2 | \text{Si}_2\text{O}_7] \cdot \text{H}_2\text{O}$  (T. Itô & J. West, 1932). Orthorhombisch.  $\text{C}_{2v}^{20} - \text{Imm}2$ ,  $Z = 2$ . Die pyramidale Symmetrie wird in der Struktur durch die  $\text{Si}_2\text{O}_7$ -Gruppen deutlich, die im Hemimorphit in sich spiegelsymmetrisch sind, nicht inversionssymmetrisch wie im Thortveitit. Zn, gleichfalls in tetraedrischer Koordination, bildet über gemeinsame OH Doppeltetraeder  $\text{Zn}_2\text{O}_6\text{OH}$ .

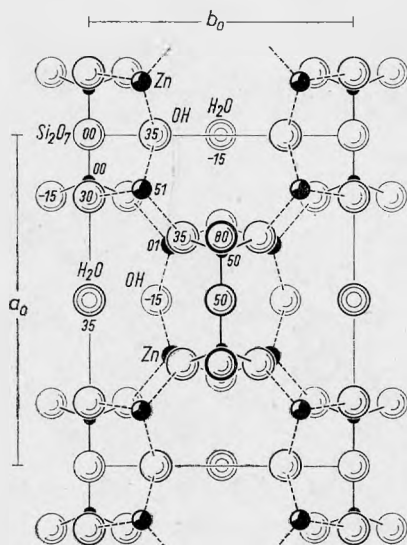


Fig. 75. Hemimorphit. Projektion auf (001)

**Melanotekit**  $\text{Pb}_2\text{Fe}_2^{+++}[\text{O}_2 | \text{Si}_2\text{O}_7]$  (O. Gabrielson, 1962). Orthorhombisch.  $\text{D}_2^5 - \text{C}222_1$ ,  $Z = 4$ .  $\text{Si}_2\text{O}_7$ -Doppeltetraeder liegen mit der Längsachse parallel  $a[100]$ ; Pb ist mit 8 O koordiniert, und zwar stammen 6 O paarweise von 3 verschiedenen  $\text{Si}_2\text{O}_7$ -Doppeltetraedern, während die 2 weiteren O nicht gleichzeitig an Si gebunden sind. Die eine Hälfte der Fe-Atome ist tetraedrisch von 4 O umgeben, die andere Hälfte bildet mit 6 O umgeben ein trigonales Prisma, Fe und O bauen alternierend ein dreidimensionales Gerüst auf.

Die gleiche Struktur hat **Kentrolith**  $\text{Pb}_2\text{Mn}_2^{+++}[\text{O}_2 | \text{Si}_2\text{O}_7]$ .



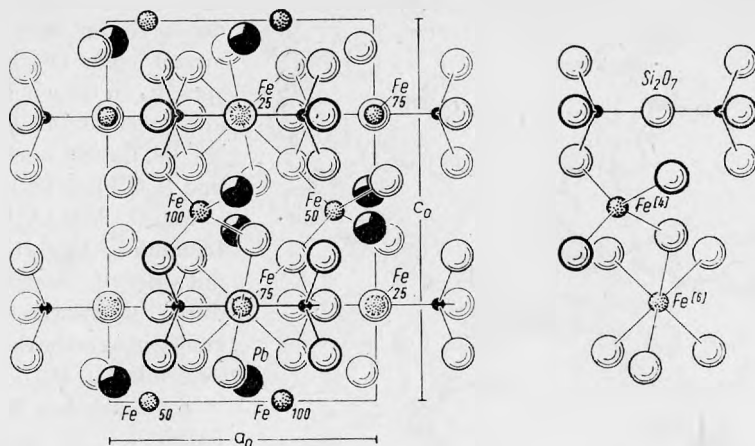


Fig. 76. Melanotekit. Projektion auf (010); rechts ein Doppeltetraeder  $\text{Si}_2\text{O}_7$ , und die Koordination der Fe

**Epidot**  $\text{Ca}_2(\text{Fe}, \text{Al})\text{Al}_2[\text{O} | \text{OH} | \text{SiO}_4 | \text{Si}_2\text{O}_7]$  (Ito, 1950; Belov & Rumanova, 1953; Ito, Morimoto & Sadanaga, 1954; Belov & Rumanova, 1954). Monoklin.  $C_{2h}^2 - P2_1/m$ ,  $Z = 2$ . Isolierte  $\text{SiO}_4$ -Tetraeder und  $\text{Si}_2\text{O}_7$ -Doppeltetraeder werden durch (Fe, Al) und Al in oktaedrischer Koordination zusammengehalten, Ca ist unregelmäßig von 8 O umgeben. Die  $\text{AlO}_6$ - bzw.  $\text{AlO}_4(\text{OH})_2$ -Oktaeder sind über gemeinsame Kanten zu Ketten parallel  $b[010]$  verbunden.

Isotyp sind **Klinozoisit**  $\text{Ca}_2\text{Al}_3[\text{O} | \text{OH} | \text{SiO}_4 | \text{Si}_2\text{O}_7]$ , **Piemontit** mit  $\text{Mn}^{+++}$  an Stelle von  $\text{Fe}^{+++}$  und **Allanit** mit Ce z. T. für Ca.

### C. Cyclosilikate

**Benitoit**  $\text{BaTi}[\text{Si}_3\text{O}_9]$  (W. H. Zachariasen, 1930). Hexagonal.  $D_{3h}^2 - P6c2$ .  $Z = 2$ . Die  $\text{SiO}_4$ -Tetraeder bilden Ringe wie in Fig. 78, von denen pro Elementarzelle oberhalb des Koordinatenanfangspunktes zwei übereinanderliegen. Ba und Ti sind je von 6 O umgeben, Ba mehr unregelmäßig, Ti oktaedrisch. — Isotyp ist  $\text{BaTi}[\text{Ge}_3\text{O}_9]$ .

**Beryll**  $\text{Al}_2\text{Be}_3[\text{Si}_6\text{O}_{18}]$  (W. L. Bragg & J. West, 1926). Hexagonal.  $D_{6h}^2 - P6/mcc$ ,  $Z = 2$ . Ringe aus 6  $\text{SiO}_4$ -Tetraedern sind durch Be in tetraedrischer und durch Al in oktaedrischer Koordination miteinander verbunden. Die Ringe liegen in Richtung der c-Achse senkrecht übereinander, so daß offene Kanäle entstehen,

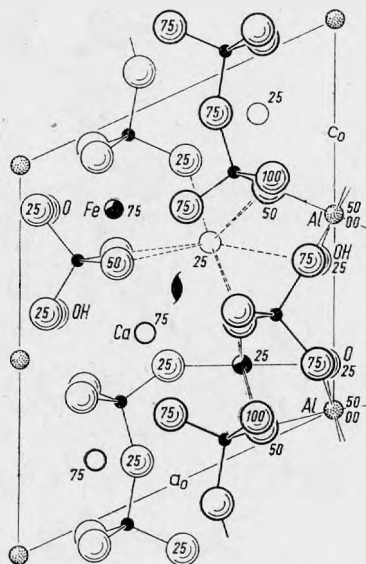
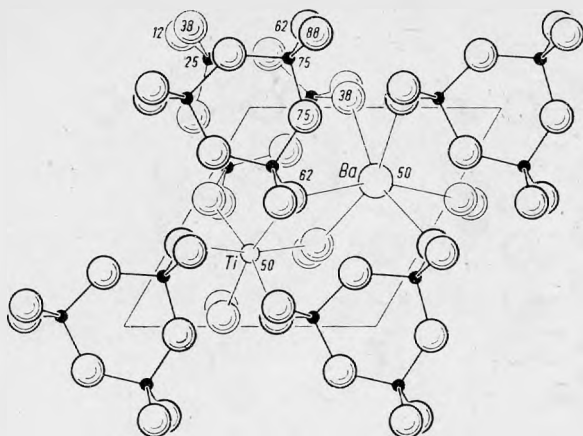


Fig. 77. Epidot. Projektion auf (010)



Fig. 78. Benitoit.  $\text{BaTi}[\text{Si}_3\text{O}_9]$ . Basisprojektion

deren Größe dem Durchmesser eines  $\text{O}^{2-}$ -Ions entspricht, in diesen Kanälen können zusätzlich Ionen Li, Na, Cs, Ca, Sc, auch OH, F und  $\text{H}_2\text{O}$  Platz finden.

$\text{Mg}_2\text{Al}_3[\text{AlSi}_5\text{O}_{18}]$  ist als **Indialith** ( $> 1455^\circ\text{C}$ ) isotyp mit Beryll, als **Cordierit** durch Symmetrieverminderung gering orthorhombisch deformiert,  $D_{2h}^{30} - \text{Cccm}$ .

Synthetisches  $\text{Mn}_2\text{Al}_3[\text{AlSi}_5\text{O}_{18}]$  ist hexagonal,  $\text{Fe}_2\text{Al}_3[\text{AlSi}_5\text{O}_{18}]$  orthorhombisch.

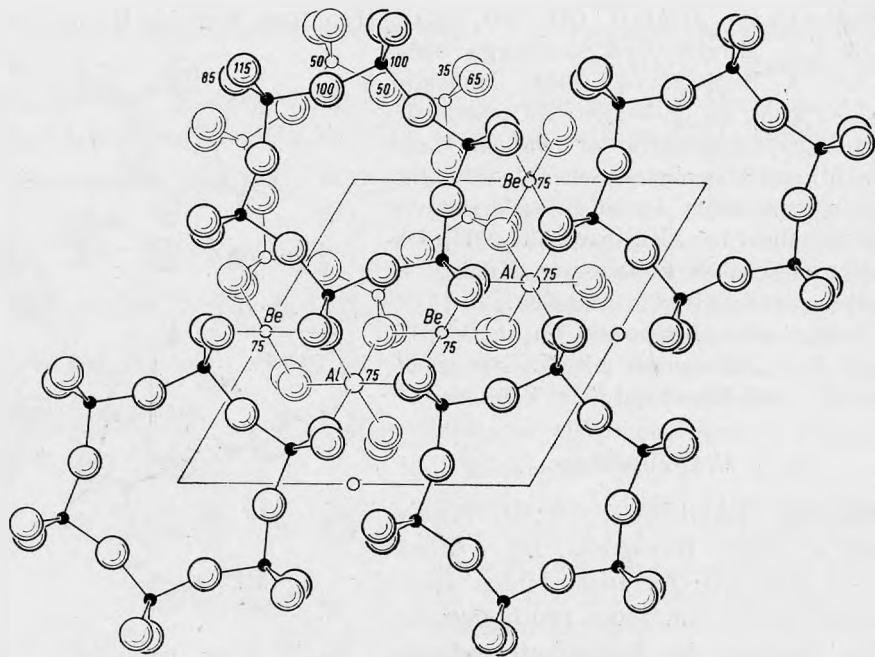


Fig. 79. Beryll. Basisprojektion

**Turmalin**  $\text{NaMg}_3\text{Al}_6[(\text{OH})_{1+3} | (\text{BO}_3)_3 | \text{Si}_6\text{O}_{18}]$  (G. E. Hamburger & M. J. Buerger, 1948; T. Ito & R. Sadanaga, 1951; Buerger, Burnham & Peacor, 1962). Ditrigonal-pyramidal,  $C_{3v}^6 - R3m$ ;  $Z = 3$ . 6  $\text{SiO}_4$ -Tetraeder bilden regelmäßige Sechseringe, deren Tetraederspitzen — entsprechend der polaren c-Achse — alle in eine Richtung zeigen. Mg und Al haben die Koordi-

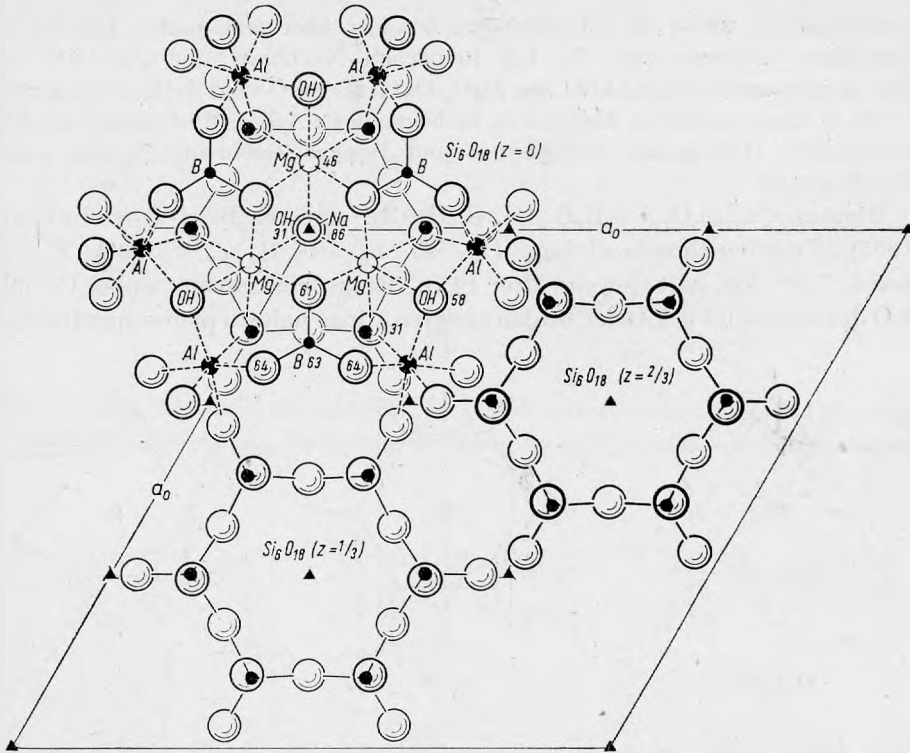


Fig. 80a. Turmalinstruktur. Basisprojektion. Es ist um den Koordinatenanfangspunkt ein kompletter „Turmalin-Komplex“, von den beiden weiteren Komplexen nur der  $Si_6O_{18}$ -Ring gezeichnet

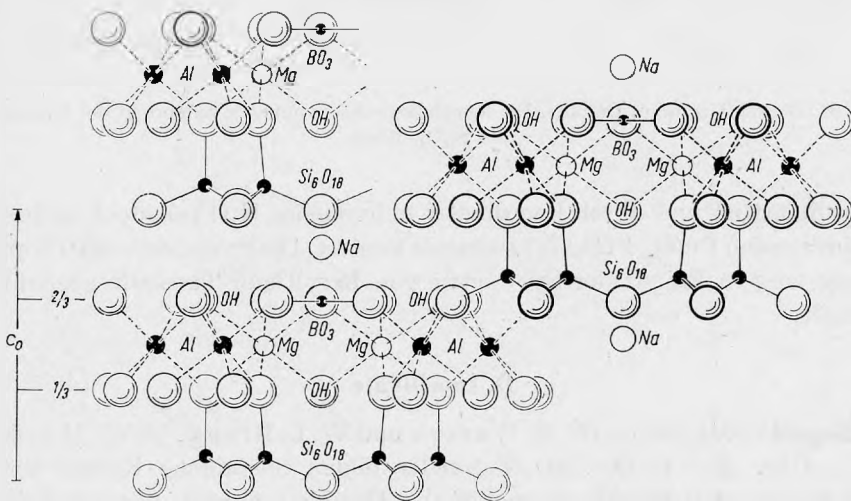


Fig. 80b. Turmalinstruktur. Ausschnitt einer Projektion auf (1010). Der Turmalin-Komplex um den Koordinatenanfangspunkt befindet sich links unten, es ist nur die vordere Hälfte dargestellt

nationszahl 6, wobei die Koordinationsoktaeder über gemeinsame Kanten zu Schichten verbunden sind. Na hat 10 nächste Nachbarn, und zwar 3 O von den gemeinsamen Eckpunkten der  $\text{MgO}_6$ -Oktaeder, 6 O vom Tetraederring und 1 OH in etwas weiterem Abstand in Richtung der *c*-Achse. B ist planar mit 3 O koordiniert. (Ditrigonale Sechseringe und Doppel-Sechseringe fanden keine Bestätigung!).

**Diopas**  $\text{Cu}_6[\text{Si}_6\text{O}_{18}] \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$  (H. G. Heide und K. Boll-Dornberger, 1955). Trigonal-rhomboedrisch,  $C_{3i}^2 - R\bar{3}$ .  $a_0 = 14.61$ ,  $c_0 = 7.80 \text{ \AA}$ ,  $Z = 3$ . Jedes  $\text{Cu}^{2+}$ -Ion hält jeweils drei  $\text{Si}_6\text{O}_{18}$ -Ringe zusammen, wobei Cu mit 2 O des einen und je 1 O der beiden anderen Ringe nahezu planar quadratisch

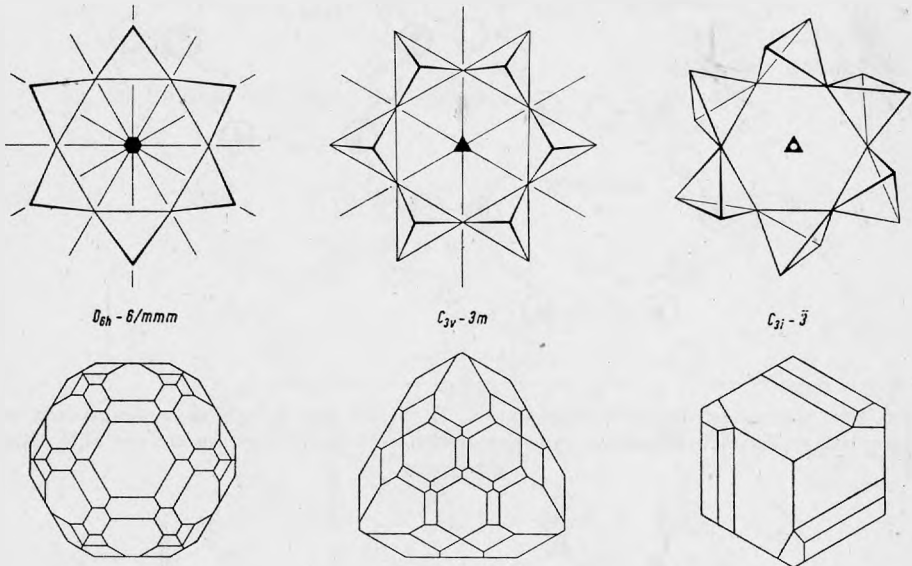


Fig. 81. Beryll, Turmalin, Diopas. Die morphologische Symmetrie entspricht der Symmetrie der  $\text{Si}_6\text{O}_{18}$ -Ringe

koordiniert ist und durch koordinativ gebundenes  $\text{H}_2\text{O}$  pseudooktaedrische Koordination  $\text{Cu}(\text{O}_4 + (\text{H}_2\text{O})_2)$  zustande kommt. Die Symmetrie der Diopas-Ringe wird in Fig. 81 der Symmetrie von Beryll und Turmalin gegenübergestellt.

#### D. Inosilikate

**Diopsid**  $\text{CaMg}[\text{Si}_2\text{O}_6]$  (B. E. Warren und W. L. Bragg, 1928). Monoklin,  $C_{2h}^6 - C2/c$ .  $Z = 4$ . Die  $\text{SiO}_4$ -Tetraeder bilden unendliche Ketten wie in Fig. 61 von der Pauschalformel  $\text{Si}_2\text{O}_6$ . Die Ketten verlaufen parallel der *c*-Achse und führen zum prismatischen bis langstengeligen Habitus der Kristalle. Mg ist von 6, Ca von 8 O umgeben (vgl. Fig. 82).

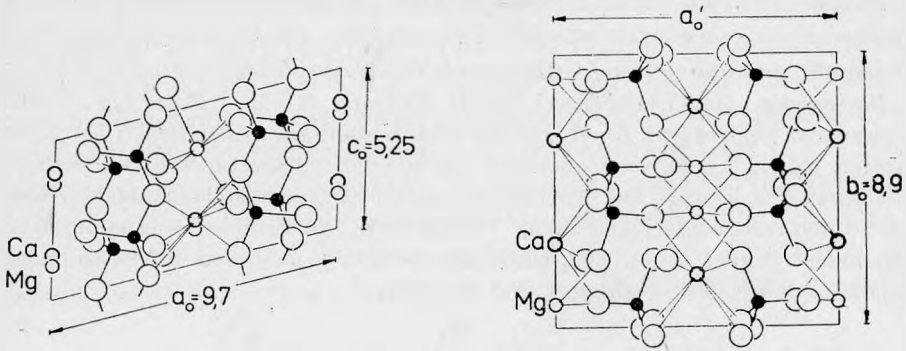


Fig. 82. Diopsid, links Projektion auf  $b(010)$ ,  $\beta = 105^\circ 50'$ ; rechts Projektion längs  $[001]$ . Parallel  $c_0$  verlaufen die Ketten  $\text{Si}_2\text{O}_6$ . Die Koordinationspolyeder  $\text{MgO}_6$  und  $\text{CaO}_8$  sind eingezeichnet

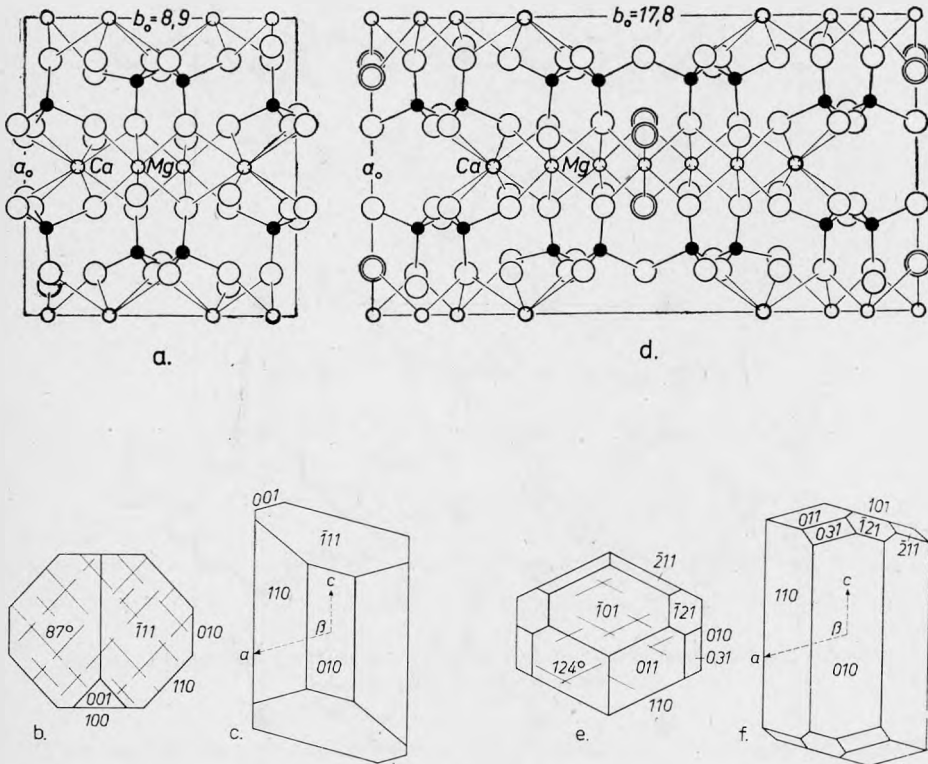


Fig. 83. Struktur, Morphologie und Spaltbarkeit der Pyroxene (mit Einzelketten) und Amphibole (mit Doppelketten): a–c) Pyroxen, d–f) Amphibol

Einfache Ketten wie im Diopsid sind für alle monoklinen und orthorhombischen Pyroxene charakteristisch. Doppelketten  $[\text{Si}_4\text{O}_{11}]$  wie in Fig. 61 besitzen alle monoklinen und orthorhombischen Amphibole (vgl. Fig. 83).

**Narsarsukit**  $\text{Na}_2\text{Ti}[\text{O}|\text{Si}_4\text{O}_{10}]$  (D. R. Peacor & M. J. Buerger, 1962). Tetragonal.  $C_{4h}$  —  $I4/m$ ,  $Z = 4$ . Die Struktur besteht aus zylindrischen Tetraederketten  $[\text{Si}_8\text{O}_{20}]_\infty$ , die man entweder aus übereinandergestapelten Viererringen mit paarweise herauf- und heruntergeklappten Tetraederspitzen ableiten kann oder durch Aneinanderfügen zweier Viererketten. Die seitliche Verbindung dieser „Zylinder“ erfolgt durch  $\text{TiO}_6$ -Oktaeder, die über gemeinsame Ecken zu unendlichen Ketten  $\parallel [001]$  verknüpft sind (Fig. 84).

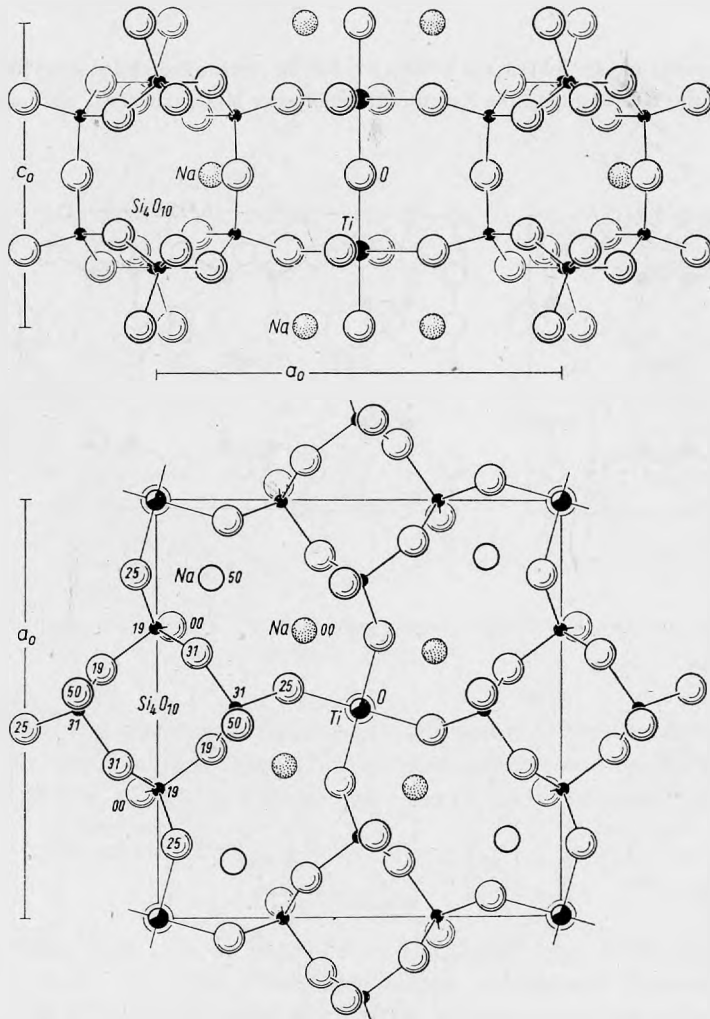


Fig. 84. Narsarsukit. Projektionen auf (100) und (001). Die Struktur besteht aus zylindrischen Tetraederketten  $[\text{Si}_8\text{O}_{20}]_\infty$  und  $\text{TiO}_6$ -Oktaederketten parallel  $[001]$

## E. Phyllosilikate

**Pyrophyllit**  $\text{Al}_2[(\text{OH})_2 | \text{Si}_4\text{O}_{10}]$  (L. Pauling, 1930; J. W. Gruner, 1934). Monoklin,  $C_{2h}^6 - C2/c$ .  $Z = 4$ . Die zweidimensional unendlichen Schichten zusammenhängender Tetraeder sind aus den Fig. 62 und 85 erkennbar. Zwei derartige Schichten sind durch Aluminium, das oktaedrisch von  $4\text{O} + 2\text{OH}$  umgeben ist, jeweils zu Doppelschichten verbunden, welche in sich chemisch abgesättigt sind und mit benachbarten Doppelschichten nur durch van der Waalssche Kräfte in Verbindung stehen. Dies ist die Ursache für die nach der Basis (001) blättrige Ausbildung und gute Spaltbarkeit der Kristalle.

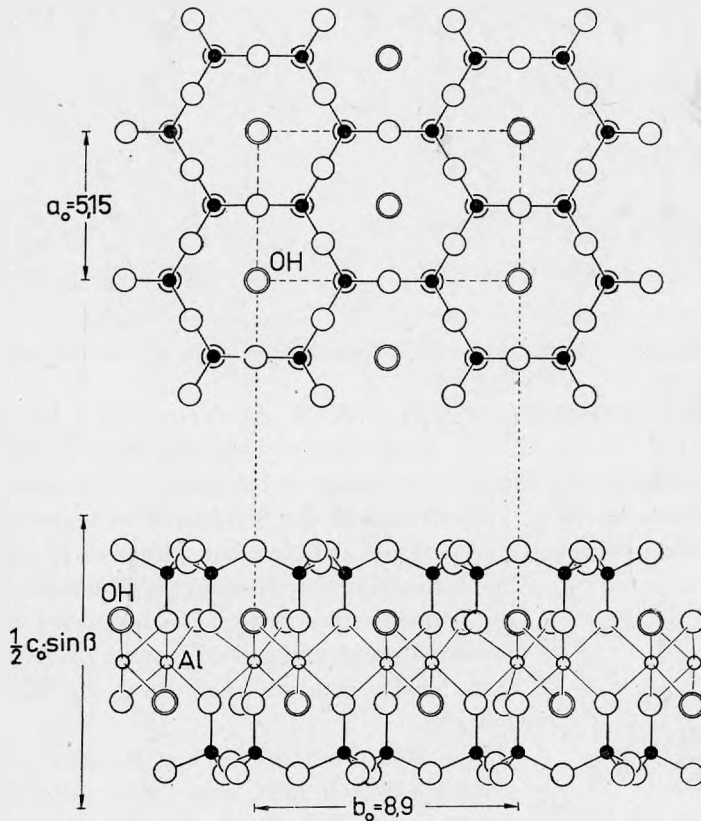


Fig. 85. Pyrophyllit. Projektion auf  $c$  (001) und eine Ebene senkrecht zur  $a$ -Achse.  
Der monokline Winkel  $\beta$  ist  $99^\circ 55'$

Talk besitzt eine gleiche Struktur wie Pyrophyllit mit  $\text{Mg}_3$  statt  $\text{Al}_2$ , für dessen Aufnahme in den Doppelschichten genügend oktaedrische Koordinationszentren zur Verfügung stehen. Trioktaedrische Kationenbesetzung, im Gegensatz zur dioktaedrischen bei Pyrophyllit.

Isotyp sind die Germanate  $\text{Mg}_3[(\text{OH})_2 | \text{Ge}_4\text{O}_{10}]$  und  $\text{Ni}_3[(\text{OH})_2 | \text{Ge}_4\text{O}_{10}]$ .

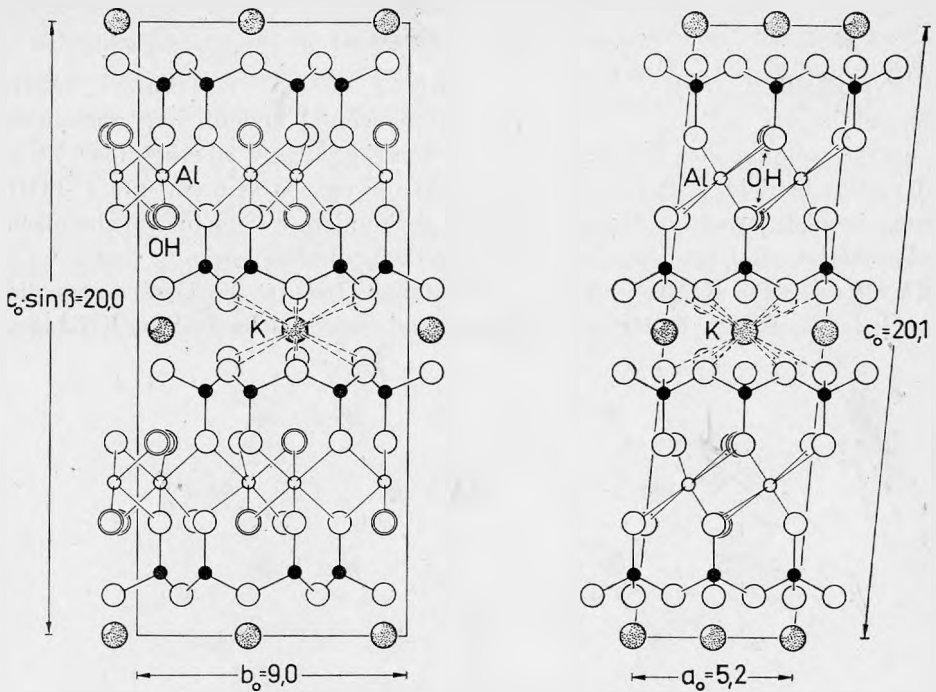
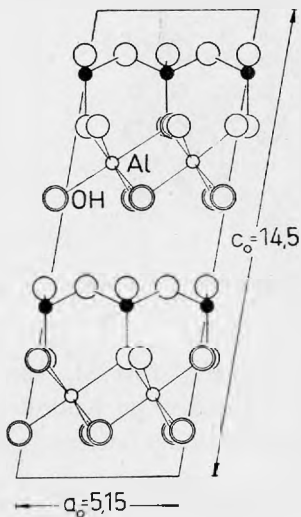


Fig. 86. Muskovit. Projektionen auf die Ebene senkrecht zur a-Achse und auf b (010)

**Muskovit**  $\text{KAl}_2[(\text{OH}, \text{F})_2 | \text{AlSi}_3\text{O}_{10}]$  (W. W. Jackson und J. West, 1930). Monoklin.  $C_{2h}^0$  —  $C2/c$ .  $Z = 4$ . Zum Unterschied von Pyrophyllit ist ein Viertel des Siliziums durch tetraedrisch gebundenes Aluminium ersetzt. Auf diese Weise bleibt im Valenzhaushalt der Struktur eine negative Wertigkeit frei, welche dazu benutzt wird, um zwischen benachbarten Doppelschichten



ten Kaliumionen aufzunehmen. Der Zusammenhalt der benachbarten Doppelschichten wird nicht mehr wie im Pyrophyllit allein durch van der Waalsche Kräfte, sondern auch durch die Kaliumionen bewirkt.

Wie sich die Struktur von Muskovit aus Pyrophyllit ableiten läßt, kann man sich die Biotitstruktur aus Talk durch den Ersatz von Si durch  $\text{KAl}^{[4]}$  entstanden denken. Zu den **Sprödglimmern** gelangt man durch den weiteren Ersatz eines Si durch Al sowie von K durch Ca. Die Anwesenheit von Al bis zu 50% der gesamten tetraedrisch ge-

Fig. 87. Die Struktur von Kaolinit (nach Gruner). Projektion auf b (010). Um die O- und OH-Ionen, soweit sie übereinanderliegen würden, zeigen zu können, wurden geringe seitliche Verschiebungen vorgenommen



bundenen Kationenmenge verursacht eine geringere strukturelle Stabilität bzw. eine gewisse Sprödigkeit der Kristalle.

**Kaolinit, Dickit und Nakrit**, drei Strukturvarianten der Verbindung  $Al_4[(OH)_8 | Si_4O_{10}]$ , besitzen im Gegensatz zu Pyrophyllit keine Doppel-, sondern **Einfachschichtstrukturen** (L. Pauling, 1930). Sie unterscheiden sich voneinander dadurch, daß die Schichtenfolge im Kaolinit nur 1 Schicht umfaßt ( $c_0 = 7.37$ , Brindley und Robinson, 1946), im Dickit 2 Schichten ( $c_0 = 14.45$ , Gruner, 1932), im Nakrit 4 Schichten ( $c_0 = 28.72$ , Gruner, 1932); Cronstedtit besitzt 3-Schichten-Kaolinit-Typ. Die Einzel-

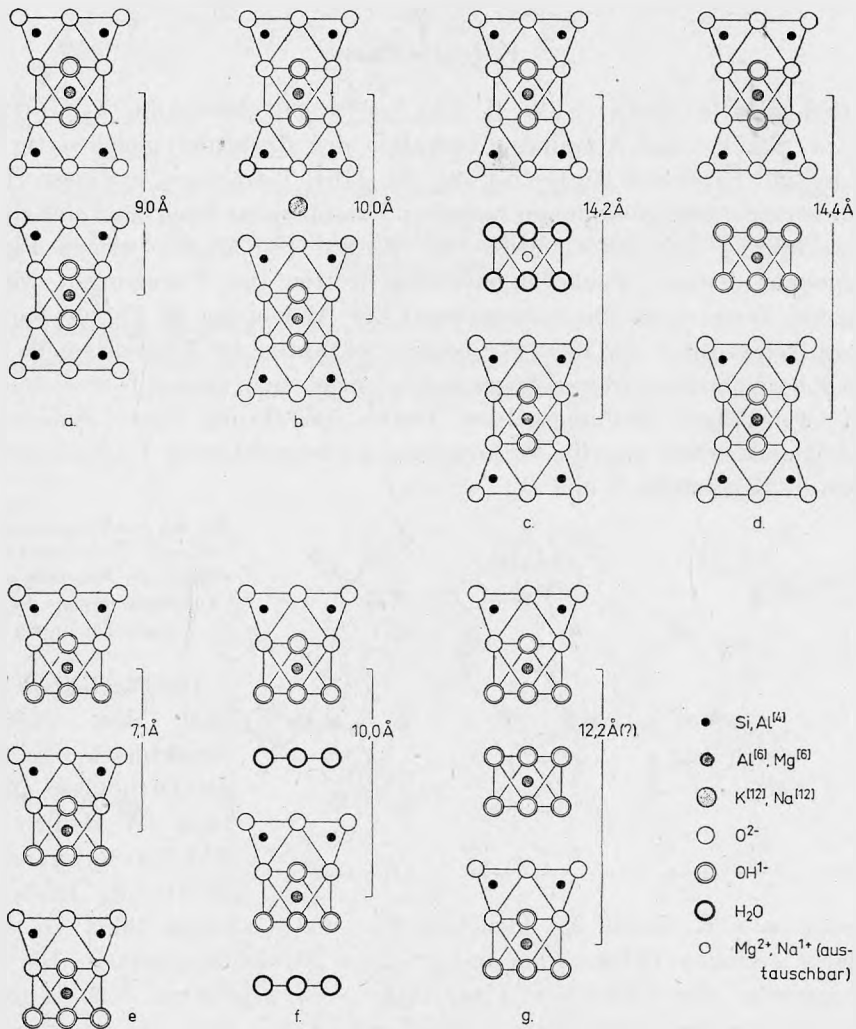


Fig. 88. Schematische Darstellung der Phyllosilikatgruppen:

- a) Pyrophyllit bzw. Talk, b) Muskovit bzw. Biotit, c) Montmorillonit bzw. Vermiculit, d) Chlorit bzw. Sudoit, e) Kaolinit bzw. Serpentin, f) Halloysit, g) bisher unbekannt



heiten der Struktur sind aus Fig. 87 ersichtlich. Al ist von  $2\text{O} + 4\text{OH}$  oktaedrisch umgeben.

Aus den Strukturtypen von Pyrophyllit und Kaolinit gehen durch Einlagerung von  $\text{H}_2\text{O}$ - bzw. OH-Schichten „expandierte Schichtsilikate“ hervor: einem  $\text{H}_2\text{O}$ -expandierten Pyrophyllit- und Talk-Typus entsprechen die Montmorillonite bzw. Vermiculite, einem durch OH-(Brucit-)Schichten expandierten Talk entsprechen die Chlorite. Ein durch  $\text{H}_2\text{O}$  expandierter Kaolinit ist identisch mit Halloysit, ein durch OH expandierter Kaolinit ist bisher nicht bekannt.

### F. Tektosilikate

**Orthoklas**  $\text{K}[\text{AlSi}_3\text{O}_8]$  (W. H. Taylor, 1933). Monoklin.  $\text{C}_{2h}^3$  —  $\text{C}2/m$ .  $Z = 4$ . Silizium und Aluminium verhalten sich strukturell gleichwertig und bilden mit Sauerstoff ein Gerüst von  $(\text{Si}, \text{Al})\text{O}_4$ -Tetraedern, in dessen Hohlräumen sich die Kaliumionen befinden. Die Struktur kann man sich durch Verknüpfung und Deformation von Ringen  $(\text{Si}, \text{Al})_4\text{O}_{12}$  wie in Fig. 60 aufgebaut denken. Zunächst entstehen Ketten von Viererringen wie in Fig. 89. Diese verlaufen entsprechend der Andeutung in Fig. 90 parallel der a-Achse durch die Mitte der beiden Sektanten der Elementarzelle. Die mit R bezeichneten O-Ionen liegen auf Spiegelebenen, die mit D bezeichneten auf zweizähligen Drehungsachsen. Durch Ausführung dieser Symmetrioperationen erhält man die Verknüpfung der benachbarten Tetraederketten über die Sauerstoffe R und D.

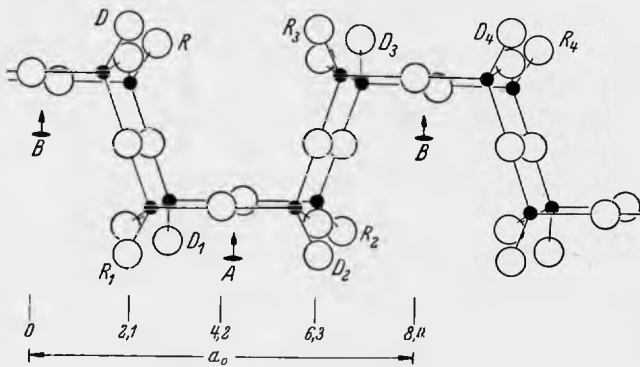


Fig. 89. Aus Viererringen bestehende Tetraederketten, welche die Baugruppen der Feldspate bilden. Idealierte Zeichnung

Die **Plagioklase** sind nach dem gleichen Strukturschema wie die Orthoklase aufgebaut (W. H. Taylor, J. A. Darbyshire und H. Strunz, 1934). Der

Ersatz von K durch die kleineren Na- und Ca-Ionen führt zu einer relativ geringen Deformation mit trikliner Struktursymmetrie. Die Elementarzelle der Ca-reichen Plagioklase weist gegenüber den Ca-armen Plagioklasen eine Verdoppelung von  $c_0$  auf.

Feldspatstruktur besitzen die Germanate  $\text{Na}[\text{AlGe}_3\text{O}_8]$ ,  $\text{Na}[\text{GaGe}_3\text{O}_8]$ ,  $\text{K}[\text{GaGe}_3\text{O}_8]$ ,  $\text{Ca}[\text{Al}_2\text{Ge}_2\text{O}_8]$ ,  $\text{Ca}[\text{Ga}_2\text{Ge}_2\text{O}_8]$  und  $\text{Ca}[\text{Al}_2\text{GeSiO}_8]$ .

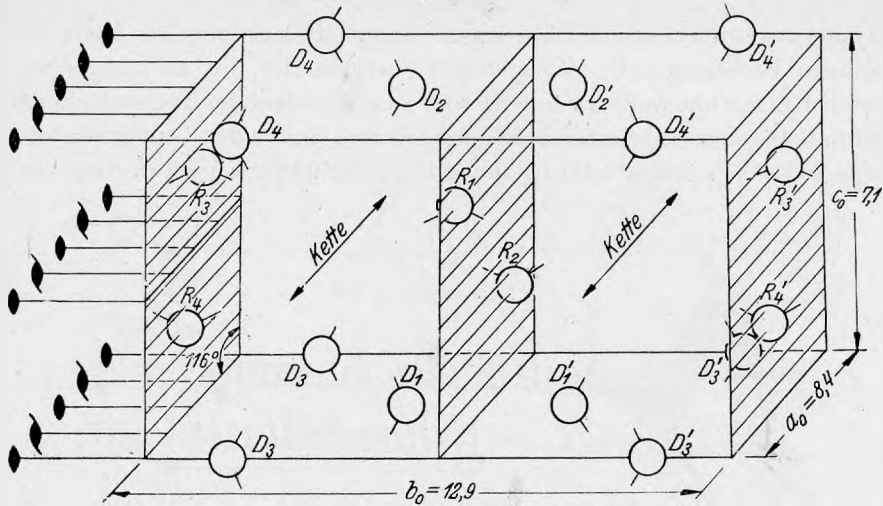


Fig. 90. Elementarzelle und Symmetrieelemente von Orthoklas. Die Ketten der Fig. 89 verlaufen in Richtung der angegebenen Pfeile und stehen über die Sauerstoffionen R und D mit den Nachbarketten in Verbindung. R und D gehören jeweils gleichzeitig zu zwei verschiedenen Ketten

Die **faserigen Zeolithe** sind nach L. Pauling, W. H. Taylor und dessen Mitarbeitern nach einem einheitlichen Bauprinzip aufgebaut. Ringe  $(\text{Si, Al})_4\text{O}_{12}$ , wie in Fig. 60d oder 92a, sind durch paarweises Auf- und Nieder-

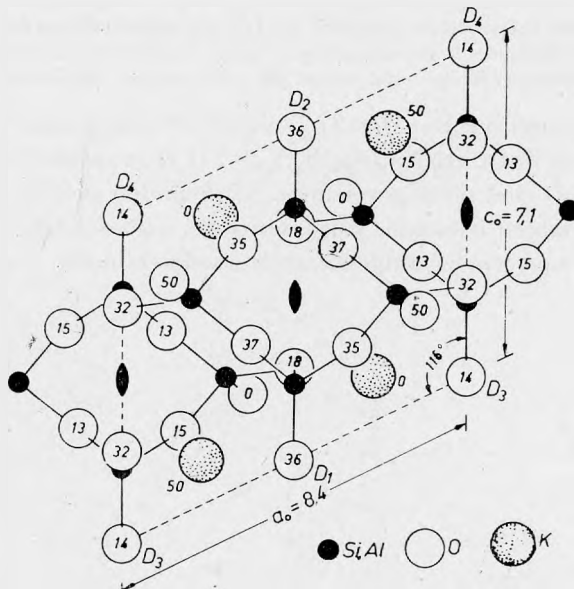


Fig. 91. Projektion der Orthoklasstruktur auf  $b(010)$ . Es ist nur der untere bzw. der linke Sektant der Fig. 90 gezeichnet. Die Verknüpfung mit dem oberen Sektanten erfolgt durch die Sauerstoff- und Kaliumionen mit der Höhenlage 50

klappen gegenüberliegender Tetraeder symmetrisch deformiert. Diese Ringe liegen in Richtung der *c*-Achse derart übereinander, daß zwischen benachbarten Ringen ein weiteres mit Al oder Si zu besetzendes Tetraederzentrum zustande kommt. Seitenansichten dieser Ketten sind in den Teilfiguren 92a—c dargestellt. Derschematische Grundriß ist in Fig. 93 verwendet worden, um die

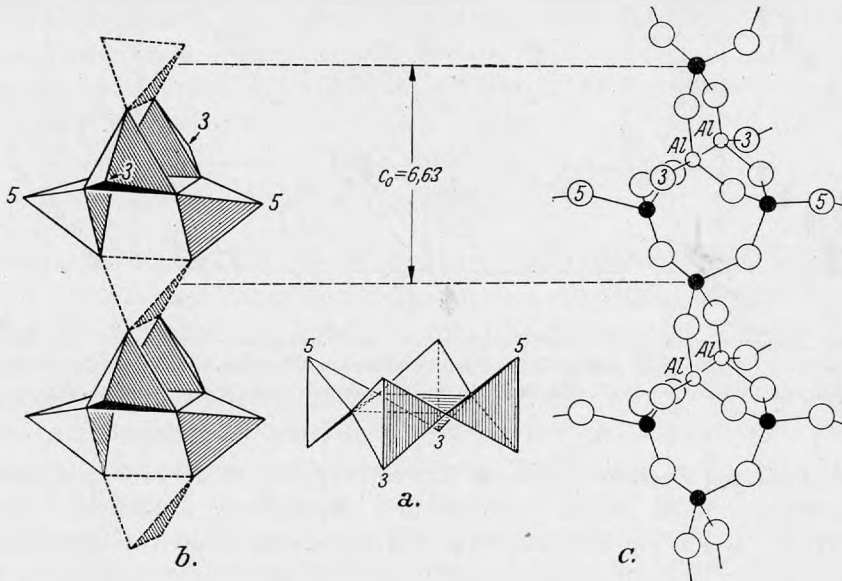


Fig. 92. Baugruppen der Faserzeolithe. Ringe  $(\text{Si, Al})_4\text{O}_{12}$ , welche in Richtung der *c*-Achse derart übereinanderliegen, daß an jeder Berührungsstelle ein weiteres Tetraeder entsteht. Die Verknüpfung mit benachbarten Ketten erfolgt über die gemeinsamen Sauerstoffe 3 und 5

Strukturen von Edingtonit  $\text{Ba}[\text{Al}_2\text{Si}_3\text{O}_{10}] \cdot 4 \text{H}_2\text{O}$ , Thomsonit  $\text{NaCa}_2[\text{Al}_2(\text{Al, Si})\text{Si}_2\text{O}_{10}]_2 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$  und Natrolith  $\text{Na}_2[\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_{10}] \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$  zu veranschaulichen. Die Kationen und  $\text{H}_2\text{O}$  sind nicht gezeichnet. Sie befinden sich in den im Querschnitt rautenförmigen Kanälen, längs deren sie, insbesondere das  $\text{H}_2\text{O}$ , bequem abgegeben und wieder aufgenommen werden können.

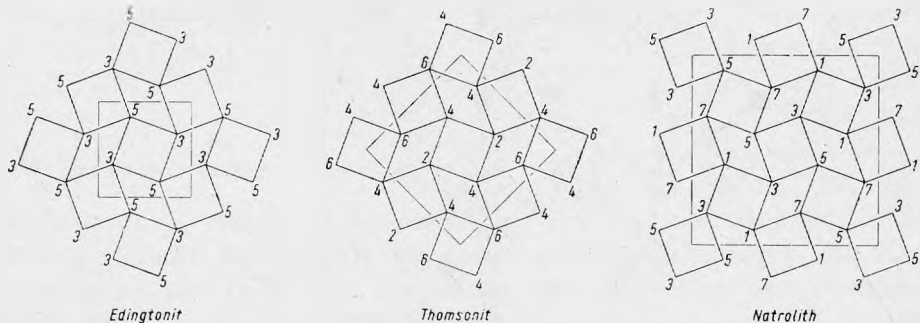


Fig. 93. Schematische Basisprojektion von Edingtonit, Thomsonit und Natrolith. Die Quadrate sollen Ketten wie in Fig. 92 darstellen. Die Kationen und  $\text{H}_2\text{O}$  sind nicht gezeichnet; sie liegen in den rautenförmig erscheinenden Kanälen, welche parallel der *c*-Achse verlaufen

ZWEITER TEIL

**Systematik der Mineralien  
auf kristallchemischer Grundlage**

I.

## Klasse der Elemente (Legierungen, Carbide, Nitride, Phosphide)

Übersicht:

### A.) Abteilung der Metalle und intermetallischen Legierungen (ohne Beteiligung der Semimetalle)

1.) Kupfer-Reihe	Cu, Ag, Au.
2.) Quecksilber-Amalgam-Gruppe	Hg, (Ag, Hg), Au <sub>2</sub> Hg <sub>3</sub> , PdHg;
Anhang:	Zn.
3.) Zinn-Blei-Gruppe	Sn, Pb.
4a) Eisen-Reihe	Fe, (Fe, Ni);
4b) Nickel-Reihe	(Ni, Fe), Ni;
Anhang:	Carbide, Nitride, Phosphide.
5a) Osmium-Reihe	Os, (Os, Ir), (Ir, Os);
5b) Platin-Reihe	Pd, Ir, Pt.

### B.) Abteilung der Semimetalle und Nichtmetalle

1.) Arsen-Reihe	As, Sb, Bi;
Anhang:	P.
2.) Kohlenstoff-Gruppe	C.
3.) Schwefel-Selen-Gruppe	S, Se, Te.

						B. 2		
						C 6	B. 1	B. 3
A. 4			A. 1	A. 2		A. 3	P 15	S 16
Fe 26	Co 27	Ni 28	Cu 29	Zn 30	—	—	As 33	Se 34
A. 5								
Ru 44	Rh 45	Pd 46	Ag 47	—	—	Sn 50	Sb 51	Te 52
Os 76	Ir 77	Pt 78	Au 79	Hg 80	—	Pb 82	Bi 83	—

## A.) Metalle

1.) Kupfer-Reihe. Kubisch-hex'oktaedrisch,  $O_h^5 - Fm\bar{3}m$ . Struktur: Flächenzentrierter Würfel mit  $Z = 4$ . Isotypie, unbegrenzte Diadochie (Ag, Au).

<b>Kupfer</b>	Cu	$a_0 = 3.6153^1)$
<b>Silber</b>	Ag	$a_0 = 4.0856^1)$
<b>Gold</b>	Au	$a_0 = 4.0783^1)$

Gold tritt meist in Legierung mit Silber (2 bis 20% und darüber), aber auch fast rein auf. **Elektrum** (Plinius, 77 n. Chr.) enthält 25 bis 28 und mehr Prozent Ag ( $a_0 = 4.08$ ). Seifengold ist in der Regel reiner als Berggold. **Auricuprid** („Goldecuprid“) ist z. T.  $AuCu_3$  ( $a_0 = 3.75$ ), z. T.  $Au_2Cu_3$  ( $a_0 = 3.84$ ), beide mit bekannter Überstruktur; die erstgenannte Legierung ist von Victoria, die letztere von Karabasch im Südrural bekannt geworden<sup>2)</sup>. **Rhodit** (Adam, 1869) und **Porpezit** (Fröbel, 1892) sind Legierungen von Gold mit Rhodium bzw. Palladium.

<sup>1)</sup> W. L. Bragg, Phil. Mag. **28**. 1914. 255 (Struktur, SB. I. 13). — Ch. S. Barrett, Structure of Metals, London 1953 (Präzisionsgitterkonstanten für die reinen Metalle bei 20°C).

<sup>2)</sup> P. Ramdohr, Fortschr. Min. **28**. 1949. 69.

2.) Quecksilber-Amalgam-Gruppe. Heterotypie.

<b>Quecksilber</b>	Hg	$> -38.9^\circ C$ : flüssig $< -38.9^\circ C$ : Ditrigonal-skalenoedr. $D_{3d}^5 - R\bar{3}m$ $a_{rh} = 3.005 \quad \alpha = 70^\circ 32' \quad Z = 1^1)$ Hexagonale Zelle: $a_0 = 3.47 \quad c_0 = 6.72 \quad c_0/a_0 = 1.937 \quad Z = 3$ A10-Typ <sup>1a)</sup>
<b>Kongsbergit</b> (Pisani, 1872) (0—31 At.-% Hg)	$\alpha$ -(Ag, Hg)	Kubisch-hex'oktaedrisch $O_h^5 - Fm\bar{3}m$ $a_0 = 4.09-4.19 \quad Z = 4^2)$ Cu-Typ
Synthetisch (ca. 42—47% Hg)	$\beta$ -(Ag, Hg)	Dihexag.-dipyramidal $D_{6h}^4 - P6_3/mmc$ $a_0 = 2.99 \quad c_0 = 4.86 \quad c_0/a_0 = 1.625 \quad Z = 2^2)$ Zn-Typ
<b>Landsbergit</b> (Hudson, 1943*) (ca. 56 At.-% Hg)	$\gamma$ -(Ag, Hg)	Kubisch-hex'oktaedrisch $O_h^9 - Im\bar{3}m$ $a_0 = 10.03-10.05 \quad Z = 52^3)$ wohl entsprechend $\gamma$ -Messing
<b>Goldamalgam</b>	$Au_2Hg_3$	Kristallsystem unbekannt.
<b>Potarit</b> (Harrison, 1926)	$PdHg$	Tetragonal $D_{4h}^1 - P4/mmm$ $a_0 = 3.02 \quad c_0 = 3.71 \quad c_0/a_0 = 1.228 \quad Z = 1^4)$
Anhang:		
<b>Zink</b>	Zn	Dihexagonal-dipyramidal $D_{6h}^4 - P6_3/mmc$ $a_0 = 2.664 \quad c_0 = 4.945 \quad c_0/a_0 = 1.856 \quad Z = 2^5)$ Hexagonal dichteste Kugelpackung.

Kongsbergit von Kongsberg enthält 5–23 Gew.-% Hg, von Arqueros 13.5% (Arquerit), von Chile 30.8% (Bordosit). Landsbergit mit ca. 50 bis 70 Gew.-% Hg ist von Moschel-Landsberg/Pfalz, Sala/Schweden und Allemont/Frankreich bekannt geworden.

Das natürlich vorkommende Goldamalgam enthält ca. 40% Au und 60% Hg. Experimentell ergab sich, daß Gold etwa 15% Hg löst, wobei  $a_0$  von 4.08 auf 4.12 steigt,  $\alpha$ -Goldamalgam. Bei 25% Hg entsteht eine hexagonale Struktur mit sehr engem Homogenitätsgebiet,  $a_0 = 2.92$ ,  $c_0 = 4.80$ ,  $c_0/a_0 = 1.64$ ,  $\beta$ -Goldamalgam. Zwei weitere Phasen unbekannter Struktur sind noch in den Gebieten von 50–60 und 65–70% Hg vorhanden.

Potarit tritt in inniger Verwachsung mit einer etwa 10% der Gesamtsubstanz einnehmenden Einschlußkomponente auf.

<sup>1)</sup> R. F. Mehl & Ch. S. Barrett, Am. Engr. Techn. Publ. **225**. 1929 (Gitterkonstanten). – Bestätigt durch C. M. Neuburger, Z. anorg. Chem. **212**. 1933. 40.

<sup>1a)</sup> L. W. McKeehan & P. P. Cioffi, Phys. Rev. **19**. 1922, 444 (Struktur). – Bestätigt durch spätere Arbeiten (SB. I. 737, u. a.).

<sup>2)</sup> A. J. Murphy & G. D. Preston, J. Inst. Met. **46**. 1931. 507. – St. Stenbeck, Z. anorg. Chem. **214**. 1933. 16.

<sup>3)</sup> H. Berman & G. A. Harcourt, Am. Min. **23**. 1938. 761. – Vgl. A. J. Murphy & G. D. Preston, 1931; St. Stenbeck, 1933.

<sup>4)</sup> K. Terada & F. W. M. Cagle, Jr., Am. Min. **45**. 1960. 1093 (Struktur isotyp mit AuCu).

<sup>5)</sup> A. W. Hull & W. P. Davey, Phys. Rev. **17**. 1921. 266, 549, 571 (Struktur, SB. I. 16). – W. Stenzel & J. Weerts, Z. Krist. **84**. 1932. 20 (Gitterkonst.)

\*) Moschellandsbergit, Berman & Harcourt, 1938.

### 3.) Zinn-Blei-Gruppe.

Von diesen beiden Metallen aus der vierten Reihe des Periodensystems hat Zinn eine stark tetragonal deformierte Diamantstruktur, Blei eine Struktur vom Cu-Typus.

<b>Zinn</b>	$\beta$ -Sn	Ditetragonal-dipyramidal $D_{4h}^{19} - I4_1/amd$
(weiß)		$a_0 = 5.831$ $c_0 = 3.182$ $c_0/a_0 = 0.546$ $Z = 4^1$
<b>Blei</b>	Pb	Kubisch-hex'oktaedrisch $O_h^5 - Fm3m$
		$a_0 = 4.9495^2$ $Z = 4$

$\beta$ -Zinn ist gegenüber der üblichen Aufstellung um  $45^\circ$  gedreht;  $\alpha$ -Zinn (grau), als Mineral unbekannt, besitzt eine Struktur vom Diamanttypus ( $a_0 = 6.47$ ).

<sup>1)</sup> H. Mark & M. Polanyi, Z. Phys. **18**. 1923. 75; **22**. 1924. 200 (Struktur, SB. I. 21). – W. Stenzel & J. Weerts, Z. Krist. **84**. 1932. 20 (Gitterkonst.).

<sup>2)</sup> W. L. Bragg, Phil. Mag. **28**, 1914. 255 (Struktur, SB. I. 13). – Ch. S. Barrett, Structure of Metals, London 1953. (Präzisionsgitterkonstanten für reines Metall bei 20°C).

4.) Eisen-Kobalt-Nickel-Gruppe. Dimorphie. Eisen und Nিকেleisen kristallisieren bei gewöhnlicher Temperatur mit innenzentriertem Würfel und  $Z = 2$ ; Nickel und Awaruit mit flächenzentriertem Würfel und  $Z = 4$ .

4a) Eisen-Reihe. Kubisch-hex'oktaedrisch,  $O_h^9 - Im3m$ . Begrenzte Diadochie.

<b>Eisen</b>	$\alpha$ -Fe	$a_0 = 2.8664$	$Z = 2^1$	
<b>Nickeleisen</b>	$\alpha$ -(Fe, Ni)	$a_0 = 2.87 - 2.88$	$Z = 2^2$	Ni 0–25%
<b>Wairaut</b>	CoFe	Kubisch $a_0 = -^{2a}$		

(Challis & Long, 1964)

4b) Nickel-Reihe. Kubisch-hex'oktaedrisch,  $O_h^5 - Fm3m$ . Begrenzte Diadochie.

$\gamma$ -Eisen	$\gamma$ -Fe	$a_0 = 3.656$	$Z = 4^1$	
<b>Awaruit</b>	(Ni, Fe)	$a_0 = 3.52 - 3.59$	$Z = 4^2$	Ni 35–100%
<b>Nickel</b>	Ni	$a_0 = 3.5238$	$Z = 4^1$	

(Skey, 1885)

Das seltene gediegene Eisen der Erdkruste besitzt meist kleine Gehalte an Ni und Co. Das häufige gediegene Eisen des Kosmos ist Nickeleisen, mit 6–12% Ni in Eisenmeteoriten, mit bis zu 20% Ni in Steinmeteoriten, dazu etwa  $1/2\%$  Co und relativ hohe Gehalte an Pt-Metallen. Die meisten Eisenmeteoriten, die sog. Oktaedrite, bestehen aus dem Ni-armen Balkeneisen (**Kamazit**, Reichenbach, 1861), dem Ni-reichen Bandeisen (**Taenit**, Reichenbach, 1861), das an der Außenseite der Kamazitbalken sitzt, und schließlich aus dem Fülleisen (**Plessit**, Reichenbach, 1861), einem feinlamellaren Aggregat von Kamazit und Taenit. Taenit soll nach neueren Untersuchungen aus Orthotaenit ( $Fe_2Ni$ ) und randlich aus Metataenit ( $Fe_6Ni$ ) bestehen.

Reines Nickel ist als Mineral unbekannt. **Awaruit**, **Josephinit** (Melville, 1892) und **Souesit** (Hoffmann, 1905) sind irdisches Nickel mit Ni:Fe im Verhältnis 3:1 bis 2:1.

Künstlich dargestelltes Eisennickel mit einem Ni-Gehalt von 35 bis zu 100% kristallisiert in der Awaruitphase. Sinkt der Ni-Gehalt unter 25%, so tritt der Strukturtypus des  $\alpha$ -Eisens auf (Nickeleisen). Zwischen beiden Grenzen, die übrigens temperaturabhängig sind, befindet sich eine Mischungslücke.

Anhang: Carbide, Nitride, Phosphide; Silicide.

**Cohenit** (Weinschenk, 1889),  $Fe_3C$ , rhombisch-dipyramidal, ist im tellurischen und kosmischen Eisen bekannt geworden und entspricht dem Cementit (Osmond, 1895) der Metallographie;  $a_0 = 4.53$ ,  $b_0 = 5.08$ ,  $c_0 = 6.75$ ;  $a_0:b_0:c_0 = 0.892:1:1.329$ ,  $D_{2h}^6 - Pbnm$ ,  $Z = 4^3$ ).

**Chalypit** (Shepard, 1867),  $Fe_2C$ , aus Meteoriten, kristallisiert wahrscheinlich niedrigsymmetrisch; das Röntgenogramm konnte bisher nicht gedeutet werden<sup>4</sup>).

**Siderazot** (Silvestri, 1876) (**Silvestrit**, D'Achiardi, 1883), ein nur derb bekanntes tellurisches Eisennitrid, ist sicherlich ein Glied der kontinuierlichen hexagonalen Mischkristallreihe  $Fe_2N$ - $Fe_3N$  ( $\epsilon$ -Phase im System Fe-N); für  $Fe_{21/2}N$  ist  $a_0 = 2.74$ ,  $c_0 = 4.39$ ,  $c_0/a_0 = 1.602$ ,  $D_{3d}^6 - P31m^5$ ).

**Osbornit** (Maskelyne, 1870), TiN, isotyp mit NaCl,  $a_0 = 4.25$ , wurde aus Meteoriten bekannt<sup>6</sup>).

**Schreibersit** (Haidinger, 1847) (**Rhabdit**, Rose, 1865, mit nadelförmigem Habitus),  $(Fe, Ni, Co)_3P$ , häufig in Meteoriten, kristallisiert tetragonal-skaleno-



edrisch;  $a_0 = 9.03$ ,  $c_0 = 4.43$ ,  $c_0/a_0 = 0.495$ . die Raumgruppe ist wahrscheinlich  $S_4^2 - I4$ ,  $Z = 8^7$ ).

(Ni, Fe) $_x$ Si $_y$ , mit guter oktaedrischer Spaltbarkeit, kommt gleichfalls in Meteoriten vor<sup>8)</sup>; es ist Awaruit mit ganz wenig interstitiellem Si.

**Tantalcarbide**, TaC; NaCl-Typus,  $a_0 = 4.45^9)$ ; aus Platinseifen des Ural und Altai; früher irrtümlich als elementares Tantal aufgefaßt.

<sup>1)</sup> A. W. Hull, Phys. Rev. **9**. 1917. 84; **10**. 1917. 661; **14**. 1919. 540 (Struktur, SB. **1**. 15.) – Ch. S. Barrett, Structure of Metals, London 1953 (Präzisionsgitterkonstanten für die reinen Metalle bei 20°C).

<sup>2)</sup> E. A. Owen & B. D. Burns, Min. Mag. **25**. 1939. 415 (für Awaruit). – J. Joung, Proc. Roy. Soc. **112**. 1926. 630; A. O. Jung, Z. Krist. **65**. 1927. 309 (für Kamazit und Taenit). – J. S. R. Krishna Rao, Chem. d. Erde **21**. 1962. 398. – Siehe weitere Arbeiten über Fe-Ni-Legierungen.

<sup>2a)</sup> G. A. Challis & J. V. P. Long, Min. Mag. **33**. 1964. 942.

<sup>3)</sup> S. B. Hendricks, Z. Krist. **74**. 1930. 534 (Struktur, SB. **2**. 33). – H. Lipson & N. J. Petch, J. Iron Steel Inst. **142**. 1940. 95 u. 104 (Struktur, SR. **9**. 40). Vgl. F. H. Herbstein & J. Smuts, Acta Cryst. **17**. 1964. 1331.

<sup>4)</sup> Synthet. Fe<sub>20</sub>C<sub>9</sub> ist orthorhombisch oder hexagonal, K. H. Jack, Proc. Roy. Soc. A **195**. 1948. 56.

<sup>5)</sup> S. B. Hendricks & P. K. Kosting, Z. Krist. **74**. 1930. 511. – Vgl. SB. **1**. 590; **2**. 782; SR. **11**. 143.

<sup>6)</sup> F. A. Bannister, Min. Mag. **26**. 1941. 36.

<sup>7)</sup> F. Heide, E. Herschkowitsch & E. Preuß, Chem. d. Erde **7**. 1932. 483. – Vgl. J. I. Goldstein & R. E. Ogilvie, Geochim. Cosmochim. Acta **27**. 1963. 623.

<sup>8)</sup> P. Ramdohr, J. Geophys. Res. **68**. 1963. 2011.

<sup>9)</sup> C. Frondel, Am. Min. **47**. 1962. 786.

### 5.) Osmium-Platin-Gruppe.

Von den reinen Platinmetallen kristallisieren Ruthenium und Osmium hexagonal mit Strukturen vom Zink-Typus; Rhodium, Palladium, Iridium und Platin kristallisieren kubisch mit Strukturen vom Kupfer-Typus.

5a) Osmium-Reihe. Dihexagonal-dipyramidal.  $D_{6h}^4 - P6_3/mmc$ .

Isotypie. Im Iridosmium kann unter Erhaltung der hexagonalen Struktur (!) Os bis ca. 68% durch Ir ersetzt sein.

Ruthenium Ru  $a_0 = 2.7038$   $c_0 = 4.2816$   $c_0/a_0 = 1.584$   $Z = 2^1$ )

Osmium Os  $a_0 = 2.7333$   $c_0 = 4.3191$   $c_0/a_0 = 1.580$   $Z = 2^1$ )

Iridosmium (Os, Ir, . . .)  $a_0 \sim 2.72 - 2.62$   $c_0 \sim 4.30 - 4.24$   $Z = 2^2$ )

(Glocker, 1839\*)

Ruthenium ist als Mineral bisher unbekannt, Osmium wurde 1961 in natürlichen Platinkonzentraten beobachtet<sup>1a)</sup>. Als Iridosmium sollen alle hexagonalen Mischkristalle (Os, Ir) bezeichnet werden, auch diejenigen mit  $Os < 50\%$ <sup>1b)</sup>; nach dem Os-Anteil können unterschieden werden: **Syssertskit** (Haidinger, 1845),  $Os > 50\%$ ,  $a_0 = 2.715$ ,  $c_0 = 4.296^2$ ), **Newjanskite** (Haidinger, 1845),  $Os$  50 bis 32%,  $a_0 = 2.625$ ,  $c_0 = 4.243^2$ ). Das in der Natur gefundene Iridosmium kann zusätzlich Ru enthalten (**Ruthen-Iridosmium**<sup>2a)</sup>, 40 Os, 40 Ir, 20 Ru), auch Pt und Rh.

Vom Palladium ist in der Natur angeblich auch eine hexagonale Modifikation, das **Allopalladium** (Dana, 1868, vom Harz) beobachtet worden; „Allopalladium“ von Britisch-Guayana hat sich als Potarit, PdHg, erwiesen.

5b) Platin-Reihe. Kubisch-hex'oktaedrisch,  $O_h^5 - Fm\bar{3}m$ . Isotypie.

Rhodium	Rh	$a_0 = 3.8034$	$Z = 4^1$
Palladium	Pd	$a_0 = 3.8902$	$Z = 4^1$
Iridium	Ir	$a_0 = 3.8389$	$Z = 4^1$
Platin	Pt	$a_0 = 3.9237$	$Z = 4^1$

**Osmiridium** (Naumann, 1828\*\*) umfaßt die kubischen Mischkristalle (Ir, Os)<sup>1b</sup>).

**Aurosmirid** (Swjaginzeff, 1934) ist Iridium mit je 25% Osmium und Gold und kristallisiert kubisch mit  $a_0 = 3.85$ .

Mineralisches Platin enthält stets wesentliche Mengen von Fe (4–21%), sog. **Eisenplatin** (Breithaupt, 1832); desgleichen sind die sonstigen Platinmetalle, und zwar in der abnehmenden Häufigkeit Ir, Os, Rh, Pd, Ru, vorhanden; sie trugen dem Mineral auch den Namen **Polyxen** (Hausmann, 1813) ein. Das an Ir reiche Platin wird als **Iridiumplatin** bezeichnet.

**Stannopalladinit** (Maslennitzky & al., 1947),  $Pd_3Sn_2$ , bildet hexagonale Kristalle;  $a_0 = 4.40$ ,  $c_0 = 5.66^3$ . **Nigglit** (Scholtz, 1936),  $Pt(Sn, Te)$ , hexagonal,  $a_0 = 4.11$ ,  $c_0 = 5.45$ ,  $c_0/a_0 = 1.326$ , besitzt NiAs-Struktur<sup>4</sup>).

\*) Breithaupt, 1827: Iridosmin.

\*\*) Leonhard, 1821: Osmium-Iridium; Steffens, 1824: Osm-Iridium; vgl. M. Hey, Min. Mag. **33**. 1963. 712.

<sup>1</sup>) Ch. S. Barrett, Structure of Metals, London 1953 (Präzisionsgitterkonstanten für die reinen Metalle bei 20°C).

<sup>1a</sup>) C. Levy & P. Picot, Bull. Soc. Franç. Min. Crist. **84**. 1961. 312.

<sup>1b</sup>) Bohnstedt-Kupletskaya & Chukhrov, Mineralien, Handb. Bd. I. Moskau 1960. – Vgl. M. H. Hey, 1963, l. c.

<sup>2</sup>) O. E. Swjaginzeff & B. K. Brunowski, Z. Krist. **83**. 1932. 187 (Gitterkonstanten für „Syssertskit“ von Syssertsk und „Newjanskite“ von Newjansk).

<sup>3</sup>) J. N. Maslennitzky, P. V. Faleew & E. V. Iskyul, Doklady Akad. Wiss. USSR **58**. 1947. 1137.

<sup>4</sup>) W. O. J. Groeneveld Meijer, Am. Min. **40**. 1955. 693. – Vgl. M. L. Gimpl, C. E. Nelson & N. Fuschillo, Am. Min. **48**. 1963. 689, die jedoch den Sn-Gehalt unberücksichtigt lassen.

## B.) Semimetalle und Nichtmetalle

1.) Arsen-Reihe. Ditrigonal-skalenoedrisch,  $D_{3d}^5 - R\bar{3}m$ . Isotypie.

<b>Arsen</b>	As	$a_{rh} = 5.61$	$\alpha = 85^\circ 38'$	$Z = 8$	$c/a = 1.4025^1$
		$a_{rh}' = 4.150$	$\alpha' = 54^\circ 07'$	$Z = 2^1$	
<b>Stibarsen</b>	AsSb	Mit Gitterdimensionen zwischen As und Sb (Wretblad, 1941)			
<b>Antimon</b>	Sb	$a_{rh} = 6.21$	$\alpha = 86^\circ 58'$	$Z = 8$	$c/a = 1.3236^2$
		$a_{rh}' = 4.506$	$\alpha' = 57^\circ 06'$	$Z = 2^{2a}$	
<b>Wismut</b>	Bi	$a_{rh} = 6.57$	$\alpha = 87^\circ 34'$	$Z = 8$	$c/a = 1.3035^3$
		$a_{rh}' = 4.745$	$\alpha' = 57^\circ 14'$	$Z = 2^{3a}$	

**Allemontite** (Haidinger, 1845) sind eutektoide Gemenge von Stibarsen mit As oder Sb; Stibarsen, wenn allein vorhanden, wird auch als „homogener Allemontit“ bezeichnet (Wretblad, 1941). Wismut wandelt sich bei 75°C in eine

andere Modifikation um; vielleicht zeigen deshalb die meisten Vorkommen bei erzmikroskopischer Betrachtung eine Umwandlungslamellierung.

**Arsenolamprit** (Hintze, 1886) ist eine orthorhombische, dem schwarzen Phosphor entsprechende Modifikation von Arsen,  $a_0 = 3.63$ ,  $b_0 = 4.45$ ,  $c_0 = 10.96$ ,  $Z = 8$ .<sup>1)</sup>

Eine Varietät von Antimon mit 15% Bi von Viitaniemi, Zentralfinnland, wurde als Wismutantimon bezeichnet.<sup>2b)</sup>

Weißer **Phosphor**, kubisch, soll in einem Meteoriten vorhanden gewesen sein.

<sup>1)</sup> A. J. Bradley, Phil. Mag. **47**. 1924. 657 (Struktur, SB. I. 25). – Vgl. G. Hägg & A. G. Hybinette, Phil. Mag. **20**. 1935. 913.

<sup>2)</sup> R. W. James & N. Tunstall, Phil. Mag. **40**. 1920. 233 (Struktur). – Vgl. G. Hägg & A. G. Hybinette, 1935, l. c.

<sup>2a)</sup> E. R. Jette & F. Foote, J. Chem. Phys. **3**. 1935. 605. – Vgl. W. F. Ehret & M. B. Abramson, J. Am. Chem. Soc. **56**. 1934. 385.

<sup>2b)</sup> A. Volborth, N. Jb. Min. **94**. 1940. 140.

<sup>3)</sup> O. Hassel & H. Mark, Z. Phys. **23**. 1924. 269.

<sup>3a)</sup> E. R. Jette & F. Foote, 1935, l. c.; W. F. Ehret & M. B. Abramson, 1934, l. c. – Weitere Arbeiten s. Strukturberichte.

<sup>4)</sup> J. Zdenek, Chem. d. Erde **20**. 1959. 71.

## 2.) Kohlenstoff-Gruppe. Polymorphie.

<b>Graphit-2H</b> (Werner, 1789)	$\alpha$ -C	Dihexagonal-dipyramidal $D_{6h}^4$ — $P 6_3/mmc$ $a_0 = 2.46$ $c_0 = 6.708$ $c_0/a_0 = 2.727$ $Z = 4^1$ )
<b>Graphit-3R</b>	$\alpha'$ -C	Ditrigonal-skalenoedrisch $D_{3d}^5$ — $R \bar{3}m$ $a_0 = 2.46$ $c_0 = 10.06$ $c_0/a_0 = 4.090$ $Z = 6^2$ )
<b>Diamant</b> ( $\geq 1200$ °C)	$\beta$ -C	Kubisch-hex'oktaedrisch $O_h^7$ — $Fd\bar{3}m$ $a_0 = 3.5668$ $Z = 8^3$ )
<b>Diamant (-3R)</b> ( $\leq 1200$ °C)	$\beta'$ -C	Ditrigonal-skalenoedrisch $D_{3d}^4$ ) $a_0 \approx 2.52$ $c_0 \approx 6.18$

Graphit-2H ist häufiger als Graphit-3R; beide treten im allgemeinen in inniger Paralleldurchwachsung nach der Basis auf. Ruß entspricht wohl einem Graphit-IHd, also einem Graphit mit hexagonaler einschichtiger Struktur und Desorientierung der Schichten.

**Diamant** (adamas, Plinius, 77 n. Chr.) entspricht in seiner morphologischen Symmetrie meist der Klasse  $O_h$  —  $m\bar{3}m$ , gelegentlich auch der Klasse  $T_d$  —  $\bar{4}3m$  (oder eher einer trigonal-pyramidalen Klasse).

Die Gittersymmetrie ist nach W. H. und W. L. Bragg (1913)  $O_h^7$  —  $Fd\bar{3}m$ ; nach A. Neuhaus (1959) entspricht diese einer Hochtemperaturmodifikation, die, abgesehen von (lamellarer) Spannungsdoppelbrechung, optisch isotrop ist. Daneben gibt es — gleichfalls nach Neuhaus — eine trigonale (pseudokubische) Tieftemperaturmodifikation der Symmetrie  $D_{3d}$  mit ZnS-3R-Struktur und echter Doppelbrechung.<sup>4)</sup>

Viele Natur- und Synthese-Diamanten sind Pseudomorphosen der trigonalen Tieftemperaturmodifikation nach der kubischen Hochtemperaturmodifikation mit einer im Mikroskop etwa der Mikroklin- oder Leucitgitterung ähnlichen Umwandlungslamellierung.

Als **Bort** werden hauptsächlich die nur für Industriezwecke verwertbaren

Diamanten bezeichnet; **Carbonados** sind graphithaltige, erbsen- bis eigroße Rollstücke von „koksartiger“ Beschaffenheit.

Durch Erhitzen von Diamant im Vakuum auf ca. 2000 °C erhält man Graphit mit stark bevorzugter Orientierung [0001] Graphit || [111] Diamant<sup>5)</sup>. **Cliftonit** (Fletcher, 1887), aus Eisenmeteoriten, ist eine Pseudomorphose von Graphit nach einem kubischen Mineral, offenbar nicht Diamant, denn die c-Achsen der Mikrokristalle verlaufen parallel zu den vierzähligen Achsen des Würfels. **Moissanit** (Kunz, 1905), SiC, dihexagonal-pyramidal,  $C_{6v}^4 - P6_3mc$ , kommt in Meteoriten vor und ist auch aus einem Kimberlit, Sibirien<sup>6a)</sup>, und einer vulkanischen Breccie in Böhmen<sup>6b)</sup> bekannt geworden; er entspricht dem Carborund-III,  $a_0 = 3.08$ ,  $c_0 = 15.10$ ,  $c_0/a_0 = 4.90$ ,  $Z = 6^e$ ). Kubisches SiC ist gemeinsam mit Searlesit in Salzlagerstätten von Bridger, Wyoming, gefunden worden<sup>7)</sup>.

<sup>1)</sup> G. E. Bacon, Acta Cryst. 4. 1951. 558. – Vgl. A. W. Hull, Phys. Rev. 10. 1917. 661 (Struktur, SB. 1. 28); O. Hassel & H. Mark, Z. Physik 25. 1924. 317; J. D. Bernal, Proc. Roy. Soc. 106. 1924. 749; U. Hofmann & D. Wilm, Z. Elektrochem. 42. 1936. 504; weitere Arbeiten s. Strukturberichte.

<sup>2)</sup> H. Lipson & A. R. Stokes, Proc. Roy. Soc. 181. 1942. 101; H. P. Rooksby & E. G. Steward, Nature 159. 1947. 638 (Struktur, SR. 11. 198). – H.-P. Boehm & U. Hofmann, Z. anorg. Chem. 278. 1955. 58.

<sup>3)</sup> W. H. & W. L. Bragg, Proc. Roy. Soc. 89 A. 1913. 277 (Struktur, SB. 1. 19). – K. Lonsdale, Nature 155. 1945. 144; Phil. Trans. Roy. Soc. 340 A. 1947 (Präzisionsgitterkonstante).

<sup>4)</sup> A. Neuhaus, IMA-Meeting, Zürich 1959. 33. – Freiburger Forsch.-H. C 102. 1961. 20.

<sup>5)</sup> H. J. Grenville-Wells, Min.-Mag. 29. 1952. 803.

<sup>6)</sup> H. Ott, Z. Krist. 61. 1924. 515. – G. Borrmann & H. Seyfarth, Z. Krist. 86. 1933. 472. – N. W. Thibault, Am. Min. 29. 1944. 327.

<sup>6a)</sup> A. L. Bobrievitsch, V. A. Kalyuschny & G. I. Smirnov, Doklady Akad. Nauk. USSR. 115. 1957. 1189.

<sup>6b)</sup> J. Bauer, J. Fiala & R. Hřichová, Am. Min. 48. 1963. 620.

<sup>7)</sup> A. J. Regis & L. B. Sand, Bull. Geol. Soc. Am. 69. 1958. 1633.

### 3.) Schwefel-Selen-Gruppe. Polytypie. Se<sub>n</sub> und Te sind isotyp.

<b>Schwefel</b>	$S_8$	Rhombisch-dipyramidal $D_{2h}^{24} - Fddd$ $a_0 = 10.44$ $b_0 = 12.84_5$ $c_0 = 24.37^1$ $a_0 : b_0 : c_0 = 0.813 : 1 : 1.897$ Zellinhalt: 16 ringförmige Moleküle $S_8$
<b><math>\beta</math>-Schwefel</b> ( $> 95,6^\circ C$ )	$S_8$	Monoklin-prismatisch $C_{2h}^5 - P2_1/a$ $a_0 = 10.92$ $b_0 = 10.98$ $c_0 = 11.04^2$ $a_0 : b_0 : c_0 = 0.995 : 1 : 1.006$ $\beta = 96^\circ 44'$ Zellinhalt: 6 Moleküle $S_8$
<b><math>\gamma</math>-Schwefel</b> ( <b>Rosickyit</b> , Sekanina, 1931)	$S_8$	Monoklin-prismatisch $C_{2h}^4 - P2/c$ $a_0 = 8.50$ $b_0 = 13.16$ $c_0 = 9.29^3$ $a_0 : b_0 : c_0 = 0.646 : 1 : 0.706$ $\beta = 124^\circ 49'$ Zellinhalt: 4 Moleküle $S_8$

$\epsilon$ -Schwefel (nur künstlich)	$S_{\epsilon}$ Trigonal-rhomboedrisch $C_{3i}^{22} - R \bar{3}$ $a_{rh} = 6.46 \quad \alpha = 115^{\circ} 18' \quad Z = 1 S_6^{4a)}$ $a_0 = 10.9 \quad c_0 = 4.27 \quad c_0/a_0 = 0.392 \quad Z = 3 S_6^4)$
<b>Selen</b> (metallisch)	$Se_{\gamma}$ Trigonal-trapezoedrisch $D_3^4 - P3_121$ und $D_3^6 - P3_221$ $a_0 = 4.36 \quad c_0 = 4.96 \quad c_0/a_0 = 1.138 \quad Z = 3^5)$
<b>Tellur</b> (metallisch)	$Te$ Trigonal-trapezoedrisch $D_3^4 - P3_121$ und $D_3^6 - P3_221$ $a_0 = 4.46 \quad c_0 = 5.93 \quad c_0/a_0 = 1.33 \quad Z = 3^5)$ $c/a = 1.3298 \quad \alpha = 86^{\circ} 47'$

$\alpha$ -Schwefel tritt nicht selten in schönen großen Kristallen von rhombisch-disphenoidischer Symmetrie auf, eine Hypomorphie (W. Kleber, 1956), verursacht durch asymmetrische Lösungsgenossen während des Kristallwachstums (L. Royer, 1930) — Es besteht eine gewisse Strukturanalogie der  $S_8$ -Ringe zu Realgar  $As_4S_4$ .

$\beta$ -Schwefel, der gelegentlich in Vulkanen und brennenden Flözen bei Temperaturen über  $95,6^{\circ}C$  entsteht, wandelt sich unter dieser Temperatur schnell in  $\alpha$ -Schwefel um.

Der ebenfalls monokline  $\gamma$ -Schwefel (**Rosickyit**) wurde in der Natur mehrmals beobachtet; in der hier gewählten Orientierung ist  $c$  [001] die Richtung der Längerstreckung, ebenso wie in der Orientierung nach Muthmann (1890).

**Selenschwefel** ist eine diadoche Mischung von  $\alpha$ -Schwefel mit sehr wenig Selen; aus Schmelzen künstlich erhaltene Mischkristalle mit 0–10 At.-% Selen haben die Struktur des orthorhombischen Schwefels, mit 55 bis 70 At.-% Selen die Struktur des  $\gamma$ -Schwefels, mit 90–100 At.-% Selen die des trigonalen (metallischen) Selens<sup>5a)</sup>.

Selen wurde als Mineral in zwei Modifikationen beobachtet, in einer der beiden roten monoklinen Modifikationen ( $\beta$ -Se,  $a_0 = 12.76$ ,  $b_0 = 8.06$ ,  $c_0 = 9.27$ ;  $\beta = 93^{\circ}04'$ )<sup>6)</sup> und in der trigonalen (metallischen)  $\gamma$ -Modifikation.

Tellur enthält häufig etwas Selen in diadocher Vertretung; im **Selentellur** (Te, Se), sollen bis 30 Gew.-% Selen vorhanden sein.

<sup>1)</sup> B. E. Warren & J. T. Burwell, J. Chem. Phys. **3**. 1935. 6 (Struktur, SB. **3**. 5). — S. C. Abrahams, Acta Cryst. **3**. 1955. 661 (Verfeinerte Strukturbestimmung).

<sup>2)</sup> J. T. Burwell, Z. Krist. **97**. 1937. 123.

<sup>3)</sup> H. Strunz, Naturwiss. **49**. 1962. 9; H. Strunz & E. Herda, Naturwiss. **48**. 1961. 596. — Vgl. Y. M. de Haan, Physica **24**. 1958. 855.

<sup>4)</sup> C. Frondel & R. E. Whitfield, Acta Cryst. **3**. 1950. 242.

<sup>4a)</sup> J. D. H. Donnay, Acta Cryst. **8**. 1955. 245.

<sup>5)</sup> A. J. Bradley, Phil. Mag. **48**. 1924. 477 (Struktur, SB. **1**. 27). — M. K. Slattey, Phys. Rev. **25**. 1925. 333.

<sup>5a)</sup> Y. M. de Haan & M. P. Visser, Physica **26**. 1960. 127 (Mischkristalle S–Se).

<sup>6)</sup> H. P. Klug, Z. Krist. **88**. 1934. 128. — R. E. Marsh, L. Pauling & J. D. McCullough, Acta Cryst. **6**. 1953. 71 (Struktur, SR. **16**. 156).

II.

Klasse der Sulfide  
(Selenide, Telluride, Arsenide, Antimonide,  
Bismutide)

Übersicht:

A'.) Legierungen (und legierungsartige Verbindungen) von Metallen  
mit Semimetallen (As, Sb, Bi)

- |                                |                                 |
|--------------------------------|---------------------------------|
| 1.) Whitneyit-Koutekit-Gruppe  | (Cu, As), $Cu_3As$ .            |
| 2.) Huntolith-Dyskrasit-Gruppe | (Ag, As), $Ag_3Sb$ .            |
| 3.) Orcelit-Maucherit-Gruppe   | $Ni_{<5}As_2$ , $Ni_{<3}As_2$ . |
| 4.) Arsenopalladinit-Reihe     | $Pd_3As$ .                      |

A.) Abteilung der Sulfide etc. mit  $M:S > 1:1$

- |                                  |   |
|----------------------------------|---|
| 1.) Chalkosin-Berzelianit-Gruppe | $Cu_2S$ , $Cu_2Se$ .                          |
| 2.) Digenit-Bornit-Gruppe        | $Cu_9S_5$ , $Cu_5FeS_4$ .                     |
| 3.) Argentit-Naumannit-Gruppe    | $Ag_2S$ , $Ag_2Se$ .                          |
| 4.) Stromeyerit-Eukairit-Gruppe  | $Cu_2S \cdot Ag_2S$ , $Cu_2Se \cdot Ag_2Se$ . |
| 5.) Parkerit-Shandit-Gruppe      | $Ni_3(Bi, Pb)_2S_2$ , $Ni_3Pb_2S_2$ .         |
| 6.) Heazlewoodit-Reihe           | $Ni_3S_2$ .                                   |
| 7.) Pentlandit-Reihe             | $Co_9S_8$ , $(Ni, Fe)_9S_8$ .                 |

B.) Abteilung der Sulfide mit  $M:S = 1:1$

ZnS-Typus und Verwandte

- |                                |                             |                                  |
|--------------------------------|-----------------------------|----------------------------------|
| 1.) Zinkblende-Reihe           | $\alpha$ -ZnS.              | Kubisch und<br>pseudokubisch     |
| 2.) Chalkopyrit-Reihe          | $CuFeS_2$ .                 |                                  |
| 3.) Luzonit-Reihe              | $Cu_3AsS_4$ .               | Hexagonal und<br>pseudohexagonal |
| 4.) Sulvanit-Reihe             | $Cu_3VS_4$ .                |                                  |
| 5.) Tetraedrit-Reihe           | $Cu_3SbS_{3.25}$ .          |                                  |
| 6.) Wurtzit-Reihe              | $\beta$ -ZnS.               | Hexagonal und<br>pseudohexagonal |
| 7.) Enargit-Reihe              | $Cu_3AsS_4$ .               |                                  |
| 8.) Cubanit-Sternbergit-Gruppe | $CuFe_2S_3$ , $AgFe_2S_3$ . |                                  |

## NiAs-Typus und Verwandte

- 9.) NiAs-Reihe  $\text{FeS, NiAs.}$   
 10.) Millerit-Reihe  $\beta\text{-NiS.}$

## PbS-Typus und Verwandte

- 11.) Galenit-Reihe  $\text{PbS.}$   
 12.) Miargyrit-Schapbachit-Gruppe  $\text{AgSbS}_2, \text{AgBiS}_2.$   
 13.) Herzenbergit-Reihe  $\text{SnS, PbSnS}_2.$   
 14.) Cinnabarit  $\text{HgS.}$

## Weitere Strukturtypen

- 15.) Covellin-Reihe  $\text{CuS.}$   
 16.) Braggit-Cooperit-Gruppe  $(\text{Pt, Pd, Ni})\text{S, PtS.}$

C.) Abteilung der Sulfide mit  $M:S < 1:1$ 

- 1.) Linneit-Reihe  $\text{Co}_3\text{S}_4.$   
 2.) Antimonit-Reihe  $\text{Sb}_2\text{S}_3.$   
 3.) Tetradymit-Ikunolith-Gruppe  
 3a) Tetradymit-Reihe  $\text{Bi}_2\text{Te}_2\text{S};$   
 3b) Ikunolith-Reihe  $\text{Bi}_4(\text{S, Se})_3;$   
 3c) Paraguanajuatit etc.  $\text{Bi}_2(\text{Se, S})_2..$   
 4.) Gold-Silber-Telluride  $\text{Au}_2\text{Te}_3, \text{AuAgTe}_4.$

 $M:S = 1:2$ 

- 5.) Pyrit-Reihe  $\text{FeS}_2.$   
 6a) Cobaltin-Reihe  $\text{CoAsS};$   
 6b) Ullmannit-Reihe  $\text{NiSbS.}$   
 7.) Markasit-Reihe  $\text{FeS}_2.$   
 8.) Löllingit-Reihe  $\text{FeAs}_2.$   
 9.) Arsenopyrit-Gruppe  $\text{FeAsS.}$   
 10.) Molybdänit-Reihe  $\text{MoS}_2.$   
 11.) Melonit-Moncheit-Gruppe  $\text{NiTe}_2, (\text{Pt, Pd})(\text{Te, Bi})_2.$

 $M:S < 1:2$ 

- 12.) Skutterudit-Reihe  $\text{CoAs}_3.$

## D.) Abteilung der komplexen Sulfide

- 1a) Proustit-Reihe  $\text{Ag}_3\text{AsS}_3.$   
 1b) Xanthokon-Reihe  $\text{Ag}_3\text{AsS}_3.$   
 2.) Kupferspießglanze  $\text{Cu}_2\text{S} \cdot \text{Sb}_2\text{S}_3, \text{Cu}_2\text{S} \cdot \text{Bi}_2\text{S}_3 \dots$   
 3.) Silberspießglanze  $\text{Ag}_2\text{S} \cdot \text{As}_2\text{S}_3, \text{Ag}_2\text{S} \cdot 3\text{Bi}_2\text{S}_3 \dots$   
 4.) Bleikupferspießglanze  $2\text{PbS} \cdot \text{Cu}_2\text{S} \cdot \text{As}_2\text{S}_3, 2\text{PbS} \cdot \text{Cu}_2\text{S} \cdot \text{Sb}_2\text{S}_3 \dots$   
 5.) Bleisilberspießglanze  $4\text{PbS} \cdot 2\text{Ag}_2\text{S} \cdot 6\text{Sb}_2\text{S}_3 \dots$

6.) Bleiarsenspießglanze	$\text{PbS} \cdot \text{As}_2\text{S}_3, 3 \text{PbS} \cdot 2 \text{As}_2\text{S}_3 \dots$
7.) Bleiantimonspießglanze	$\text{PbS} \cdot \text{Sb}_2\text{S}_3 \dots$
8.) Bleiwismutspießglanze	$\text{PbS} \cdot \text{Bi}_2\text{S}_3 \dots$
Anhang: Sulfide der Semimetalle	
Patronit-Realgar-Gruppe	$\text{VS}_4, \text{As}_4\text{S}_3, \text{As}_4\text{S}_4, \text{As}_2\text{S}_3 \dots$

### A'.) Legierungen (und legierungsartige Verbindungen) von Metallen mit Semimetallen (As, Sb, Bi)

#### 1.) Whitneyit-Koutekit-Gruppe (mit Cu).

<b>Whitneyit</b>	(Cu, As)	Kubisch
(Genth, 1859)		Mischkristalle von Cu mit As bis 12%
<b>Algodonit</b>	$\text{Cu}_{6-7}\text{As}$	Rhombisch-pseudohexagonal
(Field, 1857)		$a_0 = 2.59 \quad c_0 = 4.23 \quad c_0/a_0 = 1.633^1)$
<b>Horsfordit</b>	$\text{Cu}_6\text{Sb}$	Derb
(Norton & Laist, 1888)		
<b><math>\alpha</math>-Domeykit</b>	$\alpha\text{-Cu}_3\text{As}$	Kubisch-hex'etraedrisch $T_d^0 - I43d$
		$a_0 = 9.61 \quad Z = 16^1)$
<b><math>\beta</math>-Domeykit</b>	$\beta\text{-Cu}_3\text{As}$	Hexagonal
(Mikheyen, 1949)		$a_0 = 7.10 \quad c_0 = 7.24^1)$
<b>Koutekit</b>	$\text{Cu}_2\text{As}$	Hexagonal
(Johan, 1958)		$a_0 = 11.51 \quad c_0 = 14.54 \quad c_0/a_0 = 1.263 \quad Z = 42^2)$
<b>Novakit</b>	$\text{Cu}_4\text{As}_3$	Tetragonal
(Johan & Hak, 1959)		$a_0 = 8.21 \quad c_0 = 11.88 \quad c_0/a_0 = 1.448^3)$

Algodonit kann in der Elementarzelle nur 2 Atome, wohl in statistischer Verteilung, enthalten; kubischer Domeykit geht beim Erhitzen auf 225 °C in hexagonalen  $\beta$ -Domeykit über (Steenberg, 1938). **Stibio-Domeykit** ist eine Varietät von Domeykit mit etwas Sb für As.

<sup>1)</sup> B. Steenberg, Ark. Kem. Min. Geol. **12**. 1938. Nr. 26. — Vgl. F. Machatschki, N. Jb. Min. Beil. Bd. **59**. 1929. 137; Zbl. Min. 1930. 19; zu  $\beta$ -Domeykit auch K. Paděra, Rozprave České Akad. **61**. 1951. Nr. 4.

<sup>2)</sup> Z. Johan, Chem. d. Erde **20**. 1960. 217.

<sup>3)</sup> Z. Johan & J. Hak, Chem. d. Erde **20**. 1959. 49.

#### 2.) Huntolith-Dyskrasit-Gruppe (mit Ag, Au).

<b>Huntolith</b>	(Ag, As)	Wahrscheinlich Mischkristall von Ag mit wenig As
(Wurtz, 1879)		
<b>Animikit</b>	(Ag, Sb)	Kubisch
(Wurtz, 1879)		Mischkristalle von Ag mit Sb bis rund 11%
<b>Chilenit</b>	(Ag, Bi)	Kubisch? <i>амбигуанн.</i>
(Dana, 1868)		Mischkristalle von Ag mit Bi bis rund 10%
<b>Allargentum</b>	$\varepsilon\text{-(Ag, Sb)}$	Hexagonal
(Ramdohr, 1950)		$a_0 = 2.92 \quad c_0 = 4.77 \quad c_0/a_0 = 1.633^1)$ 10–16% Sb; $\varepsilon$ -Phase im System (Ag, Sb)



<b>Arsenargentit</b>	$\text{Ag}_3\text{As}$	Nadelig wie Dyskrasit
	(Hannay, 1877)	
<b>Dyskrasit</b>	$\text{Ag}_3\text{Sb}$	Rhombisch-pyramidal, pseudohexagonal
	(Beudant, 1832)	$C_{2v}^1$ — Pmm2
		$a_0 = 2.99 \quad b_0 = 5.23 \quad c_0 = 4.82$
		$a_0 : b_0 : c_0 = 0.572 : 1 : 0.922 \quad Z = 1^2$
<b>Maldonit</b>	$\text{Au}_2\text{Bi}$	Kubisch-hex'oktaedrisch $O_h^7$ — Fd3m
	(Ulrich, 1869)	$a_0 = 7.98 \quad Z = 8^3$

Dem Animikit entspricht wohl der sog. kubische Dyskrasit. Maldonit ist häufig in eine feinmyrmekitische Verwachsung von gediegen Gold und gediegen Wismut zerfallen.

<sup>1</sup>) P. Ramdohr, Die Erzminerale und ihre Verwachsungen, 1954. S. 314.

<sup>2</sup>) M. A. Peacock, Univ. Toronto Stud. Geol. Ser. **44**. 1940. 31. — Vgl. F. Machatschki, Z. Krist. **67**. 1928. 169. — A. Westgren, G. Hägg & S. Erikson, Z. phys. Chem. **4**. 1929. 453 u. a.

<sup>3</sup>) T. Jurriaanse, Z. Krist. **90**. 1935. 322, an künstlichen Kristallen.  $\text{Cu}_2\text{Mg}$ -Gitter. — P. Ramdohr, Akad. Wiss. Berlin 1953. V. 3–8.

### 3.) Orcelit-Maucherit-Gruppe (mit Ni).

<b>Orcelit</b>	$\text{Ni}_{<5}\text{As}_2$	Hexagonal
	(Caillère & al., 1959)	$a_0 = 6.81 \quad c_0 = 12.50 \quad c_0/a_0 = 1.836^1$
<b>Maucherit</b>	$\text{Ni}_{<3}\text{As}_2$	Ditetragonal-dipyramidal $D_{4h}^{19}$ — $I4_1/amd$
	(Grünling, 1913)	$a_0 = 3.43 \quad c_0 = 21.87 \quad c_0/a_0 = 6.376 \quad Z = 4^2$

Orcelit (Caillère, Avias & Falgueirettes, 1959), etwa  $\text{Ni}_2\text{As}$ , entspricht nach M. Fleischer (1960) wahrscheinlich der von Heydring & Calvert (1957) synthetisch hergestellten Verbindung  $\text{Ni}_{5-x}\text{As}_2$  mit  $x = 0-0.38$ .

<sup>1</sup>) R. D. Heydring & L. D. Calvert, Canad. Journ. Chem. **35**. 1957. 1205 (Synthet.) — R. A. Yund, Econ. Geol. **56**. 1961. 1273.

<sup>2</sup>) M. A. Peacock, Am. Min. **27**. 1942. 229; Min. Mag. **25**. 1940. 557. — R. A. Yund, 1961, l. c.

### 4.) Arsenopalladinit-Reihe (mit Pd).

<b>Arsenopalladinit</b>	$\text{Pd}_3\text{As}$	Hexagonal $D_{6h}^1$ — P6/mmm (?)
	(Bannister & al., 1955)	$a_0 = 6.80 \quad c_0 = 3.48 \quad c_0/a_0 = 0.512 \quad Z = 2^1$
<b>Stibiopalladinit</b>	$\text{Pd}_3\text{Sb}$	Optisch anisotrop
	(Wagner, 1929)	

<sup>1</sup>) G. F. Claringbull & M. H. Hey, Min. Soc. Notice No. **94**. 1956.

## A.) Sulfide etc. mit M:S > 1:1

### Vorherrschend Cu

1.) Chalkosin-Berzelianit-Gruppe. Dimorphie von  $\text{Cu}_2\text{S}$ ;  $\text{Cu}_2\text{Se}$  besitzt Antifluoritstruktur.

<b>Chalkosin</b>	$\text{Cu}_2\text{S}$	Rhombisch-pyramidal $C_{2v}^{15}$ — Ab2m
	(Beudant, 1832) (< 103 °C)	$a_0 = 11.92 \quad b_0 = 27.33 \quad c_0 = 13.44^1$
		$a_0 : b_0 : c_0 = 0.436 : 1 : 0.492 \quad Z = 96$

<b>Chalkosin(-H)</b>	$\text{Cu}_2\text{S}$ ( $> 103^\circ\text{C}$ )	Hexagonal $D_{6h}^1 - P6_3/mmc$ $a_0 = 3.90$ $c_0 = 6.69$ $c_0/a_0 = 1.715$ $Z = 2^2$
<b>Berzelianit</b>	$\text{Cu}_2\text{Se}$ (Beudant, 1832)	Kubisch-hex'oktaedrisch $O_h^7 - Fd3m$ $a_0 = 5.74$ $Z = 4^3$
Synthetisch	$\text{Cu}_2\text{Te}$	Dihexagonal-dipyramidal $D_{6h}^1 - P6/mmm$ $a_0 = 4.25$ $c_0 = 7.29$ $Z = 2^4$ Bei $640^\circ\text{C}$ kubisch-flächenzentriert $a_0 = 6.11$ $Z = 4^{4a}$
<b>Weissit</b>	$\text{Cu}_2\text{Te}^{5a}$ (Trolle & Wachtmeister, 1828)	Pseudokubisch $a_0 = 10.0^b$

**Kupferglanz** ist teils hexagonales, teils orthorhombisches  $\text{Cu}_2\text{S}$ , am häufigsten sind Paramorphosen der orthorhombischen Modifikation nach dem oberhalb  $103^\circ\text{C}$  entstandenen hexagonalen  $\text{Cu}_2\text{S}$ ; der sog. „blaue kubische Kupferglanz“ ist in Wirklichkeit Digenit  $\text{Cu}_9\text{S}_5$ ; Pseudomorphosen von Tief- $\text{Cu}_2\text{S}$  nach Digenit wurden gleichfalls als „Kupferglanz“ bezeichnet.

Chalkosin stellt eine Überstruktur von Chalkosin(-H) dar ( $a_0, b_0, c_0$  sind 3-, 4- bzw. 2mal so groß wie die Achsen der orthohexagonalen Zelle von Hoch-Chalkosin<sup>1)</sup>).

**Djurleit** (Morimoto, 1962; Roseboom, 1962),  $\text{Cu}_{1,96}\text{S}$ , orthorhombisch, ist trotz weitgehender Ähnlichkeit mit Chalkosin im Pulverdiagramm deutlich von Chalkosin, Digenit und Bornit zu unterscheiden<sup>6)</sup>.

<sup>1)</sup> M. J. Buerger & N. W. Buerger, Am. Min. **29**. 1944. 55 (Überstrukturbeziehung  $\gamma$ - $\alpha$ -Chalkosin). – Vgl. R. Ueda, J. Phys. Soc. Jap. 1949. 287. – B. J. Wuensch & M. J. Buerger, Min. Soc. Am. Spec. Paper **1**. 1963. 164.

<sup>2)</sup> M. J. Buerger & N. W. Buerger 1944, l. c. – Vgl. R. Ueda 1949, l. c. – N. V. Below & V. P. Butuzow, C. R. Acad. Sci. USSR. **54**. 1946. 717 (Struktur, SR. **12**. 156). – B. J. Wuensch & M. J. Buerger, 1963 l. c.

<sup>3)</sup> W. Hartwig, Z. Krist. **64**. 1926. 503 (Struktur). – Vgl. W. P. Davey, Phys. Rev. **21**. 1923. 380. – P. Rahlfs 1936, l. c.; J. W. Earley, Am. Min. **35**. 1950. 337.

<sup>4)</sup> H. Nowotny & J. Zemann, Sitz.-Ber. Österr. Akad. Wiss. 1950. 315.

<sup>4a)</sup> K. Anderko & K. Schubert, Z. Metallkunde. **45**. 1954. 371 (Struktur von Hoch- $\text{Cu}_2\text{Te}$ ,  $\text{CuTe}$  und  $\text{Cu}_4\text{Te}_3$ ).

<sup>5)</sup> R. Hocart & R. Molé, C. R. Acad. Sci. Paris **234**. 1952. 111. – Nach R. M. Thompson:  $a_0 = 7.24$  (Am. Min. **34**. 1949. 342).

<sup>5a)</sup> M. Watanabe in P. Ramdohr, Zbl. Min. 1938. 129; auch Nowotny & Zemann, l. c.

<sup>6)</sup> N. Morimoto, Min. Journ. (Japan) **3**. 1962. 338. – E. H. Roseboom, Am. Min. **47**. 1962. 1181. – Vgl. S. Djurle, Acta Chem. Scand. **12**. 1958. 1415 (Synthesen). – N. Morimoto & G. Kullerud, Am. Min. **46**. 1961. 1270 (Synthesen).

## 2.) Digenit-Bornit-Gruppe.

<b>Digenit</b>	$\text{Cu}_9\text{S}_5$ (Breithaupt, 1844) (stabil bei Zimmertemp.)	Kubisch $a_0 = 27.85^1$
	$\text{Cu}_9\text{S}_5$ (metastabil b. Zimmertemp.)	Ditrigonal-skalenoedrisch $D_{3d}^5 - R\bar{3}m$ $a_{rh} = 16.16$ $\alpha = 13^\circ 56'$ $Z = 1^2$ Kubische Überstruktur: $O_h^7 - Fd3m$ $a_0 = 27.85^1)^2$

	$\text{Cu}_9\text{S}_5$ ( $> \sim 75^\circ\text{C}$ )	Kubisch-hex'oktaedrisch $\text{O}_h^5$ — $\text{Fm } 3m$ $a_0 = 5.571^1)^3$
* <b>Bornit</b> (Haidinger, 1845)	$\text{Cu}_5\text{FeS}_4$ (stabil bei Zimmertemp.)	Tetragonal-skalenoedrisch $\text{D}_{2d}^4$ — $\text{P}\bar{4}2_1c$ $a_0 = 10.94$ $c_0 = 21.88^4$ $c_0/a_0 = 2.000$ $Z = 16$
	$\text{Cu}_5\text{FeS}_4$ (metastabil b. Zimmertemp.)	Ditrigonal-pyramidal $\text{C}_{3v}^5$ — $\text{R } 3m$ $a_{\text{rh}} = 6.70$ $\alpha = 33^\circ 32'$ Kubische Überstruktur: $\text{O}_h^7$ — $\text{Fd } 3m$ $a_0 = 10.94$ $Z = 8^4$
	$\text{Cu}_5\text{FeS}_4$ ( $> 228^\circ\text{C}$ )	Kubisch-hex'oktaedrisch $\text{O}_h^5$ — $\text{Fm } 3m$ $a_0 = 5.50$ $Z = 1^4$

## Anhang:

* <b>Umangit</b> (Klockmann, 1891)	$\text{Cu}_3\text{Se}_2$	Rhombisch-disphenoidisch $\text{D}_2^3$ — $\text{P } 22_12_1$ $a_0 = 4.28$ $b_0 = 6.40$ $c_0 = 12.46^5$ $a_0:b_0:c_0 = 0.669:1:1.947$ $Z = 4$
<b>Rickardit</b> (Ford, 1903)	$\sim \text{Cu}_3\text{Te}_2$	Ditetragonal-dipyramidal $\text{D}_{4h}^7$ — $\text{P } 4/nmm$ $a_0 = 3.98$ $c_0 = 6.12$ $c_0/a_0 = 1.538^6$

<sup>1)</sup> N. Morimoto & G. Kullerud, Am. Min. 48. 1963. 110 (Strukturen).<sup>2)</sup> G. Donnay, J. D. H. Donnay & G. Kullerud, Acta Cryst. 10. 1957. 764; Am. Min. 43. 1958. 228 (Struktur, Meroedrie).<sup>3)</sup> P. Rahlfs, Z. phys. Chem. 31. 1936. 157. — Vgl. T. F.-W. Barth, Zbl. Min. 1926. 284; W. Kurz, Z. Krist. 92. 1935. 408; R. Hocart & R. Molé, C. R. Acad. Sci. Paris 228. 1949. 1138.<sup>4)</sup> N. Morimoto & G. Kullerud, Am. Min. 46. 1961. 1270 (mit Deutung der früheren abweichenden Daten). — N. Morimoto, Acta Cryst. 17. 1964. 351 (Strukturen).<sup>5)</sup> J. W. Earley, Am. Min. 35. 1950. 337.<sup>6)</sup> S. A. Forman & M. A. Peacock, Am. Min. 34. 1949. 441 (Struktur. SR. 12. 158).

## Vorherrschend Ag

3.) Argentit-Naumannit-Gruppe. Polymorphie. Wohl Isotypie  
Argentit-kub. Naumannit.

<b>Akanthit</b> (Kenngott, 1855)	$\text{Ag}_2\text{S}$ ( $< 179^\circ\text{C}$ )	Monoklin-prismatisch $\text{C}_{2h}^5$ — $\text{P } 2_1/n$ $a_0 = 4.23$ $b_0 = 6.91$ $c_0 = 7.87$ $a_0:b_0:c_0 = 0.612:1:1.139$ $\beta = 99^\circ 35'$ $Z = 4^1$
* <b>Argentit</b> (Haidinger, 1845)	$\text{Ag}_2\text{S}$ ( $179$ – $586^\circ\text{C}$ )	Kubisch-hex'oktaedrisch $\text{O}_h^9$ — $\text{Im } 3m$ $a_0 = 4.89$ $Z = 2^2$
	$\text{Ag}_2\text{S}$ ( $> 586^\circ\text{C}$ )	Kubisch, F-zentriert $a_0 = 6.34$ $Z = 4^3$
<b>Naumannit</b> (Haidinger, 1845)	$\text{Ag}_2\text{Se}$ ( $< 133^\circ\text{C}$ )	Orthorhombisch (oder pseudoorthorhombisch?) <sup>4)</sup>
	$\text{Ag}_2\text{Se}$ ( $> 133^\circ\text{C}$ )	Kubisch-hex'oktaedrisch $a_0 = 4.99$ $Z = 2^5$

• <b>Hessit</b> (Fröbel, 1843)	$\text{Ag}_2\text{Te}$	Monoklin-prismatisch $C_{2h}^5$ — $P2_1/c$ $a_0 = 8.09$ $b_0 = 4.48$ $c_0 = 8.96$ $a_0:b_0:c_0 = 1.806:1:2.000$ $\beta = 123^\circ 20'$ $Z = 4^6$
	$\text{Ag}_2\text{Te}$	Kubisch, F-zentriert $(155-802^\circ\text{C})$ $a_0 = 6.58$ $Z = 4^7$
	$\text{Ag}_2\text{Te}$	Kubisch-hex'oktaedrisch $O_h^9$ — $Im\bar{3}m$ $(> 802^\circ\text{C})$ $a_0 = 5.29$ $Z = 2^8$
• <b>Petzit</b> (Haidinger, 1845)	$\text{Ag}_3\text{AuTe}_2$	Kubisch-gyroidisch $O^8$ — $I4_132$ $a_0 = 10.38$ $Z = 8^9$

**Silberglanz** bezeichnet teils Akanthit, teils Argentit, meist jedoch Paramorphosen von monoklinem nach kubischem  $\text{Ag}_2\text{S}$  mit feinlamellarer Umwandlungstextur.

Naumannit findet sich wohl gleichfalls hauptsächlich in Paramorphosen der orthorhombischen nach der ursprünglich kubischen Modifikation.

• **Aguilarit** (Genth, 1891) ist eine Paramorphose von niedriger symmetrischem  $\text{Ag}_4\text{SeS}$  nach kubischem  $\text{Ag}_4\text{SeS}$  (Hochtemperaturform)<sup>10</sup>.

#### Anhang:

• <b>Argyrodit</b> (Weisbach, 1886)	$4\text{Ag}_2\text{S} \cdot \text{GeS}_2$	Orthorhombisch $a_0 = 14.96$ $b_0 = 12.24$ $c_0 = 6.82$ $a_0:b_0:c_0 = 1.222:1:0.557$ $Z = 4^{11}$
<b>Stützit</b> (Schrauf, 1878)	$\text{Ag}_5\text{Te}_3$	Dihexagonal-dipyramidal $D_{6h}^1$ — $P6/mmm$ $a_0 = 13.38$ $c_0 = 8.45$ $c_0/a_0 = 0.631^{12}$ $Z = 7$

**Empressit** (George, 1914) soll nach Honea (1964)  $\text{AgTe}$  sein, orthorhombisch,  $a_0 = 8.90$ ,  $b_0 = 20.07$ ,  $c_0 = 4.62^{12}$ .

Im **Canfieldit** (Penfield, 1893),  $4\text{Ag}_2\text{S} \cdot (\text{Sn}, \text{Ge})\text{S}_2$ , ist gegenüber Argyrodit der größte Teil des Ge durch Sn ersetzt; der Ersatz von Ag durch Cu führt zu „Cu-prodit“<sup>11a</sup>).

<sup>1)</sup> A. J. Frueh, Z. Krist. **110**. 1958. 136 (neue Orientierung, Struktur). — Vgl. L. S. Ramsdell, Am. Min. **28**. 1943. 401. — Vgl. J. Palacios & R. Salvia, An. Españ. Fis. Quim. **29**. 1931. 269.

<sup>2)</sup> P. Rahlfs, Z. phys. Chem. **31**. 1936. 157. — Vgl. R. C. Emmons, C. H. Stockwell & R. H. B. Jones, Am. Min. **11**. 1926. 326.

<sup>3)</sup> A. J. Frueh, Am. Min. **46**. 1961. 654.

<sup>4)</sup> H. Schneiderhöhn & P. Ramdohr, Lehrbuch der Erzmikroskopie, Berlin. 1931, Bd. 2, S. 272.

<sup>5)</sup> P. Rahlfs, 1936, l. c.

<sup>6)</sup> A. J. Frueh, Z. Krist. **112**. 1959. 44 (Struktur). — Vgl. J. F. Rowland & L. G. Berry, Am. Min. **36**. 1951. 471.

<sup>7)</sup> P. Rahlfs, 1936, l. c.

<sup>8)</sup> A. J. Frueh, 1961, l. c.

<sup>9)</sup> A. J. Frueh, Am. Min. **44**. 1959. 693.

<sup>10)</sup> J. W. Earley, Am. Min. **35**. 1950. 337.

<sup>11)</sup> J.-E. Hiller, Zbl. Min. 1940. 138.

<sup>11a)</sup> M. F. Potenza & M. Elli, Rend. Acc. Lincei **33**. 1962. 142.

<sup>12)</sup> R. M. Honea, Am. Min. **49**. 1964. 325.

#### 4.) Stromeyerit-Eukairit-Gruppe (mit Cu und Ag)

<b>Stromeyerit</b> (Beudant, 1832)	$\text{Cu}_2\text{S} \cdot \text{Ag}_2\text{S}$ ( $< 78^\circ\text{C}$ )	Rhombisch-dipyramidal $D_{2h}^{17}$ —Cmcm $a_0 = 4.06$ $b_0 = 6.66$ $c_0 = 7.99^1$ ) <sup>2)</sup> $a_0 : b_0 : c_0 = 0.610 : 1 : 1.200$ $Z = 2$
	( $> 78^\circ\text{C}$ )	Kubisch
<b>Eukairit</b> (Berzelius, 1818)	$\alpha\text{-Cu}_2\text{Se} \cdot \text{Ag}_2\text{Se}$ ( $< 190^\circ\text{C}$ )	Orthorhombisch Pseudotetragonal Tetragonale Unterzelle $D_{4h}^7$ —P4/nmm $a_0 = 4.105$ $b_0 = 20.35$ $c_0 = 6.31$ $a_0 = 4.07$ — $4.105$ $c_0 = 6.31^2$ ) $Z = 1$
<b>Crookesit</b> (Nordenskiöld, 1866)	$(\text{Cu}, \text{Tl}, \text{Ag})_2\text{Se}$	Monoklin-pseudotetragonal „Tetragonal“: $a_0 = 10.40$ $c_0 = 3.93$ $c_0/a_0 = 0.378$ $Z = 2^3$ ) Monoklin: $a_0 = b_0 = 10.40 \cdot \sqrt{2} = 14.71$ $c_0 = \text{—}$ , $\beta = 90^\circ$
<b>Jalpait</b> (Breithaupt, 1858)	$\text{Cu}_2\text{S} \cdot 3\text{Ag}_2\text{S}$	Pseudokubisch $a = 5.63$ $c = 11.74$ $Z = 3$ <i>Temp. 34, 1/and</i>

Stromeyerit und Eukairit sind wahrscheinlich homöotyp; Stromeyerit ist pseudotetragonal nach b [010]. Eukairit geht zwischen 190 und 195 °C in eine tetragonale Modifikation über.

<sup>1)</sup> A. J. Frueh, Z. Krist. **106**. 1955. 299 (Struktur, SR. **19**. 412).

<sup>2)</sup> A. J. Frueh, G. K. Czamanske & Ch. Knight, Z. Krist. **108**. 1957. 389. — Vgl. J. W. Earley, Am. Min. **35**. 1950. 337. — J. Zemann, Sitz.-Ber. Osterr. Akad. Wiss. 1950. 235.

<sup>3)</sup> J. W. Earley, 1950, l. c.

<sup>4)</sup> N. Strunz, *Chem. Geol.* **52**, Nr. 3, 1955

<sup>5)</sup> *Claring Bull. Min. Ind.* Vorherrschend Ni, Co

<sup>6)</sup> *Geol. Soc. Lond. Min. Mag.* **33**, Nr. 10, 1968

5.) Parkerit-Shandit-Gruppe:

<b>Parkerit</b> (Scholtz, 1936)	$\alpha\text{-Ni}_3(\text{Bi}, \text{Pb})_2\text{S}_2$	Orthorhombisch $C_{2v}^1$ —Pmm2 (?) $a_0 = 4.03$ $b_0 = 5.53$ $c_0 = 5.73^1$ ) $a_0 : b_0 : c_0 = 0.729 : 1 : 1.036$ $Z = 1$
<b>Shandit</b> (Ramdohr, 1950)	$\beta\text{-Ni}_3\text{Pb}_2\text{S}_2$	Rhomboedrisch $D_{3d}^5$ — $R\bar{3}m$ $a_{rh} = 5.58$ $\alpha = 60^\circ$ $Z = 1^2$ ) Pseudokubisch $a'_{rh} = 7.89$ $\alpha' = 90^\circ$ $Z = 4^2$ )
Synthetisch	$\beta\text{-Ni}_3\text{Pb}_2\text{Se}_2$	Pseudokubisch $a_0 = 7.95$ $Z = 4^3$ )

<sup>1)</sup> C. E. Michener & M. A. Peacock, Am. Min. **28**. 1943. 343.

<sup>2)</sup> M. A. Peacock & J. McAndrew, *Am. Min.* **35**. 1950. 425. (Struktur, SR. **13**. 278).

<sup>3)</sup> J.-E. Hiller, *N. Jb. Min.* 1951. 265. Auch über Mischkristalle mit Shandit und dem entsprechenden Tellurid.

### 6.) Heazlewoodit-Reihe. Isotypie.

<b>Heazlewoodit</b>	$\text{Ni}_3\text{S}_2$	Trigonal-trapezoedrisch $D_3^7 - R 32$
(Petterd, 1896)		$a_0 = 5.74$ $c_0 = 7.139$ $c_0/a_0 = 1.244^1$
		$a_{rh} = 4.08$ $\alpha = 89^\circ 25'$ $Z = 1$
Synthetisch	$\text{Ni}_3\text{Se}_2$	Trigonal-trapezoedrisch $D_3^7 - R 32$
		$a_0 = 6.03$ $c_0 = 7.25$ $c_0/a_0 = 1.202^2$
		$a_{rh} = 4.24$ $\alpha = 90^\circ 42'$ $Z = 1$
<b>Oregonit</b>	$\text{Ni}_2\text{FeAs}_2$	Hexagonal
(Ramdohr & Schmitt, 1959)		$a_0 = 6.08$ $c_0 = 7.13$ $c_0/a_0 = 1.174$ $Z = 3^3$

<sup>1)</sup> M. A. Peacock, *Univ. Toronto Stud. Geol. Ser.* **51**. 1947. 59. – G. Kullerud & R. A. Yund, *J. Petr.* **3**. 1962. 126.

<sup>2)</sup> J.-E. Hiller & W. Wegener, *N. Jb. Min. Abh.* **94**. 1960. 1147. – E. N. Eliseew, *Mém. Soc. Russe Min.* **34**. 1955. 53. – A. D. Pearson & M. J. Buerger, *Am. Min.* **41**. 1956. 804.

<sup>3)</sup> P. Ramdohr & M. Schmitt, *N. Jb. Min. Mh.* 1959. 239.

### 7.) Pentlandit-Reihe. Kubisch-hex'oktaedrisch, $O_h^3 - Fm 3m$ . Isotypie.

Synthetisch	$\text{Co}_9\text{S}_8$	$a_0 = 9.93$ $Z = 4^1$
<b>Kobaltpentlandit</b>	$(\text{Co}, \text{Ni}, \text{Fe})_9\text{S}_8$	$a_0 = 9.97 - 10.00$ $Z = 4^2$
(Kouvo, Huhma & Vuorelainen, 1959)		
<b>Pentlandit</b>	$(\text{Ni}, \text{Fe})_9\text{S}_8$	$a_0 = 10.04 - 10.07$ $Z = 4^3$
(Dufrenoy, 1856)		

Pentlandit ist der Nickelträger in vielen der magmatisch ausgeschiedenen Magnetkiesvorkommen; bei beginnender Verwitterung geht er in Bravovit (Nickelpyrit) über.

### Anhang:

<b>Hauecicornit</b>	$(\text{Ni}, \text{Co})_9(\text{Bi}, \text{Sb})_2\text{S}_8(?)$	Tetragonal $c/a = 1.05$
(Scheibe, 1892)		$a_0 = 7.35$ $c_0 = 5.40$ $c_0/a_0 = 0.734^4$

<sup>1)</sup> M. Lindquist, D. Lindquist & A. Westgren, *Svensk. Kem. Tidskr.* **48**. 1936. 156. (Struktur, Isotypie mit Pentlandit. SB. **4**. 26). – S. Geller, *Acta Cryst.* **15**. 1962. 1195 (Strukturverfeinerung).

<sup>2)</sup> O. Kouvo, M. Huhma & Y. Vuorelainen, *Am. Min.* **44**. 1959. 897.

<sup>3)</sup> Lindquist & al., 1936 (10.02 kX = 10.04 Å); Kouvo & al., 1959 (10.07).

<sup>4)</sup> E. Hellner, *priv. Mitt.* 1949 ( $D_4^2 - P4_22$ ); M. A. Peacock, *Am. Min.* **35**. 1950. 440 ( $a_0 = 7.29$ ,  $c_0 = 5.40$ ;  $P4_2m$ ,  $P4_2$  oder  $P4/mmm$ ).

**B.) Sulfide mit M:S = 1:1**

## ZnS-Typus und Verwandte

1.) Zinkblende-Reihe. Kubisch-hex'tetraedrisch. Isotypie.

Vom ZnS gibt es zwei Modifikationen: kubisches  $\alpha$ -ZnS (Zinkblende) und hexagonales  $\beta$ -ZnS (Wurtzit).

• <b>Zinkblende*</b> (Sphalerit, Glocker, 1847)	$\alpha$ -ZnS	$T_d^2 - F\bar{4}3m$	$a_0 = 5.43$	$Z = 4^1$
<b>Hawleyit</b> (Traill & Boyle, 1955)	$\alpha$ -CdS	$T_d^2 - F\bar{4}3m$	$a_0 = 5.82$	$Z = 4^2$
• <b>Metacinnabarit</b> (Moore, 1870)	HgS	$T_d^2 - F\bar{4}3m$	$a_0 = 5.85$	$Z = 4^3$
<b>Stilleit</b> (Ramdohr, 1956)	ZnSe	$T_d^2 - F\bar{4}3m$	$a_0 = 5.67$	$Z = 4^1$
• <b>Tiemannit</b> (Naumann, 1855)	HgSe	$T_d^2 - F\bar{4}3m$	$a_0 = 6.08$	$Z = 4^5$
<b>Coloradoit</b> (Genth, 1877)	HgTe	$T_d^2 - F\bar{4}3m$	$a_0 = 6.45$	$Z = 4^5$

Anhang:

• <b>Lautit</b> (Frenzel, 1881)	CuAsS	Orthorhombisch		
			$a_0 = 3.79$	$b_0 = 5.48$
			$c_0 = 11.49^6$	
			$a_0 : b_0 : c_0 = 0.692 : 1 : 2.097$	$Z = 4$

In natürlichen Zinkblenden besteht Diadochie (Zn, Fe) (bis ca. 20% FeS), (Zn, Cd) (meist  $1/4$ – $1/2$ %) sowie (Zn, Mn); an synthetischen Kristallen konnte gezeigt werden, daß mit steigender Temperatur der Fe-Gehalt zunehmen und bei 894°C 36.5 Gew.-% FeS betragen kann ( $a_0 = 5.413$ ,  $D = 3.935$ ; geol. Thermometer<sup>7</sup>). Es besteht eine lineare Abhängigkeit der Gitterkonstanten vom Fe-, Cd-, Mn-Gehalt<sup>7a</sup>).

**Voltzin** (Fourmet, 1833), Zn(S,As), gibt ein ähnliches Pulverdiagramm wie Zinkblende<sup>8</sup>), ist jedoch stark doppelbrechend.

Weitere Mischkristalle sind: • **Guadalcazarit** (Adam, 1869), (Hg, Zn)(S, Se),  $a_0 = 5.79$  und **Onofrit** (Haidinger, 1845), Hg (S, Se),  $a_0 = 5.91^4$ ).

Lautit wurde von Weil und Hocart (1939) mit Zinkblende in strukturelle Beziehung gebracht; As spielt hier anscheinend eine Doppelrolle.

\*) Blende, Agricola, 1546.

<sup>1</sup>) W. L. Bragg, Proc. Roy. Soc. **89** A. 1913. 468 (Struktur, SB. **1**. 76). – Vgl. W. Gerlach, Phys. Zs. **23**. 1922. 114; W. Hartwig, Sitz.-Ber. Preuß. Akad. Wiss. **10**. 1926. 79 u. a.

<sup>2</sup>) R. J. Traill & R. W. Boyle, Am. Min. **40**. 1955. 555.

<sup>3</sup>) W. Lehmann, Z. Krist. **60**. 1924. 379. – Vgl. H. E. Buckley & W. S. Vernon, Min. Mag. **20**. 1925. 382; W. Hartwig, 1926, l. c. u. a.

<sup>4</sup>) P. Ramdohr, Geotekton. Sympos. (Hans Stille), 1956. 481.

<sup>5</sup>) W. Hartwig, 1926. l. c. u. a.

<sup>6</sup>) R. Weil & R. Hocart, C. R. Acad. Sci. Paris **209**. 1939. 444.

<sup>7</sup>) G. Kullerud, Norsk. Geol. Tidsskr. **32**. 1953. 61.

<sup>7a)</sup> B. J. Skinner, Am. Min. **46**. 1961. 1399.

<sup>8)</sup> A. A. Moss, Am. Min. **40**. 1955. 778.

2.) Chalkopyrit-Reihe. Isotypie. Homöotypie zu Zinkblende und Luzonit-Stannin. Tetragonal-skalenoedrisch,  $D_{2d}^{12} - I\bar{4}2d$ .

- **Chalkopyrit\***  $CuFeS_2$   $a_0 = 5.25$   $c_0 = 10.32$   $c_0/a_0 = 1.966$   $Z = 4^1$   
(Henckel, 1725)
- Gallit**  $CuGaS_2$   $a_0 = 5.35$   $c_0 = 10.48$   $c_0/a_0 = 1.959$   $Z = 4^2$   
(Strunz, Geier, Seeliger, 1959)
- Roquézit**  $CuInS_2$   $a_0 = 5.51$   $c_0 = 11.05$   $c_0/a_0 = 2.005$   $Z = 4^3$   
(Picot & Pierrot, 1962)

Chalkopyrit geht bei 550°C in eine wahrscheinlich tetragonale  $\gamma$ -Phase über ( $a_0 = 10.58$ ,  $c_0 = 5.37$ ), deren Schwefelgehalt mit steigender Temperatur abnimmt, bis bei 720°C das schwefelärmste Endglied erreicht wird; die  $\gamma$ -Phase wandelt sich bei Zimmertemperatur innerhalb weniger Tage in die stabile  $\beta$ -Phase um, aus der beim Erhitzen bereits bei 230°C wieder die  $\gamma$ -Phase entsteht; die  $\beta$ -Phase ist kubisch,  $a_0 = 10.605$ ,  $T_d^2 - I\bar{4}3m$ . Zellinhalt 35.2 Me, 32 S, Strukturtypus Zinkblende mit Übergang zum Antifluoritgitter<sup>1a)</sup>.

**\*) Kupferkies**, Agricola, 1546.

<sup>1)</sup> L. Pauling & L. O. Brockway, Z. Krist. **82**. 1932. 188 (Struktur. SB. 2. 48).

<sup>1a)</sup> J. E. Hiller & K. Probsthain, Z. Krist. **108**. 1956. 108.

<sup>2)</sup> H. Strunz, B. H. Geier & E. Seeliger, N. Jb. Min. Mh. 1958. 241.

<sup>3)</sup> P. Picot & R. Pierrot, Bull. Soc. Franç. Min. Crist. **86**. 1963. 7.

3.) Luzonit-Reihe. Isotypie. Tetragonal-skalenoedrisch,  $D_{2d}^{11} - I\bar{4}2m$ .

- **Luzonit**  $Cu_3AsS_4$   $a_0 = 5.27$   $c_0 = 10.39$   $c_0/a_0 = 1.975$   $Z = 2^1$   
(Weisbach, 1874)
- паматушат* **Stibiolumonit**  $Cu_3SbS_4$   $a_0 = 5.38$   $c_0 = 10.76$   $c_0/a_0 = 2.000$   $Z = 2^1$   
(Stevanovic, 1903)
- **Stannin** (Zinnkies)  $Cu_2FeSnS_4$   $a_0 = 5.47$   $c_0 = 10.74$   $c_0/a_0 = 1.963$   $Z = 2^2$   
(Beudant, 1832)
- **Kösterit**  $Cu_2ZnSnS_4$   $a_0 = 5.43$   $c_0 = 10.86$   $c_0/a_0 = 2.000$   $Z = 2^3$   
(Orlova, 1956)

Anhang:

**Reniérit**  $Cu_2(Fe, Ge)S_4$  Tetragonal-skalenoedrisch  $D_{2d}^1 - P\bar{4}2m$   
(Vaes, 1948)  $a_0 = 10.60$   $c_0 = 10.53$   $c_0/a_0 = 0.993$   $Z = 8^4$

Luzonit ist isotyp mit Stannin  $Cu_2FeSnS_4$ ; Cu tritt an die Stelle von Cu + Sn, As an die von Fe. „Stannolumonit“ (Moh & Ottemann, 1962) soll synthetischem  $Cu_2NiSnS_4$  entsprechen.

**Isostannin** (Claringbull & Hey, 1955), „Zinnkies II“ (Ramdohr, 1944), kubisch, wurde in mehreren Naturvorkommen beobachtet und kann aus Stannin durch Erhitzen erhalten werden<sup>2a)</sup>; Hexastannin („Zinnkies I“, Ramdohr, 1944) besitzt Wurtzit-Struktur<sup>2b)</sup> (siehe Wurtzit-Reihe).

<sup>1)</sup> R. V. Gaines, Am. Min. **37**. 1952. 291; Am. Min. **42**. 1957. 766 (Strukturdiskussion).



<sup>2)</sup> L. O. Brockway, Z. Krist. **89**. 1934. 434 (Struktur. SB. **3**. 96).

<sup>2a)</sup> G. F. Claringbull & M. H. Hey, Min. Soc., London, 1955. Notice Nr. 91.

<sup>2b)</sup> P. Ramdohr, Abh. Preuß. Akad. Wiss. 1944. Nr. 4.

<sup>3)</sup> V. V. Ivanov & Yu. R. A. Pyatenko, Zapiski Vses. Min. Obshch. **88**. 1959. 165.

<sup>4)</sup> M.-Th. Le Bihan (priv. Mitt. H. Curien) 1963.

4.) Sulvanit-Reihe. Isotypie. Kubisch-hex'tetraedrisch,  $T_d^1 - P\bar{4}3m$ .

**Lazarevicit**  $Cu_3AsS_4$   $a_0 = 5.28$   $Z = 1^1$

(Sclar & Drovenik, 1960)

**Arsensulvanit**  $Cu_3(As, V)S_4$   $a_0 = 5.26$   $Z = 1^2$

(Betehtin, 1941)

• **Sulvanit**  $Cu_3VS_4$   $a_0 = 5.38$   $Z = 1^3$

(Goyder, 1900)

<sup>1)</sup> C. B. Sclar & M. Drovenik, Bull. Geol. Soc. Am. **71**. 1960. 1970.

<sup>2)</sup> V. I. Mikheev, Mem. Soc. Russe Min. **70**. 1941. 165.

<sup>3)</sup> L. Pauling & R. Hultgren, Z. Krist. **84**. 1933. 204 (Struktur. SB. **3**. 94).

5.) Tetraedrit-Reihe. Kubisch-hex'tetraedrisch,  $T_d^3 - I\bar{4}3m$ . Isotypie

• **Tennantit**  $Cu_3AsS_{3.25}$   $a_0 = 10.21$   $Z = 8^1$

(Phillips & Phillips, 1819)

• **Tetraedrit**  $Cu_3SbS_{3.25}$   $a_0 = 10.34$   $Z = 8^1$

(Haidinger, 1845)

Anhang:

• **Germanit**  $Cu_3(Ge, Fe)S_4$   $a_0 = 10.58$   $Z = 8^2$

(Pufahl, 1922)

• **Colusit**  $Cu_3(Fe, As, Sn)S_4$   $a_0 = 10.61$   $Z = 8^3$

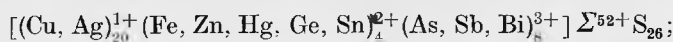
(Sales, vor 1932)

Tennantit und Tetraedrit sind die Fahlerze der deutschen Bergmannssprache; das eine ist das Arsenfahlerz, das andere das Antimonfahlerz; Tennantit enthält häufig Fe, Tetraedrit Zn.

Mischkristalle sind: **Freibergit** = Ag-haltiger Tetraedrit (Silberfahlerz);

• **Schwazit** = Hg-haltiger Tetraedrit (Quecksilberfahlerz); **Annivit** = Bi-haltiger Tetraedrit (Wismutfahlerz). Im Colusit sind auch V und Te vorhanden.

Der Inhalt der Elementarzelle ist unter Beachtung der Wertigkeiten:



unter Beachtung der Besetzung von 12-, 12-, 8-, 24- und 2-zähligen Punktlagen der innenzentrierten Zelle:



(siehe Struktur, Teil I).

<sup>1)</sup> F. Machatschki, Z. Krist. **68**. 1928. 204; L. Pauling & E. W. Neuman, Z. Krist. **88**. 1934. 54 (Struktur). — E. K. Lasarenko, Mineralog. Sympb., Univ. Lemberg (Lwow), **10**. 1956. 179. — B. J. Wuensch, Z. Krist. **119**. 1964. 437 (Strukturverfeinerung).

<sup>2)</sup> J. Murdoch, Am. Min. **33**. 1953. 794. — Vgl. W. F. de Jong, Z. Krist. **73**. 1930. 176.

<sup>3)</sup> J. Murdoch, Am. Min. **33**. 1953. 794. — Vgl. W. H. Zachariasen, Am. Min. **18**. 1933. 534; H. Berman & F. A. Gonyer, Am. Min. **24**. 1939. 377.

6.) Wurtzit-Reihe. Dihexagonal-pyramidal,  $C_{6v}^4$  —  $P\bar{6}_3mc$ . Isotypie.

**Wurtzit**  $\beta$ -ZnS  $a_0 = 3.85$   $c_0 = 6.29$   $c_0/a_0 = 1.634$   $Z = 2^1$   
( $> 1020^\circ\text{C}$ )

(Friedel, 1861)

**Greenockit**  $\beta$ -CdS  $a_0 = 4.15$   $c_0 = 6.73$   $c_0/a_0 = 1.622$   $Z = 2^2$

(Jameson, 1840)

Unbenannt  $\beta$ -MnS  $a_0 = 3.98$   $c_0 = 6.44$   $c_0/a_0 = 1.618$   $Z = 2^3$

**Cadmoseilit**  $\beta$ -CdSe  $a_0 = 4.27$   $c_0 = 6.97$   $c_0/a_0 = 1.632$   $Z = 2^4$

(Burjanova & al., 1957)

Übersicht der polytypen Strukturvarianten von  $\beta$ -ZnS (Wurtzit)<sup>1a)</sup>:

	ZnS-2H <sup>1a)</sup>	-4H <sup>1a)</sup>	-6H <sup>1a)</sup>	-8H <sup>1b)</sup>	-10H <sup>1b)</sup>	-3R <sup>1c)</sup>	-9R <sup>1e)</sup>	-12R <sup>1e)</sup>	-15R <sup>1a)</sup>	-21R <sup>1c)</sup>
$a_0$	3.85	3.81	3.82	3.82	3.82	3.82	3.82	3.82	3.83	3.82
$c_0$	6.29	12.46	18.73	24.96	31.20	9.42	28.08	37.44	46.88	65.52
$c_0/a_0$	1.634	3.270	4.903	6.53	8.159	2.466	7.351	9.801	12.240	17.15
Z	2	4	6	8	10	3	9	12	15	21

**Schalenblende** besteht teilweise aus Wurtzit, teilweise aus Zinkblende; der in der Natur vorkommende Wurtzit ist im allgemeinen **Wurtzit-2H**, Wurtzit-6H, -8H und -10H ist von Joplin in Missouri<sup>1b)</sup>, **Wurtzit-3R** aus dem Matra-Gebirge<sup>1d)</sup>. Wurtzit-2H, -4H, -6H, -9R, -12R, -15R und -21R aus mesozoischen Sedimenten NW-Deutschlands<sup>1c)</sup> bekannt geworden. **Erythrozinke** (Damour, 1880), (Zn, Mn)S, ist rot durchscheinender, Mn-haltiger Wurtzit; **Kaneit** (Haidinger, 1845) soll MnAs sein. **Xanthochroit** (Rogers, 1917) ist scheinbar amorphes CdS. ZnS—CdS sind vollkommen mischbar; ZnS—CdS—MnS-Präparate mit weniger als 48 Mol.-% MnS sind homogen, solche mit mehr als 48 Mol.-% MnS ergeben ZnS—CdS—MnS-Mischkristalle mit Wurtzitstruktur und zugleich praktisch reines MnS mit NaCl-Struktu. (Kröger, 1939). Für die Gitterkonstanten der Mischungsglieder (Zn, Fe, Mn)S(-2H) besteht eine lineare Abhängigkeit, ebenso für (Zn, Fe, Cd)S<sup>5)</sup>.

**Hexastannin**,  $\text{Cu}_2\text{FeSnS}_4$ , entspricht Wurtzit-4H mit  $a_0 = 3.84$ ,  $c_0 = 12.6$ ,  $Z = 1^6)$ .

<sup>1)</sup> W. L. Bragg, Phil. Mag. **39**. 1920. 647 (Struktur, SB. **1**. 78). — Vgl. F. Ulrich & W. H. Zachariasen, Z. Krist. **62**. 1925. 260; G. Aminoff, Z. Krist. **58**. 1923. 203; M. L. Fuller, Phil. Mag. **8**. 1929. 658.

<sup>1a)</sup> C. Frondel & Ch. Palache, Am. Min. **35**. 1950. 29; L. W. Strock & V. A. Brophy, Am. Min. **40**. 1955. 94. — Vgl. auch D. M. Seaman & H. Hamilton, Am. Min. **35**. 1950. 43. — F. G. Smith, Am. Min. **40**. 1955. 658. — M. A. Short & E. G. Steward, Acta Cryst. **8**. 1955. 733. — V. G. Hill, Canad. Min. **6**. 1958. 234 (Stabilität der Strukturvarianten).

<sup>1b)</sup> H. T. Evans & E. T. McKnight, Am. Min. **44**. 1959. 1210.

<sup>1c)</sup> D. C. Buck & L. W. Strock, Am. Min. **40**. 1955. 192 (experimentell zwischen 600 und 1020 °C, „hexagonal deformierte Zinkblendestruktur“,  $\gamma$ -ZnS).

<sup>1d)</sup> S. Koch, Acta Min. Petr. Univ. Szeged. **11**. 1958. 11.

<sup>1e)</sup> S. Haussühl & G. Müller, Beitr. Min. Petr. **9**. 1963. 28.

<sup>2)</sup> F. Ulrich & W. H. Zachariassen, Z. Krist. **62**. 1925. 260 (für künstliche Kristalle).

<sup>3)</sup> H. Schnaase, Z. phys. Chem. B. **20**. 1933. 89 (für synthet. Kristalle). — G. Baron & J. Dehyser, C. R. Acad. Sci. Paris **245**. 1957. 1148 ( $\beta$ -MnS dans les vases organiques de la mer Baltique).

<sup>4)</sup> E. Z. Buryanova, G. A. Kawalev & A. I. Komkow, Zapiski Vses. Min. Obshch. **86**. 1957. 626.

<sup>5)</sup> B. J. Skinner & P. M. Bethke, Am. Min. **46**. 1961. 1382.

<sup>6)</sup> P. Ramdohr, Abh. Preuß. Akad. Wiss. 1944. Nr. 4 („Stannin-I“).

### 7.) Enargit-Reihe. Isotypie.

<b>Enargit</b>	$\text{Cu}_3\text{AsS}_4$	Rhombisch-pyramidal $C_{2v}^7$ — Pnm
(Breithaupt, 1850)		$a_0 = 6.47$ $b_0 = 7.44$ $c_0 = 6.19^1$
		$a_0:b_0:c_0 = 0.870:1:0.832$ $Z = 2$
<b>Stibioenargit</b>	$\text{Cu}_3\text{SbS}_4$	Orthorhombisch
		Isotyp mit Enargit

Enargit ist pseudohexagonal nach  $c$  [001]; die Struktur entsteht als Überstruktur aus dem Wurtzitgitter durch Ersatz der Zn-Atome zu  $\frac{3}{4}$  durch Cu und zu  $\frac{1}{4}$  durch As. „Stannoenargit“ (Moh & Ottemann, 1962) soll synthetischem  $\text{Cu}_2(\text{Cu}, \text{Sn})\text{SnS}_4$  entsprechen.

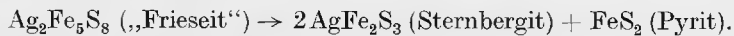
<sup>1)</sup> L. Pauling & S. Weinbaum, Z. Krist. **23**. 1934. 48 (Struktur, SB. **3**. 96.) — Vgl. S. Kôzu & K. Takané, Proc. Imp. Acad. Jap. **11**. 1935. 421.

### 8.) Cubanit-Sternbergit-Gruppe.

Cubanit und Sternbergit sind eng verwandt und besitzen pseudohexagonale Symmetrie nach  $c$  [001]. Sternbergit, Argyropyrit usw. werden als Silberkiese bezeichnet. Die Struktur von Cubanit, bestimmt von M. J. Buerger (1947), ist eng verwandt mit Wurtzit.

<b>Cubanit</b>	$\text{CuFe}_2\text{S}_3$	Rhombisch-dipyramidal $D_{2h}^{16}$ — Pcm
(Breithaupt, 1843)		$a_0 = 6.46$ $b_0 = 11.12$ $c_0 = 6.23^1$
		$a_0:b_0:c_0 = 0.581:1:0.560$ $Z = 4$
<b>Sternbergit</b>	$\text{AgFe}_2\text{S}_3$	Orthorhombisch $D_{2h}^{21}$ — Cmma (oder $C_{2v}^{15}$ — C2ma, Cm2a)
(Haidinger, 1827)		$a_0 = 6.62$ $b_0 = 11.66$ $c_0 = 12.70^2$
		$a_0:b_0:c_0 = 0.568:1:1.089$ $Z = 8$
„Friescit“	$\sim \text{Ag}_2\text{Fe}_5\text{S}_8$	Orthorhombisch $D_{2h}^{21}$ — Cmma (oder $C_{2v}^{15}$ — C2ma, Cm2a)
(Vrba, 1878)		$a_0 = 6.61$ $b_0 = 11.61$ $c_0 = 12.64^3$
		$a_0:b_0:c_0 = 0.569:1:1.089$
<b>Argyropyrit</b>	$\sim \text{Ag}_3\text{Fe}_7\text{S}_{11}$	Orthorhombisch-pseudohexagonal
(Weisbach, 1877)		$a:b:c = 0.58:1:0.30$
<b>Argentopyrit</b>	$\text{AgFe}_2\text{S}_3$	Orthorhombisch-pseudohexagonal
(Dana, 1868)		$D_{2h}^{13}$ — Pmmn (?)
		$a_0 = 6.64$ $b_0 = 11.47$ $c_0 = 6.45^4$
		$a_0:b_0:c_0 = 0.579:1:0.562$ $Z = 4$

„Frieseit“ ist nach Peacock (1942) ein kryptokristallines Gemenge von Sternbergit und Pyrit in orientierter Anordnung und ist offenbar durch folgende Umwandlung entstanden:



Die Substanz  $\text{AgFe}_2\text{S}_3$  ist offenbar dimorph: Sternbergit und Argentopyrit; Argyropyrit ist möglicherweise eine Paramorphose von Sternbergit nach Argentopyrit<sup>4)</sup>.

<sup>1)</sup> M. J. Buerger, Am. Min. **32**. 1947. 415; L. V. Azaroff & M. J. Buerger, Am. Min. **40**. 1955. 213 (Struktur, SR. **19**. 417); vgl. M. A. Peacock, Am. Min. **27**. 1942. 229.

<sup>2)</sup> M. J. Buerger, Am. Min. **22**. 1937. 847. — Vgl. M. A. Peacock, 1942, l. c.

<sup>3)</sup> M. A. Peacock, Am. Min. **27**. 1942. 229.

<sup>4)</sup> J. Murdoch & L. G. Berry, Am. Min. **39**. 1954. 475.

### NiAs-Typus und Verwandte

9a) NiAs-Reihe. Dihexagonal-dipyramidal,  $D_{6h}^4$  —  $P6_3/mmc$ . Isotypie.

Vom CoS, NiS, CoSe und NiSe gibt es auch eine  $\beta$ -Modifikation mit Millerit-Struktur.

• <b>Pyrrhotin</b>	FeS	$a_0 = 3.44$	$c_0 = 5.69$	$c_0/a_0 = 1.654$	$Z = 2^1)$
	(Breithaupt, 1835)				
	(Magnetkies)				
• <b>Jaipurit</b>	$\gamma$ -CoS	$a_0 = 3.38$	$c_0 = 5.15$	$c_0/a_0 = 1.524$	$Z = 2^2)$
	(Mallet, 1880)				
Synthetisch	$\gamma$ -NiS	$a_0 = 3.43$	$c_0 = 5.31$	$c_0/a_0 = 1.548$	$Z = 2^3)$ <sup>3a)</sup>
• <b>Achavalit</b>	FeSe	$a_0 = 3.62$	$c_0 = 5.88$	$c_0/a_0 = 1.624$	$Z = 2^4)$
	(Olsacher, 1939)				
• <b>Freboldit</b>	$\gamma$ -CoSe	$a_0 = 3.61$	$c_0 = 5.28$	$c_0/a_0 = 1.463$	$Z = 2^5)$
	(Ramdohr & Schmitt, 1955)				
Unbenannt	$\gamma$ -NiSe	$a_0 = 3.67$	$c_0 = 5.34$	$c_0/a_0 = 1.455$	$Z = 2^6)$
• <b>Imgreit</b>	NiTe	$a_0 = 3.97$	$c_0 = 5.36$	$c_0/a_0 = 1.350$	$Z = 2^7)$ <sup>7a)</sup>
	(Yushko-Sacharova, 1964)				
• <b>Nickelin</b>	NiAs	$a_0 = 3.58$	$c_0 = 5.11$	$c_0/a_0 = 1.427$	$Z = 2^8)$
	(Beudant, 1832)				
	(Rotnickelkies, Niccolit)				
• <b>Breithauptit</b>	NiSb	$a_0 = 3.95$	$c_0 = 5.15$	$c_0/a_0 = 1.304$	$Z = 2^9)$
	(Fröbel, 1840)				

**Arit** (Adam, 1869), ein Mischkristall Ni(As, Sb),  $a_0 = 3.81$ ,  $c_0 = 5.21^{8a)}$ , ist zum Teil in Nickelin und Breithauptit entmischt.

Im Strukturtyp NiAs kann ein Teil der Kationenpositionen unbesetzt sein (F. Laves, 1930); so haben die in der Natur gefundenen Pyrrhotine die Formel  $\text{Fe}_{1.00}$  bis  $0.83\text{S}_{1.00}$ . Im Zusammenhang damit kann man am Pyrrhotin das Auftreten von Überstrukturen beobachten:  $a_0 = 5.95$ ,  $c_0 = 11.72$ ,  $Z = 12^{1a)}$ ; Haraldsen<sup>1b)</sup> bestimmte bei Zimmertemperatur u. a. folgende Gitterkonstanten in Abhängigkeit von der Zusammensetzung:

FeS	$a_0 = 5.976$	$c_0 = 11.76$	$Z = 12$	$a'_0 = 3.450$	$c'_0 = 5.882$	$Z = 2$
Fe <sub>0.95</sub> S	—	—	—	$a_0 = 3.454$	$c_0 = 5.774$	—
Fe <sub>0.90</sub> S	—	—	—	$a_0 = 3.441$	$c_0 = 5.736$	—
Fe <sub>0.83</sub> S	—	—	—	$a_0 = 3.435$	$c_0 = 5.701$	—

„Monokliner Magnetkies“ besitzt:  $a_0 = 5.93-5.94$ ,  $b_0 = 3.43$ ,  $c_0 = 5.68$  bis  $5.69$ ,  $\beta = 89^\circ 56' - 90^\circ 4'$  und geht durch 15stündiges Erhitzen auf  $600^\circ\text{C}$  in hexagonales Pyrrhotin über<sup>1c)</sup>; gleichfalls monokliner Magnetkies mit regelmäßiger Anordnung der vakanten Metallpositionen wurde von Bertaut beschrieben,  $a_0 = 11.9$ ,  $b_0 = 6.865$ ,  $c_0 = 12.82$ ,  $\beta = 118^\circ 1d)$ . Pyrrhotin von Schneeberg (Sachsen) und Morro Velho (Brasilien) besitzen  $a_0 = 6.87$ ,  $c_0 = 22.7^{1e)}$ . Nach einer Arbeit von Bertaut besitzt stöchiometrisch zusammengesetztes FeS  $a_0 = 5.96$ ,  $c_0 = 11.74$  und die Symmetrie  $D_{2h}^{1f)}$ .

← **Troilit** (Haidinger, 1863) ist Pyrrhotin aus Meteoriten (mit Fe voll besetzt!).

**Hydrotroilit** (Sidorenko, 1911) soll amorphes FeS·nH<sub>2</sub>O sein.

✓ **Smythit** (Erd & Evans, 1956), Fe<sub>3</sub>S<sub>4</sub>,  $D_{3d}^3 - R\bar{3}m$ ,  $a_0 = 3.47$ ,  $c_0 = 34.5$ ,  $c_0/a_0 = 6 \times 1.657$ ,  $Z = 3$ , entsteht aus der Pyrrhotinstruktur durch Ausfall des Fe in jeder vierten Schicht<sup>10)</sup>.

Der Ni-Gehalt von 2–3%, sogar von 5–7%, im magmatisch ausgeschiedenen Magnetkies beruht zum größten Teil auf beigemengtem Pentlandit und nur zum geringen Teil auf Diadochie (Fe, Ni). Von den Ni-Verbindungen kennt man synthetisch Ni<sub>1.00</sub> bis 0.83S<sub>1.00</sub> und Ni<sub>1.00</sub> bis 0.50Te<sub>1.00</sub>.

Im System Ni-Te kennt man nach Tengnér (1938) eine lückenlose Mischkristallreihe zwischen NiTe ( $a_0 = 3.97$ ,  $c_0 = 5.36$ ,  $c_0/a_0 = 1.35$ ) und NiTe<sub>2</sub> ( $a_0 = 3.87$ ,  $c_0 = 5.31$ ,  $c_0/a_0 = 1.37$ ) mit Strukturübergängen vom NiAs- zum Mg(OH)<sub>2</sub>-Typ.

<sup>1)</sup> N. Alsén, Geol. Fören. Förh. **47**. 1925. 19.

<sup>1a)</sup> G. Hägg & J. Sucksdorff, Z. physik. Chem. **22**. 1933. 444.

<sup>1b)</sup> H. Haraldsen, Z. Anorg. Allg. Chem. **246**. 1941. 169. – Vgl. R. H. Carpenter & G. A. Desborough, Am. Min. **49**. 1964. 1350.

<sup>1c)</sup> A. Byström, Ark. Kem. Min. Geol. **19** B. 1944. Nr. 8. – Vgl. D. I. Groves & R. J. Ford, Am. Min. **48**. 1963. 911.

<sup>1d)</sup> F. Bertaut, C. R. Acad. Sci. Paris **234**. 1952. 1295; Acta Cryst. **6**. 1953. 557.

<sup>1e)</sup> M. J. Buerger, Am. Min. **32**, 1947. 411. – Vgl. B. J. Wuensch, Min. Soc. Am. Spec. Paper **1**. 1963. 157.

<sup>1f)</sup> F. Bertaut, Bull. Soc. Franç. Min. **79**. 1956. 276.

<sup>2)</sup> N. Alsén, 1925, l. c. (für synth. CoS).

<sup>3)</sup> N. Alsén, 1925, l. c.

<sup>3a)</sup> D. Lundquist, Ark. Kem. Min. Geol. **24** A. 1947. Nr. 21, 1–12; Nr. 23, 1–7.

<sup>4)</sup> N. Alsén, 1925, l. c. für synthet. FeSe. Als Mineral von J. Olsacher 1939 und R. Herzenberg 1944 beobachtet.

<sup>5)</sup> W. F. de Jong & H. W. V. Willems, Physica **7**. 1927. 74 (für synthet. Kristalle). – Benennung nach P. Ramdohr & M. Schmitt, N. Jb. Min. Mh. 1955. 133.

<sup>6)</sup> N. Alsén, 1925, l. c. – J.-E. Hiller & W. Wegener, N. Jb. Min. **94**. 1960. 1147 (für synthet. NiSe); natürliches NiSe hat  $a_0 = 3.62$ ,  $c_0 = 5.29$ , Y. Vuorelainen & A. Hakli, Geologi (Helsinki) 1964. 53.

<sup>7)</sup> S. Tengnér, Z. Anorg. Chem. **239**. 126; Naturwiss. **26**. 1938. 429 (für synthet. NiTe).

<sup>7a)</sup> Als 0.06 bis 0.1 mm große Einschlüsse im Hessit von Monchegorsk beschrieben (O. E. Yushko-Sacharova, Doklady Akad. Wiss. USSR **154**. 1964. 613).

<sup>8)</sup> G. Aminoff, Z. Krist. **58**. 1923. 203 (Struktur, SB. **1**. 84). – R. A. Yund, Econ. Geol. **56**. 1961. 1273.

<sup>9)</sup> W. F. de Jong & H. W. V. Willems 1927, l. c. u. a.

<sup>10)</sup> R. C. Erd, H. T. Evans & D. H. Richter, Am. Min. **42**. 1957. 309.

9b) **Mackinawit** FeS Ditetragonal-dipyramidal  $D_{4h}^7$  — P4/nmm  
(Evans & al., 1962)  $a_0 = 3.68$   $c_0 = 5.03$   $c_0/a_0 = 1.367$   $Z = 2^1$ )

Beim Erhitzen auf  $> 200^\circ\text{C}$  geht Mackinawit in Pyrrhotin über<sup>2)</sup>.

<sup>1)</sup> H. T. Evans, R. A. Berner & Ch. Milton, Geol. Soc. Am. Meeting 1962. Progr. 47 A.

<sup>2)</sup> O. Kouvo, Y. Vuorelainen & J. V. P. Long, Am. Min. **48**. 1963. 511 (Als unbenanntes tetragonales Eisensulfid beschrieben).

9c) Gering deformierte NiAs-Struktur:

„Arseneisen“ FeAs Rhombisch-dipyramidal  $D_{2h}^{16}$  — Pmcn  
 $a_0 = 3.38$   $b_0 = 6.03$   $c_0 = 5.44^1$ )  
 $a_0:b_0:c_0 = 0.560:1:0.902$   $Z = 4$

**Modderit** CoAs Rhombisch-dipyramidal  $D_{2h}^{16}$  — Pmcn  
(Cooper, 1924)  $a_0 = 3.52$   $b_0 = 5.97$   $c_0 = 5.16^2$ )  
(Arsenkobalt)  $a_0:b_0:c_0 = 0.590:1:0.864$   $Z = 4$

Die Existenz von natürlich vorkommendem Arseneisen und Arsenkobalt ist fraglich.

<sup>1)</sup> H. Hägg, Nova Acta Reg. Soc. Sci. Upsal. **7**. 1929. Nr. 1 (vorl. Mitt. Z. Krist. **68**. 1928. 470; **71**. 1929. 134) nach Untersuchungen an synthet. Material. — Vgl. K. E. Fylking. 1934, l. c.

<sup>2)</sup> K. E. Fylking, Ark. Kem. Min. Geol. **11B**. 1934. Nr. 48.

10) Millerit-Reihe. Ditrignon-pyramidal,  $C_{3v}^5$  — R3m. Isotypie.

Metall und Schwefel besitzen die Koordinationszahl 5.

Synthetisch  $\beta$ -CoS  $a_0 = 9.59$   $c_0 = 3.02$   $c_0/a_0 = 0.315^1$ )  $Z = 9$

c) **Millerit**  $\beta$ -NiS  $a_0 = 9.62$   $c_0 = 3.16$   $c_0/a_0 = 0.328^2$ )  $Z = 9$   
(Haidinger, 1845)  $a_{rh} = 5.65$   $\alpha = 116^\circ 35'$   $Z = 3$

Synthetisch  $\beta$ -CoSe  $a_0 = 9.70$   $c_0 = 3.12$   $c_0/a_0 = 0.322^3$ )  $Z = 9$

Unbenannt  $\beta$ -NiSe  $a_0 = 10.01$   $c_0 = 3.33$   $c_0/a_0 = 0.333^4$ )  $Z = 9$

Bei gewöhnlicher Temperatur ist die  $\beta$ -Modifikation stabiler als die  $\gamma$ -Modifikation: Millerit geht bei  $396^\circ\text{C}$  enantiotrop in  $\gamma$ -NiS mit NiAs-Struktur über<sup>2a)</sup>; für NiSe ist die analoge Umwandlungstemperatur  $320^\circ\text{C}^4$ ; die Rückumwandlung kann in beiden Fällen stark verzögert sein.

<sup>1)</sup> A. Baroni, Atti. X Congr. Int. Chim. Rom 1938. 586.

<sup>2)</sup> N. Alsén. Geol. Fören. Förh. **47**. 1925. 19 (Struktur, SB. **1**. 740; **2**. 6). — Vgl. D. Lundquist, Ark. Kem. Min. Geol. **24A**. 1947. Nr. 21.1–12. — G. Kullerud & R. A. Yund, J. Petr. **3**. 1962. 126.

<sup>2a)</sup> W. Biltz, Z. anorg. Chem. **228**. 1936. 275.

<sup>3)</sup> A. Baroni, l. c.

<sup>4)</sup> J.-E. Hiller & W. Wegener, N. Jb. Min. **94**. 1960. 1147 (für synthet. NiSe). — Vgl. Y. Vuorelainen & A. Häkli, Geologi (Helsinki) 1964. 53.

### PbS-Typus und Verwandte

11.) Galenit-Reihe. Kubisch-hex'oktaedrisch. Isotypie mit NaCl; im Pb(S, Se) unbegrenzte diadoche Substitution (S, Se)<sup>3a)</sup>.

<b>Oldhamit</b>	CaS	$O_h^5$ — Fm 3m	$a_0 = 5.69$ Z = 4 <sup>1</sup> )
	(Maskelyne, 1862)		
• <b>Alabandin</b>	$\alpha$ -MnS	$O_h^5$ — Fm 3m	$a_0 = 5.22$ Z = 4 <sup>2</sup> )
	(Beudant, 1832)		
	(Manganblende)		
• <b>Galenit</b>	PbS	$O_h^5$ — Fm 3m	$a_0 = 5.94$ Z = 4 <sup>3</sup> )
	(Plinius, 77 n. Chr.)		
	(Bleiglanz)		
• <b>Clausthalit</b>	PbSe	$O_h^5$ — Fm 3m	$a_0 = 6.15$ Z = 4 <sup>3</sup> )
	(Beudant, 1832)		
• <b>Altait</b>	PbTe	$O_h^5$ — Fm 3m	$a_0 = 6.45$ Z = 4 <sup>4</sup> )
	(Haidinger, 1845)		

Oldhamit wurde nur in Meteoriten beobachtet. MgS ist aus dem Pesyanoe-Steinmeteoriten bekannt geworden<sup>1a</sup>),  $a_0 = 5.18$ ; (Fe, Mg, Mn, Ca)S, ähnlich Oldhamit, wurde gleichfalls aus Steinmeteoriten beschrieben<sup>1b</sup>). Synthetisches  $\alpha$ -MnS ist grün;  $\beta$ - und  $\gamma$ -MnS sind rot und kristallisieren im Zinkblende- bzw. Wurtzittypus.

**Eisenalabandin**, eine Varietät (Mn, Fe)S mit Mn:Fe  $\sim$  1:1, besitzt  $a_0 = 5.15^{2a}$ ).

Bleiglanz besitzt stets Ag-Gehalte von 0.01–0.03%, stellenweise sogar von 1% und mehr. Sie finden sich nach Ramdohr meist in mechanischer Beimengung feinsten Körnchen der sog. Silberträger: Rotgültigerz, Fahlerz, Polybasit u. a., seltener in diadocher Substitution  $Pb_2S_2$ – $Ag_2S$  und  $Pb_2S_2$ – $AgBiS_2$ .

<sup>1</sup>) W. P. Davey, Phys. Rev. **21**. 1923. 213; V. M. Goldschmidt (J. Oftedal) Geochem. Vert.-Ges. VIII. 1927. u. a.

<sup>1a</sup>) E. R. Dufresne & E. Anders, Geochim. Cosmochim. Acta **26**. 1962. 251.

<sup>1b</sup>) P. Ramdohr, J. Geoph. Res. **68**. 1963. 2011.

<sup>2</sup>) R. W. G. Wyckoff, Am. J. Sci. **2**. 1921. 239.

<sup>2a</sup>) P. Ramdohr, N. Jb. Min. Abh. **91**. 1957. 89. – Vgl. K. Keil & K. Fredriksson, Geochim. Cosmochim. Acta **27**. 1963. 939 („ferromagnesian“ Alabandin mit 32% Mn, 15% Fe, 10% Mg).

<sup>3</sup>) L. S. Ramsdell, Am. Min. **10**. 1925. 281 (Struktur, SB. I. 72). – Zahlreiche weitere Arbeiten s. Strukturberichte.

<sup>3a</sup>) R. G. Coleman, Am. Min. **44**. 1959. 166.

<sup>4</sup>) V. M. Goldschmidt, Geochem. Vert.-Ges. VII. 1926, VIII. 1927; L. S. Ramsdell 1925, I. c.

## 12.) Miargyrit-Schapbachit-Gruppe. Deformierter Bleiglanz-Typ\*)

• <b>Miargyrit</b>	AgSbS <sub>2</sub>	Monoklin-prismatisch $C_{2h}^6$ — C2/c
	(Rose, 1829)	$a_0 = 13.20$ $b_0 = 4.40$ $c_0 = 12.86^1$ )
		$a_0:b_0:c_0 = 3.000:1:2.923$ $\beta = 98^\circ 37\frac{1}{2}'$ Z = 8
		Pseudokubische Aufstellung:
		$a' = 5.83$ $b' = 5.83$ $c' = 5.48$
		$\alpha = 88^\circ 58'$ $\beta = 91^\circ 02'$ $\gamma = 82^\circ 02'$ Z = 2 <sup>1a</sup> )
<b>Aramayoit</b>	Ag(Sb, Bi)S <sub>2</sub>	Triklin-pinakoidal
	(Spencer, 1926)	$a_0 = 7.78$ $b_0 = 8.81$ $c_0 = 8.36^2$ )
		$a_0:b_0:c_0 = 0.883:1:0.949$

$$\alpha = 100^\circ 22' \quad \beta = 90^\circ 00' \quad \gamma = 103^\circ 54' \quad Z = 6$$

Pseudokubische Aufstellung:

$$a' = 5.68 \quad b' = 5.68 \quad c' = 5.63$$

$$\alpha = 86^\circ 42' \quad \beta = 91^\circ 33' \quad \gamma = 94^\circ 08\frac{1}{2}' \quad Z = 2^{1a})$$

**Schapbachit**  $\alpha$ -AgBiS<sub>2</sub>

(Kenngott, 1853)

Orthorhombisch

$$a_0 = 3.945 \quad b_0 = 4.08 \quad c_0 = 5.70^3)$$

$$a_0 : b_0 : c_0 = 1.034 : 1 : 0.723 \quad Z = 4$$

Pseudokubische Aufstellung:

$$a' = b' = \sqrt{a_0^2 + b_0^2} = 5.65$$

$$\gamma = 88^\circ 10' \quad Z = 2^{1a)}$$

**Hoch-Schapbachit**

$\beta$ -AgBiS<sub>2</sub>

(> 225°C)

Kubisch

$$a_0 = 5.65 \quad Z = 2^4)$$

Hoch-Schapbachit bildet mit PbS eine unbegrenzte Mischkristallreihe.

\*) Aramayoit (Yardley, 1926), Schapbachit-Hochschapbachit (Ramdohr, 1938), Miargyrit-Aramayoit-Schapbachit (Hofmann, 1938; Graham, 1951).

<sup>1)</sup> W. Hofmann, Sitz.-Ber. Preuß. Akad. Wiss. 1938. 111 (Struktur, SB. 6. 83).

<sup>1a)</sup> A. R. Graham, Am. Min. 36. 1951. 436.

<sup>2)</sup> H. Berman & C. W. Wolfe, Min. Mag. 25. 1939. 466.

<sup>3)</sup> P. Ramdohr, Sitz.-Ber. Preuß. Akad. Wiss. 1938. 71; Aufstellung Graham 1951.

<sup>4)</sup> P. Ramdohr, 1938, l. c. — J. H. Wernick, Am. Min. 45. 1960. 591 (synthet. Mischkristalle mit PbS, AgBiSe<sub>2</sub> u. a.).

13.) Herzenbergit-Reihe. Isotypie. Stark deformierte Bleiglanzstruktur.

**Herzenbergit** SnS

(Ramdohr, 1934)

Rhombisch-dipyramidal  $D_{2h}^{16}$  — Pmcn

$$a_0 = 3.99 \quad b_0 = 4.34 \quad c_0 = 11.20^1)$$

$$a_0 : b_0 : c_0 = 0.919 : 1 : 2.581 \quad Z = 4$$

Pseudokubische Zelle:

$$a' = b' = 5.895 \quad c' = 2 \times 5.60$$

**Teallit** PbSnS<sub>2</sub>

(Prior, 1904)

Rhombisch-dipyramidal  $D_{2h}^{16}$  — Pmcn

$$a_0 = 4.05 \quad b_0 = 4.29 \quad c_0 = 11.35^1)$$

$$a_0 : b_0 : c_0 = 0.944 : 1 : 2.646 \quad Z = 2$$

Pseudokubische Zelle:

$$a' = b' = 5.90 \quad c' = 2 \times 5.675$$

Anhang:

**Franckeit** 5PbS · 3SnS<sub>2</sub> · Sb<sub>2</sub>S<sub>3</sub>

(Stelzner, 1893)

Monoklin-pseudotetragonal

$$a_0 = 46.94 \quad b_0 = 11.64 \quad c_0 = 17.31^2)$$

$$a_0 : b_0 : c_0 = 4.051 : 1 : 1.487$$

$$\beta = 94^\circ 48' \quad Z = 16$$

Pseudokubische Zelle:

$$a' = 5.87 \quad b' = 5.82 \quad c' = 3 \times 5.77 \quad Z = 1^2)$$

**Kylindrit** 6PbS · 6SnS<sub>2</sub> · Sb<sub>2</sub>S<sub>3</sub>(?) Pseudokubisch, a<sub>0</sub> = 5.8 (?)

(Frenzel, 1893)



**Montesit** (Herzenberg, 1949) ist ein Mischkristall zwischen Herzenbergit und Teallit<sup>3)</sup>. Franckheit soll nach Nuffield mit Lengenbachit verwandt sein, jedoch scheint zu Herzenbergit-Teallit eine engere Beziehung zu bestehen (man vgl. die Gitterkonstanten der pseudokubischen Zelle).

<sup>1)</sup> W. Hofmann, Z. Krist. **92**. 1935. 161; Fortschr. Min. **19**. 1935. 30 (Struktur, SB. **3**. 14).

<sup>2)</sup> E. W. Nuffield, Am. Min. **33**. 1948. 203. — Vgl. M. Coulon, F. Heitz & M. Th. Le Bihan, Bull. Soc. Franç. Min. Crist. **84**. 1961. 350.

<sup>3)</sup> F. Berndt, N. Jb. Min. Mh. 1954. 200.

#### 14.) Cinnabarit

<b>Cinnabarit</b>	HgS	Trigonal-trapezoedrisch $D_3^+$ — $P3_121$ und
(Theophrastos, 315 v. Chr.)		$D_3^6$ — $P3_221$
(Zinnober)		$a_0 = 4.146$ $c_0 = 9.497$ $c_0/a_0 = 2.291$ $Z = 3^1$
		$\alpha = 92^\circ 30'$ $c/a = 1.1453$

Optisch rechtsdrehender Zinnober enthält Rechtsschraubenachsen<sup>1a)</sup>. Metacinnabarit (schwarz) hat Zinkblendestruktur (II. B. 1); die Umwandlung HgS (rot)  $\rightleftharpoons$  HgS (schwarz) erfolgt reversibel bei 344 °C; durch Diadochie (Hg, Zn, Fe) und (S, Se) wird Metacinnabarit im Naturvorkommen auch bei gewöhnlicher Temperatur stabil<sup>2)</sup>.

<sup>1)</sup> K. L. Aurivillius, Acta Chem. Scand. **4**. 1950. 1413 (Struktur, SR. **13**. 179). — Vgl. C. Mauguin 1923, S. v. Olshausen 1925, H. E. Buckley & W. S. Vernon 1925, W. F. de Jong & H. W. V. Willems 1926, s. Strukturberichte.

<sup>1a)</sup> K.-F. Seifert, Acta Cryst. **16**. 1963. A 16.

<sup>2)</sup> F. W. Dickson & G. Tunell, Am. Min. **44**. 1959. 471.

### Weitere Strukturtypen

15.) Covellin-Reihe. Klockmannit ist isotyp mit Covellin.

<b>Covellin</b>	CuS	Dihexagonal-dipyramidal $D_{6h}^4$ — $C6/mmc$
(Beudant, 1832)		$a_0 = 3.80$ $c_0 = 16.36$ $c_0/a_0 = 4.305$ $Z = 6^1$
(Kupferindig)		
<b>Klockmannit</b>	CuSe	Dihexagonal-dipyramidal $D_{6h}^4$ — $C6/mmc$
(Ramdohr, 1928)		$a_0 = 3.94$ $c_0 = 17.25$ $c_0/a_0 = 4.378$ $Z = 6^2$
<b>Idait</b>	$Cu_5FeS_6$	Hexagonal
(Frenzel, 1958)		$a_0 = 3.90$ $c_0 = 16.95$ $c_0/a_0 = 4.346$ $Z = 1^3$
<b>Valleriit</b>	$CuFeS_2$	Hexagonal
(Blomstrand, 1870)		$a_0 = 3.80$ $c_0 = 34.4$ $c_0/a_0 = 9.05$ $Z = 6^4$

Für Valleriit wird auch die Formel  $Cu_2Fe_4S_7$  angegeben, so daß anscheinend ein Metallausfall wie im Magnetkies erfolgen kann.

<sup>1)</sup> L. G. Berry, Am. Min. **39**. 1954. 504. — Vgl. H. S. Roberts & C. J. Ksanda, Am. J. Sci. **17**. 1929. 489; J. Oftedal, Z. Krist. **83**. 1932. 9 (Struktur, SB. **2**. 10).

<sup>2)</sup> J. W. Earley, Am. Min. **34**. 1949. 435, für künstliche Kristalle. — L. G. Berry, Am. Min. **39**. 1954. 504 (Struktur). — C. A. Taylor & F. A. Underwood, Acta Cryst. **13**. 1960. 361 (Überstruktur für synth. CuSe). — Vgl. F. Lippmann, N. Jb. Min. Mh. 1962. 99.

<sup>3)</sup> G. Frenzel, N. Jb. Min. Mh. 1958. 142.

<sup>4)</sup> H. T. Evans, R. A. Berner & Ch. Milton, Geol. Soc. Am. Meeting 1962. Progr. 47 A.

Anhang:

<b>Vulcanit</b>	CuTe	Rhombisch-dipyramidal $D_{2h}^{13} - Pmnm$
(Cameron & Threadgold, 1961)		$a_0 = 4.09 \quad b_0 = 6.95 \quad c_0 = 3.15$ $a_0 : b_0 : c_0 = 0.588 : 1 : 0.453 \quad Z = 2^1$

<sup>1)</sup> E. N. Cameron & I. M. Threadgold, Am. Min. **46**. 1961. 258. – Vgl. K. Anderko & K. Schubert, Z. Metallk. **4**. 1954. 371 (synthet. CuTe).

16.) Braggit-Cooperit-Gruppe.

<b>Vysotskit</b>	(Pd, Ni)S	Tetragonal $C_{4h}^2 - P4_2/m$ oder $C_4^3 - P4_2$
(Genkin & al., 1962)		$a_0 = 6.37 \quad c_0 = 6.54 \quad c_0/a_0 = 1.027 \quad Z = 8^1$
<b>Braggit</b>	(Pt, Pd, Ni)S	Tetragonal $C_{4h}^2 - P4_2/m$ oder $C_4^3 - P4_2$
(Bannister, 1932)		$a_0 = 6.38 \quad c_0 = 6.59 \quad c_0/a_0 = 1.033 \quad Z = 8^2$
<b>Cooperit</b>	PtS	Ditetragonal-dipyramidal $D_{4h}^9 - P4/mmc$
(Wartenweiler, 1928)		$a_0 = 3.48 \quad c_0 = 6.11 \quad c_0/a_0 = 1.756 \quad Z = 2^2$

Synthetisches PdS gibt die gleichen Röntgenbilder wie Braggit.

<sup>1)</sup> A. D. Genkin & O. E. Zvyagintsev, Zapiski Vses. Min. Obshch. **91**. 1962. 718.

<sup>2)</sup> F. A. Bannister & M. H. Hey, Min. Mag. **23**. 1932. 188 (Struktur von Cooperit, SB. 2. 9).

### C.) Sulfide mit $M : S < 1 : 1$

1.) Linneit-Reihe. Kubisch-hex'oktaedrisch,  $O_h^7 - Fd3m$ . Gitter vom Spinelltypus. Isotypie und weitgehende Mischbarkeit.

• <b>Greigit</b>	$Fe_3S_4$	$a_0 = 9.88 \quad Z = 8^1$
(Skinner, Erd, Grimaldi, 1964)		
• <b>Linneit</b>	$Co_3S_4$	$a_0 = 9.42 \quad Z = 8^2$
(Haidinger, 1845) (Kobaltkies)		
<b>Siegenit</b>	$(Co, Ni)_3S_4$	$a_0 = 9.43 \quad Z = 8^3$
(Dana, 1850)		
• <b>Polydymit</b>	$Ni_3S_4$	$a_0 = 9.42 \quad Z = 8^2$
(Laspeyres, 1876)		
• <b>Violarit</b>	$FeNi_2S_4$	$a_0 = 9.53 \quad Z = 8^4$
(Lindgren & Davy, 1924)		
• <b>Indit</b>	$FeIn_3S_4$	$a_0 = 10.62 \quad Z = 8^5$
(Genkin & Muraveva, 1963)		
<b>Tyrrellit</b>	$(Cu, Co, Ni)_3Se_4$	$a_0 = 10.005 \quad Z = 8^6$
(Robinson, nach 1952)		
<b>Daubr�elith</b>	$FeCr_2S_4$	$a_0 = 9.98 \quad Z = 8^7$
(Smith, 1876)		
<b>Bornhardtit</b>	$Co_3Se_4$	$a_0 \sim 10.2 \quad Z = 8^8$
(Ramdohr & Schmitt, 1955)		

**Carrollit** (Faber, 1852) ist eine Varietät von Linneit mit 10–19 Gew.-% Cu an Stelle von Co,  $a_0 = 9.45^2$ ). Die reinen Endglieder existieren kaum; sie treten fast stets mit Gehalten an Cu, Fe, Co und Ni auf. Gelegentlich vorhandene Metallüberschüsse bis zu  $R_{3,2}S_4$  gehen auf orientierte Einlagerungen feinsten Milleritnetze zurück. Daubrélith ist nur aus Meteoriten und als Kunstprodukt bekannt.

<sup>1)</sup> B. J. Skinner, R. C. Erd & F. S. Grimaldi, Am. Min. **49**. 1964. 543.

<sup>2)</sup> G. Menzer, Z. Krist. **64**. 1926. 506 (Struktur, SB. 1. 421). – Vgl. W. F. de Jong, Z. anorg. Chem. **161**. 1927. 311; W. F. de Jong & A. Hoog, Z. Krist. **66**. 1927. 169 (Struktur). – S. Holgerson, Lunds Univ. Årskrift **23**. 1927. Nr. 9 (Struktur). – D. Lundquist & A. Westgren, Z. anorg. Chem. **239**. 1938. 85. – D. Lundquist, Ark. Kem. Min. Geol. **24**. A. 1947. Nr. 21, 1–12. – G. Kullerud & R. A. Yund, Journ. Petr. **3**. 1962. 126.

<sup>3)</sup> G. Natta & L. Passerini, Rend. Acc. Lincei **14**. 1931. 38.

<sup>4)</sup> H. Berman in Dana **1**. 1944. 262. – D. Lundquist, Ark. Kem. Min. Geol. **22**A. 1947. Nr. 22, gibt für synthet.  $FeNi_2S_4$   $a_0 = 9.445$  an.

<sup>5)</sup> A. D. Genkin & I. V. Muraveva, Zapiski Vses. Min. Obshch. **92**. 1963. 445.

<sup>6)</sup> S. C. Robinson & E. J. Brooker, Am. Min. **37**. 1952. 542. – F. Machatschki & E. Stradner, Anz. Österr. Akad. Wiss. **89**. 1952. 211 (Struktur).

<sup>7)</sup> F. Heide, E. Herschkowitsch & E. Preuß, Chem. d. Erde **7**. 1932. 483. – D. Lundquist, Ark. Kem. Min. Geol. **17**B. 1943. Nr. 12.

<sup>8)</sup> P. Ramdohr & M. Schmitt, N. Jb. Min. Mh. 1955. 133.

2.) Antimonit-Reihe. Rhombisch-dipyramidal,  $D_{2h}^{10}$  — Pbnm. Isotypie.

♦ Antimonit*)	$Sb_2S_3$	$a_0 = 11.22$ $b_0 = 11.30$ $c_0 = 3.84^1$ )
(Stibnit, Antimonglanz)		$a_0:b_0:c_0 = 0.993:1:0.340$ $Z = 4$
Synthetisch	$Sb_2Se_3$	$a_0 = 11.62$ $b_0 = 11.77$ $c_0 = 3.96^2$ )
		$a_0:b_0:c_0 = 0.987:1:0.336$ $Z = 4$
♦ Bismuthinit**)	$Bi_2S_3$	$a_0 = 11.15$ $b_0 = 11.29$ $c_0 = 3.98^3$ )
(Wismutglanz)		$a_0:b_0:c_0 = 0.988:1:0.352$ $Z = 4$
Guanajuatit	$Bi_2(Se, S)_3$	$a_0 = 11.37$ $b_0 = 11.50$ $c_0 = 4.05^4$ )
(Fernandez, 1873)		$a_0:b_0:c_0 = 0.989:1:0.352$ $Z = 4$

**Horobetsuit** (Hayase, 1958) ist eine Varietät von Antimonit, und zwar ein Mischkristall  $(Sb, Bi)_2S_3$  mit  $Sb_2S_3:Bi_2S_3 = 11:9$  bis  $17:13$ ;  $a_0 = 11.23$ ,  $b_0 = 11.27$ ,  $c_0 = 3.91^{3a)}$

**Paxit** (Johan, 1961),  $Cu_2As_3$ , Pulverdiagramm ähnlich Antimonit, daraus  $a_0 = 12.84$ ,  $b_0 = 11.50$ ,  $c_0 = 7.65$ , wohl orthorhombisch<sup>5)</sup>.

Anhang:

♦ Kermesit	$Sb_2S_2O$	Triklin-pinakoidal $C_1^1$ — P1
(Chapman, 1843)		$a_0 = 11.66$ $b_0 = 8.24$ $c_0 = 11.19^6$ )
(Rotspießglanz)		$a_0:b_0:c_0 = 1.415:1:1.358$
		$\alpha = 111^\circ 48'$ $\beta = 110^\circ 44'$ $\gamma = 78^\circ 10'$
		$Z = 8$

Anscheinend sind  $a_0$  und  $c_0$  von Kermesit mit  $a_0$ ,  $b_0$  von Antimonit vergleichbar, desgleichen  $b_0$  mit  $2c_0$ .

Paraguanajuatit kristallisiert hexagonal und ist mit Tellurobismutit isotyp (s. folgende Gruppe).

\*) Stibium (Plinius, 77 n. Chr.); Stibin (Beudant, 1832); Antimonit (Haidinger, 1845); Stibnit (Dana, 1854); Antimonglanz (alter deutscher Bergmannsname).

\*\*) Bismuthin (Beudant, 1832); Bismuthinit (Dana, 1868); Wismutglanz (alter deutscher Bergmannsname).

<sup>1)</sup> W. Hofmann, Z. Krist. **86**. 1933. 225 (Struktur, SB. **3**. 49). — S. Ščavničar, Z. Krist. **114**. 1960. 85 (Strukturverfeinerung).

<sup>2)</sup> N. W. Tideswell, F. H. Kruse & J. D. McCullough, Acta Cryst. **10**. 1957. 99.

<sup>3)</sup> W. Hofmann, 1933, l. c.

<sup>3a)</sup> K. Hayase, Min. Journ. Japan **1**. 1955. 189.

<sup>4)</sup> J. W. Earley, Am. Min. **35**. 1950. 337.

<sup>5)</sup> Z. Johan, Acta Univ. Carolinae, Geol. 1961. 77.

<sup>6)</sup> E. Tavora, An. Acad. Brasil. Cienc. **21**. 1949. 75; eine flächenzentrierte monokline Überzelle mit  $a_0 = 21.78$ ,  $b_0 = 8.24$ ,  $c_0 = 20.61$ ,  $\beta = 101^\circ 50'$ ,  $Z = 32$  ist mit der Aufstellung von C. W. Wolfe in Dana **1**. 1944. 279, vergleichbar.

### 3.) Tetradymit-Ikunolith-Paraguanajuatit-Gruppe.

Die in dieser Gruppe zusammengefaßten Mineralien und synthetischen Verbindungen besitzen die hexagonalen Gitterkonstanten  $a_0 \sim 4.2 \text{ \AA}$ .  $c_0 \sim 3n \times 1.95 \text{ \AA}$  mit  $n = 5$  (Tetradymitreihe), 7 (Ikunolithreihe), 9 (Paraguanajuatit), 20 (Hedleyit). Es liegt innerhalb der Reihen Isotypie, von Reihe zu Reihe Homöotypie vor\*). Die Existenz von Wehrlit und Hedleyit ist durch Synthesen bestätigt worden\*\*).

#### 3a) Tetradymit-Reihe. Isotypie.

Synthetisch	$\text{Bi}_2\text{Se}_3$	Ditrigonal-skalenoedrisch $D_{3d}^5 - R\bar{3}m$ $a_0 = 4.125$ $c_0 = 28.56$ $c_0/a_0 = 6.924^1$
* Tetradymit (Haidinger, 1831)	$\text{Bi}_2\text{Te}_2\text{S}$	Hexagonal-rhomboedrisch $C_{3i}^2 - R\bar{3}$ oder $D_{3d}^5 - R\bar{3}m$ $a_{rh} = 10.33$ $\alpha = 24^\circ 10'$ $Z = 1^2$ Hexagonal: $a_0 = 4.32$ $c_0 = 30.07$ $c_0/a_0 = 6.961$
* Tellurobismutit (Balch, 1863)	$\text{Bi}_2\text{Te}_3$	Ditrigonal-skalenoedrisch $D_{3d}^5 - R\bar{3}m$ $a_{rh} = 10.53$ $\alpha = 24^\circ 02'$ $Z = 1^3$ Hexagonal: $a_0 = 4.39$ $c_0 = 30.60$ $c_0/a_0 = 6.97$

\* Wehrlit (Huot, 1841) ist  $\text{BiTe}$ ,  $a_0 = 4.43$ ,  $c_0 = 29.91^4$ ); mit ihm ist Pilsenit (Kenngott, 1853) identisch.

Csiklovait (Koch, 1948),  $\text{Bi}_2\text{Te}(\text{S}, \text{Se})_2$ , ist ähnlich Tetradymit, soll sich aber von ihm in Farbe und Ätzverhalten unterscheiden<sup>5)</sup>.

\*) H. Strunz, N. Jb. Min. Mh. 1963. 154.

\*\*) A. Brown & B. Lewis, J. Phys. Chem. Solids **23**. 1962. 1597.

<sup>1</sup>) R. M. Thompson in J. W. Earley, *Am. Min.* **35**. 1950. 337. – S. A. Semiletov, *Trudy Inst. Krist. Akad. Nauk. USSR*. 1954 (Schichtfolge). – H. Gobrecht, K. - E. Boeters & G. Pantzer, *Z. Phys.* **177**. 1964. 68 (auch Bi<sub>2</sub>Se<sub>2</sub>).

<sup>2</sup>) D. Harker, *Z. Krist.* **89**. 1934. 175 (Struktur, SB. 3. 29).

<sup>3</sup>) C. Frondel, *Am. J. Sci.* **238**. 1940. 880; M. A. Peacock, *Univ. Toronto Stud. Geol. Ser.* **44**. 1940. 67.

<sup>4</sup>) H. V. Warren & M. A. Peacock, *Univ. Toronto Stud. Geol. Ser.* **49**. 1945. 55.

<sup>5</sup>) S. Koch & J. Graselly, *Acta Univ. Szeged., Acta min. petr.* **2**. 1948. 1.

### 3b) Ikunolith-Reihe. Isotypie.

Synthetisch	Bi <sub>3</sub> Se <sub>4</sub>	Ditrigonal-skalenoedrisch D <sub>3d</sub> <sup>5</sup> – R $\bar{3}$ m a <sub>0</sub> = 4.23 c <sub>0</sub> = 40.4 c <sub>0</sub> /a <sub>0</sub> = 9.551 <sup>1)</sup>
• <b>Ikunolith</b> (Kato, 1959)	Bi <sub>4</sub> (S, Se) <sub>3</sub>	Ditrigonal-skalenoedrisch D <sub>3d</sub> <sup>5</sup> – R $\bar{3}$ m a <sub>rh</sub> = 13.28 α = 18° 00' Z = 1 Hexagonal: a <sub>0</sub> = 4.15 c <sub>0</sub> = 39.19 c <sub>0</sub> /a <sub>0</sub> = 9.443 Z = 3 <sup>2)</sup>
• <b>Laitakarit</b> (Vorma, 1959)	Bi <sub>4</sub> Se <sub>2</sub> S	Ditrigonal (?) a <sub>rh</sub> = 13.53 α = 17° 58' Z = 1 Hexagonal a <sub>0</sub> = 4.23 c <sub>0</sub> = 39.93 c <sub>0</sub> /a <sub>0</sub> = 9.440 Z = 3 <sup>3)</sup>
• <b>Joséit</b> (Kenngott, 1853)	(A) Bi <sub>4</sub> (Te, S) <sub>3</sub> (?)	Ditrigonal-skalenoedrisch D <sub>3d</sub> <sup>5</sup> – R $\bar{3}$ m a <sub>rh</sub> = 13.48 α = 18° 08' Hexagonal: a <sub>0</sub> = 4.25 c <sub>0</sub> = 39.77 c <sub>0</sub> /a <sub>0</sub> = 9.358 <sup>4)</sup>
	(B) Bi <sub>4</sub> Te <sub>2</sub> S	a <sub>0</sub> = 4.34 c <sub>0</sub> = 40.83 c <sub>0</sub> /a <sub>0</sub> = 9.408 <sup>4)</sup>

<sup>1</sup>) S. A. Semiletov, *Trudy Inst. Krist. Akad. Nauk. USSR*. 1954 (Schichtfolge).

<sup>2</sup>) A. Kato, *Min. Journ. (Japan)* **2**. 1959. 397.

<sup>3</sup>) A. Vorma, *Geologi (Finnland)* **11**. 1959. 11.

<sup>4</sup>) M. A. Peacock, *Univ. Toronto Stud. Geol. Ser.* **46**. 1941. 83. – Vgl. R. M. Thompson, *Am. Min.* **34**. 1949. 342.

### 3c) Paraguanajuatit etc.

• <b>Paraguanajuatit</b> (Ramdohr, 1948)	Bi <sub>4</sub> (Se, S) <sub>5</sub>	Hexagonal: a <sub>0</sub> = 4.08 c <sub>0</sub> = 54.7 c <sub>0</sub> /a <sub>0</sub> = 13.406 <sup>1)</sup>
<b>Hedleyit</b> (Warren & Peacock, 1945)	Bi <sub>14</sub> Te <sub>6</sub>	Ditrigonal-skalenoedrisch D <sub>3d</sub> <sup>5</sup> – R $\bar{3}$ m a <sub>rh</sub> = 39.76 α = 6° 26 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> ' Z = 1 Hexagonal: a <sub>0</sub> = 4.47 c <sub>0</sub> = 119,0 <sup>2)</sup>
<b>Platynit</b> (Flink, 1910)	Pb <sub>4</sub> Bi <sub>7</sub> Se <sub>7</sub> S <sub>4</sub>	Hexagonal a <sub>0</sub> = 8.49 c <sub>0</sub> = 20.80 c <sub>0</sub> /a <sub>0</sub> = 2.450 Z = 2 <sup>3)</sup>

<sup>1</sup>) P. Ramdohr, *Com. rec. min. Mex., Bol.* **20**. 1948. 1.

<sup>2</sup>) H. V. Warren & M. A. Peacock, *Univ. Toronto Stud. Geol. Ser.* **49**. 1945. 55; R. M. Thompson, *Am. Min.* **34**. 1949. 342.

<sup>3</sup>) K. Johansson (1933). *Briefliche Mitt. von F. E. Wickman*, 1962. – Vgl. H. Strunz, 1963, l. c.

4.) Gruppe der Gold-Silber-Telluride. Sylvanit, Krennerit und Calaverit leiten zu den Sulfiden mit M:S = 1:2 über.

<b>Montbrayit</b>	$\text{Au}_2\text{Te}_3$	Triklin
(Peacock & Thompson, 1945)		$a_0 = 12.10 \quad b_0 = 13.46 \quad c_0 = 10.80$ $a_0:b_0:c_0 = 0.899:1:0.802$ $\alpha = 104^\circ 30\frac{1}{2}' \quad \beta = 97^\circ 34\frac{1}{2}' \quad \gamma = 107^\circ 53\frac{1}{2}'$ $Z = 12^1$
<b>Nagyagit</b>	$\text{AuTe}_2 \cdot 6\text{Pb}(\text{S}, \text{Te})$ (?)	Rhombisch-dipyramidal, pseudotetragonal
(Haidinger, 1845)		$a_0 = 12.5 \quad c_0 = 30.31 \quad c_0/a_0 = 2.420 \quad Z = 8^2$
<b>Sylvanit</b>	$\text{AuAgTe}_4$	Monoklin-prismatisch $C_{2h}^4$ — P 2/a
(Necker, 1835)		$a_0 = 14.62 \quad b_0 = 4.49 \quad c_0 = 8.96$ $a_0:b_0:c_0 = 3.256:1:1.995 \quad \beta = 145^\circ 26'$ $Z = 2^3$
<b>Krennerit</b>	$(\text{Au}, \text{Ag})\text{Te}_2$	Rhombisch-pyramidal $C_{2v}^4$ — Pma2
(vom Rath, 1877)		$a_0 = 16.54 \quad b_0 = 4.46 \quad c_0 = 8.82$ $a_0:b_0:c_0 = 3.709:1:1.978 \quad Z = 8^4$
<b>Calaverit</b>		Monoklin-pseudorhombisch $C_{2h}^3$ — C 2/m oder $C_2^3$ — C 2
(Genth, 1861)		$a_0 = 7.19 \quad b_0 = 4.41 \quad c_0 = 5.08$ $a_0:b_0:c_0 = 1.630:1:1.152 \quad \beta = 90^\circ 08' \quad Z = 2^5$

Montbrayit (Peacock und Thompson, 1946) von Montbray, Quebec, bildet zinnweiße, bis zu 1 cm große Massen in Verwachsungsaggregaten mit Gold, Tellurobismutit, Altait, Petzit usw.; sehr brüchig,  $H = 2\frac{1}{2}$ ,  $D = 9.94$ , 3 Absonderungsflächen (110), (011) und (111).

Die Formel für Nagyagit läßt den Sb-Gehalt unberücksichtigt und ist als fraglich zu bezeichnen.

Die Struktur von Krennerit wird aus derjenigen von Sylvanit durch eine Art innere Verzwilligung nach a (100) entstehen; es sind z. B. vergleichbar  $a_0 = 16.54$  von Krennerit mit  $2 a_0 \cdot \cos \beta = 16.57$  von Sylvanit. Des weiteren ist  $c_0$  von Calaverit genau so groß wie  $c_0 \cdot \cos \beta$  von Sylvanit; die Analogie der anderen Gitterkonstanten ist ohne weiteres erkennbar<sup>6)</sup>.

<sup>1)</sup> M. A. Peacock & R. M. Thompson, Am. Min. **31**. 1946. 515.

<sup>2)</sup> B. Goßner, Zbl. Min. 1935. 321.

<sup>3)</sup> G. Tunell, Am. Min. **26**. 1941. 457; G. Tunell & L. Pauling, Acta Cryst. **5**. 1952. 375.

<sup>4)</sup> G. Tunell & C. J. Ksanda, J. Wash. Acad. Sci. **26**. 1936. 507; G. Tunell & K. J. Murata, Am. Min. **35**. 1950. 959 (Struktur, SR. **13**. 114); G. Tunell & L. Pauling, 1952, l. c.

<sup>5)</sup> G. Tunell & C. J. Ksanda, J. Wash. Acad. Sci. **25**. 1935. 32; **26**. 1936. 507 (Struktur, SB. **3**. 30); G. Tunell & L. Pauling, 1952, l. c.

<sup>6)</sup> H. Strunz, Min. Tab. 1941. — Vgl. G. Tunell & K. J. Murata, Am. Min. **35**. 1950. 959.

**M:S = 1:2**

5.) Pyrit-Reihe. Kubisch-disdodekaedrisch,  $T_{11}^6$  — Pa 3. Isotypie und wohl unbegrenzte Diadochie (Fe, Co, Ni).

• <b>Pyrit*)</b>	FeS <sub>2</sub>	$a_0 = 5.41—5.42^1)$	Z = 4
	(Dioscorides, 50 n. Chr.)		
<b>Cattierit</b>	CoS <sub>2</sub>	$a_0 = 5.65^2)$	Z = 4
	(Kerr, 1945)		
<b>Vaesit</b>	NiS <sub>2</sub>	$a_0 = 5.75^3)$	Z = 4
	(Kerr, 1945)		
<b>Laurit</b>	RuS <sub>2</sub>	$a_0 = 5.60^4)$	Z = 4
	(Wöhler, 1866)		
• <b>Hauerit</b>	MnS <sub>2</sub>	$a_0 = 6.10^5)$	Z = 4
	(Haidinger, 1846)		
<b>Trogtalit</b>	CoSe <sub>2</sub>	$a_0 = 5.87^6)$	Z = 4
	(Ramdohr & Schmitt, 1955)		
<b>Penroseit**)</b>	(Ni, Cu, Co)Se <sub>2</sub>	$a_0 = 6.03^7)$	Z = 4
	(Gordon, 1926)		
Synthetisch	NiSe <sub>2</sub>	$a_0 = 5.96^{7a)})$	Z = 4
• <b>Sperryolith</b>	PtAs <sub>2</sub>	$a_0 = 5.94^8)$	Z = 4
	(Wells, 1889)		
<b>Geversit</b>	PtSb <sub>2</sub>	$a_0 = 6.43^9)$	Z = 4
	(Stumpfl, 1961)		
• <b>Aurostibit</b>	AuSb <sub>2</sub>	$a_0 = 6.66^{10)}$	Z = 4
	(Graham & Kaiman, 1951)		
<b>Michenerit</b>	PdBi <sub>2</sub> (?)	$a_0 = 6.68^{11)})$	Z = 4
	(Hawley & Berry, 1958)		

Mischkristalle bzw. Varietäten sind • **Bravoit** (Hillebrand, 1907) oder Nickelpyrit, (Ni, Fe, Co)S<sub>2</sub>,  $a_0 = 5.50—5.58^{2a)}$ ; **Villamaninit** (Schoeller & Powell, 1919), (Cu, Ni, Co, Fe) (S, Se)<sub>2</sub>,  $a_0 = 5.66^{3a)}$ .

**Melnikovit-Pyrit** ist kryptokristalliner Pyrit gelförmiger Entstehung. Laurit besitzt einen geringen Gehalt an Osmium; Hauerit zeigt stark nichtmetallischen Charakter, wohl als Folge einer diamantähnlichen Bindungsart. (Pd, Pt)BiTe, kubisch,  $a_0 = 6.65^{11a)}$ , von Monchegorsk, ist in allen Eigenschaften sehr ähnlich Michenerit.

Beim Erhitzen von Pyrit auf 669 °C entsteht Pyrrhotin der Zusammensetzung Fe<sub>7</sub>S<sub>8</sub>, nicht FeS<sup>12)</sup>; beim Erhitzen von Arsenkies entsteht Fe(S, As) mit NiAs-Struktur und S:As ~ 9:1.

\*) Schwefelkies.

\*\*\*) Blockit (Herzenberg & Ahlfeld, 1935).

<sup>1)</sup> W. L. Bragg, Proc. Roy. Soc. **89** A. 1913. 468 (Struktur, SB. I. 150). — W. F. de Jong, Physica **7**. 1927. 23; J. Oftedal, Z. phys. Chem. **134**. 1928. 301; **135**. 1928. 291; H. M. Parker & W. J. Whitehouse, Phil. Mag. **14**. 1932. 939; M. A. Peacock & F. G. Smith, Univ. Toronto Stud. Geol. Ser. **46**. 1941. 107; M. E. Straumanis, G. C. Amstutz

& S. Chan, *Am. Min.* **49**. 1964. 206; *N. Jb. Min.* **101**. 1964. 127; weitere Arbeiten s. Strukturberichte.

<sup>2)</sup> Für künstliches  $\text{CoS}_2$  (W. F. de Jong & H. W. V. Willems, *Z. anorg. Chem.* **160**. 1927. 185); Cattierit von Shinkolobwe, Katanga,  $a_0 = 5.52$  (P. F. Kerr, *Am. Min.* **30**. 1945. 483; 498); vgl. D. Klemm, *N. Jb. Min. Mh.* 1962. 32. — M. E. Straumanis & al., 1964, l. c.

<sup>2a)</sup> W. F. de Jong & H. W. V. Willems 1927, l. c.; F. A. Bannister, *Min. Mag.* **25**. 1940. 609. — D. Klemm, *N. Jb. Min. Mh.* 1962. 76.

<sup>3)</sup> Für künstliches  $\text{NiS}_2$  (de Jong & Willems 1927, l. c.); Vaesit von Kasompi, Katanga,  $a_0 = 5.67$  (Kerr 1945, l. c.). — Vgl. D. Lundquist, *Ark. Kem. Min. Geol.* **24 A**. 1947. Nr. 21, 1–12. — G. Kuillerud & R. A. Yund, *Journ. Petr.* **3**. 1962. 126.

<sup>3a)</sup> P. Ramdohr, *N. Jb. Min., Mh. (Zbl.)* 1937. 289. — M. H. Hey, *Min. Mag.* **33**. 1962. 169.

<sup>4)</sup> F. A. Bannister, *Min. Mag.* **23**. 1932. 188. — Vgl. J. Oftedal, *Z. phys. Chem.* **135**. 1928. 291.

<sup>5)</sup> Strukturtyp: P. P. Ewald & W. Friedrich, 1914. — F. Offner, *Z. Krist.* **89**. 1934. 182; W. Biltz & F. Wiechmann, *Z. anorg. Chem.* **228**. 1936. 268, u. a.

<sup>6)</sup> P. Ramdohr & M. Schmitt, *N. Jb. Min. Mh.* 1955. 133. — Vgl. D. Klemm, *N. Jb. Min. Mh.* 1962. 32.

<sup>7)</sup> F. A. Bannister & M. H. Hey, *Am. Min.* **22**. 1937. 319. — Vgl. W. F. de Jong & H. W. V. Willems, *Z. anorg. Chem.* **170**. 1928. 241, für künstliches  $\text{NiSe}_2$ ; J. W. Earley, *Am. Min.* **35**. 1950. 337.

<sup>7a)</sup> F. Grönvold & E. Jacobsen, *Acta Chem. Scand.* **10**. 1956. 1440. — J.-E. Hiller & W. Wegener, *N. Jb. Min. Abh.* **94**. 1960. 1147.

<sup>8)</sup> F. A. Bannister 1932, l. c. — Vgl. T. Thomassen, *Z. phys. Chem. B* **2**. 1929. 349; *B* **4**. 1929. 287; G. Aminoff & A. L. Parsons, *Univ. Toronto Stud. Geol. Ser.* **26**. 1928. 1.

<sup>9)</sup> E. Stumpfl, *Min. Mag.* **32**. 1961. 833. —  $a_0$  für synthet.  $\text{PtSb}_2$ , (Thomassen, 1929).

<sup>10)</sup> A. R. Graham & S. Kaiman, *Am. Min.* **37**. 1952. 461. — Vgl. J. Sobotka, *Rozpravy Cesk. Akad. Ved.* **64**. 1954. 43.

<sup>11)</sup> J. E. Hawley & L. G. Berry, *Canadian Min.* **6**. 1958. 200.

<sup>11a)</sup> A. D. Genkin, N. N. Zhuravlev & E. M. Smirnova, *Zapiski Vses. Obshch.* **92**. 1963. 33.

<sup>12)</sup> G. Wunderlich, *Thermodynamik des Pyritzerfalls*, *Z. Elektrochem.* **56**. 1952. 218.

## 6.) Cobaltin-Ullmannit-Gruppe.

a) Cobaltin-Reihe. Kubisch-disdodekaedrisch,  $T_h^6$  — Pa 3. Isotypie und weitgehende Diadochie (Co, Ni).

ω **Cobaltin**  $\text{CoAsS}$   $a_0 = 5.61$   $Z = 4^1$ )

(Beudant, 1832)

(Kobaltglanz)

α **Gersdorffit**  $\text{NiAsS}$   $a_0 = 5.71$   $Z = 4^2$ )

(Löwe, 1845)

b) Ullmannit-Reihe. Kubisch-tetartoidisch,  $T^4$  —  $P 2_1 3$ .

**Willyamit** (Co, Ni)SbS Isotyp mit Ullmannit

(Pittman, 1893)

▷ **Ullmannit**  $\text{NiSbS}$   $a_0 = 5.92$   $Z = 4^3$ )

(Fröbel, 1850)

**Kallilith**  $\text{Ni(Sb, Bi)S}$  Isotyp mit Ullmannit

(Laspèyres, 1891)

Nach Peacock & Henry (1948) haben Cobaltin und Gersdorffit Pyritstruktur mit statistischer Verteilung von As und S, während im Ullmannit eine geordnete Verteilung von Sb und S vorliegt<sup>4)</sup>.



Cobaltin enthält stets Fe-Gehalte, manchmal bis zu 12% und mehr, die aber zum Teil auf Verwachsungen mit Pyrit oder Magnetkies zurückgehen. **Korynit** (Zepharovich, 1865) ist ein Mischkristall von Gersdorffit und Ullmannit. Willyamit besitzt das Verhältnis Co:Ni ziemlich genau gleich 1:1.

<sup>1)</sup> M. Meehling, Abh. Sächs. Ges. **33**. 1921 (Struktur, SB. **1**. 269, vgl. jedoch Zit. 4); L. S. Ramsdell, Am. Min. **10**. 1925. 281; V. M. Goldschmidt (W. Zachariasen), Geochem. Vert.-Ges. VIII. 1927. — Vgl. V. B. Meen in Peacock & Berry, Univ. Toronto Stud. Geol. Ser. **44**. 1940. 47. — E. Onorato 1957 (Monoklin).

<sup>2)</sup> S. v. Olshausen, Z. Krist. **61**. 1925. 463; L. S. Ramsdell 1925, l. c.; V. M. Goldschmidt 1927, l. c.; V. B. Meen 1940, l. c.

<sup>3)</sup> L. S. Ramsdell 1925, l. c.; V. M. Goldschmidt 1927, l. c.; V. B. Meen 1940, l. c.

<sup>4)</sup> M. A. Peacock & W. G. Henry, Univ. Toronto Stud. Geol. Ser. **52**. 1948. 71.

### 7.) Markasit-Reihe. Isotypie.

• <b>Markasit</b> (Haidinger, 1845)	FeS <sub>2</sub>	Rhombisch-dipyramidal D <sub>2h</sub> <sup>12</sup> — Pmnn a <sub>0</sub> = 3.39 b <sub>0</sub> = 4.45 c <sub>0</sub> = 5.42 <sup>1)</sup> a <sub>0</sub> :b <sub>0</sub> :c <sub>0</sub> = 0.762:1:1.218 Z = 2
• <b>Ferroselit</b> (Burjanova & Komkov, 1955)	FeSe <sub>2</sub>	D <sub>2h</sub> <sup>12</sup> — Pmnn oder C <sub>2v</sub> <sup>10</sup> — P2nn a <sub>0</sub> = 3.58 b <sub>0</sub> = 4.79 c <sub>0</sub> = 5.74 <sup>2)</sup> a <sub>0</sub> :b <sub>0</sub> :c <sub>0</sub> = 0.747:1:1.198
<b>Hastit</b> (Ramdohr & Schmitt, 1955)	CoSe <sub>2</sub>	Rhombisch-dipyramidal a <sub>0</sub> = 3.60 b <sub>0</sub> = 4.84 c <sub>0</sub> = 5.72 <sup>3)</sup> a <sub>0</sub> :b <sub>0</sub> :c <sub>0</sub> = 0.744:1:1.182 Z = 2
<b>Frohbergit</b> (Thompson, 1947)	FeTe <sub>2</sub>	Rhombisch-dipyramidal D <sub>2h</sub> <sup>12</sup> — Pmnn a <sub>0</sub> = 3.86 b <sub>0</sub> = 5.35 c <sub>0</sub> = 6.27 <sup>4)</sup> a <sub>0</sub> :b <sub>0</sub> :c <sub>0</sub> = 0.721:1:1.172 Z = 2

**Melnikovit-Markasit** (Doss, 1911) ist kryptokristalliner Markasit gelförmiger Entstehung<sup>5)</sup>.

Markasit geht bei 520–535°C monotrop in Pyrit über<sup>6)</sup>.

<sup>1)</sup> M. J. Buerger, Am. Min. **16**. 1931. 361; Z. Krist. **97**. 1937. 504 (Struktur, SB. **1**. 495, SB. **5**. 52).

<sup>2)</sup> E. Z. Burjanova & A. Komkov, Doklady Akad. Wiss. USSR **105**. 1955. 812.

<sup>3)</sup> P. Ramdohr & M. Schmitt, N. Jb. Min. Mh. 1955. 133.

<sup>4)</sup> R. M. Thompson, Univ. Toronto Stud. Geol. Ser. **51**. 1947. 35. — Für synth. FeTe<sub>2</sub> vgl. S. Tengnér, Z. anorg. Chem. **239**. 1938. 126; Naturw. **26**. 1938. 429.

<sup>5)</sup> H. Rechenberg, N. Jb. Min. Mh. 1950. 141.

<sup>6)</sup> E. T. Allen, J. L. Crenshaw, J. Johnston & E. S. Larsen, Z. anorg. Chem. **76**. 1912. 201.

8.) **Löllingit-Reihe**. Bei 800 °C (fast) unbegrenzte Diadochie (Fe, Co, Ni), bei niedrigeren Temperaturen nur zwischen (Fe, Co)<sup>2)</sup>.

• <b>Löllingit</b> (Haidinger, 1845)	FeAs <sub>2</sub>	Rhombisch-dipyramidal D <sub>2h</sub> <sup>12</sup> — Pmnn a <sub>0</sub> = 2.86 b <sub>0</sub> = 5.26 c <sub>0</sub> = 5.93 <sup>1)</sup> a <sub>0</sub> :b <sub>0</sub> :c <sub>0</sub> = 0.544:1:1.130 Z = 2
---	-------------------	---

• <b>Safflorit</b> (Breithaupt, 1835)	CoAs <sub>2</sub>	Monoklin deformiert $a_0 = 3.13$ $b_0 = 5.05$ $c_0 = 5.87^2$ $a_0:b_0:c_0 = 0.620:1:1.162$ $\gamma = 90^\circ 27'$
• <b>Rammelsbergit</b> (Dana, 1854)	NiAs <sub>2</sub>	Rhombisch-dipyramidal $D_{2h}^{12}$ — Pmnn $a_0 = 3.54$ $b_0 = 4.79$ $c_0 = 5.79^3$ $a_0:b_0:c_0 = 0.739:1:1.209$ $Z = 2$
Anhang:		
<b>Para-Rammelsbergit</b> (Peacock, 1939)	NiAs <sub>2</sub>	Pbcm oder Pbc2 (oder nur pseudoorthorhombisch) $a_0 = 11.43$ (= $4 \cdot 2.86$ ) $b_0 = 5.75$ $c_0 = 5.82^3$ $a_0:b_0:c_0 = 1.988:1:1.012$ $Z = 8$
<b>Froodit</b> (Hawley & Berry, 1958)	$\alpha$ -PdBi <sub>2</sub> (?)	Monoklin, $C_{2h}^3$ — C2/m, $a_0 = 12.75$ , $b_0 = 4.29$ , $c_0 = 5.67$ $\beta = 102^\circ 52'$ $Z = 4^4$

<sup>1</sup>) M. J. Buerger, Z. Krist. **82**. 1932. 165; Z. Krist. **97**. 1937. 504; Am. Min. **22**. 1937. 48 (Struktur, SB. **2**. 273). — E. H. Roseboom, 1963, l. c.

<sup>2</sup>) E. H. Roseboom, Am. Min. **48**. 1963. 271 (Synthesen, Mischbarkeit; hier weitere Literatur).

<sup>3</sup>) M. A. Peacock & A. S. Dadson, Am. Min. **25**. 1940. 561. — S. Kaiman, Univ. Toronto Stud. Geol. Ser. **51**. 1947. 49 (Struktur, SR. **11**. 40). — E. H. Roseboom, 1963, l. c. — R. A. Yund, Econ. Geol. **56**. 1961. 1273.

<sup>4</sup>) J. E. Hawley & L. G. Berry, Canad. Min. **6**. 1958. 200 (mit Gitterkonstanten nach S. V. Burr & M. A. Peacock, 1942, für synth.  $\alpha$ -PdBi<sub>2</sub>).

### 9.) Arsenopyrit-Gruppe.

Arsenopyrit ist morphologisch orthorhombisch mit  $a:b:c = 0.6773:1:0.5941$  (Orientierung Arzruni, 1878),  $a_0 = 6.43$ ,  $b_0 = 9.53$ ,  $c_0 = 5.66 \text{ \AA}$ ,  $a_0:b_0:c_0 = 0.675:1:0.594$ ,  $Z = 8$ ,  $D_{2h}^{19}$  — Cmmm (De Jong, 1926; Buerger, 1936).

Optisch und röntgenographisch hat sich Arsenopyrit — in Abhängigkeit vom Chemismus ( $\text{FeAs}_{0.9}\text{S}_{1.1}$  bis  $\text{FeAs}_{1.1}\text{S}_{0.9}$ ) — teils als monoklin, teils als triklin erwiesen;  $\alpha \sim \beta \sim \gamma \sim 90^\circ$ . Es wird deshalb für die monokline Strukturvariante gelegentlich folgende Umstellung vorgenommen:  $\frac{1}{2} [110]$  zu  $a'_0$ ,  $\frac{1}{2} [1\bar{1}0]$  zu  $b'_0$ ,  $\star (110):(1\bar{1}0)$  zu  $\gamma'$ . Damit würde sich ergeben:  $a'_0 = 5.75$ ,  $b'_0 = 5.75$ ,  $c'_0 = 5.66 \text{ \AA}$ ,  $\gamma' = 111^\circ 47'$ ;  $Z = 4$ ,  $C_{2h}^5$  —  $P2_1/c$ .

Wegen der Verwandtschaftsbeziehungen zum orthorhombischen FeS<sub>2</sub> und CoAsS, von denen ersterer sich in einfacher Weise vom Pyrit ableitet, was auch in orientierten Verwachsungen zum Ausdruck kommt, wird die klassische Orientierung von Arsenopyrit beibehalten.

Für Glaukodot wurde röntgenographisch die orthorhombische Symmetrie ( $D_{2h}^{19}$  — Cmmm) bestätigt.

• <b>Arsenopyrit</b> (Glocker, 1847) (Arsenkies)	FeAsS	$a:b:c = 0.6773:1:1.1882$ $\gamma \sim 90^\circ$ $a_0 = 6.43$ $b_0 = 9.53$ $c_0 = 5.66^1$ $a_0:b_0:c_0 = 0.675:1:0.594$ $Z = 8$
--	-------	---

<b>Glaukodot</b>	(Co,Fe)AsS	a:b:c = 0.6942:1:1.1925
(Breithaupt & Plattner, 1849)		$a_0 = 6.68$ $b_0 = 3 \cdot 9.64$ $c_0 = 5.74^2$ $a_0 : \frac{1}{3}b_0 : c_0 = 0.693:1:0.595$ $Z = 8$
<b>Gudmundit</b>	FeSbS	a:b:c = 0.6729:1:1.1868 $\gamma \sim 90^\circ$
(Johansson, 1928)		$a_0 = 6.69$ $b_0 = 10.06$ $c_0 = 5.94^3$ $a_0 : b_0 : c_0 = 0.665:1:0.590$ $Z = 8$

**Danait** (Hayes, 1833) ist eine Varietät von Arsenopyrit mit 6–9% Co, während Glaukodot ca. 16–25% Co enthält.

<sup>1)</sup> M. J. Buerger, Z. Krist. **95**. 1936. 83; Am. Min. **22**. 1937. 48 (Struktur, SB. 4. 30). – Vgl. W. F. de Jong, Physica **6**. 1926. 325. – N. Morimoto & L. A. Clark, Am. Min. **46**. 1961. 1448 (Gitterkonstanten und Symmetrie in Abhängigkeit vom Chemiesmus).

<sup>2)</sup> R. B. Ferguson, Univ. Toronto Stud. Geol. Ser. **51**. 1946. 41; Bull. Geol. Soc. Am. **57**. 1947. 1193; Am. Min. **32**. 1947. 199. – Vgl. W. F. de Jong 1926, l. c.; G. A. Harcourt, Am. Min. **27**. 1942. 63.

<sup>3)</sup> M. J. Buerger, Z. Krist. **101**. 1939. 290 (Struktur).

10.) Molybdänit-Reihe. Dihexagonal-dipyramidal,  $D_{6h}^1 - P6_3/mmc$ , Isotypie.

<b>Molybdänit</b>	MoS <sub>2</sub>	$a_0 = 3.16$ $c_0 = 12.32$ $c_0/a_0 = 3.899$ $Z = 2^1$
(Hielm, 1782)		
(Molybdänglanz)		
Synthetisch	MoSe <sub>2</sub>	$a_0 = 3.29$ $c_0 = 12.93$ $c_0/a_0 = 3.930$ $Z = 2^2$
<b>Tungstenit</b>	WS <sub>2</sub>	$a_0 = 3.19$ $c_0 = 12.5$ $c_0/a_0 = 3.919$ $Z = 2^3$
(Wells & Butler, 1917)		

Von Molybdänit gibt es auch eine rhomboedrische Strukturvariante (3R),  $C_{3v}^2 - R3m$ ,  $a_0 = 3.16$ ,  $c_0 = 18.33$ ,  $c_0/a_0 = 5.801$ ,  $Z = 3^{1a}$ ). **Jordisit** (Cornu, 1909) ist röntgenamorphes MoS<sub>2</sub>.

<sup>1)</sup> R. G. Dickinson & L. Pauling, J. Am. Chem. Soc. **45**. 1923. 1465 (Struktur, SB. 1. 164). – Vgl. O. Hassel, Z. Krist. **61**. 1925. 92.

<sup>1a)</sup> R. J. Traill, Canad. Min. **7**. 1963. 524. – Y. Takeuchi & W. Nowacki, Schweiz. Min. Petr. Mitt. **44**. 1964. 105 (Struktur).

<sup>2)</sup> P. B. James & M. T. Lavik, Acta Cryst. **16**. 1963. 1183.

<sup>3)</sup> A. E. v. Arkel, Rec. trav. chim. Pays-Bas. **45**. 1926. 437.

11.) Melonit-Moncheit-Gruppe. Melonit ist isotyp mit Mg(OH)<sub>2</sub>.

<b>Melonit</b>	NiTe <sub>2</sub>	Ditrigonal-skalenoedrisch $D_{3d}^3 - P3m1$
(Genth, 1868)		$a_0 = 3.84$ $c_0 = 5.26$ $c_0/a_0 = 1.370$ $Z = 1^1$
<b>Moncheit</b>	(Pt, Pd)(Te, Bi) <sub>2</sub>	Hexagonal
(Genkin & al., 1963)		$a_0 = 4.05$ $c_0 = 5.29$ $c_0/a_0 = 1.306$ $Z = 1^2$
<b>Kotulskit</b>	Pd(Te, Bi) <sub>1-2</sub>	Hexagonal
(Genkin & al., 1963)		$a_0 = 4.19$ $c_0 = 5.67$ $c_0/a_0 = 1.353^2$

<sup>1)</sup> M. A. Peacock & R. M. Thompson, Am. Min. **31**. 1946. 204.

<sup>2)</sup> A. D. Genkin, N. N. Zhuravlev & E. M. Smirnova, Zapiski Vses. Min. Obsheh. **92**. 1963. 33.

**M:S < 1:2**

12.) Skutterudit-Reihe. Kubisch-disdodekaedrisch,  $T_h^5$  — Im 3. Isotypie und weitgehende Diadochie (Co, Ni, Fe).

**Chathamit** (Fe, Co, Ni)As<sub>3</sub>  $a_0 = 8.24$   $Z = 8^1$

(Shepard, 1844)

• **Skutterudit** CoAs<sub>3</sub>  $a_0 = 8.21$ — $8.29$   $Z = 8^2$

(Haidinger, 1845)

(Speiskobalt, Smaltn)

• **Chloanthit** NiAs<sub>3</sub>  $a_0 = 8.28$   $Z = 8^2$

(Breithaupt, 1845)

(Weißnickelkies, Ni-Skutterudit)

Die ideale Zusammensetzung ist MAS<sub>3</sub>, die in erzmikroskopisch homogenen Kristallen tatsächlich verwirklicht ist; es werden aber auch geringere As-Gehalte bis herab zu MAS<sub>2.9</sub> beobachtet, offenbar als Folge von As-Leerstellen im Gitter. **Arsenoferrit** (Baumhauer, 1912), gelegentlich als das reine Fe-Analogon angesehen, ist identisch mit Löllingit (Buerger, 1936). Chathamit soll 12% Fe, 9% Ni und 4% Co enthalten.

<sup>1</sup> E. H. Roseboom, Am. Min. 47. 1962. 310 (Für synthet. Kristalle mit Fe:Co:Ni = 37.5:25:37.5. Fe-reichere Skutterudite konnten nicht erhalten werden).

<sup>2</sup> J. Oftedal, Norsk. Geol. Tidskr. 8. 1925. 250; Z. Krist. 66. 1928. 517 (Struktur, SB. I. 232). — Synthet. Mischkristalle: SR. 11. 270. — Vgl. E. H. Roseboom, 1962, l. c. (Composition and Cell Dimensions).

**D.) Komplexe Sulfide**

1.) Proustit-Xanthokon-Gruppe.

a) Proustit-Reihe. Isotypie. Dimorphie zu Xanthokon.

• **Proustit** Ag<sub>3</sub>AsS<sub>3</sub> Ditrigonal-pyramidal  $C_{3v}^6$  — R 3c

(Beudant, 1832)

(Lichtes **Rotgültigerz**)

$a_{rh} = 6.85$   $\alpha = 103^\circ 27'$   $Z = 2^1$

Hexagonale Zelle:

$a_0 = 10.76$   $c_0 = 8.66$   $c_0/a_0 = 0.805$

• **Pyrargyrit** Ag<sub>3</sub>SbS<sub>3</sub> Ditrigonal-pyramidal  $C_{3v}^6$  — R 3c

(Glocker, 1831)

(Dunkles **Rotgültigerz**)

$a_{rh} = 7.01$   $\alpha = 104^\circ 06'$   $Z = 2^1$

Hexagonale Zelle:

$a_0 = 11.06$   $c_0 = 8.73$   $c_0/a_0 = 0.789$

b) Xanthokon-Reihe. Wohl homöotyp.

**Xanthokon** Ag<sub>3</sub>AsS<sub>3</sub> Monoklin-prismatisch  $C_{2h}^6$  — C 2/c

(Breithaupt, 1840)

Pseudorhombische Zelle: F 2/d

$a_0 = 11.99$   $b_0 = 6.21$   $c_0 = 31.86^1$

$a_0:b_0:c_0 = 1.931:1:5.130$   $\beta = 90^\circ 30^{1/2}'$

$a:b:c = 1.9187:1:1.0152$   $\beta = 91^\circ 13'$

$Z = 16$

<b>Pyrostilpnit</b> (Dana, 1868) (Feuerblende)	$\text{Ag}_3\text{SbS}_3$	Monoklin-prismatisch $C_{2h}^5$ — $P 2_1/c$ Pseudorhombische Zelle: $B 2_1/c$ $a_0 = 12.17$ $c_0 = 6.24$ $b_0 = 15.84^2$ $a_0:c_0:b_0 = 1.950:1:2.538$ $\beta = 90^\circ 00'$ $Z = 8$
Anhang:		
<b>Samsonit</b> (Werner & Fraatz, 1910)	$2\text{Ag}_2\text{S} \cdot \text{MnS} \cdot \text{Sb}_2\text{S}_3$	Monoklin-prismatisch $C_{2h}^2$ — $P 2_1/n$ $a_0 = 10.31$ $b_0 = 8.07$ $c_0 = 6.62^3$ $a_0:b_0:c_0 = 1.277:1:0.820$ $\beta = 92^\circ 41'$ $Z = 2$

Samsonit ist wegen seiner den Rotgültigerzen ähnlichen optischen Eigenschaften vorläufig hier untergebracht.

<sup>1)</sup> D. Harker, J. Chem. Phys. 4. 1936. 381 (Struktur). — Vgl. R. Hocart, C. R. Acad. Sci. Paris 205. 1937. 68 (Struktur, SB. 5. 75). — P. Toulmin, Am. Min. 48. 1963. 725 (Abhängigkeit der Gitterkonstanten vom Verhältnis As:Sb).

<sup>2)</sup> M. A. Peacock, Min. Mag. 29. 1950. 346.

<sup>3)</sup> C. Frondel, Am. Min. 26. 1941. 25.

### „Spießglanze“

W. Hofmann hat 1934 erstmalig darauf hingewiesen, daß die Spießglanze in der Richtung der Längserstreckung eine Gitterkonstante von ca. 4 Å oder einem Vielfachen davon besitzen. Diese ausgezeichnete Richtung steht, wie die folgende Übersicht erkennen läßt, in der Regel senkrecht auf einer Spiegelebene (m) des Raumgitters. Des weiteren treten mit großer Regelmäßigkeit, jedenfalls soweit es sich um rhombisch holoadrische Glieder handelt, Gleitspiegelebenen mit der Gleitkomponente c (bzw. a, falls c und a vertauscht würden) wie auch n auf. Es ist anzunehmen, daß die bereits von Hofmann vermuteten Strukturanalogien nach diesen Symmetrieelementen richtungsmäßig gleichartig gelagert sein werden.

2.) Gruppe der Kupferspießglanze. Chalkostibit und Emplektit sind isotyp und mischbar.

<b>Chalkostibit</b> (Glocker, 1847) (Wolfsbergit, Nicol, 1849)	$\text{Cu}_2\text{S} \cdot \text{Sb}_2\text{S}_3$	Rhombisch-dipyramidal $D_{2h}^{16}$ — $Pnam$ $a_0 = 6.02$ $b_0 = 14.49$ $c_0 = 3.79^1$ $a_0:b_0:c_0 = 0.415:1:0.262$ $Z = 2$
<b>Emplektit</b> (Kenngott, 1855)	$\text{Cu}_2\text{S} \cdot \text{Bi}_2\text{S}_3$	Rhombisch-dipyramidal $D_{2h}^{16}$ — $Pnam$ $a_0 = 6.13$ $b_0 = 14.54$ $c_0 = 3.90^1$ $a_0:b_0:c_0 = 0.422:1:0.268$ $Z = 2$
<b>Cuprobismuthit</b> (Hillebrand, 1884)	$\text{Cu}_2\text{S} \cdot \text{Bi}_2\text{S}_3$	Monoklin-prismatisch $C_{2h}^3$ — $C 2/m$ $a_0 = 17.65$ $b_0 = 3.93$ $c_0 = 15.24^2$ $a_0:b_0:c_0 = 4.491:1:3.878$ $\beta = 100^\circ 30'$ $Z = 6$
<b>Wittichenit</b> (Kobell, 1853)	$3\text{Cu}_2\text{S} \cdot \text{Bi}_2\text{S}_3$	Rhombisch-disphenoidisch $D_2^4$ — $P 2_1 2_1 2_1$ $a_0 = 7.68$ $b_0 = 10.33$ $c_0 = 6.70^3$ $a_0:b_0:c_0 = 0.743:1:0.649$ $Z = 2$

Die Gitterkonstanten von Emplektit und Cuprobismuthit zeigen folgende Verwandtschaft:  $a_0 E = \frac{1}{3} a_0 C$ ,  $b_0 E = c_0 \cdot \sin \beta C$ ,  $c_0 E = b_0 C$ ; offenbar liegt eine Art Raumgitter-Verzwilligung vor.

Anhang (mit Fe):

• <b>Berthierit</b> (Haidinger, 1827)	$\text{FeS} \cdot \text{Sb}_2\text{S}_3$	Rhombisch-dipyramidal $D_{2h}^{16}$ — Pnam $a_0 = 11.44$ $b_0 = 14.12$ $c_0 = 3.76^4$ $a_0 : b_0 : c_0 = 0.810 : 1 : 0.266$ $Z = 4$
--	--	---

<sup>1)</sup> W. Hofmann, Z. Krist. **84**. 1933. 177 (Struktur, SB. **3**. 75).

<sup>2)</sup> E. W. Nuffield, Am. Min. **37**. 1952. 447.

<sup>3)</sup> E. W. Nuffield, Econ. Geol. **42**. 1947. 147. — Vgl. W. Borchert & R. Schroeder, Heidelb. Beitr. Min. Petr. **1**. 1949. 112:  $a_0 = 6.55$ ,  $b_0 = 7.55$ ,  $c_0 = 10.19$ .

<sup>4)</sup> M. J. Buerger, Am. Min. **21**. 1936. 205. 442. — M. J. Buerger & Th. Hahn, Am. Min. **40**. 1955. 266 (Struktur, SR. **19**. 418).

3.) Gruppe der Silberspießglanze. Pearceit und Polybasit sind homöotyp; es gibt auch Antimonpearceit und Arsenpolybasit (Isodimorphie).

<b>Smithit</b> (Solly, 1905)	$\text{Ag}_2\text{S} \cdot \text{As}_2\text{S}_3$	Monoklin-prismatisch $C_{2h}^6$ — $A 2/a$ (oder $C_s^4$ — $Aa$ ) $a_0 = 17.23$ $b_0 = 7.78$ $c_0 = 15.19^1$ $a_0 : b_0 : c_0 = 2.215 : 1 : 1.952$ $\beta = 101^\circ 12'$ $Z = 12$
<b>Trechmannit</b> (Solly, 1904)		Trigonal-rhomboedrisch $C_{3i}^2$ — $R \bar{3}$ $a_0 = 14.02$ $c_0 = 9.15$ $c_0/a_0 = 0.653$ $Z = ?$ $a_{rh} = 8.65$ $\alpha = 108^\circ 17'$ $Z = ?^{1a}$
<b>Alaskait</b> (Koenig, 1881) (Pavonit, Nuffield, 1953)	$\text{Ag}_2\text{S} \cdot 3 \text{Bi}_2\text{S}_3$	Monoklin $a_0 = 13.35$ $b_0 = 4.03$ $c_0 = 16.34^2$ $a_0 : b_0 : c_0 = 3.313 : 1 : 4.055$ $\beta = 94^\circ 30'$ $Z = 2$
<b>Tapalpit</b> (Monroy, 1869)	$3 \text{Ag}_2\text{S} \cdot \text{Bi}_2(\text{S}, \text{Te})_3$ (?)	Derb
• <b>Stephanit</b> (Haidinger, 1845)	$5 \text{Ag}_2\text{S} \cdot \text{Sb}_2\text{S}_3$	Rhombisch-pyramidal $C_{2v}^{12}$ — $Cmc 2$ $a_0 = 7.72$ $b_0 = 12.34$ $c_0 = 8.50^3$ $a_0 : b_0 : c_0 = 0.626 : 1 : 0.689$ $Z = 2$
<b>Pearceit</b> (Penfield, 1896)	$8 (\text{Ag}, \text{Cu})_2\text{S} \cdot \text{As}_2\text{S}_3$	Monoklin-prismatisch $C_{2h}^3$ — $C 2/m$ $a_0 = 12.80$ $b_0 = 7.38$ $c_0 = 11.94^4$ $a_0 : b_0 : c_0 = 1.734 : 1 : 1.618$ $\beta = 90^\circ 00'$ $Z = 2$ Pseudohexagonal: $a'_0 = 7.37$ $c'_0 = 11.92$
<b>Antimonpearceit</b> (FrondeI, 1963)	$8 (\text{Ag}, \text{Cu})_2\text{S} \cdot \text{Sb}_2\text{S}_3$	Monoklin-prismatisch $C_{2h}^3$ — $C 2/m$ $a_0 = 13.02$ $b_0 = 7.52$ $c_0 = 11.97^5$ $a_0 : b_0 : c_0 = 1.731 : 1 : 1.592$ $\beta = 90^\circ 00'$ $Z = 2$

<b>Arsenpolybasit</b>	$8(\text{Ag}, \text{Cu})_2\text{S} \cdot \text{As}_2\text{S}_3$	Monoklin-prismatisch $C_{2h}^3$ — $C2/m$
(Frondel, 1963)		$a_0 = 26.08$ $b_0 = 15.04$ $c_0 = 24.00^5$ $a_0:b_0:c_0 = 1.734:1:1.596$ $\beta = 90^\circ 00'$ $Z = 2$
<b>Polybasit</b>	$8(\text{Ag}, \text{Cu})_2\text{S} \cdot \text{Sb}_2\text{S}_3$	Monoklin-prismatisch $C_{2h}^3$ — $C2/m$
(Rose, 1829)		$a_0 = 26.17$ $b_0 = 15.11$ $c_0 = 23.89^4$ $a_0:b_0:c_0 = 1.732:1:1.581$ $\beta = 90^\circ 00'$ $Z = 16$ Pseudohexagonal: $a'_0 = 15.08$ $c'_0 = 23.84$

Benjamininit (Shannon, 1924) ist vielleicht mit Alaskait („Pavonit“) identisch; die Gitterkonstanten der „monoklinen Pseudozelle“ sind  $a'_0 = 13.34$ ,  $b'_0 = 4.06$ ,  $c'_0 = 20.25 \text{ \AA}$ ,  $\beta' = 104^\circ.2^a$ )

Für die Richtung [104] ergibt sich  $\beta = 94\frac{1}{2}^\circ$ ;  $\frac{5}{6}$  der „Elementarlänge“ in dieser Richtung führen zu  $16.4 \text{ \AA}$ , und dies würde mit  $c_0$  von Alaskait übereinstimmen. Nach Nuffield unterscheiden sich die Pulverdiagramme nur durch unterschiedliche Qualität der Linien.

<sup>1)</sup> M. A. Peacock, Univ. Toronto Stud. Geol. Ser. **50**. 1946. 81. — E. Hellner & H. Burzlaff, Naturwiss. **51**. 1964. 35 (Struktur mit „ringförmigen“ Koordinationsgruppen  $\text{As}_3\text{S}_6$ ).

<sup>1a)</sup> W. Nowacki & V. Kunz, N. Jb. Min. Mh. 1961. 94.

<sup>2)</sup> E. W. Nuffield, Am. Min. **39**. 1954. 409.

<sup>2a)</sup> E. W. Nuffield, Am. Min. **38**. 1953. 550.

<sup>3)</sup> M. A. Peacock, Univ. Toronto Stud. Geol. Ser. **44**. 1940. 66. — Vgl. E. D. Taylor, Am. Min. **25**. 1940. 327; R. Salvia, An. Españ. Fis. Quim. **30**. 1932. 416.

<sup>4)</sup> M. A. Peacock & L. G. Berry, Min. Mag. **23**. 1947. 1.

<sup>5)</sup> C. Frondel, Am. Min. **48**. 1963. 565.

#### Anhang:

<b>Lorandit</b>	$\text{TlAsS}_2$	Monoklin-prismatisch $C_{2h}^5$ — $P2_1/a$
(Krenner, 1894)		$a_0 = 12.27$ $b_0 = 11.33$ $c_0 = 6.11$ $a_0:b_0:c_0 = 1.083:1:0.539$ $\beta = 104^\circ 12'$ $Z = 8^1$
<b>Vrbait</b>	$\text{Tl}_2\text{S} \cdot 2\text{As}_2\text{S}_3 \cdot \text{Sb}_2\text{S}_3$	Rhombisch-dipyramidal $D_{2h}^{18}$ — $\text{Cmca}$
(Ježek, 1912)		$a_0 = 13.38$ $b_0 = 23.37$ $c_0 = 11.25^2$ $a_0:b_0:c_0 = 0.573:1:0.481$ Zellinhalt: $\text{Tl}_{21}(\text{As}, \text{Sb})_{63}\text{S}_{105}$ (?)
<b>Livingstonit</b>	$\text{HgSb}_4\text{S}_8$	Monoklin-prismatisch $C_{2h}^6$ — $A2/a$
(Barcena, 1874)		$a_0 = 30.25$ $b_0 = 4.00$ $c_0 = 21.48^3$ $a_0:b_0:c_0 = 7.563:1:5.370$ $\beta = 104^\circ 12'$ $Z = 8$

<sup>1)</sup> A. Zemann & J. Zemann, Acta Cryst. **12**. 1959. 1002 (Struktur). — Vgl. W. Hofmann, Fortschr. Min. **17**. 1932. 46.

<sup>2)</sup> C. Frondel, Am. Min. **26**. 1941. 25.

<sup>3)</sup> N. Niizeki & M. J. Buerger, Z. Krist. **109**. 1957. 129. — Vgl. D. H. Gorman, Am. Min. **36**. 1951. 480; M. J. Buerger & N. Niizeki, Am. Min. **39**. 1954. 319; W. E. Richmond, Am. Min. **21**. 1936. 719.

## 4.) Gruppe der Bleikupferspießglanze.

a) Seligmannit-Reihe. Seligmannit und Bournonit sind isotyp und mischbar.

• <b>Seligmannit</b>	$2\text{PbS} \cdot \text{Cu}_2\text{S} \cdot \text{As}_2\text{S}_3$	Rhombisch-pyramidal $C_{2v}^7$ — Pn2m
(Baumhauer, 1901)		$a_0 = 8.08 \quad b_0 = 8.75 \quad c_0 = 7.64^1)$
		$a_0 : b_0 : c_0 = 0.923 : 1 : 0.873 \quad Z = 2$
• <b>Bournonit</b>	$2\text{PbS} \cdot \text{Cu}_2\text{S} \cdot \text{Sb}_2\text{S}_3$	Rhombisch-pyramidal $C_{2v}^7$ — Pn2m
(Jameson, 1805)		$a_0 = 8.16 \quad b_0 = 8.71 \quad c_0 = 7.81^2)$
(Rädelerz)		$a_0 : b_0 : c_0 = 0.937 : 1 : 0.897 \quad Z = 2$

b) Aikinit-Reihe. Hammarit, Lindströmit, Gladit und Rézbányit sind nach Paděra (1956) Übergangsglieder zwischen Aikinit und Bismuthinit; Rézbányit soll als Sammelname verwendet werden.

• <b>Aikinit</b>	$2\text{PbS} \cdot \text{Cu}_2\text{S} \cdot \text{Bi}_2\text{S}_3$	Rhombisch-dipyramidal $D_{2h}^{16}$ — Pbnm
(Chapman, 1843)		$a_0 = 11.32 \quad b_0 = 11.66 \quad c_0 = 4.01^3)$
		$a_0 : b_0 : c_0 = 0.971 : 1 : 0.344 \quad Z = 2$
<b>Hammarit</b>	$2\text{PbS} \cdot \text{Cu}_2\text{S} \cdot 2\text{Bi}_2\text{S}_3$	Wohl orthorhombisch
(Johansson, 1924)		$a : b : c = 0.9719 : 1 : ?$
<b>Lindströmit</b>	$2\text{PbS} \cdot \text{Cu}_2\text{S} \cdot 3\text{Bi}_2\text{S}_3$	Wohl orthorhombisch
(Johansson, 1924)		$a : b : c = 0.9753 : 1 : ?$
<b>Gladit</b>	$2\text{PbS} \cdot \text{Cu}_2\text{S} \cdot 5\text{Bi}_2\text{S}_3$	Wohl orthorhombisch
(Johansson, 1924)		$a : b : c = 0.9833 : 1 : ?$
• <b>Rézbányit</b>	$2\text{PbS} \cdot \text{Cu}_2\text{S} \cdot n\text{Bi}_2\text{S}_3^4)$	Wohl orthorhombisch
(Frenzel, 1882)		

## Anhang:

Unbenannt	$7\text{PbS} \cdot (\text{Cu}, \text{Ag})_2\text{S} \cdot 3\text{Bi}_2\text{S}_3$	Monoklin
(Drummond & al., 1962)		$a_0 = 37.5 \quad b_0 = 4.07 \quad c_0 = 41.6$
		$\beta = 96^\circ 48'5)$
• <b>Betechtinit</b>	$\text{Pb}_2(\text{Cu}, \text{Fe})_{21}\text{S}_{15}$	Rhombisch-dipyramidal $C_{2h}^{25}$ — Immm
(Schüller & Wohlmann, 1955)		$a_0 = 2 \cdot 11.40 \quad b_0 = 14.67 \quad c_0 = 3.86$
		$a_0 : b_0 : c_0 = 1.554 : 1 : 0.263 \quad Z = 2^6)$

**Wittit** (Johansson, 1924) ist ein Se-haltiger Hammarit.

<sup>1)</sup> E. Hellner & G. Leineweber, Z. Krist. **107**. 1956. 150 (Struktur). — G. Leineweber, Z. Krist. **108**. 1956. 161 (Struktur). — Vgl. C. Frondel, Am. Min. **26**. 1941. 25.

<sup>2)</sup> E. Hellner & G. Leineweber, 1956, l. c. (Struktur). — G. Leineweber, 1956, l. c. (Struktur). — Vgl. J. Oftedal, Z. Krist. **83**. 1932. 157.

<sup>3)</sup> F. E. Wickman, K. Svenska Vet. Akad., Arkiv Min. Geol. **1**. 1953/54. 501:  $a_0 = 11.65$ ,  $b_0 = 4.00$ ,  $c_0 = 11.30$  (Struktur). — Vgl. M. A. Peacock, Univ. Toronto Stud. Geol. Ser. **47**. 1942. 63.

<sup>4)</sup> K. Paděra, Chemie d. Erde **18**. 1956. 14.

<sup>5)</sup> A. D. Drummond, J. Trotter & R. M. Thompson, Canad. Min. **7**. 1962. 338.

<sup>6)</sup> K. Dornberger-Schiff & H. Höhne, Acta Cryst. **12**. 1959. 646 (Struktur, Formel). — Hier c(001) Nadelachse.



## 5.) Gruppe der Bleisilberspießglanze.

<b>Hutchinsonit</b> (Solly, 1904)	$(\text{Pb}, \text{Tl})\text{S} \cdot \text{Ag}_2\text{S} \cdot 5 \text{As}_2\text{S}_3$	Rhomb.-dipyramidal $D_{2h}^{15}$ — Pbc $a_0 = 10.80$ $b_0 = 35.35$ $c_0 = 8.16^1$ $a_0 : b_0 : c_0 = 0.306 : 1 : 0.231$ $Z = 4$
<b>Fizelyit</b> (Krantz, 1914)	$7\text{PbS} \cdot 1.5 \text{Ag}_2\text{S} \cdot 5 \text{Sb}_2\text{S}_3$	Orthorhombisch $D_{2h}^{13}$ — Pnmm (?) $a_0 = 13.14$ $b_0 = 19.23$ $c_0 = 2 \times 4.36^2$ $a_0 : b_0 : c_0/2 = 0.683 : 1 : 0.226$ $Z = 2$
<b>Sundtit</b> ähnlich Ramdohrit-Andorit (Brögger, 1893)		Orthorhombisch $D_{2h}^5$ — Pmma (?) $a_0 = 13.03$ $b_0 = 19.15$ $c_0 = 4 \times 4.29^3$ $a_0 : b_0 : c_0/4 = 0.680 : 1 : 0.224$
<b>Ramdohrit</b> (Ahlfeld, 1930)	$\text{Pb}_6\text{Ag}_4\text{Sb}_{10}\text{S}_{23}$	Orthorhombisch $D_{2h}^{16}$ — Pnma ( $C_{2v}^9$ — Pn2a) $a_0 = 12.99$ $b_0 = 19.21$ $c_0 = 6 \times 4.29^2$ $a_0 : b_0 : c_0/6 = 0.676 : 1 : 0.223$ $Z = 6$
<b>Andorit</b> (Krenner, 1892)	$\text{Pb}_4\text{Ag}_4\text{Sb}_{12}\text{S}_{24}$	Orthorhombisch $D_{2h}^5$ — Pmma (?) $a_0 = 12.98$ $b_0 = 19.15$ $c_0 = 12 \times 4.26^2$ $a_0 : b_0 : c_0/12 = 0.678 : 1 : 0.222$ $Z = 12$
<b>Nakaséit</b> (Ito & Muraoka, 1960)	$\text{Pb}_4\text{Ag}_3\text{CuSb}_{12}\text{S}_{24}$	Monoklin-pseudorhombisch $a_0 = 13.02$ $b_0 = 19.18$ $c_0 = 24 \times 4.26^4$ $\beta = 90^\circ$ $Z = 24$
<b>Freieslebenit</b> (Haidinger, 1845)	$4\text{PbS} \cdot 2 \text{Ag}_2\text{S} \cdot 2 \text{Sb}_2\text{S}_3$	Monoklin-prismat. $C_{2h}^5$ — $P2_1/a$ $a_0 = 7.55$ $b_0 = 12.82$ $c_0 = 5.89^5$ $a_0 : b_0 : c_0 = 0.589 : 1 : 0.459$ $\beta = 92^\circ 14'$ $Z = 1$
<b>Diaphorit</b> (Zepharovich, 1871)	$4\text{PbS} \cdot 3 \text{Ag}_2\text{S} \cdot 3 \text{Sb}_2\text{S}_3$	Monoklin-prismat. $C_{2h}^5$ — $C2_1/a$ $a_0 = 15.85$ $b_0 = 32.09$ $c_0 = 5.90^6$ $a_0 : b_0 : c_0 = 0.491 : 1 : 0.183$ $\gamma = 90^\circ 10'$ $Z = 4$
<b>Owyhecit</b> (Shannon, 1921)	$5\text{PbS} \cdot \text{Ag}_2\text{S} \cdot 3 \text{Sb}_2\text{S}_3$	Orthorhombisch $a_0 = 22.82$ $b_0 = 27.20$ $c_0 = 8.19^7$ $a_0 : b_0 : c_0 = 0.839 : 1 : 0.301$ $Z = 8$
<b>Schirmerit</b> (Genth, 1874)	$\text{PbS} \cdot 2 \text{Ag}_2\text{S} \cdot 2 \text{Bi}_2\text{S}_3$	Orthorhombische, feinkörnige Massen, bleigrau bis eisenschwarz

Formel und Zellinhalt von Fizelyit, Sundtit, Ramdohrit, Andorit und Nakaséit sind nicht mit Sicherheit anzugeben; die vier letzteren sind anscheinend polytype Varianten ein und derselben Struktur.

<sup>1)</sup> Aufstellung in Dana 1944; Röntgendaten nach E. W. Nuffield, Univ. Toronto Stud. Geol. Ser. 51. 1947. 79.

<sup>2)</sup> E. W. Nuffield, Trans. Roy. Soc. Canada **39**. 1945. 41. — Vgl. J. D. H. & G. Donnay, Am. Min. **39**. 1954. 161.

<sup>3)</sup> J. D. H. Donnay & G. Donnay, Am. Min. **39**. 1954. 161.

<sup>4)</sup> T. Ito & H. Muraoka, Z. Krist. **113**. 1960. 94.

<sup>5)</sup> Ch. Palache, W. E. Richmond & H. Winchell, Am. Min. **23**. 1938. 821. — E. Hellner, Z. Krist. **109**. 1957. 284 (Struktur).

<sup>6)</sup> E. Hellner, Z. Krist. **110**. 1958. 169 (Struktur); für eine primitive monokline Zelle ist  $a_0 = 15.85$ ,  $b_0 = 17.91$ ,  $c_0 = 5.90$ ,  $\gamma = 116^\circ 25' 1/2'$ ,  $C_{2h}^2 - P2_1/a$ ,  $Z = 2$  (Struktur). — Vgl. auch H. Winchell in Ch. Palache, Am. Min. **23**. 1938. 821.

<sup>7)</sup> S. C. Robinson, Am. Min. **34**. 1949. 398.

### 6.) Sartorit-Jordanit-Gruppe (Bleiarsenspießglanze):

<b>Sartorit</b> (Dana, 1868)	$PbS \cdot As_2S_3$	Monoklin-pseudorhombisch $a_0 = 19.50$ $b_0 = 7.81$ $c_0 = 4.18^1$ $a_0 : b_0 : c_0 = 2.497 : 1 : 0.535$ $\beta = 90^\circ$ $Z = 4$
<b>Baumhauerit</b> (Solly, 1902)	$Pb_5As_9S_{18}$	Triklin-pseudomonoklin $C_1^1 - P\bar{1}$ $a_0 = 22.74$ $b_0 = 8.33$ $c_0 = 7.89^2$ <sup>2a)</sup> $a_0 : b_0 : c_0 = 2.730 : 1 : 0.947$ $\alpha = 90^\circ$ $\beta = 97^\circ 25'$ $\gamma = 90^\circ$ $Z = 4$
<b>Livingit</b> (Solly, 1901)	$4PbS \cdot 3As_2S_3$	Monoklin-pseudorhombisch $a : b : c = ?$ $\beta = 90^\circ 17'$
<b>Rathit</b> (Baumhauer, 1896)	$Pb_7As_9S_{20}$	Monoklin-sphenoidisch $C_2^2 - P2_1$ $a_0 = 8.43$ $b_0 = 25.80$ $c_0 = 7.91$ $a_0 : b_0 : c_0 = 0.327 : 1 : 0.307$ $\beta = 90^\circ$ $Z = 2^3$ )
<b>Rathit-II</b> (Berry, 1953)	$Pb_3As_{13}S_{28}$	Monoklin $C_2^2 - P2_1$ $a_0 = 8.43$ $b_0 = 70.9$ $c_0 = 7.91^2$ <sup>3a)</sup> $a_0 : b_0 : c_0 = 0.119 : 1 : 0.112$ $\beta = 90^\circ$ $Z = 4$
<b>Rathit-III</b> (Le Bihan, 1961)	$Pb_6As_{10}S_{20}$	Monoklin-sphenoidisch $C_2^2 - P2_1$ $a_0 = 8.43$ $b_0 = 7.91$ $c_0 = 24.52$ $a_0 : b_0 : c_0 = 1.066 : 1 : 3.100$ $\beta = 90^\circ$ $Z = 2^{3h}$ )
<b>Dufrenoyzit</b> (Damour, 1845)	$2PbS \cdot As_2S_3$	Monoklin-prismatisch $C_{2h}^2 - P2_1/m?$ $a_0 = 8.41$ $b_0 = 25.85$ $c_0 = 7.88^2$ $a_0 : b_0 : c_0 = 0.326 : 1 : 0.306$ $\beta = 90^\circ 30'$ $Z = 8$
<b>Lengenbachit</b> (Solly, 1904)	$7PbS \cdot 2As_2S_3$	Monoklin-prismatisch $C_{2h}^2 - P2_1/m$ $a_0 = 34.8$ $b_0 = 2 \cdot 5.7$ $c_0 = 18.4^{3c}$ $\beta = 94^\circ 18'$ $Z = 12$ Zellinhalt: $12 \cdot Pb_6(Ag, Cu)_2As_4S_{13}$ (?)
<b>Jordanit</b> (vom Rath, 1864)	$5PbS \cdot As_2S_3$	Monoklin-prismatisch $C_{2h}^2 - P2_1/m$ $a_0 = 8.91$ $b_0 = 31.71$ $c_0 = 8.42^4$ $a_0 : b_0 : c_0 = 0.281 : 1 : 0.266$ $\beta = 118^\circ 21'$ $Z = 6$

• <b>Geokronit</b>	5PbS · AsSbS <sub>3</sub>	Monoklin C <sub>2h</sub> <sup>2</sup> — P 2 <sub>1</sub> /m
(Svanberg, 1852)		a <sub>0</sub> = 9.0 b <sub>0</sub> = 31.9 c <sub>0</sub> = 8.5 <sup>5)</sup>
		a <sub>0</sub> :b <sub>0</sub> :c <sub>0</sub> = 0.282:1:0.260
		β = 118° 00' Z = 6
• <b>Gratonit</b>	9PbS · 2As <sub>2</sub> S <sub>3</sub>	Trigonal-pyramidal C <sub>3v</sub> <sup>3</sup> — R 3m
(Palache & Fisher, 1939)		a <sub>rh</sub> = 10.56 α = 114° 05' Z = 1 <sup>6)</sup>
		a <sub>0</sub> = 17.73 c <sub>0</sub> = 7.85 c <sub>0</sub> /a <sub>0</sub> = 0.443

**Hatchit** (Solly & Smith, 1912), ein Thallium-Blei-Sulfoarsenit<sup>7a)</sup>, triklin mit a<sub>0</sub> = 9.27, b<sub>0</sub> = 7.81, c<sub>0</sub> = 8.01, α = 66° 37', β = 63° 27', γ = 85° 06' 7).

Im Lengenbachit ist vielleicht ein Teil des Pb durch Ag und Cu vertreten, so daß nach Nuffield die Zusammensetzung der Formel 6PbS · (Ag, Cu)<sub>2</sub>S · 2As<sub>2</sub>S<sub>3</sub> entspricht. Jordanit und Geokronit sind isotyp.

<sup>1)</sup> Dies sind die Gitterkonstanten für eine „Pseudozelle“; die eigentliche Zelle soll a<sub>0</sub> = 59.00 = 3 × 19.67 und c<sub>0</sub> = 83.46 = 20 × 4.17 mit Z = 240 besitzen (F. A. Bannister, A. Pabst, G. Vaux, Min. Mag. 25. 1939. 264). — Vgl. Fußnote 4). — Vgl. Y. Iitaka & W. Nowacki, Acta Cryst. 14. 1961. 1291: a<sub>0</sub> = 3a'<sub>0</sub> = 58.9, b<sub>0</sub> = b'<sub>0</sub>, c<sub>0</sub> = 11c'<sub>0</sub> = 46.1.

<sup>2)</sup> L. G. Berry, Ref. in Am. Min. 33. 1953. 330.

<sup>2a)</sup> M.-Th. Le Bihan, Acta Cryst. 14. 1961. 1210 (Struktur). — Es soll auch einen nicht zentrosymmetrischen Baumhauerit geben, Pb<sub>11</sub>As<sub>17</sub>S<sub>36</sub>, W. Nowacki & C. Bahezre, Schweiz. Min. Petr. Mitt. 43. 1963. 407.

<sup>3)</sup> M.-Th. Le Bihan, Bull. Soc. Franc. Min. Crist. 85. 1962. 15 (Struktur). — Vgl. L. G. Berry in Peacock & Berry, Univ. Toronto Stud. Geol. Ser. 44. 1940. 63. — W. Nowacki, C. Bahezre & F. Marumo, Acta Cryst 16. 1963. A 11. — W. Nowacki & C. Bahezre, 1963, l. c.

<sup>3a)</sup> M.-Th. Le Bihan, Acta Cryst. 14. 1961. 1211 (Struktur). — Vgl. W. Nowacki & al., 1963, l. c.

<sup>3b)</sup> M.-Th. Le Bihan, 1962, l. c. — Vgl. W. Nowacki, & al., 1963, l. c.

<sup>3c)</sup> E. W. Nuffield, Trans. Roy. Soc. Canada 38. 1944. 59. — Nach W. Nowacki & al. (1961) ist c<sub>0</sub> zu verdoppeln. — Vgl. auch W. Nowacki & C. Bahezre, 1963, l. c.

<sup>4)</sup> L. G. Berry in Peacock & Berry, Univ. Toronto Stud. Geol. Ser. 44. 1940. 47. Zellinhalt: Pb<sub>27</sub>As<sub>14</sub>S<sub>48</sub>. Unter Bevorzugung der obigen Formel mit Z = 6 wäre ein Ersatz von 3Pb durch 2As pro Elementarzelle anzunehmen.

<sup>5)</sup> R. M. Douglass, M. J. Murphy & A. Pabst, Am. Min. 39. 1954. 908; Gitterkonstanten schwankend.

<sup>6)</sup> Ch. Palache & D. J. Fisher, Am. Min. 24. 1939. 136; 25. 1940. 255. — Vgl. P. Ramdohr, Zbl. Min. 1942. A. 17. — H. Rössch, N. Jb. Min. 99. 1963. 307 (Struktur).

<sup>7)</sup> W. Nowacki & V. Kunz, N. Jb. Min. Mh. 1961. 94.

<sup>7a)</sup> W. Nowacki & C. Bahezre, 1963, l. c.

#### 7.) Jamesonit-Boulangerit-Gruppe (Bleiantimonspießglanze):

• <b>Fülöppit</b>	3PbS · 4Sb <sub>2</sub> S <sub>3</sub>	Monoklin-prismatisch C <sub>2h</sub> <sup>6</sup> — C 2/c
(Finály & Koch, 1929)		a <sub>0</sub> = 13.39 b <sub>0</sub> = 11.69 c <sub>0</sub> = 16.90 <sup>1)</sup>
		a <sub>0</sub> :b <sub>0</sub> :c <sub>0</sub> = 1.145:1:1.446
		β = 94° 42' Z = 4
• <b>Zinckenit</b>	PbS · Sb <sub>2</sub> S <sub>3</sub> (?)	Rhombisch-dipyramidal pseudo-hexagonal
(Rose, 1826)		„Hexagonal“: a <sub>0</sub> = 44.14 c <sub>0</sub> = 8.62 <sup>2)</sup>
		c <sub>0</sub> /a <sub>0</sub> = 0.195
		Zellinhalt: 12Pb <sub>6</sub> Sb <sub>14</sub> S <sub>27</sub> (?)

- Robinsonit**  $7\text{PbS} \cdot 6\text{Sb}_2\text{S}_3$  **Triklin**  
 (Berry, Fahey & Bailey, 1951)  $a_0 = 16.51$   $b_0 = 17.62$   $c_0 = 3.97^3$   
 $a_0:b_0:c_0 = 0.937:1:0.225$   
 $\alpha = 96^\circ 04'$   $\beta = 96^\circ 22'$   $\gamma = 91^\circ 12'$   
 $Z = 1$
- Plagionit**  $5\text{PbS} \cdot 4\text{Sb}_2\text{S}_3$  **Monoklin-prismatisch**  
 (Rose, 1833)  $a_0 = 13.4$   $b_0 = 11.9$   $c_0 = 19.77^4$   
 $a_0:b_0:c_0 = 1.126:1:1.661$   $\beta = 107^\circ 13'$   
 $Z = 4$
- Heteromorphit**  $11\text{PbS} \cdot 6\text{Sb}_2\text{S}_3$  (?) **Monoklin**  
 (Zincken & Rammelsberg, 1849)  $a_0 = 11.95$   $b_0 = 8.33$   $c_0 = 14.21^5$   
 $a_0:b_0:c_0 = 1.435:1:1.706$   $\beta = 106^\circ 30'$   
 $Z = 1$
- Jamesonit** | **Monoklin-prismatisch**  $C_{2h}^5 - P2_1/a$   
 (Haidinger, 1825) |  $a_0 = 15.57$   $b_0 = 18.98$   $c_0 = 4.03^6$   
 $4\text{PbS} \cdot \text{FeS} \cdot 3\text{Sb}_2\text{S}_3$  |  $a_0:b_0:c_0 = 0.820:1:0.213$   $\beta = 91^\circ 48'$   
**Para-** |  $Z = 2$   
**jamesonit** | **Abweichendes Pulverdiagramm<sup>7)</sup>**  
 (Zsivny & Náráy-Szabo, 1947)
- Mineral Q**  $(\text{Fe}, \text{Cu}, \text{Sb}, \text{Pb}, \text{Ag})_x\text{S}_y$  **Monoklin**  $C_{2h}^1 - P2/m$  (?)  
 $a_0 = 19.06$   $b_0 = 4.11$   $c_0 = 17.26^8$   
 $a_0:b_0:c_0 = 4.637:1:4.200$   $\beta = 95^\circ 50'$
- Semseyit**  $9\text{PbS} \cdot 4\text{Sb}_2\text{S}_3$  **Monoklin-prismatisch**  $C_{2h}^6 - C2/c$   
 (Krenner, 1881)  $a_0 = 13.51$   $b_0 = 11.89$   $c_0 = 24.53^9$   
 $a_0:b_0:c_0 = 1.136:1:2.063$   $\beta = 105^\circ 45'$   
 $Z = 4$
- Boulangerit**  $5\text{PbS} \cdot 2\text{Sb}_2\text{S}_3$  **Monoklin-prismatisch, pseudorhombisch**  
 (Thaulow, 1837)  $C_{2h}^5 - P2_1/a$   
 $a_0 = 21.56$   $b_0 = 23.51$   $c_0 = 8.09^{10}$   
 $a_0:b_0:c_0 = 0.917:1:0.344$   $\beta = 100^\circ 48'$   
 $Z = 8$
- Meneghinit**  $4\text{PbS} \cdot \text{Sb}_2\text{S}_3$  (?) **Rhombisch-pyramidal**  $C_{2v}^7 - Pn2_1m$   
 (Bechi, 1852)  $a_0 = 11.36$   $b_0 = 24.06$   $c_0' = 24 \times 4.128$   
 Subzelle:  $D_{2h}^{16} - Pbnm$   
 $a_0 = 11.36$   $b_0 = 24.06$   $c_0 = 4.128$   
 $a_0:b_0:c_0 = 0.472:1:0.172$   $Z = 1^{11}$

**Wismut-Jamesonit**<sup>6a)</sup>,  $\text{PbS} \cdot (\text{Bi}, \text{Sb})_2\text{S}_3$ , mit  $\text{Bi}:\text{Sb} = 1.07:1$  und  $1.7\%$  Fe, ist eine Varietät von Jamesonit. —  $2\text{PbS} \cdot (\text{Sb}, \text{As})_2\text{S}_3$  von Ontario ist das Sb-Analogon zu Dufrenoyisit<sup>12)</sup>.

<sup>1)</sup> E. W. Nuffield, Univ. Toronto Stud. Geol. Ser. 50. 1946. 49. — S. C. Robinson, Univ. Toronto Stud. Geol. Ser. 52. 1948. 54.

<sup>2)</sup> G. Vaux & F. A. Bannister, *Min. Mag.* **25**. 1938. 221; nach Robinson 1948, l. c.  $a_0 = 22.12$ ,  $c_0 = 4.36$ . — Vgl. E. W. Nuffield 1946.

<sup>3)</sup> L. G. Berry, J. J. Fahey & E. H. Bailey, *Am. Min.* **37**. 1952. 285, Ref. — Vgl. S. C. Robinson 1948, l. c.

<sup>4)</sup> C. W. Wolfe (1939) in Dana **1**. 1944. 465. — Vgl. E. W. Nuffield & M. A. Peacock, *Univ. Toronto Stud. Geol. Ser.* **49**. 1945. 17.

<sup>5)</sup> J.-E. Hiller, *Z. Krist.* **100**. 1938. 149.

<sup>6)</sup> N. Niizeki & M. J. Buerger, *Z. Krist.* **109**. 1957. 161 (Struktur). — L. G. Berry, *Min. Mag.* **25**. 1940. 597 ( $a_0 = 15.71$ ,  $b_0 = 19.05$ ,  $c_0 = 4.04$ ).

<sup>6a)</sup> M. S. Sakharowa, *Akad. Nauk. USSR.* **7**. 1955. 112.

<sup>7)</sup> Nach Zsivny und Náráy-Szabó (1947) gut individualisierte, aber nicht meßbare Kristalle von Kisbánya; ohne wahrnehmbare Spaltbarkeit,  $D = 5.482$ ; Symmetrie höchstens orthorhombisch.

<sup>8)</sup> L. C. Coleman, *Am. Min.* **33**. 1953. 506. 525.

<sup>9)</sup> C. W. Wolfe (1939) in Dana **1**. 1944. 466. — Vgl. E. W. Nuffield & M. A. Peacock 1945, l. c.

<sup>10)</sup> L. G. Berry, *Univ. Toronto Stud. Geol. Ser.* **44**. 1940. 5; Ch. Palache & H. Berman, *Am. Min.* **27**. 1942. 552. — L. Born & E. Hellner, *Am. Min.* **45**. 1960. 1266 ( $a_0 = 42.28$ ,  $b_0 = 23.46$ ,  $c_0 = 8.07 \text{ \AA}$ ,  $C_{2v}^{12} - Bb2_1/m$ ; Strukturvorschlag). — Vgl. K. Dornberger-Schiff & E. Höhne, *Chem. d. Erde* **22**. 1962. 78.

<sup>11)</sup> R. Euler & E. Hellner, *Z. Krist.* **113**. 1960. 345 (Struktur). — Vgl. L. G. Berry & D. A. Moddle, *Univ. Toronto Stud. Geol. Ser.* **46**. 1941. 5; W. E. Richmond in Ch. Palache, *Am. Min.* **23**. 1938. 821.

<sup>12)</sup> J. L. Jambor, *Canad. Min.* **7**. 1962. 339.

### 8.) Galenobismutit-Cosalit-Gruppe (Bleiwismutspießglanze):

<b>Ustarasit</b> (Sakharova, 1955)	$PbS \cdot 3Bi_2S_3$	Prismat. Kristalle mit sehr guter Spaltbarkeit <sup>1)</sup>
<b>Bonchevit</b> (Kostov, 1958)	$PbS \cdot 2Bi_2S_3$	Orthorhombisch $a : b : c = 0.9004 : 1 : 0.3249^2)$
<b>Galenobismutit</b> (Sjögren, 1878)	$PbS \cdot Bi_2S_3$	Rhombisch-dipyramidal $D_{2h}^{16} - Pnam$ $a_0 = 11.75$ $b_0 = 14.50$ $c_0 = 4.084^3)$ <sup>3a)</sup> $a_0 : b_0 : c_0 = 0.811 : 1 : 0.282$ $Z = 4$
<b>Cannizzarit</b> (Zambonini, de Fiore & Carobbi, 1925)	$Pb_3Bi_5S_{11}$ (?)	Monoklin-prismatisch A: $C_{2h}^1 - P2/m$ $a_0 = 4.13$ $b_0 = 4.10$ $c_0 = 15.5$ $\beta = 99^\circ 00' 4)$ B: $C_{2h}^3 - C2/m$ $a_0 = 7.07$ $b_0 = 4.10$ $c_0 = 15.5$ $\beta = 99^\circ 00' 4)$
<b>Cosalit</b> (Genth, 1868)	$2PbS \cdot Bi_2S_3$	Rhombisch-dipyramidal $D_{2h}^{16} - Pbnm$ $a_0 = 19.07$ $b_0 = 23.86$ $c_0 = 4.06^5)$ $a_0 : b_0 : c_0 = 0.799 : 1 : 0.170$ $Z = 8$
<b>Giessenit</b> (Graeser, 1963)	$8PbS \cdot 3Bi_2S_3$	Orthorhombisch wahrscheinlich $D_2^4 - P2_12_12_1$ $a_0 = 34.5$ $b_0 = 38.3$ $c_0 = 4.08^6)$ $a_0 : b_0 : c_0 = 0.901 : 1 : 0.106$

<b>Lillianit</b>	$3\text{PbS} \cdot \text{Bi}_2\text{S}_3$	Rhombisch-dipyramidal $D_{2h}^{16} - \text{Pbnm} (?)$
(Keller, 1889)		$a_0 = 15.87 \quad b_0 = 19.06 \quad c_0 = 4.127^7)$
		$a_0 : b_0 : c_0 = 0.833 : 1 : 0.216$
<b>Kobellit</b>	$6\text{PbS} \cdot 2\text{Bi}_2\text{S}_3 \cdot \text{Sb}_2\text{S}_3$	Rhombisch-dipyramidal $D_{2h}^{13} - \text{Pnmm}$
(Setterberg, 1839)		$a_0 = 22.60 \quad b_0 = 34.08 \quad c_0 = 4.028^8)$
		$a_0 : b_0 : c_0 = 0.663 : 1 : 0.118 \quad Z = 4$

**Weibullit** (Flink, 1910) könnte ein Selengalenobismutit von der Formel  $\text{PbS} \cdot \text{Bi}_2\text{Se}_3$  sein. **Bursait** (de Wijkerslooth, 1955), monoklin-pseudorhombisch, soll  $5\text{PbS} \cdot 2 \text{Bi}_2\text{S}_3$  sein.

<sup>1)</sup> M. S. Sakharowa, Akad. Nauk. USSR 7. 1955. 112 (d-Werte).

<sup>2)</sup> I. Kostov, Min. Mag. 31. 1958. 821.

<sup>3)</sup> C. W. Wolfe, Am. Min. 23. 1938. 790; L. G. Berry, Am. Min. 25. 1940. 726. – F. E. Wickman, Ark. Min. Geol. 1. 1951. 219 (Struktur).

<sup>3a)</sup> Y. Iitaka & W. Nowacki, Acta Cryst. 15. 1962. 691 (Struktur. Verwandtschaft zu Berthierit).

<sup>4)</sup> A. R. Graham, R. M. Thompson & L. G. Berry, Am. Min. 38. 1953. 536. – Nach Peacock (1940) sollte Identität mit Galenobismutit vorliegen.

<sup>5)</sup> L. G. Berry, Univ. Toronto Stud. Geol. Ser. 42. 1939. 23. – G. Weitz & E. Hellner, Z. Krist. 113. 1960. 385 (Struktur).

<sup>6)</sup> S. Graeser, Schweiz. Min. Petr. Mitt. 43. 1963. 671.

<sup>7)</sup> V. Kupeik, M. Matherny & C. Varček, Geol. Sbornik 12. 1961. 103. – Vgl. Emmons, Irving & Loughlin, U.S. Geol. Surv. Prof. Pap. 148. 1927. – L. G. Berry, Am. Min. 25. 1940. 726. – O. Vaasjoki & S. Kaitaro, Bull. Comm. Geol. Finlande 1951. Nr. 154.

<sup>8)</sup> E. W. Nuffield, Univ. Toronto Stud. Geol. Ser. 52. 1948. 86.

Anhang: Patronit-Realgar-Gruppe (mit ausgesprochen nicht-metallischem Charakter).

Die Struktur von Realgar besteht aus Molekülen  $\text{As}_4\text{S}_4$  mit gewissen Analogien zu  $\gamma$ -Schwefel, mit Molekülen  $\text{S}_8$ ; im Auripigment sind  $\text{As}_2\text{S}_3$ -Schichten parallel (010) vorhanden, in welchen As mit 3 S und S mit 2 As koordiniert sind.

<b>Patronit</b>	$\text{VS}_4$	Monoklin-domatisch $C_s^4 - \text{Cc}$
(Hewett, 1906)		$a_0 = 12.67 \quad b_0 = 10.41 \quad c_0 = 12.11$
		$a_0 : b_0 : c_0 = 1.217 : 1 : 1.163 \quad \beta = 148^\circ 22' \quad Z = 8^1)$
<b>Dimorphin</b>	$\text{As}_4\text{S}_3$	Rhombisch-dipyramidal
(Scacchi, 1850)		$a : b : c = 0.6032 : 1 : 0.9068$
<b>Realgar</b>	$\text{As}_4\text{S}_4$	Monoklin-prismatisch $C_{2h}^5 - P 2_1/n$
(Wallerius, 1747)		$a_0 = 9.29 \quad b_0 = 13.53 \quad c_0 = 6.572^2)$
		$a_0 : b_0 : c_0 = 0.687 : 1 : 0.486 \quad \beta = 106^\circ 33'$
		$Z = 4 \text{ Moleküle } \text{As}_4\text{S}_4^{2a})$
<b>Auripigment</b>	$\text{As}_2\text{S}_3$	Monoklin-prismatisch $C_{2h}^5 - P 2_1/n$
(Plinius, 77 n. Chr.)		$a_0 = 11.49 \quad b_0 = 9.59 \quad c_0 = 4.253^3)$
		$a_0 : b_0 : c_0 = 1.198 : 1 : 0.443 \quad \beta = 90^\circ 27' \quad Z = 4$
<b>Metastibnit</b>	$\text{Sb}_2\text{S}_3$	Krustenförmige kryptokristalline Massen von roter Farbe
(Becker, 1888)		

**Gerstleyit**  $(\text{Na, Li})_4\text{As}_2\text{Sb}_8\text{S}_{17} \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  Monoklin (?)

(Frondel, 1956)

$$a_0 = 5.6 \quad b_0 = 22-23 \quad c_0 = 4.9$$

$$\beta = 97^\circ \pm 3^\circ{}^4)$$

<sup>1)</sup> B. Pedersen, *Acta Chem. Scand.* **13**. 1959. 1050. – R. Allmann, I. Baumann, A. Kutoglu, H. Rösch & E. Hellner, *Naturwiss.* **51**. 1964. 263 ( $a_0 = 6.78$ ,  $b_0 = 10.42$ ,  $c_0 = 12.11$ ,  $\beta = 100.8^\circ$ , I2/c; Struktur).

<sup>2)</sup> M. J. Buerger, *Am. Min.* **20**. 1935. 36.

<sup>2a)</sup> T. Ito, N. Morimoto & R. Sadanaga, *Acta Cryst.* **5**. 1952. 775 (Struktur).

<sup>3)</sup> M. J. Buerger, *Am. Min.* **27**. 1942. 301. – N. Morimoto, *X-Rays (Osaka)* **5**. 1949. 115 (Struktur). – N. Morimoto & T. Ito, *X-Ray Studies on Polymorphism, Tokio 1950*. 177 (Struktur, SR. **12**. 175). – N. Morimoto, *Min. Journ. (Japan)* **1**. 1954. 160 (Verfeinerte Strukturbestimmung, SR. **19**. 405).

<sup>4)</sup> C. Frondel & V. Morgan, *Am. Min.* **41**. 1956. 839.

### III.

## Klasse der Halogenide

### A.) Einfache Halogenide

1a) Miersit-Reihe	AgJ;
1b) Jodargyrit	AgJ.
2.) Halit-Reihe	NaCl.
3.) Salmiak	NH <sub>4</sub> Cl.
4.) Kalomel-Reihe	$\alpha$ -Hg <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub> .
5.) Sellait-Hydrophililit-Gruppe	MgF <sub>2</sub> , CaCl <sub>2</sub> .
6.) Chloromagnesit-Reihe	MgCl <sub>2</sub> .
7.) Fluorit-Reihe	CaF <sub>2</sub> .
8.) AlCl <sub>3</sub> -Molysit-Gruppe	AlCl <sub>3</sub> , FeCl <sub>3</sub> .
9.) Hydrohalit-Bischoffit-Gruppe	NaCl · 2H <sub>2</sub> O, MgCl <sub>2</sub> · 6H <sub>2</sub> O.
10.) Fluellit-Chloroaluminat-Gruppe	AlF <sub>3</sub> · H <sub>2</sub> O, AlCl <sub>3</sub> · 6H <sub>2</sub> O.

### B.) Doppelhalogenide

1.) Ferrucit-Prosopit-Gruppe	Na[BF <sub>4</sub> ], Ca[Al(F, OH) <sub>4</sub> ] <sub>2</sub> .
2.) Malladrit-Kryptohalit-Gruppe	Na <sub>2</sub> [SiF <sub>6</sub> ], (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> [SiF <sub>6</sub> ].
3.) Kryolith-Elpasolith-Gruppe	Na <sub>3</sub> [AlF <sub>6</sub> ], K <sub>2</sub> Na[AlF <sub>6</sub> ].
4.) Thomsenolith-Pachnolith-Gruppe	NaCa[AlF <sub>6</sub> ] · H <sub>2</sub> O.
5.) Chiolith-Ralstonit-Gruppe	Na <sub>5</sub> [Al <sub>3</sub> F <sub>14</sub> ] . . .
6.) Rinneit-Reihe	K <sub>3</sub> Na[FeCl <sub>6</sub> ].
7.) Mitscherlichit-Erythrosiderit-Gruppe	K <sub>2</sub> [CuCl <sub>4</sub> (H <sub>2</sub> O) <sub>2</sub> ], K <sub>2</sub> [Fe <sup>+++</sup> Cl <sub>5</sub> (H <sub>2</sub> O)].
8.) Carnallit-Tachyhydrit-Gruppe	KCl · MgCl <sub>2</sub> · 6H <sub>2</sub> O, CaCl <sub>2</sub> · 2MgCl <sub>2</sub> · 12H <sub>2</sub> O.

### C.) Oxidhalogenide

1.) Atacamit-Reihe	Cu <sub>2</sub> (OH) <sub>3</sub> Cl.
2.) Buttgenbachit-Reihe	(Mg, Al)(OH, O)(OH, Cl), Cu <sub>19</sub> [Cl <sub>4</sub> ](OH) <sub>32</sub> (NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> + 2H <sub>2</sub> O].
3.) Terlinguait-Eglestonit-Gruppe	2HgO · Hg <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub> , Hg <sub>6</sub> Cl <sub>4</sub> O.
4.) Boleit-Haematophanit-Gruppe	5 PbCl <sub>2</sub> · 4 Cu(OH) <sub>2</sub> · AgCl · 1 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> H <sub>2</sub> O, 4 PbO · Pb(Cl, OH) <sub>2</sub> · 2Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .
5.) Fiedlerit-Laurionit-Gruppe	Pb <sub>3</sub> (OH) <sub>2</sub> Cl <sub>4</sub> , PbOHCl.
6.) Mendipit-Nadorit-Gruppe	PbCl <sub>2</sub> · 2 PbO, PbSbO <sub>2</sub> Cl.



## A.) Einfache Halogenide

Metall:Halogen = 1:1

1.) Miersit-Jodargyrit-Gruppe. Isodimorphie; vom AgJ gibt es eine kubische Modifikation mit Zinkblendestruktur und eine hexagonale Modifikation mit Wurtzitstruktur.

a) Miersit-Reihe. Kubisch-hex'tetraedrisch,  $T_d^2 - F\bar{4}3m$ . Isotypie.

**Nantokit** CuCl  $a_0 = 5.42$   $Z = 4^1$ )

(Breithaupt, 1868)

**Marshit** CuJ  $a_0 = 6.06$   $Z = 4^1$ )

(Liversidge, 1892)

**Miersit**  $\alpha$ -AgJ  $a_0 = 6.50$   $Z = 4^1$ )

(Spencer, 1898)

b) Jodargyrit.

**Jodargyrit**  $\beta$ -AgJ Dihexagonal-pyramidal  $C_{6v}^4 - P6_3mc$

(Rammelsberg, 1860)  $a_0 = 4.59$   $c_0 = 7.50$   $c_0/a_0 = 1.634$   $Z = 2^2$ )

Im Miersit sind ca. 20 At.-% des Ag durch Cu vertreten, und dies mag Anlaß zu einer guten Stabilisierung dieses Mineralen sein; aber auch vom reinen AgJ kennt man bei Zimmertemperatur experimentell die Zinkblende- und Wurtzit-Modifikationen: Das kubische AgJ erhält man durch Pulverisieren der hexagonalen Modifikation; aus Lösung bildet sich hexagonales AgJ, wenn J-Ionen im Überschuß sind, kubisches AgJ, wenn Ag-Ionen im Überschuß sind. Oberhalb 146 °C entsteht eine weitere kubische Modifikation mit  $a_0 = 5.04 \text{ \AA}$  und komplizierter Struktur<sup>3)</sup>.

<sup>1)</sup> T. F. W. Barth & G. Lunde, Norsk. Geol. Tidskr. **8**. 1925. 281. — Vgl. R. W. G. Wyckoff & E. Posnjak, J. Am. Chem. Soc. **44**. 1922. 30.

<sup>2)</sup> N. H. Kolkmeijer & J. W. A. van Hengel, Z. Krist. **83**. 1934. 317. — Vgl. G. Aminoff, Geol. Fören. Förh. **44**. 1922. 444. — L. Helmholz, J. Chem. Phys. **3**. 1935. 740.

<sup>3)</sup> L. W. Strock, Z. phys. Chem. **25**. 1934. 441.

2.) Halit-Reihe. Kubisch-hex'oktaedrisch,  $O_h^3 - Fm\bar{3}m$ . Isotypie.

**Villiaumit** NaF  $a_0 = 4.63$   $Z = 4^1$ )

(Lacroix, 1908)

**Carobbit** KF  $a_0 = 5.40$   $Z = 4^2$ )

(Strunz, 1956)

**Halit** NaCl  $a_0 = 5.6404 \pm 0.0001$   $Z = 4^3$ )

(Glocker, 1847)

(Steinsalz)

**Sylvin** KCl  $a_0 = 6.29$   $Z = 4^4$ )

(Beudant, 1832)

**Chlorargyrit** AgCl  $a_0 = 5.55$   $Z = 4^5$ )

(Weisbach, 1875)

**Bromargyrit** AgBr  $a_0 = 5.77$   $Z = 4^5$   
(Rammelsberg, 1860)

Natürlicher Villiaumit zeigt intensiv rote Bestrahlungsverfärbung und optisch einachsige-negative Anisotropie, die beide durch Erhitzen auf 300 °C verschwinden und nach Bestrahlung wieder erscheinen<sup>1)</sup>.

Aus Schmelzen hergestellte (Na, K)Cl-Mischkristalle sind nur oberhalb 398 °C existenzfähig, während bei Abkühlung Entmischung und Trübung erfolgt. Da in den Kristallstrukturen im allgemeinen ein großes Kation sicherlich leichter durch ein kleines als umgekehrt vertreten wird, können wahrscheinlich aus wäßrigen Lösungen bei Zimmertemperatur (K, Na)Cl-Mischkristalle mit wenig Na, nicht aber solche mit wenig K entstehen. Die blaue, violette und manchmal auch gelbe Farbe des Steinsalzes ist eine Bestrahlungsverfärbung, die durch Erhitzen auf ca. 300 °C verschwindet und bei Bestrahlung wieder erscheint.

**Huantajayit** (Raimondi, 1873) ist Halit mit 3–11% AgCl. Mischkristalle aus der Chlorargyrit-Reihe sind: **Bromchlorargyrit** (**Embolit**, Breithaupt, 1849), Ag(Cl, Br), mit Cl und Br in wechselnden Verhältnissen; **Jodobromit** (Lasaulx, 1878) Ag(Cl, Br, J), mit wenig J. — Miersit und Jodargyrit, beide AgJ, sind isotyp mit Zinkblende bzw. Wurtzit.

<sup>1)</sup> T. Barth & G. Lunde, Zbl. Min. 57, 1927. — Vgl. A. W. Hull 1919; R. W. G. Wyckoff 1921/22; W. P. Davey 1923 u. a.

<sup>2)</sup> H. Strunz, Rend. Soc. Min. Ital. 12, 1956, 212. — Für reines KF ist  $a_0 = 5.34$ , W. P. Davey, Phys. Rev. 21, 1923, 143. — E. Broch, I. Oftedal & A. Pabst, Z. phys. Chem. 3, 1929, 209.

<sup>3)</sup> W. L. Bragg, Proc. Roy. Soc. 89, A, 1914, 468 (Struktur, SB. I, 72). — C. Frondel, Am. Min. 40, 1955, 876 (Präzisionsgitterkonstanten bei 25 °C).

<sup>4)</sup> W. P. Davey, 1923, l. c. — H. Ott, Z. Krist. 63, 1926, 222. — Vgl. E. Wagner 1916; A. W. Hull 1919; L. Vegard 1921 u. a.

<sup>5)</sup> T. Barth & G. Lunde, Norsk. Geol. Tidsskr. 3, 1925, 281; R. B. Wilsey, Phil. Mag. 46, 1923, 487; W. P. Davey, Phys. Rev. 19, 1922, 248 u. a.

### 3.) Salmiak. CsCl-Struktur.

**Salmiak**  $\alpha$ -NH<sub>4</sub>Cl Kubisch  $T_d^1$  — P43m und  $O_h^1$  — Pm3m  
(Agricola, 1546)  $a_0 = 3.87$   $Z = 1^1$   
(Salammoniak)

Es existieren zwei oder sogar drei Strukturvarianten: eine energieärmere unterhalb – 30 °C mit parallel orientierten NH<sub>4</sub>-Ionen und der Symmetrie  $T_d^1$  — P43m, sowie eine energiereichere oberhalb – 30 °C mit nicht parallel orientierten oder sogar rotierenden NH<sub>4</sub>-Ionen und der statistischen Symmetrie  $O_h^1$  — Pm3m<sup>1a)</sup>. Die von Tschermak (1882), Mügge (1898) u. a. an Wachstums- und Lösungskörpern beobachtete gyroidische Symmetrie (O–432) ist möglicherweise auf die Mitwirkung asymmetrischer Lösungsgenossen zurückzuführen.

Zudem sind NH<sub>4</sub>Cl, NH<sub>4</sub>Br und NH<sub>4</sub>J dimorph; sie besitzen bei höherer Temperatur Strukturen vom Steinsalztypus, bei tieferer Temperatur solche vom Caesiumchloridtypus.

	CsCl-Typus	NaCl-Typus
NH <sub>4</sub> Cl	< 184.3°C a <sub>0</sub> = <b>3.87</b> <sup>1)</sup> )	> 184.3°C a <sub>0</sub> = 6.54 <sup>1)</sup> )
NH <sub>4</sub> Br	< 137.8°C a <sub>0</sub> = <b>4.06</b> <sup>1)</sup> )	> 137.8°C a <sub>0</sub> = 6.91 <sup>1)</sup> )
NH <sub>4</sub> J	< -17.6°C a <sub>0</sub> = 4.38 <sup>2)</sup> )	> -17.6°C a <sub>0</sub> = <b>7.25</b> <sup>1)</sup> )

(Die fett gedruckten Gitterkonstanten beziehen sich auf die bei Zimmertemperatur stabilen Modifikationen.)

<sup>1)</sup> G. Bartlett & J. Langmuir, J. Am. Chem. Soc. **43**. 1921. 84; L. Vegard, Vidensk. Skr. Mat. Nat. Kl. 1921, Nr. 6. — Zur Struktur von Salmiak s. R. W. G. Wyckoff, Am. J. Sci. **3**. 1922. 177; **4**. 1922. 469; vgl. auch: W. E. Laschkarew & J. D. Usyskin, Z. Physik **85**. 1933. 618.

<sup>1a)</sup> Vgl. J.-P. Mathieu, Bull. Soc. Franç. Min. **77**. 1954. 881.

<sup>2)</sup> F. Simon & Cl. v. Simson, Naturwiss. **14**. 1926. 880.

#### 4.) Kalomel-Reihe. Isotypie.

<b>Kalomel</b> (Hornquecksilber*)	$\alpha$ -Hg <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub>	Ditetragonal-dipyramidal D <sub>4h</sub> <sup>17</sup> — I4/mmm a <sub>0</sub> = 4.46 c <sub>0</sub> = 10.91 c <sub>0</sub> /a <sub>0</sub> = 2.446 Z = 2 <sup>1)</sup>
„Jodquecksilber“ (synthetisch)	Hg <sub>2</sub> J <sub>2</sub>	Ditetragonal-dipyramidal D <sub>4h</sub> <sup>17</sup> — I4/mmm a <sub>0</sub> = 4.93 c <sub>0</sub> = 11.63 c <sub>0</sub> /a <sub>0</sub> = 2.359 Z = 2 <sup>2)</sup>

Kalomel, rotes  $\alpha$ -Hg<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub>, mit linearen Molekülen Cl—Hg—Hg—Cl, geht bei 126.3°C enantiotrop in die gelbe Modifikation  $\beta$ -Hg<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub>, von orthorhombischer Symmetrie, über; die Rückumwandlung ist im allgemeinen stark verzögert. Jodquecksilber ist als Mineral nicht mit Sicherheit bekannt; die Existenz von **Coccinit**, Hg<sub>2</sub>J<sub>2</sub>, ist gleichfalls unsicher.

\*) „Quecksilber-Hornerz“, Werner, 1789.

<sup>1)</sup> H. Mark & J. Steinbach, Z. Krist. **64**. 1926. 79. — Vgl. Ch. Mauguin, C. R. Acad. Sci. Paris **178**. 1925. 15; R. J. Havighurst, Am. J. Sci. **10**. 1925. 15; J. Am. Chem. Soc. **48**. 1926. 2113 (Struktur, SB. **1**. 237).

<sup>2)</sup> R. J. Havighurst 1925, l. c. — Vgl. M. L. Huggins & P. L. Magill, J. Am. Chem. Soc. **49**. 1927. 2357, u. a.

#### Metall:Halogen = 1:2

5.) Sellait-Hydrophilit-Gruppe. Homöotypie; MgF<sub>2</sub> besitzt ein ideales, CaCl<sub>2</sub> ein deformiertes Rutilgitter.

<b>Sellait</b> (Strüver, 1868)	MgF <sub>2</sub>	Ditetragonal-dipyramidal D <sub>4h</sub> <sup>14</sup> — P4 <sub>2</sub> /mnm a <sub>0</sub> = 4.65 c <sub>0</sub> = 3.07 c <sub>0</sub> /a <sub>0</sub> = 0.660 Z = 2 <sup>1)</sup>
<b>Hydrophilit</b> (Hausmann, 1813)	CaCl <sub>2</sub>	Rhombisch-dipyramidal D <sub>2h</sub> <sup>12</sup> — Pnnm (C <sub>2v</sub> <sup>10</sup> — Pnn2?) a <sub>0</sub> = 6.25 b <sub>0</sub> = 6.44 c <sub>0</sub> = 4.21 <sup>2)</sup> a <sub>0</sub> :b <sub>0</sub> :c <sub>0</sub> = 0.970:1:0.654 Z = 2

**Bäumlerit**<sup>3)</sup> (Renner, 1912) (Chlorocalcit) KCaCl<sub>3</sub>, kristallisiert wahrscheinlich rhombisch-pseudokubisch. *Scacchi, 1872*

<sup>1)</sup> A. Ferrari, Rend. Acc. Lincei **1**. 1925. 664; H. E. Buckley & W. S. Vernon, Phil. Mag. **49**. 1925. 945 u. a.

<sup>2)</sup> A. K. van Bever & W. Nieuwenkamp, Z. Krist. **90**. 1935. 374, für künstliche Kristalle. — A. T. Jensen & A. Lannung, K. Danske Vidensk. Selsk. Skr. Mat.-Fys. Medd. **20**. 1943. Nr. 15 (Struktur, SR. **9**. 145).

<sup>3)</sup> Vgl. J. Paclt, N. Jb. Min., Mh. 1944. 6.

6.) Chloromagnesit-Reihe. Ditrigonal-skalenoedrisch,  $D_{3d}^5 - R\bar{3}m$ .  
Struktur  $CdCl_2$ -Typ (analog  $CdJ_2$ , jedoch mit rhomboedrischer Schichtenfolge). Isotypie.

<b>Chloromagnesit</b>	$MgCl_2$	$a_{rh} = 6.23$	$\alpha = 33^\circ 30'$	$Z = 1^1)$
(Scacchi, 1873)		hexag.: $a_0 = 3.60$	$c_0 = 17.64$	$c_0/a_0 = 4.900$ $Z = 3^1)$
<b>Lawrencit</b>	$FeCl_2$	$a_{rh} = 6.20$	$\alpha = 33^\circ 33\frac{1}{2}'$	$Z = 1^2)$
(Daubrée, 1877)		hexag.: $a_0 = 3.59$	$c_0 = 17.56$	$c_0/a_0 = 4.891$ $Z = 3$
<b>Scacchit</b>	$MnCl_2$	$a_{rh} = 6.21$	$\alpha = 34^\circ 32'$	$Z = 1^2)$
(Adam, 1869)		hexag.: $a_0 = 3.68$	$c_0 = 17.48$	$c_0/a_0 = 4.750$ $Z = 3$

Gleiche Struktur besitzen  $CoCl_2$ ,  $NiCl_2$ ,  $CdCl_2$  und  $ZnBr_2$ . Lawrencit stammt aus Meteoriten und hat Fe zum Teil durch Ni ersetzt. Von den 3 bekannten synthetischen  $ZnCl_2$ -Modifikationen ist hiermit keine isotyp<sup>3)</sup>.

<sup>1)</sup> A. Ferrari, Rend. Acc. Lincei **6**. 1927. 56; L. Pauling, Proc. Nat. Ac. **15**. 1929. 709 (Struktur, SB. **1**. 742). — O. Pauling & J. L. Hoard, Z. Krist. **74**. 1930. 546 (Struktur für  $CdCl_2$ ).

<sup>2)</sup> A. Ferrari, A. Celeri & F. Giorgio, Rend. Acc. Lincei **9**. 1929. 782. — Vgl. L. Pauling 1929, l. c. — A. Ferrari, A. Braibant & G. Bigliardi, Acta Cryst. **16**. 1963. 846.

<sup>3)</sup> B. Brehler, Z. Krist. **115**. 1961. 373.

7.) Fluorit-Reihe. Kubisch-hex'oktaedrisch,  $O_h^5 - Fm\bar{3}m$ .

<b>Fluorit*</b>	$CaF_2$	$a_0 = 5.46$	$Z = 4^1)$
(Flußspat)			
<b>Yttrfluorit</b>	$(Ca, Y)F_{2-2,33}$	$a_0 = 5.50$	$Z = 4^2)$
(Vogt, 1911)			
<b>Cerfluorit</b>	$(Ca, Ce)F_{2-2,33}$	$a_0 = 5.47$	$Z = 4^3)$
(Vogt, 1914)			

Anhang:

<b>Gagarinit</b>	$NaCaYF_6$	Trig.-rhomboedr. $C_{3i}^1 - P\bar{3}$
(Stepanov & Severov, 1961)		$a_0 = 5.99$ $c_0 = 3.53$ $c_0/a_0 = 0.589$ $Z = 1^4)$
<b>Tysonit</b>	$(Ce, La)F_3$	Dihexagonal-dipyramidal $D_{6h}^4 - P6_3/mmc$
(Allen & Comstock, 1880)		$a_0 = 4.12$ $c_0 = 7.29$ $c_0/a_0 = 1.769$ $Z = 2^5)$

Als **Antozonit** (Schönbein, 1861) (**Stinkspat**) wurde der radioaktiv schwarzviolett verfärbte Flußspat bezeichnet, der beim Anschlagen nach freiem Fluor (Antozon) riecht.

Im Yttrfluorit und Cerfluorit können rund ein Sechstel der Ca-Ionen durch Yttrium bzw. Cerium ersetzt sein. Das zusätzliche Fluor nimmt wahrscheinlich die an sich freien Punktlagen zwischen sechs (Ca, Y) ein und verursacht dadurch nur eine relativ geringe Aufweitung des Gitters.

Reines synthetisches  $\text{YF}_3$  kristallisiert orthorhombisch,  $D_{2h}^5 - \text{Pmma}$ , mit  $a_0 = 6.35$ ,  $b_0 = 6.85$ ,  $c_0 = 4.39$ ,  $Z = 4^6$ ).

<sup>1)</sup> W. L. Bragg, Proc. Roy. Soc. **89**. A. 1914. 468 (Struktur, SB. I. 148).

<sup>2)</sup> V. M. Goldschmidt & L. Thomassen, Vidensk. Skr. Mat. Nat. Kl. 1923. Nr. 2.

<sup>3)</sup> H. Strunz, Rend. Soc. Min. Ital. **14**. 1958. 326.

<sup>4)</sup> A. V. Stepanov & E. A. Severov, Dokl. Akad. Nauk, USSR. **141**. 1961. 954. — A. A. Voronkov, N. G. Schumjatskaja & A. Pjatenko, J. Strukturchem. **3**. 1962. 691 (Struktur).

<sup>5)</sup> I. Oftedal, Z. phys. Chem. **13**. 1931. 190 (Struktur, SB. 2. 27;  $a_0 = 7.13 = 4.12 \cdot 1/3$ ,  $c_0 = 7.29$ ). — Vgl. K. Schlyter, Ark. Kemi. **5**. 1953. 73 (für synthetisches  $\text{LaF}_3$ :  $a_0 = 4.148$ ,  $c_0 = 7.354$ ,  $c_0/a_0 = 1.773$ ).

<sup>6)</sup> A. Zalkin & D. H. Templeton, J. Am. Chem. Soc. **75**. 1953. 2453.

\* Fluores (Agricola, 1529; de Boodt, 1609); Flußspat (Cronstedt, 1778); Fluorit (Napione, 1797).

### Metall:Halogen = 1:3

#### 8.) Aluminiumchlorid-Molysit-Gruppe. Wohl Homöotypie.

„Aluminiumchlorid“	$\text{AlCl}_3$	Monoklin-prismatisch, pseudo-hexag. $C_{2h}^3 - C2/m$ $a_0 = 5.92$ $b_0 = 10.26$ $c_0 = 6.17^1$ $a_0:b_0:c_0 = 0.577:1:0.601$ $\beta = 108^\circ 39'$ $Z = 4$ (hexag.: $a'_0 = 5.92$ $c'_0 = 17.56$ $c'_0/a'_0 = 2.97$ )
<b>Molysit</b>	$\text{FeCl}_3$	Trigonal-rhomboedrisch $C_{3i}^2 - R\bar{3}$ $a_{rh} = 6.70$ $\alpha = 52^\circ 30'$ $Z = 2^2$ hexag.: $a_0 = 5.93$ $c_0 = 17.29$ $c_0/a_0 = 2.916$ $Z = 6$
(Dana, 1868)		

Die Existenz von natürlichem  $\text{AlCl}_3$  ist unsicher.

<sup>1)</sup> J. A. A. Ketelaar, C. H. Mac Gillavry & P. A. Renes, Rec. Trav. Chim. Pays-Bas. **66**. 1947. 501, für synthet. Kristalle (SR. II. 273). — K. Sasvári, Acta Phys., Acad. Sci. Hung. **9**. 1958. 195 (Struktur).

<sup>2)</sup> N. Wooster, Z. Krist. **83**. 1932. 35, für synthet. Kristalle (Struktur, SB. 2. 293). — Isotyp ist  $\text{FeBr}_3$ ; N. W. Gregory, J. Am. Chem. Soc. **73**. 1951. 472 (Struktur, SR. 15. 150).

### Einfache Halogenide mit $\text{H}_2\text{O}$

#### 9.) Hydrohalit-Bischofit-Gruppe.

<b>Hydrohalit</b>	$\text{NaCl} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	Monoklin
(Hausmann, 1847)		
Synthetisch	$\text{NaBr} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	Monoklin-prismatisch $C_{2h}^5 - P2_1/a$ $a_0 = 6.60$ $b_0 = 10.22$ $c_0 = 6.52^1$ $a_0:b_0:c_0 = 0.646:1:0.638$ $\beta = 112^\circ 05'$
<b>Eriochalcit</b>	$\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	Rhombisch-dipyramidal $D_{2h}^7 - \text{Pbmn}$ $a_0 = 7.39$ $b_0 = 8.06$ $c_0 = 3.73^2$ $a_0:b_0:c_0 = 0.917:1:0.463$ $Z = 2$
(Scacchi, 1884)		

<b>Bischofit</b> (Ochsenius, 1877)	$\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	Monoklin-prismatisch $C_{2h}^3 - C2/m$ $a_0 = 9.92$ $b_0 = 7.16$ $c_0 = 6.11^3$ $a_0:b_0:c_0 = 1.384:1:0.855$ $\beta = 93^\circ 42'$ $Z = 2$
---------------------------------------	---	--

Unbenannt  $\text{NiCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}^4$ ; wahrscheinlich isotyp mit Bischofit.

<sup>1)</sup> F. A. Wooster, Nature **130**. 1932. 698.

<sup>2)</sup> D. Harker, Z. Krist. **93**. 1936. 136 (Struktur, SB. 4. 13). — C. H. MacGillavry & J. M. Bijvoet, Z. Krist. **94**. 1936. 231.

<sup>3)</sup> K. R. Andress & J. Gundermann, Z. Krist. **87**. 1934. 345, für synthet. Material (Struktur, SB. 3. 124).

<sup>4)</sup> M. Shima, J. Sc. Research Inst. (Tokyo) **51**. 1957. 11; Chem. Abstr. 1957. 11941.

### 10.) Fluellit-Chloroaluminat-Gruppe.

<b>Fluellit</b> (Wollaston, 1824)	$\text{AlF}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$	Rhombisch-dipyramidal $D_{2h}^{24} - Fddd(?)$ $a_0 = 8.54$ $b_0 = 11.42$ $c_0 = 21.18^1$ $a_0:b_0:c_0 = 0.748:1:1.855$ $Z = 28(?)$
<b>Chloroaluminat</b> (Scacchi, 1873)	$\text{AlCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	Ditrigonal-skalenoedrisch $D_{3d}^6 - R\bar{3}c$ $a_{rh} = 7.87$ $\alpha = 97^\circ \pm 20'$ $Z = 2^2$ Hexag. Zelle: $a_0 = 11.82$ $c_0 = 11.82$ $c_0/a_0 = 1.000$ $Z = 6$
Unbenannt	$\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}^3$	—

**Cadwaladerit** (Gordon, 1941),  $\text{Al}(\text{OH})_2\text{Cl} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ , ist optisch isotrop mit  $n = 1.573$ , von Cerro Pintados, Chile.

<sup>1)</sup> C. W. Wolfe 1945 in Dana, **2**. 1951. 124, Aufstellung hier nach Miller 1852.

<sup>2)</sup> K. R. Andress & C. Carpenter, Z. Krist. **87**. 1934. 446 (Struktur, SB. 3. 127).

<sup>3)</sup> Von Rio Marina, Elba. C. Garavelli, Florenz 1957.

## B.) Doppelhalogenide

1.) Ferrucit-Prosopit-Gruppe. Mit tetraedrischen Baugruppen  $[\text{RF}_4]$ . Es bestehen die Isotypen: Ferrucit-Anhydrit  $\text{Ca}[\text{SO}_4]$  einerseits und Avogadrit—synthetisches  $\text{Cs}[\text{BF}_4]$ —Baryt  $\text{Ba}[\text{SO}_4]$  andererseits.

<b>Ferrucit</b> (Carobbi, 1933)	$\text{Na}[\text{BF}_4]$	Rhombisch-dipyramidal $D_{2h}^{17} - Cemm$ $a_0 = 6.26$ $b_0 = 6.83$ $c_0 = 6.78^1$ $a_0:b_0:c_0 = 0.917:1:0.993$ $Z = 4$
<b>Avogadrit</b> (Zambonini, 1926)	$\text{K}[\text{BF}_4]$	Rhombisch-dipyramidal $D_{2h}^{16} - Pnma$ $a_0 = 8.10$ $b_0 = 5.18$ $c_0 = 6.64^2$ $a_0:b_0:c_0 = 1.564:1:1.282$ $Z = 4$
Synthetisch	$\text{Cs}[\text{BF}_4]$	Rhombisch-dipyramidal $D_{2h}^{16} - Pnma$ $a_0 = 9.45$ $b_0 = 5.84$ $c_0 = 7.67^1$ $a_0:b_0:c_0 = 1.618:1:1.313$ $Z = 4$

<b>Prosopit</b> (Scheerer, 1853)	$\text{Ca}[\text{Al}(\text{F}, \text{OH})_4]_2$	Monoklin-prismatisch $C_{2h}^6 - C2/c$ $a_0 = 6.70 \quad b_0 = 11.13 \quad c_0 = 7.33^3)$ $a_0 : b_0 : c_0 = 0.602 : 1 : 0.659$ $\beta = 95^\circ 00' \quad Z = 4$
-------------------------------------	---	---

Avogadrit enthält meist etwas Cs für K. Ob Prosopit  $[\text{AlF}_4]$ -Tetraeder oder eventuell gekoppelte  $[\text{AlF}_6]$ -Oktaeder enthält, ist nicht bekannt.

<sup>1)</sup> L. J. Klinkenberg, Rec. Trav. Chim. Pays-Bas. **56**. 1937. 36 (Struktur). – Vgl. A. Bellanca, Rend. Soc. Min. Ital. **3**. 1946. 20 (Struktur, SR. **12**. 190).

<sup>2)</sup> A. Bellanca & F. Sgarlata, Ric. Sci. **20**. 1950. 1648 (Struktur, SR. **13**. 342). – Vgl. B. Pesce, Gazz. chim. Ital. **60**. 1930. 936.

<sup>3)</sup> H. Berman & C. W. Wolfe (1941) in Dana **2**. 1951. 121. – Vgl. R. B. Ferguson, Am. Min. **34**. 1949. 383.

## 2.) Malladrit-Kryptohalit-Gruppe. Isodimorphie.

Hieratit und Kryptohalit haben Strukturen vom Typus  $\text{K}_2[\text{PtCl}_6]$ .\*)

<b>Malladrit</b> (Zambonini & Carobbi, 1926)	$\text{Na}_2[\text{SiF}_6]$	Ditrigonal-skalenoedrisch $D_{3d}^3 - P\bar{3}m1$ $a_0 = 8.87 \quad c_0 = 5.07 \quad c_0/a_0 = 0.572^1)$
„Camermanit“ <sup>2)</sup>	$\text{K}_2[\text{SiF}_6]$	Hexagonal
<b>Bararit</b> (Frondel, 1951)	$(\text{NH}_4)_2[\text{SiF}_6]$	Ditrigonal-skalenoedrisch $D_{3d}^3 - P\bar{3}m1$ $a_0 = 5.77 \quad c_0 = 4.78 \quad c_0/a_0 = 0.828$ $Z = 1^3)$
<b>Hieratit</b> (Cossa, 1882)	$\text{K}_2[\text{SiF}_6]$	Kubisch-hex'oktaedrisch $O_h^5 - \text{Fm}\bar{3}m$ $a_0 = 8.19 \quad Z = 4^4)$
<b>Kryptohalit</b> (Scacchi, 1873)	$(\text{NH}_4)_2[\text{SiF}_6]$	Kubisch-hex'oktaedrisch $O_h^5 - \text{Fm}\bar{3}m$ $a_0 = 8.36 \quad Z = 4^5)$

\*) SB. **1**. 429; SB. **3**. 121.

<sup>1)</sup> C. Cipriani, Rend. Soc. Min. Ital. **11**. 1955. 58, an synthet. Kristallen (Struktur).

<sup>2)</sup> M.-E. Denaeyer & D. Ledent, Bull. Soc. Franç. Min. **75**. 1952. 231. Ein Hüttenprodukt, kein Mineral.

<sup>3)</sup> B. Goßner & O. Kraus, Z. Krist. **88**. 1934. 223, an synthet. Kristallen (Struktur, SB. **3**. 123). – Name nach C. Frondel, Dana **2**. 1951, 106. – Vgl. synthet.  $\text{K}_2(\text{TiF}_6) \cdot \text{D}_{3d}^3 - P\bar{3}m1$ ,  $a_0 = 5.72$ ,  $c_0 = 4.66$  (J. A. Ibers & C. H. Holm, Acta Cryst. **10**. 1957. 139).

<sup>4)</sup> J. A. A. Ketelaar, Z. Krist. **92**. 1935. 155.

<sup>5)</sup> J. A. A. Ketelaar, 1935, l. c.

3.) Kryolith-Elpasolith-Gruppe. Mit oktaedrischen Inseln  $[\text{AlF}_6]$ , wobei F offenbar z. T. durch OH oder  $\text{H}_2\text{O}$  ersetzt werden kann. Die Strukturen von Jarlit, Boldyrevit und Gearksutit sind noch unbekannt.

<b>Kryolithionit</b> (Ussing, 1904)	$\text{Na}_3\text{Li}_3[\text{AlF}_6]_2$	Kubisch-hex'oktaedrisch $O_h^{10} - \text{Ia}\bar{3}d$ $a_0 = 12.12 \quad Z = 8^1)$
<b>Kryolith</b> (Abildgaard, 1799) ( $< 550^\circ\text{C}$ )	$\alpha\text{-Na}_3[\text{AlF}_6]$	Monoklin-prismatisch $C_{2h}^5 - P2_1/n$ $a_0 = 5.47 \quad b_0 = 5.62 \quad c_0 = 7.82^2)$ $a_0 : b_0 : c_0 = 0.973 : 1 : 1.391$ $\beta = 90^\circ 11' \quad Z = 2$

$\beta$ -Kryolith ( $> 550^\circ\text{C}$ )	$\beta\text{-Na}_3[\text{AlF}_6]$	Kubisch $a_0 = 7.95$ $Z = 4^3$
Synthetisch	$\text{K}_3[\text{AlF}_6]$	Kubisch-hex'oktaedrisch $\text{O}_h^5$ — Fm 3m $a_0 = 8.43^4$ )
Synthetisch ( $< -180^\circ\text{C}$ )	$\alpha\text{-(NH}_4)_3[\text{AlF}_6]$	Monoklin
Synthetisch ( $> -180^\circ\text{C}$ )	$\beta\text{-(NH}_4)_3[\text{AlF}_6]$	Kubisch-hex'oktaedrisch $\text{O}_h^5$ — Fm 3m $a_0 = 8.42$ $Z = 4^5$ )
Elpasolith (Cross & Hillebrand, 1885)	$\text{K}_2\text{Na}[\text{AlF}_6]$	Kubisch-disdodekaedrisch $\text{T}_h^6$ — Pa 3 $a_0 = 8.11$ $Z = 4^6$ )
Jarlit (Bøgvad, 1933)	$\text{NaSr}_2[\text{AlF}_6] \cdot [\text{AlF}_5\text{H}_2\text{O}]$	Monoklin $a_0 = 16.02$ $b_0 = 10.84$ $c_0 = 7.25^7$ ) $a_0:b_0:c_0 = 1.478:1:0.669$ $\beta = 101^\circ 49'$ $Z = 6$
Boldyrevit (Gagarin & Cuomo, 1949)	$\text{CaNaMg}[\text{AlF}_5(\text{F}, \text{H}_2\text{O})_3]$	Opt. isotrop
Gearksutit (Dana, 1868)	$\text{Ca}[\text{Al}(\text{F}, \text{OH})_5\text{H}_2\text{O}]$	Pseudotetragonal
Credit (Larsen & Wells, 1916)	$\text{Ca}_3[(\text{Al}(\text{F}, \text{OH}, \text{H}_2\text{O})_6)_2 \text{SO}_4]$	Monoklin-domatisch $\text{C}_s^4$ — Cc (?) $a_0 = 14.03$ $b_0 = 8.51$ $c_0 = 9.93$ $a_0:b_0:c_0 = 1.649:1:1.166$ $\beta = 94^\circ 30'$ $Z = 4^8$ )
Chuchrovit (Ermilova & al., 1960)	$(\text{Ca}, \text{Y}, \text{Ce})_{>3}[(\text{AlF}_6)_2 \text{SO}_4] \cdot 10\text{H}_2\text{O}$	Kubisch-disdodekaedrisch $a_0 = 16.80$ $Z = 8^9$ )

Kryolithionit ist isotyp mit Granat und kann unter Hervorhebung der  $[\text{LiF}_4]$ -Tetraeder  $\text{Na}_3\text{Al}_2[\text{LiF}_4]_3$  geschrieben werden. Vom  $\text{Na}_3[\text{AlF}_6]$  und  $(\text{NH}_4)_3[\text{AlF}_6]$  gibt es je 2 isotype Modifikationen, für Elpasolith konnte bisher keine monokline Modifikation festgestellt werden<sup>3)</sup>. R. Bøgvad (1951) findet für Jarlit und „Metajarlit“ die Formel  $\text{NaSr}_2\text{Al}_2(\text{F}, \text{OH})_{11}$ . Paragearsutit (Smolyaninov & Isakov, 1946),  $\text{Ca}_4\text{Al}_4\text{F}_8(\text{F}, \text{OH})_{12} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ , derbe weiße Massen mit  $n = 1.454$ , hat offenbar etwas weniger  $\text{H}_2\text{O}$  als der eigentliche Gearksutit.

<sup>1)</sup> G. Menzer, Z. Krist. 75. 1930. 265 (Struktur, SB. 1. 363). — Vgl. R. B. Ferguson, Am. Min. 34. 1949. 383.

<sup>2)</sup> S. v. Náray-Szabó & K. Sasvári, Z. Krist. 99. 1938. 27 (Struktur, SB. 6. 29). — Vgl. G. Menzer, Naturwiss. 26. 1938. 236.

<sup>3)</sup> E. G. Steward & H. P. Rooksby, Acta Cryst. 6. 1953. 49.

<sup>4)</sup> C. Brosset, Ark. Kem. Min. Geol. 21 A. 1946. 9.

<sup>5)</sup> L. Pauling, J. Am. Chem. Soc. 46. 1924. 2738 (Struktur, SB. 1. 437). — Vgl. Zitat 3).

<sup>6)</sup> C. Frondel, Am. Min. 33. 1948. 84. — G. Menzer, Fortschr. Min. 17. 1932. 61, für synthetisches Material.

<sup>7)</sup> R. B. Ferguson, Am. Min. 34. 1949. 383. — Vgl. C. Brosset, Diss. Stockholm 1942. — Mit der hier angegebenen Formel und  $D = 3.87$  berechnet sich  $Z$  zu 5.99.

<sup>8)</sup> G. Frenzel, N. Jb. Min. Mh. 1953. 241. — Vgl. C. W. Wolfe & C. Frondel in Dana 2. 1951. 129. — Für „Belyankit“ (= Credit, Ermilova & Moleva, 1953) fand Dorfman 1950:  $a_0 = 13.47$ ,  $b_0 = 8.6$ ,  $c_0 = 9.89$ ,  $\beta = 93 \pm 1/2^\circ$ . — Vgl. auch Herzenberg 1949.



<sup>9)</sup> L. P. Ermilova, V. A. Moleva & R. F. Klevtsova, Zapiski Vses. Min. Obshch. **89**. 1960. 15.

4.) Thomsenolith-Gruppe. Dimorphie. Mit oktaedrischen Inseln  $[\text{AlF}_6]$  und zusätzlichem  $\text{H}_2\text{O}$ .

<b>Thomsenolith</b>	$\text{NaCa}[\text{AlF}_6] \cdot \text{H}_2\text{O}$	Monoklin-prismat. $C_{2h}^5 - P 2_1/c$
(Dana, 1868)		$a_0 = 5.58 \quad b_0 = 5.51 \quad c_0 = 16.13^1)$
		$a_0 : b_0 : c_0 = 1.013 : 1 : 2.927$
		$\beta = 96^\circ 27' \quad Z = 4$
<b>Pachnolith</b>	$\text{NaCa}[\text{AlF}_6] \cdot \text{H}_2\text{O}$	Monoklin-prismatisch
(Knop, 1863)		$C_{2h}^6 - C 2/c (C_s^4?)$
		$a_0 = 12.14 \quad b_0 = 10.41 \quad c_0 = 15.71^1)$
		$a_0 : b_0 : c_0 = 1.166 : 1 : 1.509$
		$\beta = 90^\circ 20' \quad Z = 16$

<sup>1)</sup> R. B. Ferguson, Trans. Roy. Soc. Canada **40**. 1946. 11.

5.) Chiolith-Ralstonit-Gruppe. Mit gekoppelten  $[\text{AlF}_6]$ -Oktaedern, wodurch z. T. Schichtstrukturen (Chiolith), z. T. Fachwerkstrukturen (Weberit, Ralstonit) vom Pyrochlortypus entstehen.

<b>Chiolith</b>	$\text{Na}_5[\text{Al}_3\text{F}_{14}]$	Ditetragonal-dipyramidal $D_{4h}^6 - P 4/mnc$
(Hermann & Auerbach, 1846)		$a_0 = 7.01 \quad c_0 = 10.41 \quad c_0/a_0 = 1.485 \quad Z = 2^1)$
<b>Weberit</b>	$\text{Na}_2\text{Mg}[\text{AlF}_7]$	Orthorhombisch $D_{2h}^{28} - \text{Ibmm} (C_{2v}^{22} - \text{Ibm} 2)$
(Bøgvad, 1938)		$a_0 = 7.31 \quad b_0 = 7.06 \quad c_0 = 9.99^2)$
		$a_0 : b_0 : c_0 = 1.010 : 1 : 1.415 \quad Z = 4$
<b>Ralstonit</b>	$\text{Al}_2(\text{F}, \text{OH})_6 \cdot \text{H}_2\text{O}$	Kubisch-hex'oktaedrisch $O_h^7 - \text{Fd} 3m$
(Brush, 1871)		$a_0 = 9.89 \quad Z = 8^3)$
<b>Neighborit</b>	$\text{NaMgF}_3$	Rhombisch-dipyramidal $D_{2h}^{16} - \text{Pemm}$
(Chao, Evans, Skinner, Milton, 1961)		Pseudokubisch
		$a_0 = 5.36 \quad b_0 = 7.68 \quad c_0 = 5.50 \quad Z = 4^4)$
		760–900 °C:
		Tetragonal oder pseudotetragonal
		$a_0 = 3.94 \quad c_0 = 3.93 \quad Z = 1$
		> 900 °C:
		Kubisch,
		$a_0 = 3.955 \quad Z = 1$
		Isotyp mit Perowskit

Im Ralstonit ist  $\text{Al}^{3+}$  z. T. durch  $(\text{Mg} + \text{Na})^{3+}$  vertreten, wobei Mg die Stelle von Al einnimmt und zugleich Na auf Zwischengitterplätze eintritt (Homöotypie mit Pyrochlor).

$\text{KMgF}_3$  und  $\text{KCoF}_3$  sind in vulkanischen Exhalationen gefunden worden.

<sup>1)</sup> C. Brosset, Z. anorg. Chem. **233**. 1938. 201 (Struktur, SB. **6**. 31). – Vgl. H. Clausen, Z. Krist. **95**. 1936. 394.

<sup>2)</sup> R. B. Ferguson, Am. Min. **34**. 1949. 383; C. Brosset, Diss. Stockholm 1942. — A. Byström, Ark. Kem. Min. Geol. **18** B. 1944. Nr. 10:  $C_{2v}^{20}$  — Imm,  $a_0 = 7.06$ ,  $b_0 = 9.99$ ,  $c_0 = 7.31$  (Struktur ähnlich Koppit, SR. **12**. 196).

<sup>3)</sup> A. Pabst, Am. Min. **24**. 1939. 566 (Homöotypie mit Pyrochlor, SB. **7**. 127). — Vgl. R. B. Ferguson, Am. Min. **34**. 1949. 383.

<sup>4)</sup> E. C. T. Chao, H. T. Evans, B. J. Skinner & Ch. Milton, Am. Min. **46**. 1961. 379.

#### 6.) Rinneit-Reihe. Isotypie.

<b>Rinneit</b> (Boeke, 1908)	$K_3Na[FeCl_6]$	Ditrigonal-skalenoedrisch $D_{3d}^6$ — $R\bar{3}c$ $a_{rh} = 8.42$ $\alpha = 92^\circ 25'$ $Z = 2^1$ )
<b>Chloromanganokalit</b> (Johnston-Lavis, 1906)	$K_4[MnCl_6]$	Ditrigonal-skalenoedrisch $D_{3d}^6$ — $R\bar{3}c$ $a_{rh} = 8.48$ $\alpha = 89^\circ 32'$ $Z = 2^2$ )
Synthetisch	$K_4[CdCl_6]$	Ditrigonal-skalenoedrisch $D_{3d}^6$ — $R\bar{3}c$ $a_{rh} = 8.46$ $\alpha = 89^\circ$ $Z = 2^3$ )

<sup>1)</sup> Chen-Wen Cheng, Diss. Leipzig 1929. — Vgl. A. Bellanca, Per. Min. **16**. 1948. 199 (Struktur, SR. **11**. 415).

<sup>2)</sup> A. Bellanca, Per. Min. **16**. 1947. 73; für künstliche Kristalle (Struktur, SR. **11**. 413).

<sup>3)</sup> A. Bellanca, Per. Min. **20**. 1951. 257; bildet Mischkristalle mit  $K_4(MnCl_6)$ .

7.) Mitscherlichit-Erythrosiderit-Gruppe. Es ist nicht bekannt, ob Mitscherlichit und Douglasit tetraedrische Baugruppen  $[RCl_4]$  oder pseudooktaedrische Gruppen  $[R(Cl, H_2O)_6]$  enthalten; Erythrosiderit enthält Oktaeder  $Fe^{III}Cl_5H_2O$ .

<b>Mitscherlichit</b> (Zambonini & Carobbi, 1925)	$K_2[CuCl_4(H_2O)_2]$	Ditetragonal-dipyramidal $D_{4h}^{14}$ — $P4_2/mnm$ $a_0 = 7.46$ $c_0 = 7.90$ $c_0/a_0 = 1.059$ $Z = 2^1$ )
<b>Douglasit</b> (Precht, 1880)	$K_2[Fe^{II}Cl_4(H_2O)_2]$	Monoklin-prismatisch $a:b:c = 0.7367:1:0.5036$ $\beta = 104^\circ 46'$
<b>Erythrosiderit</b> (Scacchi, 1872)	$K_2[Fe^{III}Cl_5H_2O]$	Rhombisch-dipyramidal $D_{2h}^{16}$ — $Pnma$ $a_0 = 13.78$ $b_0 = 9.94$ $c_0 = 6.94^2$ $a_0:b_0:c_0 = 1.386:1:0.698$ $Z = 4$
Synthetisch	$(NH_4)_2[FeCl_5H_2O]$	Rhombisch-dipyramidal $D_{2h}^{16}$ — $Pnma$ $a_0 = 13.81$ $b_0 = 9.87$ $c_0 = 7.10^2$ $a_0:b_0:c_0 = 1.399:1:0.719$

Die strukturelle Orientierung von Mitscherlichit ist gegenüber der morphologischen um  $45^\circ$  um  $c$  [001] gedreht. Als **Kremersit** (Kenngott, 1853) wird ein Erythrosiderit bezeichnet, in welchem K z. T. durch  $NH_4$  diadoch vertreten ist.

<sup>1)</sup> S. B. Hendricks & R. G. Dickinson, J. Am. Chem. Soc. **48**. 1927. 2149. — Vgl. L. Chrobak, Z. Krist. **88**. 1934. 35.

<sup>2)</sup> A. Bellanca, Ric. Sci. Ricostruzione. **17**. 1947. 1360; Per. Min. **17**. 1948. 1. Für synthetische Kristalle (Struktur, SR. **11**. 419). — Vgl. I. Lindquist, Ark. Kem. Min. Geol. **24A**. 1947. Nr. 1.

## 8.) Carnallit-Tachyhydrit-Gruppe.

<b>Carnallit</b>	$\text{KMgCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	Rhombisch-dipyramidal $D_{2h}^4$ — Pban
(Rose, 1856)		$a_0 = 9.56$ $b_0 = 16.05$ $c_0 = 22.56^1$
		$a_0 : b_0 : c_0 = 0.593 : 1 : 1.384$ $Z = 12$
<b>Tachyhydrit</b>	$\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{MgCl}_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$	Ditrigonal-skalenoedrisch
(Rammelsberg, 1856)		$c/a = 1.761$ $\alpha \sim 78^\circ$

**Koenenit** (Rinne, 1902), hexagonal, besteht aus abwechselnden OH-Doppelschichten  $(\text{Mg}_7\text{Al}_4(\text{OH})_{22})^{4+}$  und Cl-Doppelschichten  $(\text{Na}_4(\text{Ca}, \text{Mg})_2\text{Cl}_{12})^{4-}$ , die sich nicht auf eine gemeinsame Elementarzelle beziehen lassen; für das OH-Teilgitter ist  $a_0 = 3.05$ ,  $c_0 = 10.88$ , für das Cl-Teilgitter  $a_0 = 4.07$ ,  $c_0 = 3 \times 10.88 = 32.64^3$ .

**Almerait** (Tomas & Foleh, 1914) ist angeblich  $\text{KCl} \cdot \text{NaCl} \cdot \text{MgCl}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ .

<sup>1</sup>) K. R. Andreß & O. Saffe, Z. Krist. **101**. 1939. 451. — Vgl. J. Leonhardt, Kali u. verw. Salze **24**. 1930. (SB. 2. 329). — Synthetischer „Bromcarnallit“ kristallisiert tetragonal (Struktur, SB. 7. 19).

<sup>2</sup>) H. Jung, Zbl. Min. 1926. 274.

<sup>3</sup>) H.-H. Lohse, R. Allmann, H. Burzlaff & E. Hellner, Acta Cryst. **16**. 1963. A 138. — Vgl. R. Kühn, N. Jb. Min. Abh. **97**. 1961. 112.

## C.) Oxidhalogenide

1.) Atacamit-Reihe. Isotypie<sup>1</sup>).  $\text{Cu}_2(\text{OH})_3\text{Cl}$  ist trimorph.

<b>Kempit</b>	$\text{Mn}_2(\text{OH})_3\text{Cl}$	Orthorhombisch
(Rogers, 1924)		$a : b : c = 0.677 : 1 : 0.747$
<b>Atacamit</b>	$\text{Cu}_2(\text{OH})_3\text{Cl}$	Rhombisch-dipyramidal $D_{2h}^{16}$ — Pnam
(Gallitzen, 1801)		$a_0 = 6.02$ $b_0 = 9.15$ $c_0 = 6.85^2$
		$a_0 : b_0 : c_0 = 0.658 : 1 : 0.749$ $Z = 2$

Anhang:

<b>Paratacamit</b>	$\text{Cu}_2(\text{OH})_3\text{Cl}$	Hexagonal-rhomboedrisch
(Smith, 1905)		$a_0 = 13.68$ $c_0 = 13.98^3$
		$c_0/a_0 = 1.022$ $Z = 24$
		$a_{\text{rh}} = 9.17$ $\alpha = 96^\circ 28'$ $Z = 8$
<b>Botallackit</b>	$\text{Cu}_2(\text{OH})_3\text{Cl}$	Monoklin-prismatisch $C_{2h}^2$ — $P2_1/m$
(Church, 1865)		$a_0 = 5.63$ $b_0 = 6.12$ $c_0 = 5.71^4$
		$a_0 : b_0 : c_0 = 0.920 : 1 : 0.933$
		$\beta = 92^\circ 45'$ $Z = 2$

**Melanothallit** (Scacchi, 1870),  $\text{CuCl}_2$  oder  $\text{Cu}(\text{Cl}, \text{OH})_2$ , und **Hydromelanothallit** (Zambonini, 1910), ungefähr  $\text{Cu}(\text{Cl}, \text{OH})_2 \cdot \frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$ , sind nur derb bekannt; synthet.  $\text{CuOHCl}$  ist monoklin,  $C_{2h}^2$  —  $P2_1/c$ , mit  $a_0 = 6.11$ ,  $b_0 = 6.67$ ,  $c_0 = 5.51$ ,  $\beta = 115^\circ 55'$ <sup>5</sup>). Atelit ist mit Paratacamit identisch. Synthetisches  $\text{MgCl}_2 \cdot 3\text{Mg}(\text{OH})_2$  ist isotyp mit Atacamit<sup>6</sup>).

**Calumetit** (Williams, 1963), wahrscheinlich  $\text{Cu}(\text{OH}, \text{Cl})_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ , orthorhombisch<sup>7</sup>) und **Anthonyit** (Williams, 1963),  $\text{Cu}(\text{OH}, \text{Cl})_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ , monoklin-prismatisch,

$a:b:c = 0.6898:1:0.4271$ ,  $\beta = 112^\circ 38'7''$ ), beide mit geringem Cl-Gehalt, seien vorläufig hier angefügt.

<sup>1)</sup> A. F. Rogers, Bull. Geol. Soc. Am. **60**. 1944 (1949).

<sup>2)</sup> H. Brasseur & J. Toussaint, Bull. Soc. Roy. Sci. Belg. **11**. 1942. 555; A. F. Wells, Acta Cryst. **2**. 1949. 175 (Struktur, SR. **12**. 220).

<sup>3)</sup> C. Frondel, Min. Mag. **29**. 1950. 34.

<sup>4)</sup> P. G. Embrey & A. W. G. Kingsbury, Min. Soc. 1956. Notice Nr. 94. — A. A. Voronova & B. K. Vainshtein, Kristallografiya **3**. 1958. 444 (Struktur).

<sup>5)</sup> W. Nowacki & K. Maget, Experientia **8**. 1952. 55.

<sup>6)</sup> P. M. de Wolff, L. Walter-Lévy & Y. Bianco, C. R. Acad. Sci. Paris **236**. 1953. 1280.

<sup>7)</sup> S. A. Williams, Am. Min. **48**. 1963. 614.

### 2.) Buttgenbachit-Connellit-Reihe.

<b>Buttgenbachit</b>	$\text{Cu}_{19}[\text{Cl}_4   (\text{OH})_{32}   (\text{NO}_3)_2 + 2\text{H}_2\text{O}]$	Dihexagonal-dipyramidal $D_{6h}^4$ — $P6_3/mmc$
(Schoep, 1925)		$a_0 = 13.56$ $c_0 = 9.15$ $c_0/a_0 = 0.675$ $Z = 2^1$
<b>Connellit</b>	$\text{Cu}_{19}[\text{Cl}_4   (\text{OH})_{32}   \text{SO}_4 + 4\text{H}_2\text{O}]$	Dihexagonal-dipyramidal $D_{6h}^4$ — $P6_3/mmc$
(Dana, 1850)		$a_0 = 13.60$ $c_0 = 9.09$ $c_0/a_0 = 0.668$ $Z = 2^1$

**Tallingit** (Church, 1865) ist Connellit, z. T. gemengt mit Paratacamit. **Zirklerit** (Harbort, 1928), ungefähr  $9\text{FeCl}_2 \cdot 4\text{AlOOH}$  mit geringen Gehalten an Mn, Ca und  $\text{Fe}^{3+}$ , kristallisiert wahrscheinlich trigonal-rhomboedrisch.

<sup>1)</sup> F. A. Bannister, M. H. Hey & G. F. Claringbull, Min. Mag. **29**. 1950. 280. Im Original je  $2-3\text{H}_2\text{O}$ ; hier auf Grund kristallchemischer Überlegungen 2 bzw.  $4\text{H}_2\text{O}$ , denn damit ist für Buttgenbachit und Connellit die Zahl der Sauerstoffe pro Zelle die gleiche. — Vgl. E. J. Weichel in Dana **2**. 1951. 572.

### 3.) Terlinguait-Eglestonit-Gruppe.

<b>Terlinguait</b>	$2\text{HgO} \cdot \text{Hg}_2\text{Cl}_2$	Monoklin-prismatisch $C_{2h}^6$ — $C2/c$
(Turner, 1900)		$a_0 = 19.53$ $b_0 = 5.92$ $c_0 = 9.48^1$
		$a_0:b_0:c_0 = 3.299:1:1.601$
		$\beta = 144^\circ$ $Z = 4$
<b>Eglestonit</b>	$\text{Hg}_6\text{Cl}_4\text{O}$	Kubisch-hex'oktaedrisch $O_h^9$ — $\text{Im}3m$ (?)
(Moses, 1903)		$a_0 = 8.04$ $Z = 2^2$
<b>Mosesit</b>	$[\text{Hg}_2\text{N}]\text{Cl} \cdot \text{H}_2\text{O}$	Kubisch-hex'tetraedrisch $T_d^2$ — $F\bar{4}3m$
(Canfield, Hillebrand & Schaller, 1910)		$a_0 = 9.52$ $Z = 8^3$
<b>Kleinit</b>	$[\text{Hg}_2\text{N}](\text{Cl}, \text{SO}_4) \cdot x\text{H}_2\text{O}$	Hexagonal $D_{6h}^4$ — $P6_3/mmc$ (?)
(Sachs, 1905)		$a_0 = 13.56$ $c_0 = 11.13$ $c_0/a_0 = 0.821^4$

Im Terlinguait sind sowohl Zickzackketten  $-\text{Hg}-\text{O}-\text{Hg}-\text{O}-$  als auch Moleküle  $\text{Hg}_2\text{Cl}_2$  vorhanden. Mosesit besitzt die Struktur der Millonschen Base

[Hg<sub>2</sub>N]OH·2H<sub>2</sub>O, nämlich Cristobalit-Struktur für [Hg<sub>2</sub>N]<sup>+</sup>, jedoch an Stelle von OH austauschfähiges Cl, SO<sub>4</sub>, MoO<sub>4</sub> und CO<sub>3</sub><sup>3</sup>). Kleinit stellt wahrscheinlich ein Strukturanalogon zu Hochtridymit dar<sup>4a</sup>).

<sup>1</sup>) S. Ščavničar, Acta Cryst. 9. 1956. 956 (Struktur, SR. 20. 242). — Vgl. C. W. Wolfe in Dana 2. 1951. 55.

<sup>2</sup>) A. Hedlik, Experientia 4. 1948. 66; Tschemm. Min. Petr. Mitt. 1. 1949. 378 (Strukturdiskussion, SR. 13. 199). — Vgl. C. W. Wolfe in Dana 2. 1951. 52.

<sup>3</sup>) G. Switzer, K. J. Murata, J. J. Fahey & W. F. Foshag, Am. Min. 33. 1953. 1225.

<sup>4</sup>) H. Heritsch, Tschemm. Min. Petr. Mitt. 1. 1949. 300 (Struktur, SR. 12. 219).

<sup>4a</sup>) Sitz.-Ber. Österr. Akad. Wiss. 1954. Nr. 1.

4.) Boleit-Haematophanit-Gruppe. Tetragonal, z. T. pseudokubisch oder kubisch. Die Struktur ist für Diaboleit bekannt.

<b>Cumengeit</b> (Mallard, 1893)	5PbCl <sub>2</sub> ·5Cu(OH) <sub>2</sub> · <sup>1</sup> / <sub>2</sub> H <sub>2</sub> O	Tetragonal
		a <sub>0</sub> = 14.9 c <sub>0</sub> = 24.17 (= 3·8.05) <sup>1</sup> )
		c <sub>0</sub> /a <sub>0</sub> = 1.621 Z = 8
<b>Pseudoboleit</b> (Lacroix, 1895)	5PbCl <sub>2</sub> ·4Cu(OH) <sub>2</sub> ·2 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> H <sub>2</sub> O	Tetragonal-pseudokubisch
		a <sub>0</sub> = 15.4 c <sub>0</sub> = 31.2 (= 4·7.80) <sup>1</sup> )
		c <sub>0</sub> /a <sub>0</sub> = 2.026 Z = 12
<b>Boleit</b> (Mallard & Cumenge, 1891)	5PbCl <sub>2</sub> ·4Cu(OH) <sub>2</sub> ·AgCl·1 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> H <sub>2</sub> O	Tetragonal-pseudokubisch
		a <sub>0</sub> = 15.4 c <sub>0</sub> = 62.0 (= 8·7.75) <sup>1</sup> ) <sup>1a</sup> )
		c <sub>0</sub> /a <sub>0</sub> = 4.026 Z = 24
<b>Percylith</b> (Brooke, 1850)	PbCl <sub>2</sub> ·Cu(OH) <sub>2</sub>	Kubisch (?)
<b>Diaboleit</b> (Spencer, 1923)	2PbClOH·Cu(OH) <sub>2</sub>	Ditetragonal-pyramidal C <sub>4v</sub> <sup>1</sup> — P 4mm
		a <sub>0</sub> = 5.84 c <sub>0</sub> = 5.47 <sup>2</sup> )
		c <sub>0</sub> /a <sub>0</sub> = 0.937 Z = 1
<b>Chloroxiphit</b> (Spencer, 1923)	Pb <sub>3</sub> O <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub> ·CuCl <sub>2</sub>	Monoklin-prismatisch C <sub>2h</sub> <sup>2</sup> — P 2 <sub>1</sub> /m
		a <sub>0</sub> = 10.36 b <sub>0</sub> = 5.74 c <sub>0</sub> = 6.53 <sup>3</sup> )
		a <sub>0</sub> :b <sub>0</sub> :c <sub>0</sub> = 1.805:1:1.138
		β = 97° 11' Z = 2
<b>Haematophanit</b> (Johansson, 1928)	4PbO·Pb(Cl, OH) <sub>2</sub> ·2Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Ditetragonal-dipyramidal
		D <sub>4h</sub> <sup>17</sup> — I 4/mmm
		a <sub>0</sub> = 7.82 c <sub>0</sub> = 15.26 <sup>4</sup> )
		c <sub>0</sub> /a <sub>0</sub> = 1.951 Z = 3

a<sub>0</sub> von Haematophanit ist vergleichbar mit <sup>1</sup>/<sub>3</sub> c<sub>0</sub> von Cumengeit und c<sub>0</sub> von Haematophanit mit a<sub>0</sub> von Cumengeit.

Die Summe der Anionen und großen Kationen (Pb) pro Elementarzelle ist bei Haematophanit 51, bei Cumengeit 204 = 4·51, bei Pseudoboleit 306 = 6·51 und bei Boleit 612 = 12·51; allerdings sind infolge der in den Formeln vielleicht nicht ganz genau angegebenen Wassergehalte eventuell Schwankungen zwischen 50 und 52 möglich.

<sup>1)</sup> R. Hocart, Z. Krist. **74**. 1930. 20. — G. Friedel, Z. Krist. **73**. 1930. 147.

<sup>1a)</sup> B. Goßner & M. Arm, Z. Krist. **72**. 1930. 218. — B. Goßner, Z. Krist. **75**. 1930. 365. — T. Ito, X-Ray Studies on Polymorphism. Tokio 1950. 70 (Struktur, SR. **13**. 287; Formel: 26 PbCl<sub>2</sub>·24 CuO·9 AgCl·27 H<sub>2</sub>O, Z = 4).

<sup>2)</sup> C. W. Wolfe in Ch. Palache, Am. Min. **26**. 1941. 605. — A. Byström & K.-A. Wilhelm, Ark. Kemi. **2**. 1950. 397 (Struktur, SR. **13**. 202).

<sup>3)</sup> H. Berman (1942) in Dana **2**. 1951. 84.

<sup>4)</sup> K. Johansson, Z. Krist. **68**. 1928. 87.

5.) Fiedlerit-Laurionit-Matlockit-Gruppe. Isotypie Laurionit-Cotunnit; Isotypie Matlockit-Bismoclit. Zudem besteht offenbar zwischen sämtlichen Gliedern dieser Gruppe eine enge Strukturverwandtschaft, so ist in der hier gewählten Aufstellung  $c_0 = 7.1-7.4 \text{ \AA}$ ,  $b_0 \sim 4.0$  oder  $2 \cdot 4,0 \text{ \AA}$ ; auch für  $a_0$  liegen Beziehungen vor, die gegenüber Matlockit-Bismoclit eine tetragonale Pseudosymmetrie (Laurionit, Cotunnit) oder eine Raumbgitterverzwilligung erkennen lassen (Paralaurionit  $a_0 \cdot \sin \beta = 9.59$ , Laurionit  $a_0 = 9.62 \text{ \AA}$ ).

<b>Fiedlerit</b> (Vom Rath, 1887)	Pb <sub>3</sub> (OH) <sub>2</sub> Cl <sub>4</sub>	Monoklin-prismatisch $C_{2h}^5$ — P 2 <sub>1</sub> /a $a_0 = 16.62$ $b_0 = 8.02$ $c_0 = 7.20^1$ $a_0 : b_0 : c_0 = 2.073 : 1 : 0.877$ $\beta = 102^\circ 12'$ Z = 4
<b>Paralaurionit</b> (Smith, 1899)	PbOHCl	Monoklin-prismatisch $C_{2h}^3$ — C 2/m $a_0 = 10.79$ $b_0 = 3.98$ $c_0 = 7.19^2$ $a_0 : b_0 : c_0 = 2.711 : 1 : 1.807$ $\beta = 117^\circ 13'$ Z = 4
<b>Laurionit</b> (Köchlin, 1887)	PbOHCl	Rhombisch-dipyramidal $D_{2h}^{16}$ — Pcmn $a_0 = 9.62$ $b_0 = 4.03$ $c_0 = 7.12^3$ $a_0 : b_0 : c_0 = 2.387 : 1 : 1.767$ Z = 4
<b>Cotunnit</b> (Monticelli & Covelli, 1825)	PbCl <sub>2</sub>	Rhombisch-dipyramidal $D_{2h}^{16}$ — Pcmn $a_0 = 9.05$ $b_0 = 4.53$ $c_0 = 7.63^4$ $a_0 : b_0 : c_0 = 1.998 : 1 : 1.684$ Z = 4
<b>Matlockit</b> (Greg, 1851)	PbFCl	Ditetragonal-dipyramidal $D_{4h}^7$ — P 4/nmm $a_0 = 4.10$ $c_0 = 7.22^5$ $c_0/a_0 = 1.761$ Z = 2
<b>Zavaritskit</b> (Dolomanova & al., 1962)	BiOF	Ditetragonal-dipyramidal $D_{4h}^7$ — P 4/nmm $a_0 = 3.75$ $c_0 = 6.23^6$ $c_0/a_0 = 1.661$ Z = 2

<b>Bismoclit</b> (Mountain, 1935)	$\text{BiOCl}$	Ditetragonal-dipyramidal $D_{4h}^7-4/nmm$ $a_0 = 3.90$ $c_0 = 7.38^7$ $c_0/a_0 = 1.892$ $Z = 2$
--------------------------------------	----------------	---

**Daubréit** (Domeyko, 1876) unterscheidet sich von Bismoclit nur durch einen gewissen Gehalt von OH an Stelle von Cl ( $a_0 = 3.86$ ,  $c_0 = 7.41$ ). **Pseudocotunnit** (Scacchi, 1873) ist wahrscheinlich  $\text{K}_2\text{PbCl}_4$  und kristallisiert orthorhombisch; künstliche Kristalle ergaben  $a_0 = 11.80$ ,  $b_0 = 5.77$ ,  $c_0 = 9.82$ ,  $D_{2h}^{16}$ <sup>8</sup>). Synthetisch kennt man auch die Verbindung  $\text{KPbCl}_3$ .

<sup>1</sup>) C. W. Wolfe & C. Frondel (1946) in Dana 2. 1951. 67.

<sup>2</sup>) C. W. Wolfe (1945) in Dana 2. 1951. 64. — Vgl. Ch. Palache, Min. Mag. 29. 1950. 341.

<sup>3</sup>) H. Strunz & Ch. Tennyson, Rend. Soc. Min. Ital. 12. 1956. 214 (Gitterkonstanten und Isotypie). — Vgl. S. Goldsztaub, C. R. Acad. Sci. Paris 204. 1937. 702; 208. 1939. 1234; H. Brasseur, Bull. Soc. Roy. Sc. Liège 9. 1940. 166. Aufstellung: Ch. Palache 1934.

<sup>4</sup>) H. Braekken, Z. Krist. 83. 1932. 222. — Vgl. H. Braekken & L. Harang, Z. Krist. 68. 1928. 123; F. D. Miles, Proc. Roy. Soc. 132. 1931. 266. — K. Sahl & J. Zemann, Naturwiss. 48. 1961. 641 (Struktur).

<sup>5</sup>) F. A. Bannister, Min. Mag. 23. 1934. 587; W. Nieuwenkamp & I. M. Bijvoet, Z. Krist. 81. 1931. 469 (Strukturbestimmung an synthetischem Material, SB. 2. 45).

<sup>6</sup>) E. I. Dolomanova, V. M. Senderova & M. T. Yanchenko, Doklady Akad. Nauk. USSR. 146. 1962. 680.

<sup>7</sup>) F. A. Bannister, Min. Mag. 24. 1935. 49 (Struktur, SB. 3. 64). — L. G. Sillén, Svensk. Kem. Tidskr. 1941. 39 (Struktur, SR. 11. 312).

<sup>8</sup>) A. Bellanca & F. Sgarlata, Rend. Soc. Min. Ital. 8. 1952. 53.

#### 6.) Mendipit-Nadorit-Gruppe. Isotypie Nadorit-Perit<sup>3</sup>).

<b>Mendipit</b> (Glocker, 1839)	$\text{PbCl}_2 \cdot 2\text{PbO}$	Rhombisch-disphenoid. $D_2^4 - P2_12_12_1$ $a_0 = 9.52$ $b_0 = 11.89$ $c_0 = 5.88^1$ $a_0:b_0:c_0 = 0.801:1:0.495$ $Z = 4$
<b>Lorettoit</b> (Wells & Larsen, 1916)	$\text{PbCl}_2 \cdot 6\text{PbO}$	Vielleicht tetragonal
<b>Penfieldit</b> (Genth, 1892)	$\text{Pb}_2\text{OHCl}_3$	Hexagonal $c/a = 0.8967$
<b>Blixit</b> (Gabrielson, Parwel & Wickman, 1958)	$\text{Pb}_2(\text{O}, \text{OH})_{<2}\text{Cl}$	Orthorhombisch $a_0 = 5.83$ $b_0 = 5.69$ $c_0 = 25.47$ $a_0:b_0:c_0 = 1.002:1:4.476$ $Z = 8^2$
<b>Nadorit</b> (Flajolot, 1870) Synthetisch	$\text{PbSbO}_2\text{Cl}$	Rhombisch-dipyramidal $D_{2h}^{17} - \text{Bmmb}$ $a_0 = 5.60$ $b_0 = 5.44$ $c_0 = 12.22^2$ $a_0:b_0:c_0 = 1.029:1:2.246$ $Z = 4$
		Tetragonal $D_{4h}^{17} - I4/mmm$ $a_0 = 3.90 = 5.51/\sqrt{2}$ $c_0 = 12.28^2$ $c_0/a_0 = 3.149$ $Z = 2$
<b>Perit</b> (Gillberg, 1960)	$\text{PbBiO}_2\text{Cl}$	Rhombisch-dipyramidal $D_{2h}^{17} - \text{Bmmb}$ $a_0 = 5.63$ $b_0 = 5.57_5$ $c_0 = 12.42_5^3$ $a_0:b_0:c_0 = 1.010:1:2.229$ $Z = 4$

**Heliophyllit**(Flink,  
1888)

Rhombisch-dipyramidal-pseudotetragonal

 $a_0 \sim b_0 \sim 10.8 \quad c_0 = 25.6^1)$  $c_0/a_0 = 2.370 \quad Z = 16$ **Ekdemit**

(Nordenskiöld, 1877)

Tetragonal

Gitterkonstanten wohl ähnlich

Heliophyllit bzw.  $\text{PbSbO}_2\text{Cl}$  (tetr.)

In der Nadorit-Phase sind nach Sillén und Melander (1941) Pb und Sb auf 2 Punktlagen getrennt verteilt, in der tetragonalen Phase hingegen statistisch.

<sup>1)</sup> F. A. Bannister, Min. Mag. **23**. 1934. 596. — O. Gabrielson, Arkiv Min. Geol. **2**. 1957. 299. (Struktur).

<sup>2)</sup> O. Gabrielson, A. Parwel & F. E. Wickman, Arkiv Min. Geol. **2**. 1958. 411.

<sup>3)</sup> M. Gillberg, Arkiv Min. Geol. **2**. 1960. 565.

<sup>4)</sup> L. G. Sillén & L. Melander, Z. Krist. **103**. 1941. 420 (Struktur, SR. **11**. 311).



#### IV.

## Klasse der Oxide und Hydroxide

### Übersicht:

#### Abteilung A.) Verbindungen $M_2O$ und $MO$

- |                                  |  |
|----------------------------------|--|
| 1.) Eis                          | $H_2O$ .   |
| 2.) Cuprit-Gruppe                | $Cu_2O$ .  |
| 3.) Bromellit-Reihe              | $BeO$ .  |
| 4.) Periklas-Reihe               | $MgO$ .  |
| 5.) Tenorit-Delafossit-Gruppe    | $CuO$ , $CuFeO_2$ .                                |
| 6.) Montroydit-Lithargit-Gruppe  | $HgO$ , $PbO$ .                                    |
| 7.) Brownmillerit-Mayenit-Gruppe | $2 CaO \cdot AlFeO_3$ , $12 CaO \cdot 7 Al_2O_3$ . |

#### Abteilung B.) $M_3O_4$ - und verwandte Verbindungen

- |                                      |   |
|--------------------------------------|---|
| 1.) Spinell-Reihe                    | $MgAl_2O_4$ , $MgFe_2O_4$ , $MgCr_2O_4$ . |
| 2.) Hausmannit-Reihe                 | $MnMn_2O_4$ .                             |
| 3.) Trippkeit-Reihe                  | $CuAs_2O_4$ .                             |
| 4.) Chrysoberyll-Swedenborgit-Gruppe | $Al_2BeO_4$ , $NaSbBe_4O_7$ .             |

#### Abteilung C.) $M_2O_3$ - und verwandte Verbindungen

- |  |   |
|--|---|
| 1.) Claudetit-Valentinit-Gruppe              | $As_2O_3$ , $Sb_2O_3$ .   |
| 2.) Arsenolith-Bismit-Gruppe                 | $As_2O_3$ , $Bi_2O_3$ .   |
| 3.) Bixbyit-Reihe                            | $(Mn, Fe)_2O_3$ .   |
| 4a) Korund-Reihe                             | $\alpha-Al_2O_3$ ;  |
| 4b) Ilmenit-Reihe                            | $FeTiO_3$ ;   |
| 4c) $\gamma$ -Korund-Reihe                   | $\gamma-Al_2O_3$ .  |
| 5.) „ $\beta$ -Korund“-Magnetoplumbit-Gruppe | $NaAl_{23}O_{35}$ , $PnO \cdot 6 Fe_2O_3$ .                         |
| 6.) Davidit-Reihe                            | $(Fe^{2+}, Fe^{3+}, U, Ce)_2(Ti, Fe^{3+}Cr)_5O_{12}$ .              |
| 7.) Perowskit-Gruppe                         | $CaTiO_3$ .   |
| 8a) Stibiconit-Reihe                         | $SbSb_2O_6OH$ ;   |
| 8b) Pyrochlor-Mikrolith-Reihe                | $(Na, Ca)_2(Nb, Ta, Ti)_2O_6(OH, F, O)$ .                           |
| 9.) Melanostibian-Derbylith-Gruppe           | $6(Mn, Fe)O \cdot Sb_2O_3$ ,<br>$6FeO \cdot 5TiO_2 \cdot Sb_2O_5$ . |

- 10.) Pseudobrookit-Reihe  $\text{Fe}_3\text{TiO}_5$ .  
 11.) Denningit-Spiroffit-Gruppe  $(\text{Mn}, \text{Ca}, \text{Zn})\text{Te}_2\text{O}_5$ ,  $(\text{Mn}, \text{Zn})_2\text{Te}_3\text{O}_8$ .

#### Abteilung D.) $\text{MO}_2$ - und verwandte Verbindungen

- 1.) Quarz-Gruppe  $\text{SiO}_2$ .  
 2.) Rutil-Reihe  $\text{TiO}_2$ .  
 3a) Pyrolusit  $\beta\text{-MnO}_2$ ;  
 3b) Kryptomelan-Reihe  $\text{K}_{\leq 2}\text{Mn}_8\text{O}_{16}$ ;  
 3c) Psilomelan  $(\text{Ba}, \text{H}_2\text{O})_2\text{Mn}_5\text{O}_{10}$ ;  
 3d) Ramsdellit-Reihe  $\gamma\text{-MnO}_2$ ;  
 3e) Birnessit-Reihe  $\sim \delta\text{-MnO}_2$ .  
 4.) Polyrutil-Reihe  $\text{MgSb}_2\text{O}_6$ .  
 5.) Selenolith-Anatase-Gruppe  $\text{SeO}_2$ ,  $\text{TiO}_2$ .  
 6.) Brookit-Tellurit  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{TeO}_2$ .  
 7.) Wolframit-Reihe  $(\text{Mn}, \text{Fe})\text{WO}_4$ .  
 8.) Ixiolith-Wodginit  $(\text{Ta}, \text{Nb}, \text{Sn}, \text{Mn}, \text{Fe})_2\text{O}_4$ .  
 9a) Columbit-Reihe  $(\text{Fe}, \text{Mn})(\text{Nb}, \text{Ta})_2\text{O}_6$ ;  
 9b) Euxenit-Reihe  $(\text{Y}, \text{Er}, \text{Ce}, \text{U}, \text{Pb}, \text{Ca})[(\text{Nb}, \text{Ta}, \text{Ti})_2(\text{O}, \text{OH})_6]$ .  
 10.) Blomstrandin-Reihe  $(\text{Y}, \text{Ce}, \text{Th}, \text{Ca}, \text{Na}, \text{U})[(\text{Ti}, \text{Nb}, \text{Ta})_2\text{O}_6]$ .  
 11.) Fergusonit-Reihe  $\text{Y}(\text{Nb}, \text{Ta})\text{O}_4$ .  
 12.) Stibionibit-Reihe  $\text{Sb}(\text{Nb}, \text{Ta})\text{O}_4$ .  
 13.) Simpsonit-Thoreaulith-Gruppe  $\text{Ta}_3\text{Al}_4\text{O}_{13}\text{OH}$ ,  $\text{Sn}[(\text{Ta}, \text{Nb})_2\text{O}_7]$ .  
 14a) Baddeleyit  $\text{ZrO}_2$ ;  
 14b) Uraninit-Reihe  $(\text{U}, \text{Th})\text{O}_2$ .

#### E.) $\text{M}_2\text{O}_5$ -, $\text{MO}_3$ - und verwandte Verbindungen

- 1.) Vanadiumoxide  $\text{V}_2\text{O}_5$ ,  $\text{VO}(\text{OH})_2$ ,  $\text{V}_2\text{O}_2(\text{OH})_3$ .  
 2.) Oxide von Molybdän, Wolfram u. a.  $\text{MoO}_3$ ,  $\text{WO}_2(\text{OH})_2$ .

#### F.) Hydroxide

- 1.) Sassolin  $\text{B}(\text{OH})_3$ .  
 2.) Hydrargillit-Bayerit-Gruppe  $\gamma\text{-Al}(\text{OH})_3$ ,  $\alpha\text{-Al}(\text{OH})_3$ .  
 3.) Brucit-Reihe  $\text{Mg}(\text{OH})_2$ .  
 4a) Diaspor-Reihe  $\alpha\text{-AlOOH}$ ;  
 4b) Akaganait  $\beta\text{-FeOOH}$ ;  
 4c) Böhmit-Reihe  $\gamma\text{-AlOOH}$ .  
 5.) Lithiophorit-Quenselit-Gruppe  $(\text{Al}, \text{Li})(\text{OH})_2 \cdot \text{MnO}_2$ ,  $\text{PbO} \cdot \text{MnOOH}$ .  
 6.) Söhngit-Stottit-Gruppe  $\text{Ga}(\text{OH})_3$ ,  $\text{In}(\text{OH})_3$ ,  $\text{FeGe}(\text{OH})_6$ .  
 7.) Ianthinit-Reihe  $[\text{UO}_2](\text{OH})_2$ .  
 8.) Becquerelit-Reihe  $6[\text{UO}_2](\text{OH})_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ .  
 9.) Fourmarierit-Reihe  $8[\text{UO}_2](\text{OH})_2 \cdot 2\text{Pb}(\text{OH})_2$ .  
 10.) Vandenbrandeit-Curit-Gruppe  $[\text{UO}_2](\text{OH})_2 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$ ,  
 $3\text{PbO} \cdot 8\text{UO}_3 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ .

## G.) Arsenite, Selenite, Tellurite und Jodate

1.) Arsenite	$Mn_3[AsO_3]_2, Pb_3MnH[AsO_3]_3$ .
2.) Selenite und Tellurite	$Cu[SeO_3] \cdot 2H_2O, Fe_2[TeO_3]_3 \cdot 2H_2O \dots$
3.) Jodate	$Ca[JO_3]_2, Cu_3[JO_3]_6 \cdot 2H_2O \dots$

A.) Verbindungen  $M_2O$  und  $MO$ 

## 1.) Eis. Polymorphie.

<b>Eis (I)</b>	$H_2O$	Idealkristall: Dihexagonal-pyramidal $C_{6v}^3 - P6_3cm$ (von $0^\circ$ bis ca. $-80^\circ C$ ) Realkristall: Dihexagonal-dipyramidal $D_{6h}^4 - P6_3/mmc$ . $a_0 = 4.523$ $c_0 = 7.367$ $c_0/a_0 = 1.629$ $Z = 4^1$ )
<b>Eis (Ic)</b>	$H_2O$	Idealkristall: Kubisch-hex'tetraedrisch $T_d^2 - F\bar{4}3m$ (?) ( $< ca. -80^\circ C$ ) Realkristall: Kubisch-hex'oktaedrisch $O_h^7 - Fd\bar{3}m$ $a_0 = 6.350$ $Z = 8^2$ )

Die morphologische Symmetrie des gewöhnlichen Eises ist meist dihexagonal-dipyramidal, seltener pyramidal, und zwar zeigen die in großen Höhen bei tiefer Temperatur gebildeten Schneekristalle polare Symmetrie. Neben diesem Eis I wurden in der Natur als große Seltenheit auch kubische Schneekristalle beobachtet, die wahrscheinlich dem Eis Ic entsprechen.

Eis I und Eis Ic sind unter Atmosphärendruck beständig (weitere Phasen kennt man als Kunstprodukte unter hohen Drucken<sup>3</sup>). Eis I ist zwischen  $0$  und ca.  $-80^\circ C$  stabil, Eis Ic ist unterhalb  $-80^\circ C$  zunächst metastabil, und erst unter  $-120^\circ C$  stabil.

Beide Phasen besitzen — als Folge einer wenig dichten Packung der  $H_2O$ -Moleküle — geringere Dichte als Wasser ( $D = 0.9175$ ). Die Sauerstoffanordnung entspricht der Wurtzit- bzw. Zinkblendestruktur, die Anordnung der Wasserstoffe kann geordnet sein (Idealkristall) mit der Symmetrie  $C_{6v}^3 - P6_3cm$  bzw.  $T_d^2 - F\bar{4}3m$  oder statistisch ungeordnet (Realkristall) mit der Symmetrie  $D_{6h}^4 - P6_3/mmc$  bzw.  $O_h^7 - Fd\bar{3}m$  (Diamant-Symmetrie).

Die Anordnung der O-Teilchen ist im Ideal- und Realkristall unverändert (O—O-Abstand =  $2.75-2.76 \text{ \AA}$ ). Von den H-Teilchen (= Protonen, röntgenographisch nicht feststellbar) befindet sich je eines auf der Verbindungslinie zweier O-Teilchen; jedem O-Teilchen sind zwei H-Teilchen in geringerer Entfernung ( $0.99 \text{ \AA}$ ) und zwei H-Teilchen in größerer Entfernung zugeordnet (Bernal & Fowler, 1933).

Die außergewöhnlichen Eigenschaften des Eises sind dadurch bedingt, daß das Gitter ausschließlich von Hydrogenbindungen (Wasserstoffbrückenbindungen) —  $OH \dots O$  — zusammengehalten wird. In ihrer Stärke und Bindungsenergie liegt die Hydrogenbindung zwischen ionogener und van der Waalsscher Bindung.

<sup>1</sup>) H. D. Megaw, Nature **134**. 1934. 900 (Gitterkonst. bei  $0^\circ C$ ). — W. H. Barnes, Proc. Roy. Soc. **125**. 1929. 670 (Lage der Sauerstoffatome). — J. D. Bernal & R. H. Fowler, J. Chem. Phys. **1**. 1933. 515 (Hypothesen für geordnete Verteilung der Wasserstoffatome). — L. Pauling, J. Am. Chem. Soc. **57**. 1935. 2680 (statistisch ungeordnete Wasserstoffatome). — S. W. Peterson & H. A. Levy, Acta Cryst. **10**. 1957. 70 (Neutronenbeugung).

<sup>2)</sup> M. Blackmann & N. D. Lisgarten, Proc. Roy. Soc. **239**. 1957. 93 (Gitterkonstante bei  $-130^{\circ}\text{C}$ ; vgl. H. König, Z. Krist. **105**. 1943. 279). — G. Honjo & K. Shimaoka, Acta Cryst. **10**. 1957. 710 (Lage der Wasserstoffatome durch Elektronenbeugung). — Zusammenfassende Arbeiten: H. Gränicher, Z. Krist. **110**. 1958. 432. — R. Brill, Angew. Chem. **74**. 1962. 895.

<sup>3)</sup> G. Tammann, Z. phys. Chem. **72**. 1910. 609. — P. W. Bridgman, Proc. Am. Acad. Sci. **47**. 1912. 441; J. chem. Phys. **3**. 1935. 597, **5**. 1937. 964. — R. L. McFarlan, J. chem. Phys. **4**. 1936. 60, 253; Phys. Rev. **49**. 1936. 199, 644. — W. B. Kamb & S. K. Datta, Nature **187**. 1960. 140. — Vgl. R. Brill, 1962, l. c. — B. Kamb, Acta Cryst. **17**. 1964. 1437.

## 2.) Cuprit-Gruppe.

**Cuprit**  $\text{Cu}_2\text{O}$  Kubisch-hex'oktaedrisch  $\text{O}_h^4$  —  $\text{Pn}3\text{m}$   
(Haidinger, 1845)  $a_0 = 4.27$   $Z = 2^1$   
(**Rotkupfererz**)

Cuprit besitzt nach seinen morphologischen Eigenschaften gelegentlich nur gyroidische Symmetrie, wohl zurückzuführen auf die Mitwirkung asymmetrischer Milieufaktoren während des Kristallwachstums<sup>1a)</sup>. **Chalkotrichit** ist nach einer Würfelkante nadelig ausgebildeter Cuprit; „**Hydrocuprit**“ ist wasserhaltiges, aus gelförmigem Zustand gebildetes  $\text{Cu}_2\text{O}^{1b)}$ .

<sup>1)</sup> W. L. Bragg in W. H. Bragg & W. L. Bragg, X-Rays and Crystal Structure, London 1916, p. 155 (Struktur, SB. I. 153).

<sup>1a)</sup> W. Kleber, Wiss. Z. Humboldt-Univ. Berlin, **5**. 1955/56. 1.

<sup>1b)</sup> G. Switzer, Am. Min. **42**. 1957. 115.

3.) Bromellit-Reihe. Dihexagonal-pyramidal,  $\text{C}_{6v}^4$  —  $\text{P}6_3\text{mc}$ . Struktur: Wurtzittypus. Isotypie.

**Bromellit**  $\text{BeO}$   $a_0 = 2.69$   $c_0 = 4.37$   $c_0/a_0 = 1.625$   $Z = 2^1$   
(Aminoff, 1925)

**Zinkit**  $\text{ZnO}$   $a_0 = 3.25$   $c_0 = 5.19$   $c_0/a_0 = 1.597$   $Z = 2^2$   
(Haidinger, 1845)  
(**Rotzinkerz**)

Im Zinkit wird Zn teilweise durch Mn diadoch vertreten. Nach elektronenoptischen Untersuchungen ist für ZnO im status nascendi wohl die Existenz einer kubischen Modifikation mit Zinkblendestruktur erwiesen<sup>3)</sup>.

<sup>1)</sup> G. Aminoff, Z. Krist. **62**. 1925. 113; **63**. 1926. 175. (Struktur, SB. I. 78, 115). — Weitere Arbeiten siehe Strukturberichte.

<sup>2)</sup> W. L. Bragg, Phil. Mag. **39**. 1920. 647 (Struktur, SB. I. 78, 119). — T. F. W. Barth, Norsk. Geol. Tidskr. **9**. 1927. 317 (Gitterkonstanten).

<sup>3)</sup> H. Strunz & R. Meldau, Heidelb. Beitr. Min. Petr. **2**. 1949/51. 216.

4.) Periklas-Reihe. Kubisch-hex'oktaedrisch,  $\text{O}_h^5$  —  $\text{Fm}3\text{m}$ . Struktur: Steinsalztypus (A. W. Hull, 1919). Isotypie.

**Periklas**  $\text{MgO}$   $a_0 = 4.21$   $Z = 4^1$   
(Scacchi, 1840)

<b>Wüstit</b>	FeO	$a_0 = 4.29$	$Z = 4^1$ ) <sup>1a)</sup>
(Schenck & Dingmann, 1927)			
<b>Bunsenit</b>	NiO	$a_0 = 4.18$	$Z = 4^1$ )
(Dana, 1868)			
<b>Manganosit</b>	MnO	$a_0 = 4.44$	$Z = 4^1$ )
(Blomstrand, 1874)			
<b>Monteponit</b>	CdO	$a_0 = 4.71$	$Z = 4^1$ )
(Fairbanks, 1946)			
<b>Calciumoxid</b>	CaO	$a_0 = 4.81$	$Z = 4^1$ ) <sup>1b)</sup>

Anhang:

<b>Murdochit</b>	$PbCu_6O_8$	$a_0 = 9.21$	$Z = 4^2$ )
(Fahey, 1953)			

Murdochit hat eine Steinsalz-Überstruktur mit verdoppelter Gitterkonstante<sup>2a)</sup>.

<sup>1)</sup> Es liegen zahlreiche Originalarbeiten vor, siehe Strukturberichte.

<sup>1a)</sup> Als Mineral in einer vulkanischen Tuff-Breccie von Scharnhausen bei Stuttgart (K. Walenta, N. Jb. Min. Mh. 1960. 150).

<sup>1b)</sup> Als Mineral in Kalkeinschlüssen der Vesuv-Lava (Zambonini, 1935).

<sup>2)</sup> J. J. Fahey, Am. Min. **40**. 1955. 905.

<sup>2a)</sup> G. L. Christ & J. R. Clark, Am. Min. **40**. 1955. 907 (Struktur).

### 5.) Tenorit-Delafossit-Gruppe.

<b>Tenorit</b>	CuO	Monoklin-prismatisch $C_{2h}^6 - C2/c$
(Semmola, 1841)		
		$a_0 = 4.66$ $b_0 = 3.42$ $c_0 = 5.12^1$ )
		$a_0:b_0:c_0 = 1.363:1:1.497$ $\beta = 99^\circ 29'$ $Z = 4$
<b>Paratenorit</b>	CuO	Ditetragonal-dipyramidal $D_{4h}^{19} - I4_1/amd$
(Strunz, 1941*)		
		$a_0 = 5.84$ $c_0 = 9.90$ $c_0/a_0 = 1.695$ $Z = 16^2$ )
<b>Delafossit</b>	$CuFeO_2$	Ditrigonal-skalenoedrisch $D_{3d}^5 - R\bar{3}m$
(Friedel, 1873)		
		$a_{rh} = 5.97$ $\alpha = 29^\circ 26'$ $Z = 1$
		hexagonal $a_0 = 3.03$ $c_0 = 17.13$ $c_0/a_0 = 5.654^3$ )
		(morphologisch: $\alpha = 70^\circ 20'$ $c/a = 1.94$ )

Anhang:

<b>Crednerit</b>	$CuMnO_2$	Monoklin-prismatisch $C_{2h}^3 - C2/m$
(Rammelsberg, 1847)		
		$a_0 = 5.58$ $b_0 = 2.88$ $c_0 = 5.88$
		$a_0:b_0:c_0 = 1.937:1:2.042$
		$\beta = 104^\circ 00'$ $Z = 2^4$ )

\*) Vgl. Koenig, 1891.

<sup>1)</sup> G. Tunell, C. J. Ksanda & E. Posnjak, Z. Krist. **90**. 1935. 120 (Struktur, SB. **3**. 11).

<sup>2)</sup> C. Frondel, Am. Min. **26**. 1941. 657.

<sup>3)</sup> W. Soller & A. J. Thompson, Am. Phys. Soc. Bull. **10**. 1935. 17, für künstl. Kristalle.

<sup>4)</sup> J. McAndrew, Am. Min. **41**. 1956. 276. — I. D. Kondrashev, Kristallografiya **3**. 1958. 696 (Struktur für synthet. Kristalle,  $a_0 = 5.53$ ,  $b_0 = 2.88$ ,  $c_0 = 5.90$  Å,  $\beta = 104.6^\circ$ ; Formel).

## 6.) Montroydit-Lithargit-Gruppe.

<b>Montroydit</b>	HgO	Rhombisch-dipyramidal $D_{2h}^{16}$ — Pnma
(Moses, 1903)		$a_0 = 6.61$ $b_0 = 5.52$ $c_0 = 3.52^1$ $a_0:b_0:c_0 = 1.197:1:0.638$ $Z = 4$
<b>Lithargit (rot)</b>	$\alpha$ -PbO	Ditetragonal-dipyramidal $D_{4h}^7$ — $P4_2/nmm$
(Wherry, 1917)		$a_0 = 3.96$ $c_0 = 5.00$ $c_0/a_0 = 1.263$ $Z = 2^2$
<b>Massicotit (gelb)</b>	$\beta$ -PbO	Rhombisch-dipyramidal $D_{2h}^9$ — P $cma^{3a}$
(Huot, 1841)		$a_0 = 5.48$ $b_0 = 5.88$ $c_0 = 4.74^3$ $a_0:b_0:c_0 = 0.932:1:0.806$ $Z = 4$
(Bleiglatte, $> 489^\circ C$ )		

Vom Lithargit existiert bei Zimmertemperatur eine orthorhombisch deformierte Strukturvariante  $\alpha'$ . Erdiges PdO, sog. **Palladinit** (Shepard, 1857) ist angeblich auf Porpezit beobachtet worden<sup>4</sup>).

<sup>1</sup>) K. Aurivillius, Acta Cryst. **9**. 1956. 685; Acta Chem. Scand. **10**. 1956. 852 (Struktur, SR. **20**. 266).

<sup>2</sup>) R. G. Dickinson & I. B. Friauf, J. Am. Chem. Soc. **46**. 1924. 2457. (Strukturvorschlag). — J. W. Moore & L. Pauling, J. Am. Chem. Soc. **63**. 1941. 1392 (Struktur, SR. **11**. 237). — A. Byström, Ark. Kem. Min. Geol. **20** A. 1945. Nr. 11 (Struktur, SR. **11**. 237). — L. J. Leciejewicz, Acta Cryst. **14**. 1961. 1304 (Bestätigung der Sauerstofflagen durch Neutronenbeugung).

<sup>3</sup>) A. Byström, Ark. Kem. Min. Geol. **17** B. 1943. Nr. 8 (Struktur, SR. **11**. 238). — Vgl. F. Halla & F. Pawlek, Z. phys. Chem. **128**. 1927. 49. — J. A. Darbyshire, J. Chem. Soc. London 1932. 211.

<sup>3a</sup>) M. I. Mortimer, Acta Cryst. **14**. 1961. 80. — J. Leciejewicz, Acta Cryst. **14**. 1961. 66.

<sup>4</sup>) W. J. Moore & L. Pauling, J. Am. Chem. Soc. **63**. 1941. 1392 (Struktur von synthet. PdO, SR. **8**. 124).

## 7.) Brownmillerit-Mayenit-Gruppe.

<b>Brownmillerit</b>	$2 CaO \cdot AlFeO_3^1$	Rhombisch-dipyramidal $D_{2h}^{28}$ — Im $ma^{1a}$ )
(Spohn, 1932)		$a_0 = 5.58$ $b_0 = 14.50$ $c_0 = 5.34^{1b}$ $a_0:b_0:c_0 = 0.385:1:0.368$ $Z = 4$
Synthetisch	$2 CaO \cdot Fe_2O_3$	Rhombisch-dipyramidal $D_{2h}^{16}$ — P $cmn^2$ )
		$a_0 = 5.64$ $b_0 = 14.68$ $c_0 = 5.39^2$ $a_0:b_0:c_0 = 0.384:1:0.367$ $Z = 4$
<b>Mayenit</b>	$12 CaO \cdot 7 Al_2O_3$	Kubisch $T_d^6$ — $I\bar{4}3d$ (?) <sup>3</sup> )
(Hentschel, 1964)		$a_0 = 12.02$ $Z = 3^{3a}$ )

Ähnlichkeiten des Pulverdiagrammes von Mayenit mit dem von Grossular machen eine granatähnliche Formel,  $Ca_{4.5}Al_2[AlO_4]_3$ , mit  $Z = 8$  wahrscheinlich.

<sup>1</sup>) W. C. Hansen, L. T. Brownmiller & R. L. Bogue, J. Am. Chem. Soc. **50**. 1928. 396 (Kunstprodukt). — G. Hentschel, N. Jb. Min. Mh. 1964. 22 (als Mineral beobachtet).

<sup>1a</sup>) W. Büssel, Fortschr. Min. **22**. 1937. XXXI (Strukturvorschlag). — D. K. Smith, Acta Cryst. **15**. 1962. 1146.

<sup>1b</sup>) E. F. Bertaut, P. Blum & A. Sagnières, Acta Cryst. **12**. 1959. 149 (Struktur).

<sup>2</sup>) E. F. Bertaut, P. Blum & A. Sagnières, 1959, l. c.

<sup>3</sup>) W. Büssel & A. Eitel, Z. Krist. **95**. 1936. 175 (für synthet. Material,  $a_0 = 11.97$ ). — H. G. Midgley, Mag. Concr. Res. **9**. 1956. 17 ( $a_0 = 12.01$ ).

<sup>3a</sup>) G. Hentschel, 1964, l. c. (für Mayenit von Mayen, Eifel).

B.)  $M_3O_4$ - und verwandte Verbindungen

1.) Spinell-Reihe. Kubisch-hex'oktaedrisch,  $O_h^7 - Fd\bar{3}m$ .  $Z = 8^1$ ); von den Kationen sind pro Zelle — entsprechend den beiden Formeltypen  $A^{[4]}B^{[6]}_2O_4$  und  $B^{[4]}A^{[6]}B^{[6]}O_4^{1a}$ ) acht tetraedrisch von vier O und sechzehn oktaedrisch von sechs O umgeben. Zu  $A^{[4]}B^{[6]}_2O_4$  gehören z. B.:  $FeAl_2O_4$ ,  $MnAl_2O_4$ ,  $ZnAl_2O_4$ ,  $NiAl_2O_4$ ,  $CoAl_2O_4$ ; zu  $B^{[4]}A^{[6]}B^{[6]}O_4$  (inverse Spinelle):  $Fe^{III}MgFe^{III}O_4$ ,  $GaMgGaO_4$ ,  $InMgInO_4$ ,  $MgTiMgO_4$  u. a. — Isotypie und weitgehende Mischbarkeit.

## a) Aluminatspinelle

<b>Spinell</b> (Agricola, 1546) (Magnesiospinell)	$MgAl_2O_4$	$a_0 = 8.102^2$
<b>Hercynit</b> (Zippe, 1847) (Ferrosinell)	$FeAl_2O_4$	8.135 <sup>2</sup> )
<b>Galaxit</b> (Ross & Kerr, 1932) (Manganspinell)	$MnAl_2O_4$	8.287 <sup>2</sup> )
<b>Gahnit</b> (von Moll, 1807) (Zinkspinell)	$ZnAl_2O_4$	8.078 <sup>2</sup> ) <sup>2a)</sup>
Synthetisch („Nickelspinell“)	$NiAl_2O_4$	8.06 <sup>3</sup> )

## b) Ferritspinelle

<b>Magnesioferrit</b> (Rammelsberg, 1859)	$MgFe_2O_4$	$a_0 = 8.383^2$ )
<b>Magnetit</b> (Haidinger, 1845) (Magneteisenerz)	$Fe_3O_4$	8.391 <sup>2</sup> )
<b>Jakobsit</b> (Damour, 1869)	$MnFe_2O_4$	8.474 <sup>2</sup> )
<b>Franklinit</b> (Berthier, 1819)	$ZnFe_2O_4$	8.420 <sup>2</sup> )
<b>Trevorit</b> (Crosse, 1921)	$NiFe_2O_4$	8.43 <sup>3</sup> )

## c) Chromitspinelle

<b>Magnesiochromit</b> (Bock, 1868)	$MgCr_2O_4$	$a_0 = 8.321^2$ )
<b>Picotit</b> (Charpentier, 1812)	$(Fe, Mg)(Al, Cr, Fe)_2O_4$	—

Chromohercynit (Lacroix, 1920)	$\text{Fe}(\text{Al}, \text{Cr})_2\text{O}_4$	—
<b>Chromit</b> (Haidinger, 1845) ( <b>Chromeisenerz</b> )	$\text{FeCr}_2\text{O}_4$	8.361 <sup>2)</sup>
Synthetisch	$\text{MnCr}_2\text{O}_4$	8.51 <sup>4)</sup>
Synthetisch	$\text{ZnCr}_2\text{O}_4$	8.34 <sup>4)</sup>
Synthetisch	$\text{NiCr}_2\text{O}_4$	8.33 <sup>4)</sup>

## d) Vanadium- und Titanspinelle

<b>Coulsonit</b> (Dunn, 1937 <sup>4c)</sup> )	$\text{Fe}^{2+}\text{V}_2^{5+}\text{O}_4$	$a_0 = 8.49^{4a)}$
<b>Ulvit</b> (Mogensen, 1946) ( <b>Ulvöspinell</b> )	$\text{Fe}_2^{2+}\text{Ti}^{4+}\text{O}_4$	8.53 <sup>4b)</sup>

Reines  $\text{MgAl}_2\text{O}_4$  ist farblos; durch geringfügige  $\text{Cr}^{3+}$ - und  $\text{Fe}^{2+}$ -Gehalte ist der in der Natur vorkommende Spinell im allgemeinen rot, durch Ferrogehalt blau, durch Ferri- und Cu-Gehalte grün (Chlorospinell); als Pleonast werden dunkle ferrohaltige Spinelle bezeichnet.

Die Spinelle besitzen häufig einen  $\text{Al}_2\text{O}_3$ - und gelegentlich einen O-Überschuß, die beide durch Leerstellen im Metallatomgitter bedingt sind. **Vanadomagnetit** (Heron, 1936) enthält bis 5 Gew.-% Vanadiumoxid. Ulvit, Ulvöspinell<sup>5)</sup> ist in neuerer Zeit sowohl in selbständigen kleinen Kristallen als auch als feinstes Entmischungsprodukt in vielen „Titanomagnetiten“ beobachtet worden, wobei Titanomagnetit als Mischkristall (bzw. Entmischungsprodukt) Ulvit-Magnetit aufzufassen ist. **Limait** (Cotelo Neiva, 1954) ist eine zinnhaltige Varietät von Gahnit mit  $\text{Zn}:\text{Sn} = 3:1^6)$ ; die Pulveraufnahmen deuten auf eine Überzelle mit  $a_0 = 4 \times 8.07$  hin<sup>6a)</sup>. Synthetisches  $7\text{ZnO} \cdot \text{Sb}_2\text{O}_5$ ,  $a_0 = 8.59^{6b)}$ , sowie  $\text{LiAl}_5\text{O}_8$  (Kordes, 1935) und  $\text{Li}_4\text{Ti}_7\text{O}_{18}$  (Bertaut und Durif, 1953) besitzen ebenfalls Spinellstruktur; manche natürlichen Alkalispinelle besitzen  $(\text{Na}, \text{K})_2\text{O}$ -Gehalte bis zu 3.6 Gew.-% (Eckermann, 1922).

Magnetit wird bei  $-178^\circ\text{C}$  orthorhombisch,  $a_0 = 5.91$ ,  $b_0 = 5.945$ ,  $c_0 = 8.397^7)$ .

Synthetisches  $\text{CuFe}_2\text{O}_4$  besitzt gering tetragonal deformierte Spinellstruktur mit  $a_0 = 8.31$ ,  $c_0/a_0 = 1.03^8)$ .  $\text{MgTi}_2^{3+}\text{O}_4$ , als Schlackenprodukt „Baikovit“, ist schwach doppelbrechend mit  $n = 1.807 \pm 0.002^9)$ .

Zn-haltiger Chromit von Outokumpo hat  $a_0 = 8.345^{10)}$ .

<sup>1)</sup> W. H. Bragg, Phil. Mag. **30**. 1915. 305 (Struktur, SB. **1**. 350). — S. Nishikawa, Proc. Tokyo Math.-Phys. Soc. **8**. 1915. 199 (Struktur). — H. Jagodzinski & H. Saalfeld, Z. Krist. **110**. 1958. 197.

<sup>1a)</sup> Vgl. T. F. W. Barth & E. Posnjak, J. Wash. Acad. Sci. **21**. 1931. 225; Z. Krist. **82**. 1932. 325.

<sup>2)</sup> G. L. Clark, A. Ally & A. E. Badger, Am. J. Sci. **22**. 1931. 539 (für reine synthetische Kristalle). — E. Z. Basta, Min. Mag. **31**. 1957. 431 (Präzisionsgitterkonstanten analysierter Magnetite).



<sup>2a</sup>) B. H. Flinter, Am. Min. **43**. 1963. 194 (Abhängigkeit von  $a_0$ , D und n vom Verhältnis Mg:Zn:Fe:Mn). — H. Saalfeld, Z. Krist. **120**. 1964. 476 (Strukturdaten).

<sup>3</sup>) S. Holgersson, Lunds Univ. Årskrift **23**. 1927. Nr. 9.

<sup>4</sup>) J. Krause, Ber. D. Keram. Ges. **15**. 1934. 101. — <sup>4a</sup>) C. H. Mathewson, E. Spire & C. H. Samans, Trans. Am. Soc. Steel Treat. **20**. 1932. 267. — Vgl. W. Rüdorff & B. Reuter, Z. anorg. Chem. **253**. 1947. 177, 194 (synthet. Mg<sub>2</sub>VO<sub>4</sub>, MgV<sub>2</sub>O<sub>4</sub>, ZnV<sub>2</sub>O<sub>4</sub>). — F. Ball, H. M. Richardson & G. R. Rigby, Trans. Brit. Ceram. Soc. **53**. 1954. 376 (Synthet. FeV<sub>2</sub>O<sub>4</sub>).

<sup>4b</sup>) E. Pouillard, Thèse de Lille, 1949. 32. — R. Chevallier, J. Bolva & S. Mathieu, Bull. Soc. Franç. Min. **78**. 1955. 307.

<sup>4c</sup>) Vgl. A. S. Radtke, Am. Min. **47**. 1962. 1284.

<sup>5</sup>) F. Mogensen, Geol. Fören. Förh. **68**. 1946. 578. — P. Ramdohr, Econom. Geol. **48**. 1953. 677.

<sup>6</sup>) J. H. Cotelo Neiva, Mem. Notic. Min. Geol. Univ. Coimbra 1954. Nr. 36.

<sup>6a</sup>) J. H. Cotelo Neiva, A. Rimsky & A. Sandrea, Bull. Soc. Franç. Min. **78**. 1955. 97.

<sup>6b</sup>) H. Saalfeld, Acta Cryst. **16**. 1963. 836 (Strukturdaten). — Vgl. G. Bayer, Naturwiss. **48**. 1961. 46. — R. C. Linares & A. D. Mills, Acta Cryst. **15**. 1962. 1048.

<sup>7</sup>) S. C. Abrahams & B. A. Calboun, Acta Cryst. **6**. 1953. 105.

<sup>8</sup>) E. Prince & R. G. Treuting, Acta Cryst. **9**. 1956. 1025.

<sup>9</sup>) A. V. Rudneva, Akad. Wiss. (Nauk) USSR. 1958. 285.

<sup>10</sup>) T. P. Thayer, Ch. Milton, J. Dinnin & H. Rose, Am. Min. **49**. 1964. 1178.

Zahlreiche weitere Originalarbeiten siehe Strukturberichte, insbesondere SR. **11**. 497.

## 2.) Hausmannit-Reihe.

<b>Hausmannit</b> (Haidinger, 1827)	MnMn <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	Ditetragonal-dipyramidal D <sub>4h</sub> <sup>19</sup> — I4 <sub>1</sub> /amd $a_0 = 5.76$ [110] <sub>0</sub> = 8.14 $c_0 = 9.44$ $c_0/a_0 = 1.639$ $Z = 4^1$
<b><math>\alpha</math>-Vredenburgit</b> (Fermor, 1908)	(Mn, Fe) <sub>3</sub> O <sub>4</sub>	Tetragonal $a_0 = 5.78$ [110] <sub>0</sub> = 8.17 $c_0 = 9.35$ $c_0/a_0 = 1.618$ $Z = 4^2$
<b>Hetaerolith</b> (Moore, 1877)	ZnMn <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	Ditetragonal-dipyramidal D <sub>4h</sub> <sup>19</sup> — I4 <sub>1</sub> /amd $a_0 = 5.75$ $c_0 = 9.17$ $c_0/a_0 = 1.595$ $Z = 4^3$

### Anhang:

<b>Marokit</b> (Gaudefroy & al., 1963)	CaMn <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	Orthorhombisch D <sub>2h</sub> <sup>11</sup> — Pmab (?) $a_0 = 9.71$ $b_0 = 10.03$ $c_0 = 3.16$ $a_0:b_0:c_0 = 0.968:1:0.315$ $Z = 4^4$
---	----------------------------------	---

Hausmannit und Hetaerolith sind gittermäßig eng mit Spinell verwandt (Aminoff, 1926); sie bilden mit Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> (Magnetit), MnFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub> (Jakobsit) und ZnFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub> (Franklinit) bei Temperaturen über 1000 °C eine kontinuierliche Reihe von Mischkristallen<sup>2a</sup>), von denen die Fe-reichen kubisch, die Mn-reichen tetragonal kristallisieren; bei Abkühlung erfolgt Entmischung in eine Spinellphase und eine tetragonale Phase vom Hausmannit-Typus. Die in der Natur auftretenden Entmischungsprodukte werden als „Vredenburgite“ bezeichnet; sie stellen vorzugsweise orientierte Verwachsungen von Jakobsit und Hausmannit dar, **Zinkvredenburgit** von Franklin ist eine orientierte Verwachsung von Franklinit und Hetaerolith<sup>2</sup>).

Der homogene  $\alpha$ -Vredenburgit von Långban ist metastabil und sekundär als Pseudomorphose nach Bixbyit entstanden<sup>2a</sup>).

**Hydro-Hausmannit** (Feitknecht & Marti, 1945),  $(Mn^{II}, Mn^{III})_3(O, OH)_4$ ,  $a_0 = 5.79$ ,  $c_0 = 9.49^{1a)}$  und **Hydro-Hetaerolith** (Palache, 1928),  $Zn(Mn, H_3)_2O_4$ ,  $a_0 = 5.72$ ,  $c_0 = 9.06^3)$ ,  $I4_1/amd^{2a)}$  sind Varietäten von Hausmannit bzw. Hetaerolith. Synthetisches  $CuMn_2O_4$  hat Spinellstruktur,  $a_0 = 8.31^5)$ .

<sup>1)</sup> G. Aminoff, Z. Krist. **64**. 1926. 475.

<sup>1a)</sup> C. Frondel, Am. Min. **33**. 1953. 761. — Vgl. A. D. Wadsley, 1955, l. c.

<sup>2)</sup> B. Mason, Geol. Fören. Förh. **68**. 1946. 51, hier um  $45^\circ$  gedreht. — <sup>2a)</sup> B. Mason, Am. Min. **32**. 1947. 426.

<sup>3)</sup> C. Frondel & E. W. Heinrich, Am. Min. **27**. 1942. 48. — <sup>3a)</sup> A. D. Wadsley, Am. Min. **40**. 1955. 349 (Strukturdiskussion). — J. McAndrew, Am. Min. **41**. 1956. 268:  $a_0 = 5.73$ ,  $c_0 = 9.00$ .

<sup>4)</sup> C. Gaudefroy, G. Juravsky & F. Permingeat, Bull. Soc. Franç. Min. Crist. **86**. 1963. 359.

<sup>5)</sup> C. Delorme, Bull. Soc. Franç. Min. Crist. **81**. 1958. 79.

3.) Trippkeit-Reihe. Ditetragonal-dipyramidal,  $D_{4h}^{13} - P4_2/mbc$ . Isotypie. Strukturtypus  $Pb_3O_4^3)$ .

<b>Trippkeit</b> (vom Rath, 1880)	$CuAs_2O_4$	$a_0 = 8.59$	$c_0 = 5.56^1)$
		$c_0/a_0 = 0.647$	$Z = 4$
<b>Schafarzikit</b> (Krenner, 1921)	$FeSb_2O_4$	$a_0 = 8.59$	$c_0 = 5.92^2) 2a)$
		$c_0/a_0 = 0.689$	$Z = 4$
<b>Mennige</b> (Minium)	$Pb_3O_4$	$a_0 = 8.80$	$c_0 = 6.56$
		$c_0/a_0 = 0.734$	$Z = 4^3)$

Mit Mennige sind weiterhin folgende synthetische Verbindungen isotyp:  $NiAs_2O_4$ ,  $MgSb_2O_4$ ,  $CoSb_2O_4$ ,  $NiSb_2O_4$ ,  $MnSb_2O_4$ ,  $ZnSb_2O_4^2)$ ,  $SnPb_2O_4^3)$ .

<sup>1)</sup> J. Zemann, Tscherm. Min. Petr. Mitt. **2**. 1951. 417.

<sup>2)</sup> S. Stähl, Ark. Kem. Min. Geol. **17 B**. 1943. Nr. 5.

<sup>2a)</sup> J. Zemann, Österr. Akad. Wiss. **87**. 1950. 200.

<sup>3)</sup> A. Byström & A. Westgren, Ark. Kemi, Min. Geol. **16 B**. 1943. Nr. 14 (Struktur, SR. **9**. 174; **11**. 239).

4.) Chrysoberyll-Swedenborgit-Gruppe.

<b>Chrysoberyll</b> (Werner, 1790) (Alexandrit)	$Al_2BeO_4$	Rhombisch-dipyramidal $D_{2h}^{16} - Pmcn$
		$a_0 = 5.48$ $b_0 = 4.43$ $c_0 = 9.41^1)$
		$a_0:b_0:c_0 = 1.237:1:2.124$ $Z = 4$
<b>Taaffeit</b> (Anderson, 1951)	$Al_4MgBeO_8$	Hexagonal-trapezoedrisch $D_6^6 - P6_322$
		$a_0 = 5.72$ $c_0 = 18.38$ $[10\bar{1}0]_0 = 9.91^2)$
		$c_0/a_0 = 3.21$ $Z = 4$
<b>Swedenborgit</b> (Aminoff, 1924)	$NaSbBe_4O_7$	Dihexagonal-pyramidal $C_{6v}^4 - P6_3mc$
		$a_0 = 5.43$ $c_0 = 8.82$ $[10\bar{1}0]_0 = 9.41^3)$
		$c_0/a_0 = 1.624$ $Z = 2$

Die Aufstellung von Chrysoberyll wurde entsprechend derjenigen von Olivin gewählt; pseudohexagonale Achse ist  $b$   $[010]$ , Zwillingsene (103). Es

besteht offenbar die Beziehung:  $a_0 : b_0 : c_0$  Chrysoberyll  $\sim a_0 : \frac{1}{4}c_0 : [1010]_0$  Taaffeit  $\sim a_0 : \frac{1}{2}c_0 : [1010]_0$  Swedenborgit; man vergleiche auch Sinhalit  $MgAlBO_4$ .

<sup>1)</sup> W. L. Bragg & G. B. Brown, Z. Krist. **63**. 1926. 122 (Struktur, SB. 1. 415). — E. F. Farrell, J. H. Fang & R. E. Newnham, Am. Min. **48**. 1963. 804 (Strukturverfeinerung).

<sup>2)</sup> B. W. Anderson, C. J. Payne & G. F. Claringbull, Min. Mag. **29**. 1951. 765.

<sup>3)</sup> G. Aminoff, Kungl. Svensk. Vetensk. Handl. **11**. 1933. Nr. 4 (Struktur, SB. 3. 69). — L. Pauling, H. P. Klug & A. N. Winchell, Am. Min. **20**. 1935. 492.

### C.) $M_2O_3$ - und verwandte Verbindungen

#### 1.) Claudetit-Valentinit-Gruppe.

<b>Claudetit</b>	$As_2O_3$	Monoklin-prismatisch $C_{2h}^5$ — $P2_1/n$
(Dana, 1868)		$a_0 = 5.26$ $b_0 = 12.90$ $c_0 = 4.55^{1)}$
		$a_0 : b_0 : c_0 = 0.408 : 1 : 0.353$ $\beta = 93^\circ 49'$ $Z = 4$
Synthetisch	$As_2O_3$	Monoklin $C_2^2$ — $P2_1$ oder $C_s^2$ — $Pn$
(„Claudetit II“)		$a_0 = 7.99$ $b_0 = 4.57$ $c_0 = 9.11^{2)}$
		$a_0 : b_0 : c_0 = 1.748 : 1 : 1.993$ $\beta = 101^\circ 41'$ $Z = 4$
<b>Valentinit</b>	$Sb_2O_3$	Rhombisch-dipyramidal $D_{2h}^{10}$ — $Pccn$
(Haidinger, 1845)		$a_0 = 4.93$ $b_0 = 12.48$ $c_0 = 5.43^{3)}$
(Antimonblüte)		$a_0 : b_0 : c_0 = 0.395 : 1 : 0.435$ $Z = 4$

Als Kunstprodukt kann  $As_2O_3$  auch in glasartigem Zustand erhalten werden<sup>4)</sup>.

<sup>1)</sup> M. J. Buerger, Am. Min. **27**. 1942. 216. — A. J. Frueh, Bull. Geol. Soc. Am. **61**. 1950. 1463 (Struktur, SR. 13. 226). — K. A. Becker, K. Plieth & I. N. Stranski, Z. anorg. Chem. **266**. 1951. 293.

<sup>2)</sup> K. A. Becker, K. Plieth & I. N. Stranski, Z. anorg. Chem. **275**. 1954. 297 (Struktur).

<sup>3)</sup> M. J. Buerger, Am. Min. **21**. 1936. 206 (Struktur, SB. 4. 20). — M. J. Buerger & S. B. Hendricks, Z. Krist. **98**. 1938. 1.

<sup>4)</sup> Vgl. H. Böttcher, K. Plieth, E. Reuber-Kürbs & I. N. Stranski, Z. anorg. Chem. **266**. 1951. 302.

#### 2.) Arsenolith-Bismut-Gruppe.

Die Struktur von Arsenolith entsteht aus dem Fluorittypus durch Ausfall eines Teiles der Anionen. Arsenolith und Senarmontit sind isotyp, Struktur mit Molekülen  $As_4O_6$  bzw.  $Sb_4O_6$ .

<b>Arsenolith</b>	$As_2O_3$	Kubisch-hex'oktaedrisch $O_h^7$ — $Fd3m$
(Dana, 1854)		$a_0 = 11.08$ $Z = 16^{1)}$
<b>Senarmontit</b>	$Sb_2O_3$	Kubisch-hex'oktaedrisch $O_h^7$ — $Fd3m$
(Dana, 1851)		$a_0 = 11.16$ $Z = 16^{2)}$
<b>Bismut</b>	$\alpha\text{-Bi}_2O_3$	Monoklin-prismatisch $C_{2h}^6$ — $P2_1/c$
(Dana, 1868)		$a_0 = 5.84$ $b_0 = 8.16$ $c_0 = 7.49$ $\beta = 112^\circ 56'^{3)}$
		$a_0 : b_0 : c_0 = 0.716 : 1 : 0.918$ $Z = 4$
Synthetisch	$\beta\text{-Bi}_2O_3$	Tetragonal-skalenoedrisch $D_{2d}^7$ — $P\bar{4}b2$
		$a_0 = 10.95$ $c_0 = 5.63$ $c_0/a_0 = 0.514$ $Z = 8^{3)}$

<b>Sillénit</b>	$(\gamma)$ - $\text{Bi}_2\text{O}_3$	Kubisch-innenzentriert (vielleicht Klasse $T_d$ )
	(Frondel, 1943)	$a_0 = 10.10$ $Z = 12^3$
Synthetisch	$\delta$ - $\text{Bi}_2\text{O}_3$	Kubisch $O_h^5 - \text{Fm}3m$
		$a_0 = 5.66^{3a)}$
<b>Russellit</b>	$(\text{Bi}_2, \text{W})\text{O}_3$	Tetragonal-skalenoedrisch $D_{2d}^{12} - \overline{14}2d$
	(Hey & Bannister, 1938)	$a_0 = 5.43$ $c_0 = 11.3$ $c_0/a_0 = 2.081$ $Z = 4^1$ )

## Anhang:

<b>Koechlinit</b>	$\text{Bi}_2\text{MoO}_6$	Rhombisch-dipyramidal $D_{2h}^{18} - \text{Cmca}$
	(Schaller, 1914)	$a_0 = 5.50$ $b_0 = 16.24$ $c_0 = 5.49^5$
		$a_0:b_0:c_0 = 0.339:1:0.338$ $Z = 4$

Am synthetischen  $\text{Bi}_2\text{O}_3$  beobachtete man vier verschiedene Modifikationen: 1. Eine bei gewöhnlicher Temperatur stabile monokline  $\alpha$ -Form, 2. eine tetragonale  $\beta$ -Form, 3. eine raumzentriert-kubische und 4. eine einfach-kubische Form. Bismite von 15 Lokalitäten haben sich als Bi-Carbonate erwiesen; als  $\alpha$ - $\text{Bi}_2\text{O}_3$  war bisher lediglich ein graugrünes Umwandlungsprodukt von Wismut von Colavi (Bolivien) erkennbar;  $\gamma$ - $\text{Bi}_2\text{O}_3$  wurde auf Stufen von Durango (Mexiko) identifiziert und als Sillénit bezeichnet (Frondel, 1943). Russellit, nach Bannister und Hey (1937) ein Mischkristall von  $\text{Bi}_2\text{O}_3$  und  $\text{WO}_3$ , muß eine dem  $\beta$ - $\text{Bi}_2\text{O}_3$  verwandte Struktur besitzen (man vergleiche die Gitterkonstanten!). Das von Hüttig, Tsuji und Steiner (1931) synthetisch erhaltene  $\text{Bi}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$  tritt möglicherweise auch als Mineral auf. Sillén und Lundborg (1943) fanden im System  $\text{Bi}_2\text{O}_3 - \text{WO}_3$  vier verschiedene Mischungsphasen, die sich alle von einem flächenzentrierten kubischen Gitter mit  $a_0 \sim 5.5 \text{ \AA}$  ableiten lassen.

<sup>1)</sup> R. M. Bozorth, J. Am. Chem. Soc. **45**. 1923. 1621, für künstliche Kristalle (Struktur, SB. **1**. 245). — F. Lihl, Z. Krist. **81**. 1931. 142. — Vgl. K. E. Almin & A. Westgren, Ark. Kemi **15B**. 1942. 1 (Struktur, SR. **9**. 164).

<sup>2)</sup> R. M. Bozorth 1923, l. c. (Struktur, SB. **1**. 245); U. Dehlinger, Z. Krist. **66**. 1927. 41. — Vgl. Almin & Westgren 1942, l. c.

<sup>3)</sup> L. G. Sillén, Ark. Kemi **12**. 1937. Nr. 18 (Struktur, SB. **5**. 9); Z. Krist. **103**. 1941. 274; für synthetisches Material, vgl. auch B. Aurivillius & L. G. Sillén, Nature **155**. 1945. 305. — W. C. Schumb & E. S. Rittner, J. Am. Chem. Soc. **65**. 1943. 1055.

<sup>3a)</sup> G. Gattow & H. Schröder, Z. anorg. Chem. **318**. 1962. 176.

<sup>4)</sup> M. H. Hey, F. A. Bannister & A. Russell, Min. Mag. **25**. 1938. 41.

<sup>5)</sup> C. W. Wolfe & C. Frondel, Dana **2**. 1951. 1092 ( $a_0 = 5.49$ ,  $b_0 = 16.19$ ,  $c_0 = 5.49$ ). — J. Zemann, Heidelberger Beitr. Min. Petr. **5**. 1956. 139 (Struktur, Mo ist oktaedrisch koordiniert, während im  $\text{La}_2\text{MoO}_6$  Tetraeder  $\text{MoO}_4$  vorliegen; vgl. L. G. Sillén & K. Lundborg, Z. anorg. Chem. **252**. 1943. 2).

## 3.) Bixbyit-Reihe.

Die Struktur dieser Verbindung entsteht ebenfalls aus dem Fluorit-typus durch Ausfall eines Teiles der Anionen; die Symmetrie ist nicht streng kubisch.

<b>Partridgeit</b>	$\text{Mn}_2\text{O}_3$	Kubisch-disdodekaedrisch $T_h^- - \text{I}a3$
	(de Villiers, 1943)	$a_0 = 9.43$ $Z = 16^1$ )

<b>Bixbyit</b>	(Mn, Fe) <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Kubisch-disdodekaedrisch T <sub>h</sub> <sup>7</sup> — Ia 3
(Penfield & Foote, 1897)		a <sub>0</sub> = 9.39 Z = 16 <sup>2</sup> )
(Sitaparit, Fermor, 1908)		
<b>Avicennit</b>	Tl <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Kubisch <sup>3)</sup> T <sub>h</sub> <sup>7</sup> — Ia 3
(Karpova & al., 1958)		a <sub>0</sub> = 10.54 <sup>3a)</sup> Z = 16

Diese Mineralien sind optisch schwach anisotrop; zudem zeigt Bixbyit (ebenso wie Sitaparit) im Anschliff einen fein lamellaren Aufbau in polysynthetischer Verzwilligung nach (100)<sup>2a)</sup>. Der Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-Gehalt kann offenbar bis auf ca. 60% ansteigen; als Partridgeit sollen Mischkristalle mit höchstens 10% Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> bezeichnet werden<sup>1a)</sup>.

Synthetisch	γ-Mn <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Tetragonal
		a <sub>0</sub> = 5.7 c <sub>0</sub> = 9.4 <sup>4)</sup>

<sup>1)</sup> W. H. Zachariasen, Z. Krist. **67**. 1928. 455 (für synthet. Material. Struktur SB. **2**. 38, Ref. SB. **1**. 786). — <sup>1a)</sup> J. E. de Villiers, Am. Min. **28**. 1943. 336 u. 468.

<sup>2)</sup> L. Pauling & M. P. Shappell, Z. Krist. **75**. 1930. 128 (Struktur, SB. **2**. 39). — Vgl. H. Dachs, Z. Krist. **107**. 1956. 370 (Präzisionsbestimmung der Struktur). — <sup>2a)</sup> B. Mason, Geol. Fören. Förh. **64**. 1942. 117. — Zur Nomenklatur: M. Fleischer, Am. Min. **28**. 1943. 469.

<sup>3)</sup> K. N. Karpova, E. A. Konkova, E. D. Larkin & V. F. Savelev, Doklady Akad. Nauk (Vortr. Akad. Wiss.) Usbek. SSR **2**. 1958. 23.

<sup>3a)</sup> M. Fleischer, Am. Min. **44**. 1959. 1324. (Hinweis auf ASTM-Kartei).

<sup>4)</sup> E. J. W. Verwey & J. H. de Boer, Rec. Trav. chim. Pays-Bas. **55**. 1936. 531.

#### 4.) Korund-Ilmenit-Gruppe.

Korund und Ilmenit unterscheiden sich entsprechend Calcit-Dolomit bei ganz analoger Kristallstruktur lediglich durch das Vorhandensein bzw. Fehlen von Gleitspiegelebenen c.

a) Korund-Reihe. Isotypie. Hexagonal-dichteste Kugelpackung der Sauerstoffe<sup>1)</sup>. Ditrigonal-skalenoedrisch, D<sub>3d</sub><sup>6</sup> — R $\bar{3}c$ .

<b>Korund</b>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	a <sub>rh</sub> = 6.99 α = 85° 43' Z = 8 (flächenzentriert)*)
(Corundum, altindisch)		a' <sub>rh</sub> = 5.14 α' = 55° 16' Z = 2**)
		Hexagonale Zelle: a <sub>0</sub> = 4.77 c <sub>0</sub> = 13.04 <sup>1)</sup>
		c <sub>0</sub> /a <sub>0</sub> = 2.734 Z = 6 c/a = 1.363
<b>Haematit</b>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	a <sub>rh</sub> = 7.40 α = 85° 42' Z = 8 (flächenzentriert)
(Theophrastus, 315 v. Chr.)		a' <sub>rh</sub> = 5.43 α' = 55° 14' Z = 2
		Hexagonale Zelle: a <sub>0</sub> = 5.04 c <sub>0</sub> = 13.77 <sup>1)</sup>
		c <sub>0</sub> /a <sub>0</sub> = 2.732 Z = 6 c/a = 1.366
Synthetisch	Ti <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	a' <sub>rh</sub> = 5.43 α' = 56° 50'
		Hexagonale Zelle: a <sub>0</sub> = 5.15 c <sub>0</sub> = 13.64 <sup>1)</sup>
<b>Eskolait</b>	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	a' <sub>rh</sub> = 5.34 α' = 55° 09'
(Kouvo & Vuorelainen, 1958)		Hexagonale Zelle: a <sub>0</sub> = 4.96 c <sub>0</sub> = 13.60 <sup>1)</sup>
		c <sub>0</sub> /a <sub>0</sub> = 2.743 Z = 6 c/a = 1.372
<b>Karelianit</b>	V <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Hexagonale Zelle: a <sub>0</sub> = 4.99 c <sub>0</sub> = 13.98 <sup>1)</sup>
(Long & al., 1963)		c <sub>0</sub> /a <sub>0</sub> = 2.802 Z = 6

**Sapphir** und **Rubin** sind blaue bzw. rote Varietäten von Korund mit mehr oder weniger guter Edelsteinqualität.

Als **Eisenglanz** und **Specularit** bezeichnet man gut kristallisierten Haematit, als „**Eisenglimmer**“ dünnblättrige Aggregate, als **Roteisenerz**, **roten Glaskopf**, **Blutstein** und **Rötel** das wasserfreie, derbe und erdige Eisenoxid. Feinfaseriger Blutstein von Schneeberg in Sachsen und roter Glaskopf von Herdorf ergaben in der Faserrichtung die Identitätsperiode 8.80 Å; es ist dies [1010] in hexagonaler Aufstellung. Roter Glaskopf von Schneeberg in Sachsen ergab längs der Faserachse 5.09 Å = a-Richtung in hexagonaler Aufstellung.

**Martite** (Breithaupt, 1828) sind Pseudomorphosen von Haematit nach Magnetit; eine Teilpseudomorphose dürfte **Ferrotin** (Sasima, 1937) sein<sup>4</sup>).

\*) Dem Einheitsrhomboeder in morphologischer Orientierung entsprechende Zelle.

\*\*) Morphologisch dem Rhomboeder (4041) entsprechende wahre Elementarzelle.

<sup>1</sup>) W. H. Bragg, J. Chem. Soc. **121**. 1922. 2766 (Struktur, SB. 1. 240). – L. Pauling & S. B. Hendricks, J. Am. Chem. Soc. **47**. 1925. 781 (Struktur). – W. H. Zachariasen, Skr. Akad. Oslo, Nat. Mat. Kl. 1928. Nr. 4 (Gitterkonstanten). – R. E. Newnham & Y. M. de Haan, Z. Krist. **117**. 1962. 235 (Strukturverfeinerung). – H. Saalfeld, Z. Krist. **120**. 1964. 342 ( $\text{Al}_2\text{O}_3$  –  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ).

<sup>2</sup>) O. Kouvo & Y. Vuorelainen, Am. Min. **43**. 1958. 1098. ( $\text{Cr}_2\text{O}_3$  als Mineral). – Vgl. Ch. Tennyson, Am. Min. **46**. 1961. 998.

<sup>3</sup>) J. V. P. Long, Y. Vuorelainen & O. Kouvo, Am. Min. **48**. 1963. 33. ( $\text{V}_2\text{O}_5$  als Mineral).

<sup>4</sup>) Von Sibirien, Schubnikow 1937; FeO 61.30%,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  33.20%, stark magnetisch.

b) **Ilmenit-Reihe**. Isotypie. Hexagonal dichteste Kugelpackung der Sauerstoffe<sup>1</sup>). Trigonal-rhomboedrisch,  $C_{3i}^2$  –  $R\bar{3}$ .

<b>Geikielith</b>	$\text{MgTiO}_3$	$a'_{\text{rh}} = 5.55$	$\alpha' = 54^\circ 39'$	$Z = 2$	$c/a = 1.370$
(Dick, 1892)		$a_0 = 5.10$	$c_0 = 14.12$	$c_0/a_0 = 2.769$	
<b>Ilmenit</b>	$\text{FeTiO}_3$	$a'_{\text{rh}} = 5.53$	$\alpha' = 54^\circ 49'$	$Z = 2$	$c/a = 1.385$
(Kupffer, 1827)		$a_0 = 5.09$	$c_0 = 14.07$	$c_0/a_0 = 2.764$	
<b>Pyrophanit</b>	$\text{MnTiO}_3$	$a'_{\text{rh}} = 5.63$	$\alpha' = 54^\circ 16'$	$Z = 2$	$c/a = 1.369$
(Hamberg, 1890)		$a_0 = 5.14$	$c_0 = 14.36$	$c_0/a_0 = 2.794$	

Zwischen Haematit und Ilmenit herrscht begrenzte Mischkristallbildung: Haematit – **Titanohaematit** (Edwards, 1938) – Mischungslücke – **Ferriilmenit** – Ilmenit; im Titanohaematit kann  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  bis zu  $\frac{1}{3}$  durch  $\text{FeTiO}_3$ , im Ferriilmenit  $\text{FeTiO}_3$  bis zu  $\frac{1}{3}$  durch  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  vertreten sein<sup>2</sup>). **Pikroilmenit** (Groth, 1890) enthält bis 16% MgO. **Manganilmenit** (Simpson, 1929) 14% MnO. **Magnetoilmenite** sind nach Ramdohr hexagonale Mischkristalle von Ilmenit mit wenig „Magnetit“.

<sup>1</sup>) T. F. W. Barth & E. Posnjak, Z. Krist. **88**. 1934. 265 (Gitterkonstanten). – E. Posnjak & T. F. W. Barth, Z. Krist. **88**. 1934. 275.

<sup>2</sup>) R. Chevallier, J. Bolfa & S. Mathieu, Bull. Soc. Franç. Min. **78**. 1955. 307.

c) <b><math>\gamma</math>-Korund-Reihe</b> . Kubisch dichteste Kugelpackung der Sauerstoffe.		
Synthetisch	$\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$	Kubisch, spinellähnliche Struktur
		$a_0 = 7.92^1$ )
<b>Maghemit</b>	$\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$	Kubisch, spinellähnliche Struktur. $T^4\text{-P}2_13$ (?)
(Wagner, 1927)		$a_0 = 8.32^2$ )

Maghemit ist magnetisches, durch Oxydation von Magnetit entstandenes  $\gamma$ -Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. Titanomaghemit (Katsura & Kushiro, 1961) ist oxydierter Titanomagnetit.<sup>3)</sup>

Durch Erhitzen eines Einkristalles von Hydrargillit erhielt Tertian<sup>4)</sup> eine hexagonale Strukturvariante von  $\gamma$ -Korund, in welcher die Sauerstoffe wie im  $\gamma$ -Korund eine kubisch dichteste Kugelpackung bilden und Al die gleichen Atomlagen wie im Korund einnimmt:  $\gamma'$ -Korund,  $a_0 = 8.40$ ,  $c_0 = 13.65$ ,  $Z = 18$ . Mit ihm ist Nigerit (Jacobson & Webb, 1947) vergleichbar: (Al, Fe)<sub>12</sub>(Sn, Zn, Mg, Fe)<sub>3</sub>H<sub>2</sub>O<sub>24</sub>, ditrigonal-skalenoedrisch, D<sub>3d</sub><sup>1</sup> - P3m1 oder D<sub>3d</sub><sup>1</sup> - P31m,  $a_0 = 5.72$ ,  $c_0 = 13.865$ .  $a_0$  von Nigerit ist  $2/3 a_0$  von  $\gamma'$ -Korund, der O-Inhalt der Elementarzelle verhält sich entsprechend wie 4:9.

<sup>1)</sup> H. B. Barlett, J. Am. Ceram. Soc. **15**. 1932. 361. - R. Brill, Z. Krist. **83**. 1932. 323.

<sup>2)</sup> G. Hägg, Z. physik. Chem. B. **29**. 1935. 95. - R. Haul & Th. Schoon, Z. physik. Chem. B. **44**. 1939. 216. - Vgl. J. Thewlis, Phil. Mag. **12**. 1931. 1089. - B. Mason, Geol. Föreh. Förh. **65**. 1943. 95.

<sup>3)</sup> T. Katsura & I. Kushiro, Am. Min. **46**. 1961. 134.

<sup>4)</sup> R. Tertian, C. R. Acad. Sci. Paris **230**. 1950. 230. - Vgl. H. C. Stumpf, A. S. Russel, J. W. Newsome & C. M. Tucker, Industr. Engng. Chem. **42**. 1950. 1398.

<sup>5)</sup> F. A. Bannister, M. H. Hey & H. P. Stadler, Min. Mag. **28**. 1947. 129 (Pulverdiagramm ganz ähnlich Gahnit).

Weitere Originalarbeiten zur Korund-Ilmenit-Gruppe siehe Strukturberichte.

5.) „ $\beta$ -Korund“-Magnetoplumbit-Gruppe. Hibonit und Magnetoplumbit sind isotyp.

„ $\beta$ -Korund“ (synthetisch)	NaAl <sub>23</sub> O <sub>35</sub>	Dihexagonal-dipyramidal D <sub>6h</sub> <sup>1</sup> - P6/mmc $a_0 = 5.57$ $c_0 = 22.60$ $c_0/a_0 = 4.057$ $Z = 1^1$
Högbomit (?) (Gavelin, 1916)	Na <sub>x</sub> (Al, Fe, Ti) <sub>21-x</sub> O <sub>36-x</sub>	Hexagonal $a_0 = 5.69$ $c_0 = 22.43$ $c_0/a_0 = 3.942$ $Z = 4^2$
Hibonit (Curien & al., 1956)	CaO · 6Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Dihexagonal-dipyramidal $a_0 = 5.61$ $c_0 = 22.16$ $c_0/a_0 = 3.950$ $Z = 2^3$
Magnetoplumbit (Aminoff, 1925)	PbO · 6Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Dihexagonal-dipyramidal D <sub>6h</sub> <sup>1</sup> - P6 <sub>3</sub> /mmc (?) $a_0 = 5.89$ $c_0 = 23.07$ $c_0/a_0 = 3.917$ $Z = 2^4$

Anhang:

Plumboferrit (Igelström, 1881)	PbO · 2Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Trigonal-trapezoedrisch D <sub>3</sub> <sup>1</sup> - P312 $a_0 = 11.88$ $c_0 = 47.23$ $c_0/a_0 = 3.976$ $Z = 42^5$
-----------------------------------	---------------------------------------	--

McKie hat von Högbomit folgende polytype Strukturvarianten festgestellt: Högbomit-4 H, -5 H, -6 H, -15 H, -15 R und -18 R, mit  $a_0 = 5.72$ ,  $c_0 = 4.6 \times n$  ( $n = 4, 5, 6$  etc.)<sup>2a)</sup>.

Im Hibonit ist Ca z. T. durch Ce, Al durch Ti, Mg, Fe vertreten.

Plumboferrit hat ziemlich genau doppelt so große Gitterkonstanten wie Magnetoplumbit, so daß sicherlich zwischen beiden enge strukturelle Beziehungen bestehen werden. Isotyp mit Magnetoplumbit sind die synthetischen

Verbindungen  $\text{SrO} \cdot 6\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{BaO} \cdot 6\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{CaO} \cdot 6\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{SrO} \cdot 6\text{Al}_2\text{O}_3$  und  $\text{BaO} \cdot 6\text{Al}_2\text{O}_3^{4a}$ ).

<sup>1)</sup> W. L. Bragg, C. Gottfried & J. West, Z. Krist. **77**. 1931. 255 (Struktur, SB. 2. 312).

<sup>2)</sup> V. J. Michejev, Röntgenometrische Identifizierung von Mineralien. Moskau 1957. — H. Strunz & E. Seeliger, Chemie d. Erde **22**. 1962. 681.

<sup>2a)</sup> D. McKie, Min. Mag. **33**. 1963. 563.

<sup>3)</sup> H. Curien, C. Guillemin, J. Orceel & M. Sternberg, C. R. Acad. Sci. Paris **242**. 1956. 2845.

<sup>4)</sup> V. Adelsköld, Ark. Kemi, Min. Geol. **12A**. 1938. Nr. 29 (Struktur, SB. 6. 74). —

<sup>4a)</sup> L. G. Berry, Am. Min. **36**. 1951. 512.

<sup>5)</sup> K. Johansson, Z. Krist. **68**. 1928. 87. — Vgl. B. Mason, Am. Min. **32**. 1947. 326.

6.) Davidit-Crichtonit-Reihe.

**Davidit**  $(\text{Fe}^{2+}, \text{Fe}^{3+}, \text{U}, \text{Ce}, \text{La})_2 (\text{Ti}, \text{Fe}^{3+}, \text{Cr}, \text{V})_5 \text{O}_{12}$   
(Mawson, 1906) Trigonal,  $R\bar{3}$  oder  $R3$   
 $a_0 = 10.37$   $c_0 = 20.87$   $c_0/a_0 = 2.013$   
 $Z = 9^{1)3)}$

**Crichtonit**  $(\text{Fe}^{2+}, \text{Fe}^{3+})_2 (\text{Ti}, \text{Fe}^{3+})_5 \text{O}_{12}$  Trigonal  
(Bournon, 1813)  $a_0 \sim 10.3 \cdot \sqrt{13}$ ;  $c_0 \sim 21^{2)3)}$

**Senait**  $(\text{Fe}^{2+}, \text{Fe}^{3+}, \text{Mn}, \text{Pb})_2 (\text{Ti}, \text{Fe}^{3+})_5 \text{O}_{12}$   
(Hussak & Prior, 1898) Trigonal,  $c/a = 1.94^3)$

**Mohsrit**  $(\text{Fe}^{2+}, \text{Ca}, \text{Mg})_2 (\text{Ti})_5 \text{O}_{12}$  (?) Trigonal  
(Lévy, 1827)  $c/a = 2.01^3)$

Davidit enthält orientiert eingewachsenen Rutil, entsprechend der bekannten Epitaxie  $\text{Fe}_2\text{O}_3 - \text{TiO}_2$ .

<sup>1)</sup> A. Pabst, Am. Min. **46**. 1961. 700.

<sup>2)</sup> F. A. Bannister, G. F. Claringbull & M. H. Hey, Am. Min. **38**. 1953. 734.

<sup>3)</sup> B. Contag, A. Pabst & H. Strunz, in Vorbereitung.

7.) Perowskit-Gruppe.

Der Idealtypus der Perowskit-Struktur ( $\text{ABO}_3$ ,  $O_h^{16} - \text{Pm}3m$ ,  $a_0 \sim 3.80 \text{ \AA}$ ,  $Z = 1$ ) ist nur selten verwirklicht, und zwar bei sehr großem A-Ion (K, Sr, Ba, Pb) bzw. bei hoher Temperatur (häufig ist  $a_0$  verdoppelt oder vervierfacht). Bei kleinerem A-Ion (Ca, Na, Cd etc.) herrscht bei Zimmertemperatur eine orthorhombisch (bzw. monoklin u. a.) deformierte Struktur vor.

**Perowskit**  $\text{CaTiO}_3$  Rhombisch-dipyramidal  $D_{2h}^{16} - \text{Pmm}$   
(Rose, 1839)  $a_0 = 5.37$   $b_0 = 7.64$   $c_0 = 5.44$   $Z = 4^1)$   
Kubisch:  $a_0 = 7.62^{1a)}$   $a_0 = 15.26^{1b)}$

**Dysanalyt**  $(\text{Ca}, \text{Na}, \text{Ce}) (\text{Ti}, \text{Nb}, \text{Fe}) \text{O}_3$   
(Knop, 1877) Rhombisch-dipyramidal  $D_{2h}^{16} - \text{Pmm}$   
 $a_0 = 5.45$   $b_0 = 7.78$   $c_0 = 5.55^{2a)}$   
Kubisch:  $a_0 = 7.6^{1a)}$ ;  $a_0 = 15.39^{2)}$

**Loparit**  $(\text{Na}, \text{Ce}, \text{Ca}) \text{TiO}_3$  Pseudokubisch  
(Fersman, 1922)



<b>Nioboloparit</b>	(Na, Ce, Ca) (Ti, Nb)O <sub>3</sub>	Pseudokubisch
	(Tichonenkova & Kazakova, 1957)	
<b>Lueshit</b>	NaNbO <sub>3</sub>	Orthorhombisch
	(Safiannikoff, 1959)	a <sub>0</sub> = 5.51 b <sub>0</sub> = 2 × 7.76 c <sub>0</sub> = 5.58 <sup>3)</sup>
		Kubisch: a <sub>0</sub> = 3.89 <sup>3a)</sup>

Die in der Natur vorkommenden Perowskite, Dysanalyte usw. bestehen offenbar stets aus feinsten Lamellen einer monoklin deformierten Struktur<sup>5, 6, 1, 2)</sup>; als Gitterkonstanten hierfür sind a<sub>0</sub> ~ 7.6 und ~ 15.2 mitgeteilt worden, in neuerer Zeit ist für Knopit von Afrikanda und Perowskit vom Ural a<sub>0</sub> ~ 3.80 bestimmt worden<sup>7)</sup>.

Lueshit stimmt im Pulverdiagramm gut mit synthet. orthorhomb. α-NaNbO<sub>3</sub> überein; als „Igdloit“ (Danö & Sörensen, 1959) ist kubisches γ-NaNbO<sub>3</sub> bezeichnet worden; „Natroniobit“ (Bulakh, Kucharenko & al., 1962), gleichfalls NaNbO<sub>3</sub>, soll monoklin sein<sup>3b)</sup>.

**Uhligit** (Hauser, 1909) ist strukturell und vielleicht auch chemisch mit Perowskit identisch. **Knopit** (Holmquist, 1894) ist ein Perowskit mit 4–5 Gew.-% Cererden. **Metaloparit** (Gerasimovski, 1941) geht aus dem Loparit durch hydrothermale Umwandlung hervor und unterscheidet sich von diesem hauptsächlich durch Wasseraufnahme und Verlust der Alkalien und eines Teiles der Erdalkalien.

**Zirkelit** (Hussak & Prior 1895), (Ca, Fe, Th, U)<sub>2</sub> (Ti, Zr)<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (?) läßt sich im Pulverdiagramm nicht kubisch indizieren und besitzt wohl rhomboedrisch-pseudokubische Symmetrie; **Zirkelit** (Blake & Smith, 1913), hexagonal, c/a = 1.165, ist ca. (Ca, Ce, Y, Fe) (Ti, Zr, Th)<sub>3</sub>O<sub>7</sub> mit ca. 1 bis 14% U<sub>3</sub>O<sub>8</sub>.

Interessant ist die Struktur einer Reihe synthetischer Verbindungen, z. B. CaBi<sub>2</sub>Nb<sub>2</sub>O<sub>9</sub> mit a<sub>0</sub> = 5.435, b<sub>0</sub> = 5.485, c<sub>0</sub> = 24.87 und Z = 4, die abwechselnd aus einem Doppel-Perowskit-Typ und Bi<sub>2</sub>O<sub>2</sub><sup>2+</sup>-Schichten aufgebaut sind<sup>8)</sup>.

<sup>1)</sup> H. F. Kay & P. C. Bailey, Acta Cryst. **10**. 1957. 219 (Struktur für synthet. CaTiO<sub>3</sub>).

<sup>1a)</sup> O. Zedlitz, N. Jb. Min. Beil.-Bd. **75**. 1939. 245.

<sup>1b)</sup> J. Murdoch, Am. Min. **36**. 1951. 573.

<sup>2)</sup> T. F. W. Barth, Norsk. Geol. Tidskr. **8**. 1925. 201 (Struktur, SB. **1**. 300).

<sup>2a)</sup> E. H. Nickel & R. C. McAdam, Canad. Min. **7**. 1963. 683 (für „niobian perovskite“; nach Nickel, 1964, soll bei Nb > Ti der Name Latrappit verwendet werden).

<sup>3)</sup> E. A. Wood, Acta Cryst. **4**. 1951. 353 (synthet. – NaNbO<sub>3</sub>).

<sup>3a)</sup> M. Danö & H. Sörensen, Medd. om Grönland **162**. 1959. 1. – Vgl. M. H. Francombe, Acta Cryst. **9**. 1956. 256 (synthet. kub. NaNbO<sub>3</sub>, a<sub>0</sub> = 3.94).

<sup>3b)</sup> A. G. Bulakh, A. A. Kucharenko, Y. N. Knipovich, V. V. Kondrateva, K. A. Baklanova & E. N. Baranova, Ref. in Vses. Min. Obshch. **92**. 1962. 190.

<sup>4)</sup> H. D. Megaw, Faraday Trans. 1946. u. a. (SR. **10**. 111; **11**. 454).

<sup>5)</sup> G. R. Levi & G. Natta, Rend. Acc. Lincei **2**. 1925. 1.

<sup>6)</sup> Des Cloizeaux 1878, Baumhauer 1880, Tschermak 1882 etc.

<sup>7)</sup> E. M. Bohnstedt-Kupletskaya, Akad. Wiss. USSR. 1946 (Fersman-Gedenk-Band) 43.

<sup>8)</sup> L. S. Borodin & M. E. Kazakova, Doklady Akad. Wiss. USSR. **97**. 1954. 725.

<sup>9)</sup> B. Aurivillius, Ark. Kemi **1**. 1950. 463.

## 8.) Stibiconit-Pyrochlor-Mikrolith-Gruppe.

Kubisch-hex'oktaedrisch, O<sub>h</sub><sup>7</sup> — Fd3m. Z = 8. Die Strukturen unterscheiden sich von Uraninit resp. Fluorit durch ein Ionendefizit, statt A<sub>4</sub>O<sub>8</sub>

gilt  $A_{2-n}B_2O_6(O, OH, F)_{1-n}$ ; ( $A = Ca, Na, K, Cu, Ag, Fe, Sb, Ce, Th, Y, U$ ;  $B = Sb, Nb, Ta, Ti, Fe$ ). Es ist zweckmäßigerweise eine Stibiconit-Reihe mit vorherrschendem Sb und eine Pyrochlor-Mikrolith-Reihe mit vorherrschendem Nb bzw. Ta zu unterscheiden.

a) Stibiconit-Reihe.

<b>Stibiconit</b>	$SbSb_2O_6OH$	$a_0 = 10.26^1$
(Brush, 1862)		
<b>Roméit</b>	$(Ca, NaH)Sb_2O_6(O, OH, F)$	$a_0 = 10.28^1$
(Damour, 1841)		
<b>Partzit</b>	$Cu_{1-2}Sb_{2-1}(O, OH, F)_7$	$a_0 = 10.25^2$
(Arents, 1867)		
<b>Stetefeldtit</b>	$Ag_{1-2}Sb_{2-1}(O, OH, H_2O)_7$	$a_0 = 10.46^2$
(Riotte, 1867)		
<b>Bindheimit</b>	$Pb_{1-2}Sb_{2-1}(O, OH, H_2O)_{6-7}$	$a_0 = 10.47^3$
(Dana, 1868)		

**Antimonocker** sind gelbe erdige Oxydationsprodukte von Antimonit, meist bestehend aus Stibiconit, auch Cervantit u. a.

Mit Stibiconit sind **Stibianit**, **Hydroroméit** und **Volgerit** identisch; **Arsenstibiconit** enthält z. T. As für Sb; dem Roméit entsprechen **Atopit**, **Schneebergit**, **Weslienit**, **Mauzeliit** und **Lewisit**; dem Bindheimit entspricht **Monimolit**; **Coronguit** ist ein silberhaltiger Bindheimit<sup>3)</sup>.

<sup>1)</sup> F. Machatschki, Z. Krist. **73**. 1930. 159; Chem. d. Erde **7**. 1932. 55. — O. Zedlitz, Z. Krist. **81**. 1931. 253. — G. Natta & M. Baccaredda, Z. Krist. **85**. 1933. 271 (Struktur, SB. **3**. 54). — K. Dählström & A. Westgren, Z. anorg. Chem. **235**. 1937. 153. — C. J. Vitaliano & B. Mason, Am. Min. **37**. 1952. 982.

<sup>2)</sup> B. Mason & C. J. Vitaliano, Min. Mag. **30**. 1953. 100.

<sup>3)</sup> B. Mason & C. J. Vitaliano, 1953, l. c. — Vgl. G. Natta & M. Baccaredda 1933, l. c. — G. Hägele, Zbl. Min. 1937. 45.

b) Pyrochlor-Mikrolith-Reihe.

Kubisch-hex'oktaedrisch.  $O_n^7 - Fd3m$ .  $Z = 8$  Isotyp mit Stibiconit. Allgemeine Formel  $A_mB_2O_6(O, OH, F)_n$  ( $m = 2$  bis  $0$ ;  $n = 1-0$ ),  $A = Ca, Na, U, Ce, Y, Ba, Pb, Bi, \dots$ ;  $B = Nb, Ta, Ti, Fe^{3+}, Sb^{5+}, \dots$ ; synthetisch kennt man  $Ca_2Ta_2O_7$  ( $a_0 = 10.37$ )<sup>6b)</sup>,  $Ca_{1.5}Ta_2O_6F$  ( $a_0 = 10.32$ ),  $CaNaTa_2O_6F$  ( $a_0 = 10.40$ )<sup>6a)</sup>,  $Pb_{1.5}Nb_2O_{6.5}$  ( $a_0 = 10.56$ )<sup>5a)</sup>.

<b>Pyrochlor</b>	$(Ca, Na)_2(Nb, Ta)_2O_6(O, OH, F)$	
(Wöhler, 1826)		$a_0 = 10.34 - 10.43^1$
<b>Betafit</b>	$(Ca, U)_2(Nb, Ti, Ta)_2O_6(O, OH, F)$	
(Lacroix, 1912)		$a_0 = 10.27 - 10.39^2$
<b>Obruchevit</b>	$(Y, Na, Ca)_2(Nb, Ti, Ta)_2O_6(O, OH, F)$	
(Kalita, 1957)		$a_0 = 10.34 - 10.36^3$

<b>Koppit</b>	(Ca, Ce) <sub>2</sub> (Nb, Fe) <sub>2</sub> O <sub>6</sub> (O, OH, F)
(Knop, 1875)	a <sub>0</sub> = 10.37 <sup>4</sup> )
<b>Pandait</b>	(Ba, ...) (Nb, Ti, Ta) <sub>2</sub> O <sub>6</sub> (H <sub>2</sub> O)
(Jäger, Niggli, v. d. Veen, 1959)	a <sub>0</sub> = 10.56 <sup>5</sup> )

Varietäten sind: **Titanpyrochlor\***) und **Titanbetafit\*\***), beide mit Ti > Nb > Ta, und **Uran-Pyrochlor** (Holmquist, 1896) mit weniger als 15% UO<sub>2</sub> + UO<sub>3</sub>.

Identisch mit Pyrochlor sind Chalkolamprit (Flink, 1898), Endeiolith (Flink, 1901), Columbo-Mikrolith (De Villiers, 1941), Pyrrhit (Rose, 1840), Azor-Pyrrhit (Hubbard, 1886). — Identisch mit Betafit, Titanbetafit oder Uran-Pyrochlor sind Ellsworthit (Walker & Parsons, 1923), Hatchettolith (Smith, 1877), Samiresit (Lacroix, 1922). — Scheteligit (Bjørlykke, 1937) ist ein Titanpyrochlor mit Mn, Y und Sb, Priazorit (Yurk, 1956) ein Uran-Pyrochlor mit viel Y. — Wiikit (Ramsay, 1899) ist ähnlich Betafit bzw. ein Mischungsglied Betafit-Obruchevit (es soll auch **Samarskit-** oder **Silikat-Wiikite** geben, vgl. IV. D. 10). — Reich an Ce, doch im Gegensatz zu Koppit ohne Fe<sup>3+</sup>, sind Mendelejewit (Vernadsky, 1914) und Marignacit (Weidman & Lenher, 1907).

\*) Als hypothet. Endglied, Machatschki, 1932.

\*\*) Als „titanian betafit“, Dana 7, Bd. I. 803 für einen Betafit mit 35.05% TiO<sub>2</sub>.

<b>Mikrolith</b>	(Ca, Na) <sub>2</sub> (Ta, Nb) <sub>2</sub> O <sub>6</sub> (O, OH, F)
(Shepard, 1835)	a <sub>0</sub> = 10.37 — 10.43 <sup>6</sup> )
<b>Rijkeboerit</b>	(Ba, ...) (Ta, Nb, Ti) <sub>2</sub> O <sub>6</sub> (O, OH)
(van der Veen, 1963)	a <sub>0</sub> = 10.57 <sup>7</sup> )
<b>Westgrenit</b>	(Bi, Ca) (Ta, Nb) <sub>2</sub> O <sub>6</sub> OH
(v. Knorring & Mrose, 1962)	a <sub>0</sub> = 10.485 <sup>8</sup> )

Varietäten sind: **Titanmikrolith** (van der Veen, 1963) mit Ti > Ta > Nb; **Plumbo-Mikrolith** (Safiannikoff & Van Wambeke, 1961), a<sub>0</sub> = 10.56<sup>9</sup>); **Stibio-Mikrolith** (Quensel & Berggren, 1945), a<sub>0</sub> = 10.42<sup>10</sup>); **Bismuto-Mikrolith** (Zalashkova & Kuchartschik, 1957), a<sub>0</sub> = 10.51<sup>10a</sup>); **Uran-Mikrolith** (= **Djalmit**, Guimaraes, 1939), a<sub>0</sub> = 10.40<sup>11</sup>), mit 2.17% UO<sub>2</sub>, 9.38% UO<sub>3</sub>.

Identisch mit Mikrolith sind Haddamit (Shepard, 1870), Neotantalit (Termier, 1902), Tantalpyrochlor (Machatschki, 1932), Metasimpsonit (Simpson, 1938).

Anhang:

**Zirkonolith** (Borodin, Nazarenko & Richter, 1956), CaZrTi<sub>2</sub>O<sub>7</sub>, mit 1.53% U<sub>3</sub>O<sub>8</sub>, 0.58% ThO<sub>2</sub>, 6.22% Ce<sub>2</sub>O<sub>3</sub> usw., bildet metamikte Oktaeder; **Niobozirkonolith** (Borodin, Bykova, Kapitonova & Pyatenko, 1960), Ca(Zr, Fe<sup>3+</sup>) (Ti, Nb, Zr)<sub>2</sub>O<sub>7</sub>, mit 24.8% Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, gibt (wahrscheinlich nach dem Erhitzen) a<sub>0</sub> = 5.03<sup>12</sup>) (oder 10.06?). In der Zusammensetzung ähnlich ist **Calzirit** (Zdorik,

Sidorenko & Bykova, 1961),  $\text{Ca}(\text{Ca}, \text{Zr})_2\text{Zr}_4(\text{Ti}, \text{Fe})_2\text{O}_{16}$ ,  $I4_1/acd$ ,  $a_0 = 15.30$ ,  $c_0 = 10.20^{13}$ ).

<sup>1)</sup> H. R. v. Gaertner, N. Jb. Min. Beil.-Bd. **61**. 1930. 1 (Struktur). – E. Brandenberger, Z. Krist. **76**. 1931. 322 (Struktur). – „Koppit-Typ“ SB. **2**. 58. – R. J. Arnott, Am. Min. **35**. 1950. 386. – G. Perrault, L'Ingénieur **45**. 1959. 40. – D. D. Hogarth, Canad. Min. **6**. 1961. 610.

<sup>2)</sup> H. Bjørlykke, Norsk. Geol. Tidsskr. **14**. 1934. 145. – D. D. Hogarth, Canad. Min. **6**. 1961. 610. – M. Gasperin, Bull. Soc. Franç. Min. Crist. **81**. 1958. 116 (Betafit von Madagaskar gibt beim Erhitzen 3 Phasen: kub.  $(\text{Ca}, \text{Na})_2(\text{Nb}, \text{Ta}, \text{Fe})_2\text{O}_7$ ,  $a_0 = 10.31$ ; hexagonal, Typ  $\text{UTa}_2\text{O}_8$ ,  $a_0 = 6.42$ ,  $c_0 = 3.96$ ; tetragonal, Rutil-Typ  $a_0 = 4.59$ ,  $c = 2.96$ ).

<sup>3)</sup> A. J. Ginzburg, S. A. Gorschevskaya, E. A. Erofeeva & G. A. Sidorenko, Geochem. **5**. 1958. 486.

<sup>4)</sup> E. Brandenberger, Z. Krist. **76**. 1931. 322.

<sup>5)</sup> E. Jäger, E. Niggli & A. H. v. d. Veen, Min. Mag. **32**. 1959. 10. – A. H. v. d. Veen, Verh. Kon. Nederlands geol. mijnbouwkundig genootschap. 1963.

<sup>6)</sup> W. R. Cook & H. Jaffe, Phys. Rev. **89**. 1953. 1297.

<sup>7)</sup> E. Reuning, Chem. d. Erde **8**. 1933. 186. – H. Bjørlykke, Norsk. Geol. Tidsskr. **14**. 1934. 145. – P. F. Kerr & R. J. Holmes, Bull. Geol. Soc. Am. **56**. 1945. – R. Tyndale Biscoe, Trans. Geol. Soc. South Africa **54**. 1951. 11.

<sup>8a)</sup> O. Rosén & A. Westgren, Geol. Fören. Förh. **60**. 1938. 226.

<sup>8b)</sup> A. Byström, Ark. Kemi. Min. Geol. **18** A. 1945. 8.

<sup>7)</sup> A. H. v. d. Veen, 1963, l. c.

<sup>8)</sup> O. v. Knorring & M. E. Mrose, Min. Soc. Am. Meeting 1962. Progr. 156 A.

<sup>9)</sup> A. Safiannikoff & L. Van Wambeke, Bull. Soc. franç. Min. Crist. **84**. 1961. 382.

<sup>10)</sup> P. Quensel, Geol. Fören. Förh. **67**. 1945. 15.

<sup>10a)</sup> N. E. Zalaschkova & M. V. Kuchartschik, Trudy Inst. min. geochim. kristallog. chim. redkikh element. **1**. 1957. 77.

<sup>11)</sup> E. Tavora, Anais. Acad. Brasil. Cienc. **21**. 1949. 337.

<sup>12)</sup> L. S. Borodin, A. V. Bykova, T. A. Kapitonova & Y. A. Pyatenko, Doklady Akad. Nauk. USSR. **134**. 1960. 1188.

<sup>13)</sup> Y. A. Pyatenko & C. V. Pudovkina, Kristallografiya (USSR) **6**. 1961. 196.

### 9.) Melanostibian-Derbylit-Gruppe.

**Melanostibian**  $6(\text{Mn}, \text{Fe})\text{O} \cdot \text{Sb}_2\text{O}_3(?)$  Tetragonal oder orthorhombisch  
(Igelström, 1892)

**Haematostibiit**  $8(\text{Mn}, \text{Fe})\text{O} \cdot \text{Sb}_2\text{O}_5(?)$  Orthorhombisch oder monoklin  
(Igelström, 1885)

**Derbylith**  $\text{Fe}_3\text{Ti}_3\text{SbO}_{11}\text{OH}$  Monoklin-prismatisch  $C_{2h}^4$  — P 2/n  
(Hussak & Prior, 1895)  $a_0 = 13.69$   $b_0 = 14.17$   $c_0 = 4.91^{11}$   
 $a_0 : b_0 : c_0 = 0.966 : 1 : 0.347$   
 $\beta = 95^\circ$   $Z = 4$

**Manganostibiit** (Igelström, 1884) ist das eisenärmere Analogon zu Haematostibiit und enthält in geringer Menge As für Sb. **Stibiitil** (Igelström, 1889), **Chondrostibian** (Igelström, 1893), **Magnetostibian** (Igelström, 1894) und **Ferrostibian** (Igelström, 1889) sind sehr ungenau bekannte komplexe Sb-Oxide.

<sup>1)</sup> Ch. Tennyson 1965

10.) Pseudobrookit-Reihe. Rhombisch-dipyramidal, D<sub>2h</sub><sup>17</sup> — Bbmm.  
Isotypie.

Synthetisch („Tialit“)	Al <sub>2</sub> TiO <sub>5</sub>	a <sub>0</sub> = 9.60 b <sub>0</sub> = 9.65 c <sub>0</sub> = 3.61 <sup>1)</sup> a <sub>0</sub> :b <sub>0</sub> :c <sub>0</sub> = 0.995:1:0.374 Z = 4
<b>Pseudobrookit</b> (Koch, 1878)	Fe <sup>+++</sup> TiO <sub>5</sub>	a <sub>0</sub> = 9.81 b <sub>0</sub> = 9.95 c <sub>0</sub> = 3.74 <sup>2)</sup> a <sub>0</sub> :b <sub>0</sub> :c <sub>0</sub> = 0.986:1:0.376 Z = 4
<b>Kennedyit</b> (Knorring & Cox, 1961)	Fe <sup>+++</sup> MgTi <sub>3</sub> O <sub>10</sub>	a <sub>0</sub> = 9.77 b <sub>0</sub> = 9.95 c <sub>0</sub> = 3.73 <sup>3)</sup> a <sub>0</sub> :b <sub>0</sub> :c <sub>0</sub> = 0.982:1:0.375 Z = 2
Synthetisch („Anosovit“)	Ti <sub>2</sub> <sup>+++</sup> TiO <sub>5</sub>	a <sub>0</sub> = 9.47 b <sub>0</sub> = 9.72 c <sub>0</sub> = 3.75 <sup>4)</sup> a <sub>0</sub> :b <sub>0</sub> :c <sub>0</sub> = 0.974:1:0.386 Z = 4
Synthetisch („Karrooit“)	MgTiTiO <sub>5</sub>	a <sub>0</sub> = 9.8 b <sub>0</sub> = 10.0 c <sub>0</sub> = 3.7 <sup>4)</sup> a <sub>0</sub> :b <sub>0</sub> :c <sub>0</sub> = 0.98:1:0.37 Z = 4

Anhang:

<b>Freudenbergit</b> (Frenzel, 1961)	NaFe <sup>+++</sup> (Ti, Nb) <sub>3</sub> O <sub>7</sub> (O, OH) <sub>2</sub>	Monoklin C <sub>2h</sub> <sup>3</sup> — C2/m (C2, Cm ?) a <sub>0</sub> = 12.305 b <sub>0</sub> = 3.82 c <sub>0</sub> = 6.50 <sup>5)</sup> a <sub>0</sub> :b <sub>0</sub> :c <sub>0</sub> = 3.221:1:1.702 β = 107°18' Z = 2
---	---	---

Pseudobrookit enthält meist einen Überschuß von TiO<sub>2</sub>, der aber nur scheinbar ist und nach Pauling (1930) auf Einschlüsse feinsten Rutilkriställchen zurückgeht.

Ti<sub>3</sub>O<sub>5</sub> ist dimorph; Anosovit entspricht der Hochtemperatur-Phase, Tief-Ti<sub>3</sub>O<sub>5</sub> kristallisiert monoklin mit C<sub>2h</sub><sup>3</sup> — C2/m, a<sub>0</sub> = 9.75, b<sub>0</sub> = 3.80, c<sub>0</sub> = 9.44, β = 91°55', Z = 4; reversible Umwandlung bei ca. 120 °C, doch kann die Hochtemperatur-Phase durch geringe Fe-Gehalte auch bei Zimmertemperatur stabilisiert werden<sup>4a)</sup>.

**Thorutit** (Gotman & Khapaev, 1958), ThTi<sub>2</sub>O<sub>5</sub> · 1/2 H<sub>2</sub>O mit 1.5% UO<sub>2</sub>, ist metamikt<sup>6)</sup>.

<sup>1)</sup> G. Yamaguchi, Journ. Jap. Ceram. Assoc. 2. 1944. 6. In der engl. Literatur irrtümlich „Tieilit“ übersetzt; nach Austin & Schwartz ist a<sub>0</sub> = 3.557, b<sub>0</sub> = 9.436, c<sub>0</sub> = 9.648, Acta Cryst. 6. 1953. 812.

<sup>2)</sup> L. Pauling, Z. Krist. 73. 1930. 97 (Struktur, SB. 2. 53).

<sup>3)</sup> O. v. Knorring & K. G. Cox, Min. Mag. 32. 1961. 676.

<sup>4)</sup> A. A. Rusakow & G. S. Schdanow, Doklady Akad. Wiss. USSR. 77. 1951. 77; 82. 1952. 901 (SR. 15. 188).

<sup>4a)</sup> S. Åsbrink & A. Magnéli, Acta Cryst. 12. 1959. 575.

<sup>5)</sup> D. McKie, Z. Krist. 119. 1963. 157. — Vgl. A. D. Wadsley, Z. Krist. 120. 1964. 396.

<sup>6)</sup> Ya. D. Gotman & J. A. Khapaev, Zapiski Vses. Min. Obshch. 37. 1958. 79.

11.) Denningit-Spiroffit-Gruppe.

<b>Denningit</b> (Mn, Ca, Zn)Te <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (Mandarino & al., 1961)	Ditetragonal-dipyramidal D <sub>4h</sub> <sup>11</sup> — P 4 <sub>2</sub> /nbc	a <sub>0</sub> = 8.78 c <sub>0</sub> = 12.99 <sup>1)</sup> c <sub>0</sub> /a <sub>0</sub> = 1.479 Z = 8
---	--	--

<b>Spiroffit</b>	(Mn, Zn) <sub>2</sub> Te <sub>3</sub> O <sub>8</sub>	Monoklin C <sub>2h</sub> <sup>6</sup> — C2/c (C <sub>s</sub> <sup>4</sup> — Cc)
(Mandarino & al., 1962)		a <sub>0</sub> = 13.00 b <sub>0</sub> = 5.38 c <sub>0</sub> = 12.12 <sup>2</sup> )
		a <sub>0</sub> :b <sub>0</sub> :c <sub>0</sub> = 2.416:1:2.253 β = 98° Z = 4

<sup>1</sup>) J. A. Mandarino, S. J. Williams & R. S. Mitchell, *Canad. Min.* **7**. 1961. 343. — E. M. Walitzi, *Naturwiss.* **51**. 1964. 334 (Struktur).

<sup>2</sup>) J. A. Mandarino, S. J. Williams & R. S. Mitchell, *Ref. Am. Min.* **47**. 1962. 196.

## D.) MO<sub>2</sub>- und verwandte Verbindungen

### 1.) Quarz-Gruppe. Polytypie.

<b>Quarz</b>	SiO <sub>2</sub>	Trigonal-trapezoedrisch D <sub>3d</sub> <sup>4</sup> — P 3 <sub>2</sub> 21, D <sub>3</sub> <sup>6</sup> — P 3 <sub>2</sub> 21
(Agricola, 1529)		a <sub>0</sub> = 4.9130 c <sub>0</sub> = 5.4045 c <sub>0</sub> /a <sub>0</sub> = 1.1000 Z = 3 <sup>1</sup> )
<b>Hoch-Quarz</b>	SiO <sub>2</sub>	Hexagonal-trapezoedrisch D <sub>6h</sub> <sup>4</sup> — P 6 <sub>3</sub> 22, D <sub>6h</sub> <sup>6</sup> — P 6 <sub>4</sub> 22
		a <sub>0</sub> = 4.999 c <sub>0</sub> = 5.457 c <sub>0</sub> /a <sub>0</sub> = 1.092 Z = 3 <sup>2</sup> )
<b>Tridymit</b>	SiO <sub>2</sub>	Rhombisch-dipyramidal, pseudohexagonal
(vom Rath, 1868)		a <sub>0</sub> = 9.90 b <sub>0</sub> = 17.1 c <sub>0</sub> = 16.3 <sup>3</sup> )
		a <sub>0</sub> :b <sub>0</sub> :c <sub>0</sub> = 0.579:1:0.953 Z = 64
<b>Hoch-Tridymit</b>	SiO <sub>2</sub>	Hexagonal D <sub>6h</sub> <sup>4</sup> — P 6 <sub>3</sub> /mmc (oder D <sub>3h</sub> <sup>4</sup> — P 6̄2c?)
		a <sub>0</sub> = 5.04 c <sub>0</sub> = 8.24 c <sub>0</sub> /a <sub>0</sub> = 1.635 Z = 4 <sup>3</sup> )
<b>Cristobalit</b>	SiO <sub>2</sub>	Tetragonal-trapezoedrisch D <sub>4h</sub> <sup>4</sup> — P 4 <sub>1</sub> 2 <sub>1</sub> 2, D <sub>4h</sub> <sup>8</sup> — P 4 <sub>2</sub> 2 <sub>1</sub> 2
(vom Rath, 1887)		a <sub>0</sub> = 4.97 c <sub>0</sub> = 6.93 c <sub>0</sub> /a <sub>0</sub> = 1.394 Z = 4 <sup>4</sup> )
<b>Hoch-Cristobalit</b>	SiO <sub>2</sub>	Kubisch O <sub>h</sub> <sup>7</sup> — Fd 3m oder T <sup>4</sup> — P 2 <sub>1</sub> 3 (?)
		a <sub>0</sub> = 7.13 Z = 8 <sup>5</sup> )
<b>Coesit</b>	SiO <sub>2</sub>	Monoklin, pseudohexagonal C <sub>2h</sub> <sup>6</sup> — C2/c
(Sosman, 1954)		a <sub>0</sub> = 7.23 b <sub>0</sub> = 12.52 c <sub>0</sub> = 7.23 <sup>6</sup> )
		a <sub>0</sub> :b <sub>0</sub> :c <sub>0</sub> = 0.577:1:0.577
		β = 120° Z = 16
<b>Stishovit</b>	SiO <sub>2</sub>	Tetragonal, isotyp mit Rutil
(Chao, Fahey, Littler & Milton, 1962)		a <sub>0</sub> = 4.18 c <sub>0</sub> = 2.665 c <sub>0</sub> /a <sub>0</sub> = 0.638 Z = 2 <sup>6a</sup> )
(1200–1400 °C, > 160 000 atm.)		
<b>Lechatelierit</b>	SiO <sub>2</sub>	Glasartig amorph
(Lacroix, 1915)		
<b>Opal*</b> )	SiO <sub>2</sub> + aq.	Amorph

Nur synthetisch bekannt:

„Keatit“	SiO <sub>2</sub>	Tetragonal-trapezoedr. D <sub>4h</sub> <sup>4</sup> — P 4 <sub>1</sub> 2 <sub>1</sub> 2 (D <sub>4h</sub> <sup>8</sup> — P 4 <sub>3</sub> 2 <sub>1</sub> 2)
(Shropshire & al., 1959)		a <sub>0</sub> = 7.46 c <sub>0</sub> = 8.61 c <sub>0</sub> /a <sub>0</sub> = 1.154 Z = 12 <sup>7</sup> )
„Faseriges“	SiO <sub>2</sub>	Rhombisch-dipyramidal D <sub>2h</sub> <sup>26</sup> — Icma
(synthet., aus 2SiO + O <sub>2</sub> )		a <sub>0</sub> = 4.72 b <sub>0</sub> = 5.16 c <sub>0</sub> = 8.36 <sup>8</sup> )
		a <sub>0</sub> :b <sub>0</sub> :c <sub>0</sub> = 0.915:1:1.620 Z = 4

Im Tridymit ist ein Ersatz von Si durch NaAl oder von Si<sub>3</sub> durch NaCaAl<sub>3</sub> möglich (c<sub>0</sub> = 40.79). Cristobalit soll nach T. Barth (1932) nur rhombisch-

pseudotetragonal sein mit der Symmetrie  $D_2^4 - P2_12_1$ . Mit ihm ist Tschkalowit  $Na_2[BeSi_2O_6]$  verwandt (s. Tektosilikate).

Während in allen in der Natur vorkommenden SiO<sub>2</sub>-Modifikationen die Verknüpfung der SiO<sub>4</sub>-Tetraeder über 1 gemeinsames O erfolgt, liegen im „faserigen SiO<sub>2</sub>“ unendlich lange Kettenmoleküle mit SiO<sub>4</sub>-Tetraedern verknüpft über 2 gemeinsame O vor; Faserachse b[010]. — Im Stishovit ist Si oktaedrisch von 6 O umgeben.

Coesit wurde als Syntheseprodukt erstmalig von Coes (1953) hergestellt und beschrieben; als Mineral erstmalig von Chao, Shoemaker & Madsen (1960) beobachtet.

**Melanophlogit** (Lasaulx, 1876), bisher als Pseudomorphose angesehen, soll eine selbständige SiO<sub>2</sub> Modifikation sein, kubisch,  $O^2 - P4_32$ ,  $a_0 = 13.40$ ,  $Z = 48^9$ , nach Kamb (1965) sind dem SiO<sub>2</sub>-Gerüst organische Moleküle eingelagert.

<sup>1)</sup> R. E. Gibbs, Proc. Roy. Soc. **110** A. 1926. 443 (Struktur). — P.-H. Wei, Z. Krist. **92**. 1935. 355 (Struktur, SB. **3**. 21); H. Lipson & A. J. C. Wilson, Proc. Phys. Soc. **53**. 1941. 245; J. Sci. Instrum. **18**. 1941. 144 (Präzisionsgitterkonstanten bei 18 °C). — R. A. Young & B. Post, Acta Cryst. **15**. 1962. 337 (Verfeinerung der Atomparameter an synth. Quarz). — G. S. Smith & L. E. Alexander, Acta Cryst. **16**. 1963. 462 (Verfeinerung der Atomparameter für Quarz von South Dakota).

<sup>2)</sup> W. H. Bragg & R. E. Gibbs, Proc. Roy. Soc. **109** A. 1925. 405 (Struktur, SB. **1**. 166). — R. W. G. Wyckoff, Am. J. Sci. **11**. 1926. 101 (Struktur). — H. Arnold, Z. Krist. **117**. 1962. 467.

<sup>3)</sup> R. E. Gibbs, Proc. Roy. Soc. **113** A. 1927. 351 (Strukturschema, SB. **1**. 171). — Vgl. J. Lukesh & M. J. Buerger, Am. Min. **27**. 1942. 143. — M. J. Buerger, Am. Min. **39**. 1954. 600. — O. W. Flörke, Ber. D. Keram. Ges. **32**. 1955. 369. — J. E. Fleming & H. Lynton, Phys. Chem. of Glasses **1**. 1960. 148. — W. Götz, Chem. Erde **22**. 1962. 167.

<sup>4)</sup> W. Nieuwenkamp, Z. Krist. **92**. 1935. 82 (Struktur, SB. **3**. 25). — Vgl. T. F. W. Barth, Am. J. Sci. **24**. 1932. 102. — A. H. Jay, Min. Mag. **27**. 1944. 54.

<sup>5)</sup> R. W. G. Wyckoff, Z. Krist. **62**. 1925. 189 (Struktur, SB. **1**. 169). — Vgl. T. F. W. Barth, Am. J. Sci. **23**. 1932. 350. — J. S. Lukesh, Am. Min. **27**. 1942. 226.

<sup>6)</sup> L. S. Ramsdell, Am. Min. **40**. 1955. 975. — T. Zoltai & M. J. Buerger, Z. Krist. **111**. 1959. 129 (Struktur). — C. B. Selar, L. C. Carrison & C. M. Schwartz, Am. Min. **47**. 1962. 1292 ( $a_0 = c_0 = 7.14$ ,  $b_0 = 12.37$ ;  $D = 2.92$ ).

<sup>6a)</sup> E. C. T. Chao, J. J. Fahey, J. Littler & D. J. Milton, Journ. Geophys. Res. **67**. 1962. 419.

<sup>7)</sup> J. Shropshire, P. P. Keat & P. A. Vaughan, Z. Krist. **112**. 1959. 409 (Struktur).

<sup>8)</sup> Al. Weiß & Arm. Weiß, Z. anorg. Chem. **276**. 1954. 95 (Struktur).

<sup>9)</sup> B. J. Skinner & D. E. Appleman, Am. Min. **48**. 1963. 854. — Vgl. B. Kamb, Science **148**. 1965. 332 (Clahtrat-Struktur).

Zahlreiche weitere Arbeiten s. Strukturberichte.

\* Upala, Sanskrit; Opalus (Plinius, 77 n. Chr.).

### Varietäten von Quarz:

a) Phanerokristallin: **Bergkristall**, **Rauchquarz** (bräunlich), **Morion** (tiefbraun), **Citrin** (gelb), **Amethyst** (violett), **Rosenquarz** (lichtrosa). **Blauquarz** (klarblau, trübblau), „**Grünquarz**“ (Fe-haltig; bisher nur synthetisch). Zu Citrin gehören auch die mit „Goldtopas“ u. ä. bezeichneten Steine des Handels, die bekanntlich durch Erhitzen von Amethyst und manchen Rauchquarzen gewonnen werden.

Subvarietäten zu a) mit morphologischen Eigentümlichkeiten sind: **Szepterquarz**, **Babylonquarz** (treppenförmig entwickelt), **Kappenquarz** und **Sternquarz**.

Einschlüsse besitzen **Milchquarz** und z. T. „**Gangquarz**“ (mit Flüssigkeitströpfchen), **Eisenkiesel** (mit Fe-Oxiden), **Tigerauge** und **Falkenaug** (mit Krokydolith), **Prasem** (mit Strahlstein), **Katzenauge** (mit Asbest), **Aventurinquarz** (mit goldgelben oder grünen Glimmerblättchen).

b) Mikrokristalliner Quarz „gelförmiger“ Entstehung wird als **Chalcedon** bezeichnet. Die Quarzkriställchen befinden sich in parallelfaseriger Anordnung mit den Faserachsen senkrecht zu der meist nierig-traubigen Oberfläche. Die kristallographische c-Achse der Quarze steht in der Regel senkrecht, ausnahmsweise parallel der Faserachse (Correns und Nagelschmidt, 1933, Braitsch, 1957).

Subvarietäten von Chalcedon sind **Achat** (mit schichtigem Aufbau aus Chalcedonlagen verschiedener Färbung), **Carneol** (gelblich bis blutrot), **Chrysopras** (apfelgrün), **Onyx** (schwarz). Weniger durchscheinend und infolge von Fremdbeimengungen von mehr trüber Farbe sind **Jaspis** (Kugeljaspis, Bandjaspis)\*), **Plasma** (schmutziggriin), **Heliotrop** (grün mit roten Flecken). **Enhydros** sind teilweise noch mit Wasser gefüllte, vollständig geschlossene Chalcedonmandeln.

#### Tridymit und Cristobalit:

Die als Mineralien vorkommenden Tridymite sind stets, die Cristobalite meistens Paramorphosen der Tieftemperaturform nach Hochtridymit bzw. Hochcristobalit. Von Tridymit soll es eine zwischen 130 und 170 °C beständige weitere Tieftemperaturform geben. Manche Cristobalite treten nach Laves (1939) in chalcedonartiger Entwicklung auf und sind als **Cristobalitchalcedone** zu bezeichnen. Die c-Achse der tetragonalen Cristobalitikriställchen steht wie bei Quarz im Chalcedon in der Regel senkrecht, ausnahmsweise parallel der Faserachse.

#### SiO<sub>2</sub>-Glas:

**Lechatelierit** bildet sich als Schmelzprodukt von Quarzsand durch Blitzschlag in den sog. Blitzröhren oder Fulguriten, gelegentlich durch Meteoriteneinschlag.

#### Varietäten von Opal:

**Hyalit** (wasserhell), **Feueropal** (wasserklar, leuchtendgelb bis ziegelrot), **Edelopal** (mit prächtigem Farbenspiel). **Milchopal** und **Hydrophan** sind durch Wasserverlust milchig getrübt; **Prasopal** ist durch Ni undurchsichtig apfelgrün, **Jaspopal** durch Fe undurchsichtig rot bis braun. **Kascholong** (emailleartig, weiß), **Feuerstein** oder **Flint** sowie **Hornstein** sind teilweise in Chalcedon (in innigem Gemenge mit Opal) übergegangen; viele Hornsteine bestehen bereits vollständig aus Chalcedon. Opalsubstanz organogener Entstehung sind Kieseligur, Diatomit, Polierschiefer und Tripel (in schichtiger Ablagerung) sowie Menilit und Schwimkiesel (in knolligen Konkretionen, gemengt mit Chalcedon). „Tripel“ ist ausnahmsweise auch aus zerdrücktem Gangquarz entstanden.



Aus heißen magmatischen Wässern entstandene „Opale“ zeigen im Röntgen-  
diagramm die Linien von Hohercristobalit (Dwyer und Mellor 1934).

\*) Porzellanjaspis ist natürlich gefritteter Ton bzw. toniger Sandstein und gehört zu  
den Gesteinen.

2.) Rutil-Reihe. Isotypie. Ditetragonal-dipyramidal,  $D_{4h}^{14} - P4_2/mnm$ .  
Die gleiche Struktur besitzt  $\beta$ -MnO<sub>2</sub>, Pyrolusit.

**Rutil** TiO<sub>2</sub>  $a_0 = 4.59$   $c_0 = 2.96$   $c_0/a_0 = 0.645$   $Z = 2^1$   
(Werner, 1803)

**Cassiterit** SnO<sub>2</sub>  $a_0 = 4.73$   $c_0 = 3.18$   $c_0/a_0 = 0.672$   $Z = 2^1$   
(Beudant, 1832)  
(Zinnstein)

**Plattnerit** PbO<sub>2</sub>  $a_0 = 4.97$   $c_0 = 3.40$   $c_0/a_0 = 0.684$   $Z = 2^2$   
(Haidinger, 1845)

Anhang:

**Paratellurit** TeO<sub>2</sub> Tetragonal-trapezoedrisch  $D_4^1 - P4_12_12$   
(Switzer & Swanson, 1960) ( $D_4^8 - P4_32_12$ )  
 $a_0 = 4.81$   $c_0 = 7.61$   $c_0/a_0 = 1.582$   $Z = 4^3$

**Sagenit** (Saussure, 1798) ist feinnadeliger Rutil in Form von Zwillingstöcken.  
Unter **Nigrin** (Karsten, 1800) versteht man zweierlei: 1. Mikroskopisch homogene  
Rutile mit hohem Fe-Gehalt, die nach P. Ramdohr wohl mit den von Traube  
(1895) hergestellten Hochtemperatur-Rutilen übereinstimmen (vielleicht mit  
vakanten O-Positionen). 2. Ilmenite mit orientierter teilweiser Pseudomorphosie-  
rung durch Rutil unter Fe-Wegfuhr. Rutil und Cassiterit bilden bei Temperaturen  
über 1350 °C eine isomorphe Reihe<sup>1a</sup>).

**Hydro-Cassiterit** (Souxit, Herzenberg 1946; Varlamoffit, De Dycker 1946,  
Varlamoff 1948) sind „hydratisierter Cassiterit“<sup>2a</sup>) bzw. (Sn, Fe)(O, OH)<sub>2</sub> mit  
 $a_0 = 4.75$ ,  $c_0 = 3.15^{2b}$ ); **Arandisit** (Partridge, 1930), bisher als Zinnsilikat auf-  
gefaßt, ist wohl ein inniges Gemenge von grünem Hydro-Cassiterit und Quarz.

<sup>1)</sup> L. Vegard, Phil. Mag. **32**. 1916. 65 (Struktur, SB. 1. 155). — C. M. Williams, Proc.  
Roy. Soc. **93**. 1917. 418. u. a. — W. H. Baur, Acta Cryst. **9**. 1956. 515.

<sup>1a)</sup> N. N. Padurow, Naturwiss. **43**. 1956. 395.

<sup>2)</sup> W. H. Zachariasen in V. M. Goldschmidt, Geochem. Vert. Ges. **VI**. 1926. — Vgl.  
A. Ferrari, Rend. Acc. Lincei **2**. 1925. 186. — A. E. van Arkel, Physica **5**. 1925. 162. u. a. —  
J. Leciejewicz & I. Padlo, Naturwiss. **49**. 1962. 373 (O-Positionen, Neutronenbeugung).

<sup>2a)</sup> A. Russel & E. A. Vincent, Min. Mag. **29**. 1952. 817.

<sup>2b)</sup> E. Niggli & A. M. Winkelmolen, Leidse Geol. Mededel. **17**. 1953. 207.

<sup>3)</sup> G. Switzer & H. E. Swanson, Am. Min. **45**. 1960. 1272. — Für synthetisches TeO<sub>2</sub>:  
B. Stehlik & L. Balak, Chem. Zvesti **2**. 1948. 6, 33, 69 ( $a_0 = 4.80$ ,  $c_0 = 7.59$ ) — J. Lecieje-  
wicz, Z. Krist. **116**. 1961. 345 ( $a_0 = 4.796$ ,  $c_0 = 7.626$ ; Struktur).

Anhang:

**Priderit** (K, Ba)<sub>1,33</sub> [(Ti, Fe<sup>+++</sup>)<sub>8</sub>O<sub>16</sub>]  
(Norrish, 1951) Tetragonal  
 $a_0 = 10.11$   $c_0 = 2.96$   $c_0/a_0 = 0.293$   $Z = 1^1$ )

- Redledgeit** (Mg, Ca, OH, H<sub>2</sub>O)<sub>2</sub> [(Ti, Cr<sup>+++</sup>, Si)<sub>8</sub>O<sub>16</sub>]  
 (Strunz, 1961) Tetragonal-dipyramidal C<sub>4h</sub><sup>6</sup> — I 4<sub>1</sub>/a  
 $a_0 = 20.23$   $c_0 = 5.88$   $c_0/a_0 = 0.291$   $Z = 8^2$
- Cafetit** (Ca, Mg) [(Ti, Fe<sup>+++</sup>)<sub>6</sub>O<sub>12</sub>] · 4H<sub>2</sub>O  
 (Kucharenko & al., 1959) Monoklin, pseudorhombisch  
 $a_0 = 31.40$   $b_0 = 12.14$   $c_0 = 4.97$   
 $a_0 : b_0 : c_0 = 2.586 : 1 : 0.409$   $Z = 6^3$

Priderit ist isotyp mit Kryptomelan (Norrish, 1951) und homöotyp mit Redledgeit (Strunz, 1963).

Meist amorph bzw. metamikt und vielleicht mit Rutil oder Priderit näher verwandt sind:

- Beljankinit** (Ti, Nb, Zr, Ca)(O, OH)<sub>2</sub> · 1.5 — 2 H<sub>2</sub>O;  
 (Gerasimovsky & Kazakova, 1950)
- Mn-Beljankinit** (Ti, Mn, Nb, Ca)(O, OH)<sub>2</sub> · ~ 1 H<sub>2</sub>O;  
 (Semenov, 1957)
- Gerasimovskit** (Nb, Ti, Mn, Ca)O<sub>2</sub> · 1.5 H<sub>2</sub>O.  
 (Semenov, 1957)

<sup>1)</sup> K. Norrish, Min. Mag. **29**. 1951. 496.

<sup>2)</sup> H. Strunz, N. Jb. Min. Mh. 1961. 107. — 1963. 116.

<sup>3)</sup> A. A. Kucharenko, V. V. Kondrateva & V. M. Kovyazina, Zapiski Vses. Min. Obshch. **83**. 1959. 444.

### Braunstein-Familie (im wesentlichen MnO<sub>2</sub>\*)

Vom MnO<sub>2</sub> kennt man synthetisch und in der Natur fünf verschiedene Modifikationen, deren Strukturen — soweit sie bekannt sind — sich vom Pyrolusit ableiten lassen. — Von all diesen Mineralien tritt in der Natur bevorzugt eine kollomorphe bis strahlig-kryptokristalline Formvarietät auf; diese kann, soweit kompakt und hart, nach F. Klockmann mit dem Sammelnamen „Manganomelan“, soweit schaumig und weich, mit dem Sammelnamen „Wad“ belegt werden.

\*) O. Glemser, G. Gattow, K. H. Wedepohl, Batterien **15**. 1961. Nr. 2, Nr. 3, 4, Nr. 5.

3a) Pyrolusit. Identisch mit β-MnO<sub>2</sub> und isotyp mit Rutil.

- Pyrolusit** β-MnO<sub>2</sub> Ditetragonal-dipyramidal D<sub>4h</sub><sup>14</sup> — P 4<sub>2</sub>/mnm  
 (Haidinger, 1827)  $a_0 = 4.39$   $c_0 = 2.87$   $c_0/a_0 = 0.653$   $Z = 2^1$

Bekannt in drei Form-Varietäten: idiomorphe Kristalle, selten, früher als Polianit (Breithaupt, 1844) bezeichnet; Pseudomorphosen, häufig, vorzugsweise nach Manganit γ-MnOOH, und homogene rhombisch-pseudotetragonale Kristalle vortäuschend<sup>1a)</sup>; kollomorphe bis strahlig-kristalline Massen, bergwirtschaftlich von Bedeutung. Röntgengedichte 5.2.

<sup>1)</sup> A. Ferrari, Rend. Acc. Lincei, **3**. 1926. 224.

<sup>1a)</sup> H. Strunz, Naturwiss. **31**. 1943. 89.

3b) Kryptomelan-Reihe. Homöotypie mit  $\alpha$ -MnO<sub>2</sub>. Die Strukturen enthalten gleiche oktaedrische Koordinationskomplexe, in analoger Verknüpfung wie im Pyrolusit, jedoch derart, daß in Richtung  $c[001]$  relativ weite Kanäle offen bleiben, in denen zeolithartig gebundenes Wasser und additiv große Kationen (K, Ba, Pb usw.) sitzen können. Im Todorokit ist offenbar ein Teil des O des Oktaedergerüsts durch OH ersetzt.

Synthetisch  $\alpha$ -MnO<sub>2</sub> (wahrscheinlich (H<sub>2</sub>O)<sub>2</sub>Mn<sub>8</sub>O<sub>16</sub>)

Tetragonal-dipyramidal C<sub>4h</sub><sup>5</sup> — I4/m

$a_0 = 9.88$   $c_0 = 2.845$   $c_0/a_0 = 2.888$   $Z = 8^1$ )

**Kryptomelan** K<sub>2</sub>Mn<sub>8</sub>O<sub>16</sub>

(Richmond & Fleischer,  
1942)

Tetragonal

$a_0 = 9.84$   $c_0 = 2.86$   $c_0/a_0 = 0.291$   $Z = 1^2$ )

Monoklin:  $a_0 = 9.79$   $b_0 = 2.88$   $c_0 = 9.94$

$a_0:b_0:c_0 = 3.479:1:3.451$

$\beta = 90^\circ 37'$   $Z = 1^3$ )

**Hollandit** Ba<sub>2</sub>Mn<sub>8</sub>O<sub>16</sub>

(Fermor, 1906)

Tetragonal:

$a_0 = 9.96$   $c_0 = 2.86$   $c_0/a_0 = 0.287$   $Z = 1^2$ )

Monoklin:  $a_0 = 9.91$   $b_0 = 2 \times 2.87$   $c_0 = 9.75$

$a_0:b_0:c_0 = 3.453:2:3.397$

$\beta = 90^\circ 36'$   $Z = 2^2$ )

**Coronadit** Pb<sub>2</sub>Mn<sub>8</sub>O<sub>16</sub>

(Lindgren & Hillebrand,  
1904)

Tetragonal:

$a_0 = 9.89$   $c_0 = 2.86$   $c_0/a_0 = 0.289$   $Z = 1^2$ )

Monoklin: —

**Todorokit** (H<sub>2</sub>O, ..)<sub>2</sub>(Mn, ..)<sub>8</sub>(O, OH)<sub>16</sub>

(Yoshimura, 1934)

Monoklin:  $a_0 = 9.75$   $b_0 = 2.85$   $c_0 = 9.59$

$\beta = 90^\circ$   $Z = 1^4$ )<sup>4a)</sup>

**Woodruffit** (Zn, H<sub>2</sub>O)<sub>2</sub>(Mn, Zn, . . ) (O, OH)<sub>16</sub>

(Frondel, 1953)

Pulverdiagramm analog Todorokit<sup>5)</sup>

**Vernadit** (Betehtin, 1944), H<sub>2</sub>MnO<sub>3</sub> + H<sub>2</sub>O, ist möglicherweise dem „ $\alpha$ -MnO<sub>2</sub>“ entsprechendes (H<sub>2</sub>O)<sub>2</sub>(Mn<sup>4+</sup>, Mn<sup>2+</sup>)<sub>8</sub>(O, OH)<sub>16</sub>; er leitet vielleicht über zu Todorokit und dem röntgenamorphen **Manganogel**.

**Zinkdibraunit** (Nenadkevitsch, 1911), etwa ZnMn<sub>2</sub>O<sub>3</sub>·2H<sub>2</sub>O, könnte dem Woodruffit entsprechen.

Kryptomelan geht bei ca. 600 °C in Bixbyit Mn<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, bei ca. 825 °C in Hausmannit Mn<sub>3</sub>O<sub>4</sub> und bei ca. 1050 °C in einen Mn<sub>3</sub>O<sub>4</sub>-Spinell ( $a_0 = 8.42$ ) über, unter Beibehaltung einer parallelen Orientierung des Sauerstoffgitters.<sup>6)</sup>

<sup>1)</sup> G. Butler & H. R. Rhrsk. Acta Cryst. 5. 1952. 288. — Nach Gattow & Glemser möglicherweise nur bei Anwesenheit von Alkalien stabil. Z. Anorg. Chem. 309. 1961. 121. — Nach Huber & Schmier kann die Stabilisierung, etwa als Volumeffekt, durch eingelagertes H<sub>2</sub>O übernommen werden. Elektrochim. Acta 3. 1960. 127. — Eine Al-reiche Varietät der von  $\alpha$ -MnO<sub>2</sub> ableitbaren Mineralien ist Ishiganeit (Kani & Tanaka, 1937); vgl. Y. Hariya, Am. Min. 48. 1963. 952.

<sup>2)</sup> A. Byström & A. M. Byström, Acta Cryst. 3. 1950. 146; 4. 1951. 469 (Struktur, SR. 13. 188). — B. Mukherjee, Acta Cryst. 13. 1960. 164 (Verdopplung von b<sub>0</sub>).

<sup>3)</sup> A. McL. Mathieson & A. D. Wadsley, Am. Min. 35. 1950. 99.

4) J. A. Straszek, A. Horen, M. Ross & Ch. M. Warshaw, *Am. Min.* **45**. 1960. 1174 (Gitterkonstanten).

4a) T. Yoshimura, *J. Fac. Sci. Hokkaido Univ. Sapporo* **2**. 1934. 289. — C. Frondel, *Am. Min.* **38**. 1953. 761. — P. Ljunggren, *Am. Min.* **45**. 1960. 235 (d-Werte, DTA-Kurven). — A. A. Levinson, *Am. Min.* **45**. 1960. 802 (d-Werte). — L. T. Larson, *Am. Min.* **47**. 1962. 59. (Zinc-bearing todorokite von Philipsburg, Montana, mit 4,65–4,99 Gew.-% ZnO).

5) C. Frondel, *Am. Min.* **38**. 1953. 761. — Nach C. Naganna & V. Bouska, *Min. Mag.* **33**. 1963. 506. Tetragonal,  $a_0 = 8.42$ ,  $c_0 = 9.29$ , Formel  $(\text{Zn, Mn})_2\text{Mn}_5\text{O}_{12} \cdot 4 \text{H}_2\text{O}$ .

6) G. M. Faulring, W. K. Zwicker & W. D. Forgeng, *Am. Min.* **45**. 1960. 946. — W. F. Cole, A. D. Wadsley & A. Walkley, *Trans. Electrochem. Soc.* **92**. 1947. 133. — L. S. Ramsdell, *Am. Min.* **27**. 1942. 611. — W. E. Richmond & M. Fleischer, *Am. Min.* **27**. 1942. 607. — C. Frondel & E. W. Heinrich, *Am. Min.* **27**. 1942. 48. — J. W. Gruner, *Am. Min.* **28**. 1943. 497. — A. M. Byström, *Acta Chem. Scand.* **3**. 1949. 163. — H. R. Samson & A. D. Wadsley, *Am. Min.* **33**. 1948. 695.

### 3c) Psilomelan.

**Psilomelan**  $(\text{Ba, H}_2\text{O})_2\text{Mn}_5\text{O}_{10}$   
(Haidinger, 1827)

Monoklin  $C_{2h}^3$  — A 2/m

$a_0 = 9.56$   $b_0 = 2.88$   $c_0 = 13.85^1$ )

$a_0 : b_0 : c_0 = 3.319 : 1 : 4.809$

$\beta = 92^\circ 30'$   $Z = 2$

Die früher unter „Psilomelan“ zusammengefaßten „Hartmanganerze“ werden besser als „Manganomelane“ bezeichnet, denn der monokline Psilomelan vom Originalfundpunkt ist nur seltene Komponente dieser „Hartmanganerze“. — Psilomelan geht bei  $550^\circ\text{C}$  in Hollandit über<sup>1a)</sup>.

<sup>1)</sup> A. D. Wadsley, *Acta Cryst.* **6**. 1953. 433 (Struktur). — Nach G. Vaux & H. Bennett, *Min. Mag.* **24**. 1937. 521, orthorhombisch mit  $a_0 = 9.1$ ,  $b_0 = 13.7$ ,  $c_0 = 2.87$ . — Nach B. Mukherjee, *Min. Mag.* **32**. 1959. 166, orthorhombisch,  $D_2^2$  —  $P2_12_12$ , mit  $a_0 = 8.25$ ,  $b_0 = 13.40$ ,  $c_0 = 2.86$ .

<sup>1a)</sup> M. Fleischer, *Am. Min.* **45**. 1960. 176.

### 3d) Ramsdellit-Reihe. Isotypie mit Groutit, $\alpha$ -MnOOH.

**Ramsdellit**  $\gamma$ - $\text{MnO}_2$

(Fleischer & Richmond, 1943)

Rhombisch-dipyramidal  $D_{2h}^{16}$  — Pbnm

$a_0 = 4.53$   $b_0 = 9.27$   $c_0 = 2.87$

$a_0 : b_0 : c_0 = 0.489 : 1 : 0.309$   $Z = 4^1$ )

**Nsutit**  $(\text{Mn}^{+4}, \text{Mn}^{+2}) (\text{O, OH})_2$  Pulverdiagramm ähnlich Ramsdellit<sup>2)</sup>

(Zwicker, Meijer, Jaffe, 1962)

Ramsdellit tritt häufig in Pseudomorphosen nach Groutit auf<sup>1a)</sup>, ganz analog Pyrolusit-Manganit.

Nsutit geht bei ca.  $450^\circ\text{C}$  in Pyrolusit  $\beta$ - $\text{MnO}_2$ , zwischen  $550^\circ$ – $850^\circ\text{C}$  in Bixbyit  $\text{Mn}_2\text{O}_3$ , zwischen  $950^\circ$ – $1100^\circ\text{C}$  in Hausmannit  $\text{Mn}_3\text{O}_4$  und  $> 1100^\circ\text{C}$  in einen  $\text{Mn}_3\text{O}_4$ -Spinell über<sup>2)</sup>. — Mit Nsutit identisch ist anscheinend **Yokosukait** (Kani & Tanaka, 1937)<sup>2a)</sup>.

<sup>1)</sup> A. M. Byström, *Acta Chem. Scand.* **3**. 1949. 163 (Struktur, SR. **12**. 151). — H. Bode & A. Schmier, *Naturwiss.* **49**. 1962. 465 (Synthese von Ramsdellit).

<sup>1a)</sup> M. Fleischer, W. E. Richmond & H. T. Evans, jr., *Am. Min.* **47**. 1962. 47.

<sup>2)</sup> W. K. Zwicker, W. O. J. G. Meijer & H. W. Jaffe, *Am. Min.* **47**. 1962. 246.

<sup>2a)</sup> Vgl. Y. Hariya, *Am. Min.* **48**. 1963. 952.

## 3e) Birnessit-Reihe.

Synthetisch  $\delta$ -MnO<sub>2</sub><sup>1)</sup>**Birnessit**<sup>2)</sup> (Ca, Mg, Ni, K)<sub>≤1</sub>(Mn<sup>+4</sup>, Mn<sup>+2</sup>) (O, OH)<sub>2</sub>

(Jones &amp; Milne, 1956)

oder (Mn<sup>+4</sup>, (Mn<sup>+2</sup>, Ca, Mg, Na, K)) (O, OH)<sub>2</sub><sup>1)</sup> W. Feitknecht & W. Marti, *Helv. Chim. Acta* **28**. 1945. 149. — H. F. McMurdie & E. Golovato, *J. Res. Nat. Bur. Stand.* **41**. 1948. 589.<sup>2)</sup> L. H. P. Jones & A. A. Milne, *Min. Mag.* **31**. 1956. 283 (d-Werte). — C. Frondel, U. B. Marvin & J. Ito, *Am. Min.* **45**. 1960. 871 (d-Werte).4.) Polyrutil-Reihe. Ditetragonal-dipyramidal, D<sub>4h</sub><sup>14</sup> — P 4<sub>2</sub>/mm. Isotypie. Gegenüber Rutil sind Formel und c<sub>0</sub> verdreifacht.**Byströmit** MgSb<sub>2</sub>O<sub>6</sub> a<sub>0</sub> = 4.68 c<sub>0</sub> = 9.21<sup>1)</sup>(Mason & Vitaliano, 1950) c<sub>0</sub>/a<sub>0</sub> = 1.968 Z = 2**Tripubyit** FeSb<sub>2</sub>O<sub>6</sub> a<sub>0</sub> = 4.63 c<sub>0</sub> = 9.14<sup>2)</sup>(Hussak & Prior, 1987) c<sub>0</sub>/a<sub>0</sub> = 1.975 Z = 2**Ordoñezit** ZnSb<sub>2</sub>O<sub>6</sub> a<sub>0</sub> = 4.67 c<sub>0</sub> = 9.24<sup>3)</sup>(Switzer & Foshag, 1953) c<sub>0</sub>/a<sub>0</sub> = 1.979 Z = 2„**Mossit**“ (Fe, Mn)(Nb, Ta)<sub>2</sub>O<sub>6</sub> a<sub>0</sub> = 4.72 c<sub>0</sub> = 9.14<sup>4)</sup>(Brögger, 1897) c<sub>0</sub>/a<sub>0</sub> = 1.936 Z = 2**Tapiolit** (Fe, Mn)(Ta, Nb)<sub>2</sub>O<sub>6</sub> a<sub>0</sub> = 4.75 c<sub>0</sub> = 9.26<sup>4)</sup>(Nordenskiöld, 1863) c<sub>0</sub>/a<sub>0</sub> = 1.950 Z = 2Die gleiche Zusammensetzung wie Mossit und Tapiolit haben bekanntlich Niobit und Tantalit. Die Existenz von Mossit mit vorherrschendem Nb wird bezweifelt<sup>5, 6)</sup>.**Ilmenorutil** (Kokscharov, 1854) soll ein Mischkristall Rutil–Mossit im Verhältnis 5:1, **Strüverit** (Zambonini, 1907) ein Mischkristall Rutil–Tapiolit im Verhältnis 4:1 sein; nach neueren Untersuchungen liegt eventuell ein „Birutil“-Gitter vor; angeblich ist Strüverit Nb-reicher als ursprünglich angegeben, im letzten Fall läge Identität mit Ilmenorutil vor<sup>7)</sup>. Andere Autoren empfehlen die Bezeichnungen Niob-haltiger Rutil und Tantal-haltiger Rutil, da in beiden Fällen ein „Monorutilgitter“ vorliegen soll<sup>8)</sup>.<sup>1)</sup> B. Mason & C. J. Vitaliano, *Am. Min.* **36**. 1951. 320; **37**. 1952. 53.<sup>2)</sup> B. Mason & C. J. Vitaliano, *Min. Mag.* **30**. 1953. 100.<sup>3)</sup> G. Switzer & W. F. Foshag, *Am. Min.* **39**. 1954. 346. — G. L. Clark & D. A. Reynolds, *Z. Krist.* **98**. 1938. 185 (Struktur von synthet. ZnSb<sub>2</sub>O<sub>6</sub>, SR. 8. 153).<sup>4)</sup> V. M. Goldschmidt, *Vidensk. Skr. Oslo, Mat.-Nat. Kl. I.* 1926. 17. — E. Tavora & F. Peixoto, *An. Acad. Brasil. Sci.* **23**. 1951. 449; a<sub>0</sub> = 4.752, c<sub>0</sub> = 9.230. — C. O. Hutton, *Am. Min.* **43**. 1958. 112. — Synthet. Verbindungen s. K. Brandt, *Ark. Kem. Min. Geol.* **17 A**. 1943. 8 (SR. 9. 179).<sup>5)</sup> W. T. Schaller, *US. Geol. Surv. Bull.* **509**. 1912. 1.<sup>6)</sup> R. W. Hutchinson, *Am. Min.* **40**. 1955. 432.<sup>7)</sup> B. H. Flinter, *Am. Min.* **44**. 1959. 620; **49**. 1964. 792 (im Original-Strüverit Ta > Nb).<sup>8)</sup> P. Cerny, F. Cech & P. Povondra, *N. Jb. Min.* **101**. 1964. 142.

## 5.) Selenolith-Anatas-Gruppe.

Die hier zusammengefaßten Mineralien weisen wahrscheinlich keine engere Verwandtschaft auf.

<b>Selenolith</b>	SeO <sub>2</sub>	Tetragonal D <sub>4h</sub> <sup>13</sup> — P4 <sub>2</sub> /mbc oder C <sub>4v</sub> <sup>8</sup> — P4 <sub>2</sub> cb
(Dana, 1892)		a <sub>0</sub> = 8.37 c <sub>0</sub> = 5.06 c <sub>0</sub> /a <sub>0</sub> = 0.605 Z = 8 <sup>1</sup> )
<b>Anatas</b>	TiO <sub>2</sub>	Ditetragonal-dipyramidal D <sub>4h</sub> <sup>19</sup> — I4 <sub>1</sub> /amd
(Haüy, 1801)		a <sub>0</sub> = 3.74 [110] <sub>0</sub> = 5.28 c <sub>0</sub> = 9.39 c <sub>0</sub> /a <sub>0</sub> = 2.511 <sup>2</sup> ) Z = 4 c/a = 1.7771

Bei Anatas ist [110] der Elementarzelle gleich a [100] in morphologischer Aufstellung.

<sup>1</sup>) Selenolith soll nach Groth monoklin sein; die obigen Angaben gelten für synthetisches SeO<sub>2</sub>: J. D. McCullough, J. Am. Chem. Soc. **59**. 1937. 789.

<sup>2</sup>) L. Vegard, Phil. Mag. **32**. 1916. 505; Skr. Akad. Oslo, Mat. Nat. Kl. 1925. Nr. 11 (Struktur, SB. I. 158). — Vgl. R. L. Parker, Z. Krist. **59**. 1924. 1. u. a.

## Brookit-Wolframit-Columbit-Familie

Die seit rund 100 Jahren bekannte morphologische Verwandtschaft zwischen Brookit und Wolframit (Schrauf, 1876<sup>1</sup>) sowie zwischen Wolframit und Columbit (Gustav Rose, 1845<sup>2</sup>) ist auf der Basis der Strukturbestimmungen an Brookit (Pauling, 1928), Wolframit bzw. NiWO<sub>4</sub> (Keeling, 1957) und Columbit (Sturdivant, 1930) schließlich durch eine vergleichende Strukturbetrachtung (Laves & Mitarbeiter, 1963<sup>3</sup>) sinnvoll bestätigt worden. Ausgehend vom Brookit kann Wolframit als geordnete, Ixiolith als ungeordnete „Halbstruktur“ und Columbit gegenüber diesen als Dreifachstruktur aufgefaßt werden. Samarskit, Euxenit etc. scheinen eng mit Columbit bzw. Ixiolith verwandt zu sein.

<sup>1</sup>) A. Schrauf: Morphologische Studien an der Mineralspecies Brookit. — Sitzber. Akad. Wiss. Wien 1876; Ref. Z. Krist. **1**. 1877. 306.

<sup>2</sup>) Vergleichung der Kristallformen des Columbites und Wolfram. — Pogg. Ann. Phys. Chem. **64**. 1845. 171.

<sup>3</sup>) F. Laves, G. Bayer & A. Panagos: Strukturelle Beziehungen zwischen den Typen α-PbO<sub>2</sub>, FeWO<sub>4</sub> (Wolframit) und FeNb<sub>2</sub>O<sub>6</sub> (Columbit) und über die Polymorphie des FeNbO<sub>4</sub>. — Schweiz. Min.-Petr. Mitt. **43**. 1963. 217 (Parker-Festschrift).

6.) Brookit-Tellurit. Rhombisch-dipyramidal, D<sub>2h</sub><sup>15</sup>-Pbca. Orientierung Kokscharow (1853); hier im Achsenverhältnis a verdoppelt.

<b>Brookit</b>	TiO <sub>2</sub>	a <sub>0</sub> = 9.18 b <sub>0</sub> = 5.45 c <sub>0</sub> = 5.15 <sup>1</sup> )
(Lévy, 1825)		a <sub>0</sub> :b <sub>0</sub> :c <sub>0</sub> = 1.684:1:0.944 Z = 8
<b>Tellurit</b>	TeO <sub>2</sub>	a <sub>0</sub> = 11.77 b <sub>0</sub> = 5.51 c <sub>0</sub> = 5.60 <sup>2</sup> )
(Nicol, 1849)		a <sub>0</sub> :b <sub>0</sub> :c <sub>0</sub> = 2.136:1:1.016 Z = 8

<sup>1</sup>) L. Pauling & J. H. Sturdivant, Z. Krist. **68**. 1928. 239 (Struktur, SB. 2. 14, Ref. SB. I. 778). — Vgl. A. Schröder, Z. Krist. **66**. 1927. 67. — R. Weyl, Z. Krist. **111**. 1959. 401 (Präzisionsbestimmung der Struktur).

<sup>2</sup>) T. Ito, J. Geol. Soc. Tokyo **40**. 1933. 613. — T. Ito & H. Sawada, Z. Krist. **102**. 1939. 13 (Struktur, SB. 7. 8). — H. Beyer, K. Sahl & J. Zemann, Naturwiss. **52**. 1965. 155 (Struktur, nicht verzerrter Brookit-Typ!).

7.) Wolframit-Reihe. Monoklin-prismatisch, C<sub>2h</sub><sup>4</sup>—P 2/c. Isotypie.

<b>Ferberit</b> FeWO <sub>4</sub>	a <sub>0</sub> = 4.71 b <sub>0</sub> = 5.70 c <sub>0</sub> = 4.94 <sup>1)</sup>
(Breithaupt, 1863)	a <sub>0</sub> :b <sub>0</sub> :c <sub>0</sub> = 0.826:1:0.867 β = 90° Z = 2
<b>Wolframit</b> (Mn, Fe)WO <sub>4</sub>	a <sub>0</sub> = 4.79 b <sub>0</sub> = 5.74 c <sub>0</sub> = 4.99 <sup>1)</sup>
(Wallerius, 1747)	a <sub>0</sub> :b <sub>0</sub> :c <sub>0</sub> = 0.834 <sub>5</sub> :1:0.869 β = 90° 26' Z = 2
<b>Hübnerit</b> MnWO <sub>4</sub>	a <sub>0</sub> = 4.85 b <sub>0</sub> = 5.77 c <sub>0</sub> = 4.98 <sup>1)</sup>
(Riotte, 1865)	a <sub>0</sub> :b <sub>0</sub> :c <sub>0</sub> = 0.841:1:0.863 β = 90° 53' Z = 2
<b>Sanmartinit</b> (Zn, Fe)WO <sub>4</sub>	a <sub>0</sub> = 4.72 b <sub>0</sub> = 5.75 c <sub>0</sub> = 4.97 <sup>2)</sup>
(Angelelli & Gordon, 1948)	a <sub>0</sub> :b <sub>0</sub> :c <sub>0</sub> = 0.821:1:0.864 β ~ 90° Z = 2

Mit Wolframit isotyp sind die synthetischen Verbindungen MgWO<sub>4</sub>, ZnWO<sub>4</sub>, CdWO<sub>4</sub>, CoWO<sub>4</sub>, NiWO<sub>4</sub><sup>2a)</sup> <sup>2b)</sup> und Fe NbO<sub>4</sub><sup>1a)</sup>.

Anhang:

<b>Raspid</b> α-PbWO <sub>4</sub>	Monoklin-prismatisch C <sub>2h</sub> <sup>5</sup> —P 2 <sub>1</sub> /c
(Hlawatsch, 1897)	a <sub>0</sub> = 5.58 b <sub>0</sub> = 5.00 c <sub>0</sub> = 13.64 <sup>3)</sup>
	a <sub>0</sub> :b <sub>0</sub> :c <sub>0</sub> = 1.116:1:2.728 β = 107° 33'

<sup>1)</sup> E. K. Broch, Skr. Norsk. Ak. Oslo, Mat.-Nat. Kl. 1929. Nr. 8. — A. Sasaki, Min. Journ. (Japan) 2. 1959. 375 (Gitterkonstanten in Abhängigkeit vom Fe, Mn-Gehalt). — Vgl. H. Schröcke, Beitr. Min. Petr. 7. 1960. 166.

<sup>1a)</sup> F. Laves, G. Bayer & A. Panagos, Schweiz. Min. Petr. Mitt. 43. 1963. 217 (Strukturbeziehung zu Brookit, Ixiolith, Columbit). — Vgl. R. S. Roth & J. L. Waring, Am. Min. 49. 1964. 242.

<sup>2)</sup> V. Angelelli & S. G. Gordon, Not. Nat. Acad. Sci. Philadelphia 205. 1948. 7.

<sup>2a)</sup> R. O. Keeling, Acta Cryst. 10. 1957. 209 (Struktur mit WO<sub>6</sub>-Oktaedern für NiWO<sub>4</sub>).

<sup>2b)</sup> W. E. Sharp, Z. Krist. 114. 1960. 151 (CdWO<sub>4</sub>).

<sup>3)</sup> R. Shaw & G. F. Claringbull, Am. Min. 40. 1955. 933.

## 8.) Ixiolith-Wodginit.

<b>Ixiolith</b> (Ta, Nb, Sn, Mn, Fe) <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	Rhombisch-dipyramidal D <sub>2h</sub> <sup>14</sup> —Pbcn
(Nordenskiöld, 1857)	a <sub>0</sub> = 4.75 b <sub>0</sub> = 5.74 c <sub>0</sub> = 5.16 <sup>1)</sup>
	a <sub>0</sub> :b <sub>0</sub> :c <sub>0</sub> = 0.828:1:0.899 Z = 2
<b>Wodginit</b> (Ta, Nb, Sn, Mn, Fe) <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	Monoklin C <sub>2h</sub> <sup>6</sup> —C 2/c oder C <sub>s</sub> <sup>4</sup> —Cc
(Nickel & al., 1963)	a <sub>0</sub> = 9.52 b <sub>0</sub> = 11.46 c <sub>0</sub> = 5.11 <sup>2)</sup>
	a <sub>0</sub> :b <sub>0</sub> :c <sub>0</sub> = 0.831:1:0.446
	β = 91° 15' Z = 8

Ixiolith ist isotyp mit α-PbO<sub>2</sub><sup>1a)</sup>, ReO<sub>2</sub>, GaTaO<sub>4</sub> und FeNbO<sub>4</sub><sup>1b)</sup>. Die Gitterkonstanten von synthet. ZrSnO<sub>4</sub>, orthorhombisch, a<sub>0</sub> = 4.88, b<sub>0</sub> = 5.66, c<sub>0</sub> = 5.20<sup>1c)</sup> weisen auf enge strukturelle Verwandtschaft, vielleicht Isotypie, hin.

<sup>1)</sup> E. H. Nickel, J. F. Rowland & R. C. McAdam, Am. Min. 48. 1963. 961. — Vgl. R. S. Roth & J. L. Waring, Am. Min. 49. 1964. 242.

<sup>1a)</sup> A. I. Zaslavsky & S. S. Tolkacev, Z. Fis. Chim. USSR. 26. 1952. 743 (SR. 16. 224).

<sup>1b)</sup> A. Magnéli, Acta Chem. Scand. 11. 1957. 28. — F. Laves, G. Bayer & A. Panagos, Schweiz. Min. Petr. Mitt. 43. 1963. 217.

<sup>1c)</sup> J. Stöcker & R. Collongues, C. R. Acad. Sci. Paris 244. 1957. 83.

<sup>2)</sup> E. H. Nickel, J. F. Rowland & R. C. McAdam, Canad. Min. 7. 1963. 390.

9a) Columbit-Reihe.  $AB_2O_6$ . Rhombisch-dipyramidal,  $D_{2h}^{14}$  — Pben.  $Z = 4$ . Die Struktur läßt sich aus Wolframit bzw. Ixiolith durch Verdreifachung von  $a_0$  ableiten\*). Orientierung J. D. Dana (1837), jedoch hier im Achsenverhältnis  $a$  verdreifacht. — **Columbit** (Jameson, 1805) umfaßt die Mischkristalle Niobit-Tantalit.

<b>Niobit</b>	(Fe, Mn) (Nb, Ta) $_2O_6$	$a_0 = 14.27$ $b_0 = 5.74$ $c_0 = 5.09^{1)}$
	(Haidinger, 1845)	$a_0:b_0:c_0 = 2.486:1:0.887$
<b>Tantalit</b>	(Fe, Mn) (Ta, Nb) $_2O_6$	$a_0 - b_0 - c_0 -$
	(Ekeberg, 1802)	$a:b:c = 2.493:1:0.872^2)$
<b>Magnesiumniobit**)</b>	(Mg, Fe, Mn) (Nb, Ta, Ti) $_2O_6$	$a_0 = 14.17$ $b_0 = 5.65$ $c_0 = 5.02^3)$
		$a_0:b_0:c_0 = 2.508:1:0.888$
<b>Manganoniobit</b>	(Mn, Fe)Nb $_2O_6$	$a_0 = 14.42$ $b_0 = 5.78$ $c_0 = 5.09^4)$
	(Dana, 1892***)	$a_0:b_0:c_0 = 2.495:1:0.881$
<b>Manganotantalit</b>	(Mn, Fe)Ta $_2O_6$	$a_0 = 14.44$ $b_0 = 5.76$ $c_0 = 5.10^4)$
	(Nordenskiöld, 1877; Arzruni, 1887)	$a_0:b_0:c_0 = 2.507:1:0.882$

\*) Laves, Bayer & Panagos (1963). — Bei mäßiger Temperatur gebildeter Tantalit, mit statistischer Verteilung (Fe, Nb $_2$ ) hat  $a_0 \sim 1/3 \times 14.27$  (H. Nielsen, 1956).

\*\*) Magnocolumbit, Mathias & al., 1963.

\*\*\*) Manganocolumbit, im Sinne des Nb-Gliedes.

9b) Euxenit-Reihe. Isotyp mit Columbit. Rhombisch-dipyramidal,  $D_{2h}^{14}$  — Pben.  $Z = 4$ .

<b>Euxenit</b>	(Y, Er, Ce, U, Pb, Ca) (Nb, Ta, Ti) $_2(O, OH)_6$	$a_0 = 14.57$ $b_0 = 5.52$ $c_0 = 5.17^5)$
	(Scheerer, 1870)	$a_0:b_0:c_0 = 2.639:1:0.936$
<b>Samarskit</b>	(Y, Er, Fe, Mn, Ca, U, Th, Zr) (Nb, Ta) $_2(O, OH)_6$	$a:b:c = 2.751:1:0.949^6)$
	(= Uranniobit, Rose, 1847)	
<b>Yttrotantalit</b>	(Y, Fe, U, Ce, Zr) (Ta, Nb, Ti, Sn) $_2O_6$	$a:b:c = 2.695:1:0.929^7)$
	(Ekeberg, 1802)	
<b>Polykras</b>	(Y, Ce, Ca, U, Th) (Ti, Nb, Ta) $_2(O, OH)_6$	Das Ti-Analogon zu Euxenit
	(Scheerer, 1844)	Morphologie ähnlich Yttrotantalit
<b>Yttrokras</b>	YT $_2O_5OH$	
	(Hidden & Warren, 1906)	
Synthetisch	YTiNb $O_6$	$a_0 = 14.65$ $b_0 = 5.59$ $c_0 = 5.22^8)$
		$a_0:b_0:c_0 = 2.621:1:0.934$
<b>Fersmit</b>	(Ca, Ce, Na) (Nb, Ti, Fe, Al) $_2(O, OH, F)_6$	$a_0 = 15.09$ $b_0 = 5.76$ $c_0 = 5.23^9)$
	(Bohnstedt-Kupletskaya & Burova, 1946)	$a_0:b_0:c_0 = 2.620:1:0.908$

Uranreiche Varietäten von Samarskit wurden als **Uranniobit** (Rose, 1847) und **Urantantalit** (Uranotantal, Rose, 1839) bezeichnet; mit ersterem identisch



sind wahrscheinlich **Toddit** (Ellsworth, 1926), mit 8.7% UO<sub>2</sub> und 2.4% UO<sub>3</sub>, sowie **Ishikawait** (Kimura, 1922), mit 22% UO<sub>2</sub>. Es ist zu beachten, daß der U-Gehalt auf orientierte UO<sub>2</sub>-Entmischungskörperchen zurückgehen kann<sup>10</sup>).

„**Samarskit-Wiikit**“, zum Unterschied von „**Pyrochlor-Wiikit**“, kristallisiert orthorhombisch mit  $a:b:c = 0.536:1:0.528$  und ist häufig isotropisiert; wegen der schwankenden Zusammensetzung (z. B. SiO<sub>2</sub> zwischen 2 und 16%) dürfte es sich wohl um Teilpseudomorphosen handeln. Das „**Mineral**“ enthält viel Nb, Ta, Ti, Ytter- und Ceriterden, Uran usw. und ist stark radioaktiv.

**Eschwegeit** (Guimaraes, 1926),  $a_0 = 14.55$ ,  $b_0 = 5.52$ ,  $c_0 = 5.15^{11}$ , und **Chlopinit** (Starik, 1933) können als identisch mit **Euxenit** angesehen werden.

**Plumboniobit** (Hauser & Finckh, 1910), ist wahrscheinlich eine Varietät von **Yttroniobit** mit 7.6% PbO.

**Loranskit** (Melnikov, 1899),  $a:b:c = 1:0.5317:0.5046$ , ist wahrscheinlich eine Zr-reiche Varietät von **Yttrotantalit**.

**Delorenzit** (Zambonini, 1908) und **Tanteuxenit** (Simpson, 1928) sind wahrscheinlich identisch mit **Yttrotantalit**; **Kobeit** (Takubo, Ukai & Minato, 1950) ist wahrscheinlich identisch mit **Polykras**.

Beim Erhitzen der metamikten Niobotantalate erhält man bei 700 °C kubisch-flächenzentrierte Phasen: für **Euxenit** mit  $a_0 = 5.07$ ; für **Samarskit**  $a_0 = 5.16$ ; für **Yttrotantalit**  $a_0 = 10.28^{12}$ ).

<sup>1</sup>) J. H. Sturdivant, Z. Krist. 75. 1930. 88 (Struktur, SB. 2. 55); zur Aufstellung vgl. F. Laves, G. Bayer & A. Panagos, Schweiz. Min. Petr. Mitt. 43. 1963. 217. – K. Brandt, Ark. Kemi, Min. Geol. 17 A. 1943. 8 (für synthet. FeNb<sub>2</sub>O<sub>6</sub>:  $a_0 = 14.02$ ,  $b_0 = 5.63$ ,  $c_0 = 5.00$ ).

<sup>2</sup>) V. V. Mathias, L. N. Rossovskii, A. N. Shostatskii & N. M. Kumskova, Doklady Akad. Nauk. USSR. 148. 1963. 420. – K. Brandt, 1943, l. c. (für synthet. MgNb<sub>2</sub>O<sub>6</sub>:  $a_0 = 14.24$ ,  $b_0 = 5.68$ ,  $c_0 = 5.03$ ; auch NiNb<sub>2</sub>O<sub>6</sub>, ZnNb<sub>2</sub>O<sub>6</sub>, ZnTa<sub>2</sub>O<sub>6</sub>, MnSb<sub>2</sub>O<sub>6</sub> u. a.; SR. 9. 179).

<sup>4</sup>) K. Brandt, 1943, l. c. (für synthet. MnNb<sub>2</sub>O<sub>6</sub> bzw. MnTa<sub>2</sub>O<sub>6</sub>).

<sup>5</sup>) R. J. Arnott, Am. Min. 35. 1950. 386 (für **Euxenit** von Nippissing, Ontario). – E. I. Nefedov, Information Sbornik. Gosgeoltekh. 1956. 82 (für **Euxenit** vom Ural:  $a_0 = 14.73$ ,  $b_0 = 5.73$ ,  $c_0 = 5.19$ ). – B. Beck, Naturwiss. 48. 1961. 24 (für **Euxenit** von Mattawan:  $a_0 = 14.62$ ,  $b_0 = 5.59$ ,  $c_0 = 5.23$ ).

<sup>6</sup>) Achsenverhältnis nach Dana (1876): 0.5456:1:0.5177, hier 3/2 b:a:c.

<sup>7</sup>) Achsenverhältnis nach Brögger (1906): 0.5566:1:0.5173, hier 3/2 b:a:c.

<sup>8</sup>) B. Beck, Naturwiss. 48. 1961. 24.

<sup>9</sup>) H. D. Hess & H. J. Trumppour, Am. Min. 44. 1959. 1. – A. I. Komkov, Zapiski Vses. Min. Obshch. 89. 1960. 455 ( $a_0 = 14.99$ ,  $b_0 = 5.74$ ,  $c_0 = 5.22$ ).

<sup>10</sup>) H. Strunz, Der Aufschluß 12. 1961. 81. – Vgl. Ch. Tennyson, N. Jb. Min. Mh. 1958. 121; P. Ramdohr, Abh. Akad. Wiss. Berlin, 1958. Nr. 4.

<sup>11</sup>) E. Tavora, Anais Acad. Brasil Cienc. 23. 1951. 128.

<sup>12</sup>) J. Lima-de-Faria, Min. Mag. 31. 1958. 937.

### 10.) Blomstrandin-Reihe. Wohl Isotypie.

**Polymignit** (Ce, La, Y, Th, Mn, Ca)[(Ti, Zr, Nb, Ta)<sub>2</sub>O<sub>6</sub>]  
(Berzelius, 1824) Rhombisch-dipyramidal  
 $a:b:c = 0.4681:1:0.7192$

<b>Blomstrandin</b>	(Y, Ce, Th, Ca, Na, U)[(Ti, Nb, Ta) <sub>2</sub> O <sub>6</sub> ]	
(Brögger, 1906)		Rhombisch-dipyramidal
(Priorit, Brögger, 1906)		a:b:c = 0.4746:1:0.6673
<b>Aeschyinit</b>	(Ce, Th, Ca . . .)[(Ti, Nb, Ta) <sub>2</sub> O <sub>6</sub> ]	
(Berzelius, 1828)		Rhombisch-dipyramidal
		a:b:c = 0.4867:1:0.6737
<b>Brannerit</b>	(U, Ca, Th, Y)[(Ti, Fe) <sub>2</sub> O <sub>6</sub> ]	
(Hess & Wells, 1920)		Monoklin
		a <sub>0</sub> = 9.89 b <sub>0</sub> = 3.70 c <sub>0</sub> = 6.87 <sup>2a)</sup>
		β = 119° 10'
Synthetisch	U[Ti <sub>2</sub> O <sub>6</sub> ]	Monoklin-prismatisch C <sub>2h</sub> <sup>3</sup> — C2/m
		a <sub>0</sub> = 9.87 b <sub>0</sub> = 3.76 c <sub>0</sub> = 6.95 <sup>2)</sup>
		a <sub>0</sub> :b <sub>0</sub> :c <sub>0</sub> = 2.625:1:1.848
		β = 119° 30' Z = 2

**Niobo-Aeschyinit** (Zhabin, Mukhitdinov & Kazakova, 1960) ist eine Varietät mit vorherrschendem Nb. Blomstrandin tritt in gesetzmäßigen Verwachsungen mit Euxenit auf. Polymignit gibt nach Erhitzen auf 700 °C das Diagramm einer kubisch-flächenzentrierten Phase mit a<sub>0</sub> = 5.07<sup>1)</sup>; manche Brannerite geben schwache Linien einer kristallinen Komponente von Pyrochlortypus mit a<sub>0</sub> = 5.39 oder 10.78 (Pabst 1954).

<sup>1)</sup> J. Lima-de-Faria, Min. Mag. **31**. 1958. 937.

<sup>2)</sup> J. E. Petchett & E. W. Nuffield, Canad. Min. **6**. 1960. 483 (Pulveraufnahmen identisch mit erhitztem Brannerit).

<sup>2a)</sup> E. Seeliger & H. Strunz, N. Jb. Min. **103**. 1965. 163 (Brannerit von Wölsendorf).

11.) Fergusonit-Reihe. Scheelitstruktur; geht beim Erhitzen auf ca. 1000 °C in eine monokline Strukturvariante (β-Fergusonit) über.

<b>Fergusonit</b>	YNbO <sub>4</sub>	Tetragonal-dipyramidal C <sub>4h</sub> <sup>2</sup> — I4 <sub>1</sub> /a
(Haidinger, 1827)		a <sub>0</sub> = 5.16 c <sub>0</sub> = 10.89 c <sub>0</sub> /a <sub>0</sub> = 2.110 Z = 4 <sup>1)</sup>
<b>Formanit</b>	YTao <sub>4</sub>	Isotyp mit Fergusonit <sup>2)</sup>
(Berman & Frondel, 1944)		

Risörit (Hauser, 1908) ist eine Varietät von Fergusonit mit ca. 6% TiO<sub>2</sub>.

#### Anhang:

<b>β-Fergusonit</b>	YNbO <sub>4</sub>	Monoklin-prismatisch
(Gorshevskaya & al., 1961)		a <sub>0</sub> = 5.05 b <sub>0</sub> = 10.89 c <sub>0</sub> = 5.27 <sup>3)</sup>
		a <sub>0</sub> :b <sub>0</sub> :c <sub>0</sub> = 0.464:1:0.484
		β = 94° 30' Z = 4
Synthetisch	YTao <sub>4</sub>	Monoklin-prismatisch C <sub>2h</sub> <sup>6</sup> — I2/a
		a <sub>0</sub> = 5.34 b <sub>0</sub> = 10.94 c <sub>0</sub> = 5.07 <sup>4)</sup>
		a <sub>0</sub> :b <sub>0</sub> :c <sub>0</sub> = 0.488:1:0.463
		β = 93° 18' Z = 4

Dimorph und isotyp mit Fergusonit- $\beta$ -Fergusonit sind die synth. Verbindungen La-, Sm- und YNbO<sub>4</sub>; nur die monokline Strukturvariante ist für Ce-, Nd-, Gd- und DyNbO<sub>4</sub>, La-, Nd-, Sm-, Gd-, Dy- und YTaO<sub>4</sub> bekannt geworden; ScNbO<sub>4</sub> und ScTaO<sub>4</sub> haben Wolframitstruktur<sup>5)</sup>.

<sup>1)</sup> E. I. Nefedov, Information Sbornik. Gosgeoltekh. 1956. 82. – A. I. Komkov, Mem. All-Union Min. Soc. **36**. 1957. 432. – Kristallografiya **4**. 1959. 836 (Struktur, Fergusonit vom Ural). – Vgl. T. F. W. Barth, Norsk. Geol. Tidsskr. **9**. 1926. 23.

<sup>2)</sup> H. Berman & C. Frondel in Dana **1**. 1944. 757 („Fergusonit“ von Cooglegong, Australien, mit Nb:Ta = 0.07:1). – J. R. Butler & R. Hall, Min. Mag. **32**. 1960. 392 (Formanit von Marble Bar, Australien, mit Nb:Ta = 0.09:1; Chemismus der Fergusonit-Formanit-Reihe).

<sup>3)</sup> E. I. Nefedov, 1956, l. c. – A. I. Komkov, 1957 und 1959, l. c. – S. A. Gorshevs-kaya, G. A. Sidorenko & J. E. Smorchkov, Geol. Mestor. Red. Elementov. **9**. 1961. 28 ( $a_0 = 5.12$ ,  $b_0 = 10.89$ ,  $c_0 = 5.20$ ,  $\beta = 91^\circ 50'$ ).

<sup>4)</sup> R. B. Ferguson, Canad. Min. **6**. 1957. 72.

<sup>5)</sup> H. P. Rooksby & E. A. D. White, Acta Cryst. **16**. 1963. 888 (synthet. Niobate und Tantalate; tetragonales YNbO<sub>4</sub>:  $a_0 = 5.21$ ,  $c_0 = 11.05$ ; monoklines YNbO<sub>4</sub>:  $a_0 = 5.30$ ,  $b_0 = 10.96$ ,  $c_0 = 5.08$ ,  $\beta = 94^\circ 36'$ ).

## 12.) Stibioniobit-Reihe. Rhombisch-pyramidal, C<sub>2v</sub><sup>9</sup> – Pbn 2<sub>1</sub>. Isotypie.

<b>Cervantit</b>	Sb <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	$a_0 = 4.79$ $b_0 = 5.43$ $c_0 = 11.73^1$ )
(Dana, 1850)		$a_0:b_0:c_0 = 0.882:1:2.160$ $Z = 4$
<b>Stibioniobit*)</b>	Sb(Nb, Ta)O <sub>4</sub>	$a_0 = 4.93$ $b_0 = 5.56$ $c_0 = 10.80^2$ )
(Schaller, 1915)		$a_0:b_0:c_0 = 0.887:1:2.122$ $Z = 4$
<b>Stibiotantalit</b>	Sb(Ta, Nb)O <sub>4</sub>	$a_0 = 4.93$ $b_0 = 5.55$ $c_0 = 11.80^3$ )
(Goyder, 1893)		$a_0:b_0:c_0 = 0.888:1:2.126$ $Z = 4$
<b>Bismutotantalit</b>	Bi(Ta, Nb)O <sub>4</sub>	$a_0 = 4.97$ $b_0 = 5.57$ $c_0 = 11.78^4$ )
(Wayland & Spencer, 1929)		$a_0:b_0:c_0 = 0.892:1:2.115$ $Z = 4$

Im Stibio- und Bismutotantalit ist Ta teilweise durch Nb ersetzt; im Stibioniobit herrscht Nb vor. Bezüglich der synthetischen Verbindungen BiNbO<sub>4</sub>, BiTaO<sub>4</sub> und BiSbO<sub>4</sub> s. Aurivillius 1951<sup>4)</sup>.

\*) Bei Schaller „Stibiocolumbit“.

<sup>1)</sup> W. Gründer, H. Pätzold & H. Strunz, N. Jb. Min. Mh. 1962. 93.

<sup>2)</sup> R. S. Roth & J. L. Waring, Am. Min. **48**. 1963. 1348 (für synthet. SbNbO<sub>4</sub>).

<sup>3)</sup> K. Dählström, Z. anorg. Chem. **239**. 1938. 57. – R. S. Roth & J. L. Waring, 1963, l. c. (für synthet. SbTaO<sub>4</sub>:  $a_0 = 4.91$ ,  $b_0 = 5.54$ ,  $c_0 = 11.81$ ).

<sup>4)</sup> G. Frenzel, N. Jb. Min. Mh. 1955. 241. – Vgl. B. Aurivillius, Ark. Kem. **3**. 1951. 153. – C. S. Hurlbut, Am. Min. **42**. 1957. 178.

## 13.) Simpsonit-Thoreaulith-Gruppe.

<b>Simpsonit</b>	Ta <sub>3</sub> Al <sub>4</sub> (O <sub>13</sub> OH)	Hexagonal-dipyramidal
(Bowley, 1938)		$a_0 = 7.39$ $c_0 = 4.52$ $c_0/a_0 = 0.612$ $Z = 1^1$ )

<b>Thoreaulith</b>	Sn[(Ta, Nb) <sub>2</sub> O <sub>7</sub> ]	Monoklin-prismatisch C <sub>2h</sub> <sup>0</sup> — C <sub>2</sub> <sub>1</sub> /c
(Buttgenbach, 1933)		a <sub>0</sub> = 17.11 b <sub>0</sub> = 4.85 c <sub>0</sub> = 5.56 <sup>2</sup> )
		a <sub>0</sub> :b <sub>0</sub> :c <sub>0</sub> = 3.528:1:1.146
		β = 90°54' Z = 4

<sup>1</sup>) P. F. Kerr & R. J. Holmes, Bull. Geol. Soc. Am. **56**. 1945. 479. — O. v. Knorring & G. Hornung, Min. Mag. **33**. 1963. 458 (Formel).

<sup>2</sup>) J. Mélon & J. Toussaint, Bull. Soc. Geol. Belg. **74**. 1950. B 25.

#### 14.) Baddeleyit-Uraninit-Gruppe.

Struktur: Deformierter Fluorittypus für Baddeleyit, idealer Fluorittypus für Uraninit und Thorianit. U und Th sind unbegrenzt diadoch.

<b>a) Baddeleyit</b>	ZrO <sub>2</sub>	Monoklin-prismatisch, pseudokubisch
(Fletcher, 1892)		C <sub>2h</sub> <sup>5</sup> — P <sub>2</sub> <sub>1</sub> /c
		a <sub>0</sub> = 5.22 b <sub>0</sub> = 5.27 c <sub>0</sub> = 5.38 <sup>1</sup> )
		a <sub>0</sub> :b <sub>0</sub> :c <sub>0</sub> = 0.991:1:1.021 β = 99°28'
		Z = 4

ZrO<sub>2</sub> ist polymorph; bei 1250 °C tetragonal, D<sub>4h</sub><sup>15</sup> — P<sub>4</sub><sub>2</sub>/nmc, a<sub>0</sub> = 3.64, c<sub>0</sub> = 5.27, c<sub>0</sub>/a<sub>0</sub> = 1.448, Z = 2, isotyp mit rotem HgJ<sub>2</sub><sup>1a</sup>); bei lang andauerndem Erhitzen auf mindestens 1900 °C hexagonal oder pseudo-hexagonal mit a<sub>0</sub> = 3.61, c<sub>0</sub> = 7.90<sup>1b</sup>). — Die Baddeleyit-Modifikation kann bis ca. 10% SnO<sub>2</sub> aufnehmen; synthetisches ZrSnO<sub>4</sub> ist orthorhombisch mit a<sub>0</sub> = 4.88, b<sub>0</sub> = 5.66, c<sub>0</sub> = 5.20<sup>1c</sup>) und zeigt in den Gitterkonstanten Analogien zu Ixiolith.

Natürlich tritt als sog. **Zirkonglaskopf** und **Zirkon-Favas** auch eine wahrscheinlich optisch einachsige Modifikation auf.

#### b) Uraninit-Reihe. Kubisch-hex'oktaedrisch, O<sub>h</sub><sup>5</sup> — Fm 3m. Z = 4.

Synthetisch	CeO <sub>2</sub>	a <sub>0</sub> = 5.40 <sup>2</sup> )
<b>Cerianit</b>	(Ce, Th)O <sub>2</sub>	a <sub>0</sub> = 5.41 <sup>3</sup> ), 5.42 <sup>3a</sup> )
(Graham, 1955)		
<b>Thorianit</b>	ThO <sub>2</sub>	a <sub>0</sub> = 5.5997 <sup>4</sup> )
(Dunstan, 1904)		
<b>Uraninit</b>	UO <sub>2</sub>	a <sub>0</sub> = 5.4682 <sup>4</sup> )
(Born, 1772*)		
Synthetisch	PbUO <sub>4</sub>	a <sub>0</sub> = 5.60 <sup>5</sup> ) Z = 2

Die Gitterkonstanten von natürlichem Thorianit und Uraninit variieren in Abhängigkeit vom Verhältnis ThO<sub>2</sub>:UO<sub>2</sub> (Thorianit 5.60–5.54; Uraninit 5.54–5.45)<sup>3a</sup>).

Varietäten von Thorianit sind: **Aldanit** (Bespalov, 1941) von Ostsibirien mit 14.9–20.4% UO<sub>3</sub> und 11.2–11.5% PbO<sup>6</sup>); **Mozambikit** (Cotelo Neiva & Correia Neves, 1960), etwa (Th, SE, U)(O, OH)<sub>2</sub>, a<sub>0</sub> = 5.70<sup>7</sup>).

Uraninit aus Pegmatiten ist meist Th-haltig und hat deshalb eine vergrößerte Gitterkonstante (5.49); auf hydrothermalen Gängen erfolgte offenbar stärkere Oxydation ( $UO_2 \rightarrow U_3O_8$ ) und damit Verkleinerung der Gitterdimensionen (5.39)<sup>4a)</sup>. Uraninite mit diadochen Vertretungen sind: **Nivenit** (Hidden & Mackintosh, 1889), mit Cerit- und Yttererden; **Cleveit** (Nordenskiöld, 1878) mit Y, Er, Ce, Th, Ar und He,  $a_0 = 5.48^8$ ). Letzterer wandelt sich nach kurzem Glühen in das  $U_3O_8$ -Gitter um.

**Thucholith** (Ellsworth, 1928) ist ein kohleartiger Kohlenwasserstoff, dessen Asche U, Th, Ti und seltene Erden enthält, gelegentlich pseudomorph nach Würfeln von Uraninit<sup>9)</sup>.

\*) **Pechblende**, Born, 1772; „Uranites sulphuratus“, Klaproth, 1789; **Uranpecherz**, Patzier, 1805; „Uranin“, Haidinger, 1845; **Uraninit**, Dana, 1868.

<sup>1)</sup> K. Yardley, *Min. Mag.* **21**. 1926. 169. — J. D. McCullough & K. N. Trueblood, *Acta Cryst.* **12**. 1959. 507 (Struktur).

<sup>2a)</sup> G. Teufer, *Acta Cryst.* **15**. 1962. 1187.

<sup>1b)</sup> W. P. Davey, *Phys. Rev.* **27**. 1926. 798.

<sup>1c)</sup> J. Stöcker & R. Collongues, *C. R. Acad. Sci. Paris* **244**. 1957. 83.

<sup>2)</sup> V. M. Goldschmidt, F. Ulrich & T. Barth, *Geochem. Vert. Ges.* **IV**. 1925.

<sup>3)</sup> C. Frondel & U. B. Marvin, *Am. Min.* **44**. 1959. 882.

<sup>3a)</sup> A. R. Graham, *Am. Min.* **40**. 1955. 560.

<sup>4)</sup> H. E. Swanson & R. K. Fuyat, *Nat. Bur. Stand.* **535**. Bd. 2. 1953. 53. — E. R. Berman, *Am. Min.* **40**. 1955. 925 u. a.

<sup>4a)</sup> S. C. Robinson & A. P. Sabina, *Am. Min.* **40**. 1955. 624. — Vgl. V. M. Goldschmidt & L. Thomassen, *Vidensk. Skr. Mat. Nat. Kl. Oslo* 1923. Nr. 2. — A. Schoep & V. Billiet, *Bull. Soc. Geol. Belg.* **58**. 1935. 198. — R. J. Arnott, *Am. Min.* **35**. 1950. 386. — R. E. Rundle, N. C. Baenzinger, A. S. Wilson & R. A. McDonald, *J. Am. Chem. Soc.* **70**. 1948. 99. — E. Tavora, *Anais Acad. Bras. Sci.* **23**. 1952. 155. — E. J. Brooker & E. W. Nuffield, *Am. Min.* **37**. 1952. 363 u. a. — Vgl. C. Frondel: *Systematic Mineralogy of Uranium and Thorium*, 1958.

<sup>5)</sup> C. Frondel & I. Barnes, *Acta Cryst.* **11**. 1958. 562.

<sup>6)</sup> M. M. Bupalow, *Sowjet. Geol.* **6**. 1941. 105.

<sup>7)</sup> J. M. Coteloneiva & J. M. Correia Neves, *Internat. Geol. Congr. Copenhagen* 1960.

<sup>8)</sup> V. M. Goldschmidt & L. Thomassen, 1923, 1. c.

<sup>9)</sup> C. Frondel 1955.

## E.) $M_2O_5$ -, $MO_3$ - und verwandte Verbindungen

### 1.) Vanadiumoxide, ohne $VO_4$ -Tetraeder (?)

Im synthetischen  $V_2O_5$  ist jedes V von 5 Sauerstoffen in Form einer verzerrten trigonalen Dipyramide umgeben, die über gemeinsame Kanten zu Zick-Zack-Ketten  $\parallel [001]$  verknüpft sind. — Häggit, Doloresit und Duttonit zeigen eine ausgeprägte strukturelle Verwandtschaft zu Montroseit, sie enthalten V in oktaedrischer Koordination.

<b>Vanadinocker</b>	$V_2O_5$	Erdiges, gelbliches Pulver
Synthetisch	$V_2O_5$	Rhombisch-dipyramidal $D_{2h}^{13}$ — Pmmn
		$a_0 = 11.52$ $b_0 = 4.37$ $c_0 = 3.56^1$ )
		$a_0 : b_0 : c_0 = 2.636 : 1 : 0.815$ $Z = 2$

<b>Duttonit</b> (Thompson & al., 1956)	$\text{VO}(\text{OH})_2$	Monoklin-prismatisch $C_{2h}^6$ — I2/c $a_0 = 8.80$ $b_0 = 3.95$ $c_0 = 5.96^2$ $a_0:b_0:c_0 = 2.228:1:1.509$ $\beta = 90^\circ 40'$ $Z = 4$
<b>Navajoit</b> (Weeks, Thompson & Pecora, 1954)	$\text{V}_2\text{O}_5 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$	Monoklin $a_0 = 17.43$ $b_0 = 3.65$ $c_0 = 12.25^3$ $a_0:b_0:c_0 = 4.777:1:3.364$ $\beta = 97^\circ \pm 30'$ $Z = 6$
<b>Häggit</b> (Evans & Mrose, 1958)	$\text{V}^{3+}\text{V}^{4+}\text{O}_2(\text{OH})_3$	Monoklin-prismatisch $C_{2h}^3$ — C2/m $a_0 = 12.17$ $b_0 = 2.99$ $c_0 = 4.83^4$ $a_0:b_0:c_0 = 4.070:1:1.615$ $\beta = 98^\circ 15'$ $Z = 2$
<b>Doloresit</b> (Stern, Stieff & al., 1957)	$\text{V}_3^{4+}\text{O}_4(\text{OH})_4$	Monoklin-prismatisch $C_{2h}^3$ — C2/m $a_0 = 19.64$ $b_0 = 2.99$ $c_0 = 4.83^{4a}$ $a_0:b_0:c_0 = 6.569:1:1.615$ $\beta = 103^\circ 55'$ $Z = 2$
<b>Nolanit</b> (Robinson & al., 1957)	$\text{Fe}_{2.5}^{2+}\text{V}_{1.5}^{3+}\text{V}_6^{4+}\text{O}_{16}$	Dihexagonal-pyramidal $C_{6v}^4$ — P6 <sub>3</sub> mc $a_0 = 5.85$ $c_0 = 9.29$ $c_0/a_0 = 1.588^5$
<b>Simpletit</b> (Thompson & al., 1956)	$\text{CaV}_4\text{O}_9 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	Monoklin-prismatisch $C_{2h}^3$ — C2/m $a_0 = 8.37$ $b_0 = 17.02$ $c_0 = 8.39^6$ $a_0:b_0:c_0 = 0.492:1:0.493$ $\beta = 90^\circ 25'$ $Z = 4$

**Alvanit** (Ankinovich, 1959), ca.  $3\text{Al}(\text{OH})_3 \cdot \text{V}(\text{O}_2\text{OH})$ , und **Satpaevit** (Ankinovich, 1959), ca.  $6\text{Al}(\text{OH})_3 \cdot 3\text{V}(\text{O}_2\text{OH}) \cdot 2\text{V}(\text{O}(\text{OH})_2)$ , beide in mikrokristallinen Plättchen mit sehr guter Spaltbarkeit und pseudohexagonalem Umriß auftretend<sup>7</sup>), sind wahrscheinlich strukturell nahe Hydrargillit  $\gamma\text{-Al}(\text{OH})_3$ .

**Alait** (Nenadkevich, 1909), angeblich  $\text{VO}_2\text{OH}$ , ist nicht sichergestellt; **Vanoxit** (Hess, 1924),  $2\text{V}_2\text{O}_4 \cdot \text{V}_2\text{O}_5 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ , tritt in braunschwarzen, vielleicht orthorhombischen Massen auf (vgl. Montroseit).

Von **Vanalit** (Ankinovich, 1962),  $\text{NaAl}_8\text{V}_{10}^{5+}\text{O}_{38} \cdot 30\text{H}_2\text{O}$ , sehr feinkörnig, und **Bokit** (Ankinovich, 1963),  $\text{KAl}_3\text{Fe}_6\text{V}_6^{4+}\text{V}_{20}^{5+}\text{O}_{76} \cdot 30\text{H}_2\text{O}$ , sind keine strukturellen Daten bekannt<sup>8</sup>). Hierher gehören möglicherweise weitere V-Verbindungen aus der Abteilung VIII. E (sofern deren Strukturen keine  $\text{VO}_4$ -Tetraeder enthalten).

**Tantalocker** (Nordenskiöld, 1855), ist vielleicht  $\text{Ta}_2\text{O}_5$ .

<sup>1</sup>) A. Byström, K.-A. Wilhelmi & O. Brotzen, Acta Chem. Scand. **4**. 1950. 1119, (Struktur). — H. G. Bachmann, F. R. Ahmed & W. H. Barnes, Z. Krist. **115**. 1961. 110 (Strukturbestätigung).

<sup>2</sup>) H. T. Evans & M. E. Mrose, Acta Cryst. **11**. 1958. 56 (Struktur).

<sup>3</sup>) A. D. Weeks, M. E. Thompson & A. M. Sherwood, Science **119**. 1954. 326; Am. Min. **40**. 1955. 207. Die Gitterkonstanten sind nur aus Pulveraufnahmen abgeleitet.

<sup>4</sup>) H. T. Evans & M. E. Mrose, Acta Cryst. **11**. 1958. 56; Am. Min. **45**. 1960. 1144 (Struktur).

- <sup>4a)</sup> T. W. Stern, L. R. Stieff, H. T. Evans & A. M. Sherwood, *Am. Min.* **42**. 1957. 587. — H. T. Evans & M. E. Mrose, 1958. 1960. l. c.  
<sup>5)</sup> S. C. Robinson, H. T. Evans, W. T. Schaller & J. J. Fahey, *Am. Min.* **42**. 1957. 619. — A. W. Hanson, *Acta Cryst.* **11**. 1958. 703 (Struktur).  
<sup>6)</sup> M. E. Thompson, K. H. Roach & R. Meyrowitz, *Science* **123**. 1956. 1078; *Am. Min.* **43**. 1958. 16.  
<sup>7)</sup> E. A. Ankinovich, *Zapiski Vses. Min. Obshch.* **88**. 1959. 157.  
<sup>8)</sup> E. A. Ankinovich, *Zapiski Vses. Min. Obshch.* **91**. 1962. 307; **92**. 1963. 51.

## 2.) Oxide von Molybdän, Wolfram u. a.

<b>Molybdit</b>	MoO <sub>3</sub> <sup>1)</sup>	Rhombisch-dipyramidal D <sub>2h</sub> <sup>16</sup> —Pbnm
(Greg & Lettsom, 1858)		a <sub>0</sub> = 3.95 b <sub>0</sub> = 13.81 c <sub>0</sub> = 3.69 <sup>1a)</sup>
(Molybdänocker)		a <sub>0</sub> :b <sub>0</sub> :c <sub>0</sub> = 0.286:1:0.267 Z = 4
Synthetisch	α-WO <sub>3</sub>	Monoklin-pseudorhombisch, C <sub>2h</sub> <sup>5</sup> —P2 <sub>1</sub> /a
		a <sub>0</sub> = 7.29 b <sub>0</sub> = 7.49 c <sub>0</sub> = 3.83 <sup>2)</sup>
		a <sub>0</sub> :b <sub>0</sub> :c <sub>0</sub> = 0.973:1:0.511
		β = 90°56' Z = 4
Synthetisch	WO <sub>3</sub>	Ditetragonal-dipyramidal
(bei 770 °C)		D <sub>4h</sub> <sup>7</sup> —P4/nmm
		a <sub>0</sub> = 5.25 [110] <sub>0</sub> = 7.42 c <sub>0</sub> = 3.915 <sup>3)</sup>
<b>Tungstit</b>	WO <sub>2</sub> (OH) <sub>2</sub> <sup>5)</sup>	Orthorhombisch
(Dana, 1868)		a:b:c = 0.6966:1:0.4026 (?)
(Wolframocker)		
<b>Hydrotungstit</b>	WO <sub>2</sub> (OH) <sub>2</sub> ·H <sub>2</sub> O	Monoklin-prismatisch
(Kerr & Young, 1940)		a <sub>0</sub> = 7.45 b <sub>0</sub> = 6.92 c <sub>0</sub> = 3.72 <sup>4)</sup>
(Meymacit?)		a <sub>0</sub> :b <sub>0</sub> :c <sub>0</sub> = 1.077:1:0.538
		β ~ 90° Z = 2

**Ilsemannit** (Höfer, 1871), Mo<sub>3</sub>O<sub>8</sub> + aq. ± H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, amorph, entspricht dem sogenannten blauen Molybdänoxid. Der bisherige **Thorotungstit**, 2W<sub>2</sub>O<sub>3</sub>·H<sub>2</sub>O + (ThO<sub>2</sub>, Ce<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, ZrO<sub>2</sub>) + H<sub>2</sub>O, wahrscheinlich orthorhombisch, soll in Wirklichkeit **Ytrotungstit** (Beard, 1950) mit (Y...):(Ce...) = 3:1 sein<sup>5)</sup>.

<sup>1)</sup> F. Cech & P. Povondra, *Acta Univ. Carol. Prag. Geol.* **1**. 1963. 1.

<sup>1a)</sup> F. Cech & P. Povondra, 1963, l. c. (für natürl. Kristalle). — Vgl. H. Braekken, *Z. Krist.* **78**. 1931. 484. — N. Wooster, *Z. Krist.* **80**. 1931. 504; *Nature* **127**. 1931. 93; **128**. 1931. 35. — G. Hägg & A. Magnéli, *Ark. Kem. Min. Geol.* **19** A. 1945. 1. (Daten für synthet. Material).

<sup>2)</sup> H. Braekken 1931, l. c. — Vgl. A. Magnéli, *Acta Chem. Scand.* **3**. 1949. 88. — R. Ueda & T. Ichinokawa, *Phys. Rev.* **80**. 1950. 1106. — J. Kobayashi, *Mem. Col. Sci. Engng. Waseda* **18**. 1954. 92 (Struktur, SR. **19**. 369).

<sup>3)</sup> W. L. Kehl, R. G. Hay & D. Wahl, *J. Appl. Phys.* **23**. 1952. 212. — M. Foex & J. Wyart, *Bull. Soc. Franç. Min.* **76**. 1953. 102, geben a<sub>0</sub> = 7.44, c<sub>0</sub> = 3.88, wobei das a<sub>0</sub> dem l[10]<sub>0</sub> der obigen Aufstellung entspricht.

<sup>4)</sup> P. F. Kerr & F. Young, *Am. Min.* **29**. 1944. 192. — R. S. Mitchell, *Am. Min.* **43**. 1963. 935.

<sup>5)</sup> E. H. Beard, *Colon. Geol. Min. Res.* **1**. 1950. 50.

## F.) Hydroxide

Bei den Hydroxiden herrschen Schichtstrukturen vor, mit trigonaler Koordination im Sassolin, mit vorherrschend oktaedrischer Koordination in allen weiteren Hydroxid-Mineralien; isometrische Strukturen besitzen lediglich Söhngit, Djalindit und Stottit.

Die Reihenfolge Hydrargillit-Brucit etc. entspricht den dioktaedrischen und trioktaedrischen Phyllosilikaten (und der Zunahme der Ionenradien).

### 1.) Sassolin

<b>Sassolin</b> (Karsten, 1800)	$B(OH)_3$	Triklin-pinakoidal $C_1^1 - P\bar{1}$ $a_0 = 7.04$ $b_0 = 7.05$ $c_0 = 6.58^1$ $a_0 : b_0 : c_0 = 0.999 : 1 : 0.933$ $\alpha = 92^\circ 35'$ $\beta = 101^\circ 10'$ $\gamma = 119^\circ 50'$ $Z = 4$
------------------------------------	-----------	--

<sup>1)</sup> W. H. Zachariasen, Z. Krist. **33**. 1934. 150, pseudohexagonale Blättchenebene ist c (001); Acta Cryst. **7**. 1954. 305 (Struktur).

### 2.) Hydrargillit-Bayerit-Gruppe.

<b>Hydrargillit</b> (Cleveland, 1822)	$\gamma-Al(OH)_3$	Monoklin-prismatisch $C_{2h}^5 - P2_1/n$ $a_0 = 8.64$ $b_0 = 5.07$ $c_0 = 9.72^1$
<b>Gibbsit</b> (Torrey, 1822)		$a_0 : b_0 : c_0 = 1.704 : 1 : 1.917$ $\beta = 94^\circ 34'$ $Z = 8$ Triklin $a_0 = 17.33$ $b_0 = 10.08$ $c_0 = 9.73$ $\alpha = 94^\circ 10'$ $\beta = 92^\circ 08'$ $\gamma = 90^\circ 00'^{1a}$
<b>Bayerit</b> (Fricke, 1928)	$\alpha-Al(OH)_3$	Monoklin-prismatisch $C_{2h}^3 - C2/m$ $a_0 = 5.01$ $b_0 = 8.68$ $c_0 = 4.76^2$ $a_0 : b_0 : c_0 = 0.577 : 1 : 0.548$ $\beta = 90^\circ$ $Z = 4$

Hydrargillit ist pseudohexagonal nach c [001]; beim Entwässern bildet sich über verschiedene Zwischenstufen  $\alpha-Al_2O_3$ , Korund. Bayerit ist bei gewöhnlicher Temperatur metastabil und im Naturvorkommen von Israel bekannt geworden. Eine weitere Strukturvariante von  $Al(OH)_3$  ist **Nordstrandit**<sup>3)</sup>.

**Scarbroit** (Vernon, 1829),  $Al(OH)_3$  mit etwas Carbonat, bildet dünne Plättchen von etwa  $1 \mu$  Größe und  $0.01-0.05 \mu$  Dicke,  $a_0 = 9.94$ ,  $b_0 = 14.88$ ,  $c_0 = 26.47$ ,  $\alpha = 98.7^\circ$ ,  $\beta = 96.5^\circ$ ,  $\gamma = 89.0^\circ$ , Zellinhalt vielleicht  $4 \times 12 Al(OH)_3 \cdot Al_2[CO_3]_3^4$ .

<sup>1)</sup> H. D. Megaw, Z. Krist. **87**. 1934. 185 (Struktur, SB. 3. 38).

<sup>1a)</sup> H. Saalfeld, N. Jb. Min. Abh. **95**. 1961. 1 (Strukturen von Hydrargillit, Entwässerungsmechanismus und Strukturen der Zwischenprodukte).

<sup>2)</sup> K. Sasvari, Acta Geol. Acad. Sci. Hung. **4**. 1956. 123 (Struktur). — A. Unmack (1957) in H. Saalfeld, 1961, l. c. ( $a_0 = 5.06$ ,  $b_0 = 8.67$ ,  $c_0 = 4.71$ ,  $\beta = 90^\circ 07'$ ,  $C_{2h}^3 - P2_1/a$ ).

<sup>3)</sup> J. R. D. Wall, E. B. Wolfenden, E. H. Beard & T. Deams, Nature **196**. 1962. 264. — J. C. Hathaway & S. O. Schlanger, Nature **196**. 1962. 265.

<sup>4)</sup> W. J. Duffin & J. Goodyear, Min. Mag. **32**. 1960. 353. — G. W. Brindley & J. J. Comer, Min. Mag. **32**. 1960. 363.



3.) Brucit-Reihe. Ditrigonal-skalenoedrisch,  $D_{3d}^3$  —  $P\bar{3}m1$ . Isotypie.

<b>Brucit</b>	$Mg(OH)_2$	$a_0 = 3.13$	$c_0 = 4.74$	$c_0/a_0 = 1.514$	$Z = 1^1$
(Beudant, 1824)		$\alpha = 81^\circ 12'$			
Synthetisch	$Fe(OH)_2$	$a_0 = 3.25$	$c_0 = 4.48$	$c_0/a_0 = 1.378$	$Z = 1^2$
Synthetisch	$Co(OH)_2$	$a_0 = 3.20$	$c_0 = 4.67$	$c_0/a_0 = 1.459$	$Z = 1^3$
Synthetisch	$Ni(OH)_2$	$a_0 = 3.08$	$c_0 = 4.61$	$c_0/a_0 = 1.497$	$Z = 1^4$
<b>Pyrochroit</b>	$Mn(OH)_2$	$a_0 = 3.35$	$c_0 = 4.69$	$c_0/a_0 = 1.400$	$Z = 1^5$
(Igelström, 1864)		$\alpha = 84^\circ 26'$			
<b>Portlandit</b>	$Ca(OH)_2$	$a_0 = 3.59$	$c_0 = 4.90$	$c_0/a_0 = 1.365$	$Z = 1^6$
(Tilley, 1933)					

**Nemalith** (Nuttall, 1821), ist faseriger Brucit mit der Faserachse parallel der a-Achse oder senkrecht zur c-Achse<sup>1a</sup>). **Manganbrucit** (Igelström, 1882) besitzt größere Mn-Gehalte.

Brucit geht beim Erhitzen in Periklas über mit einer trigonalen Achse parallel der ursprünglichen c-Achse; Pyrochroit geht durch langsame Oxydation in Hydrohausmannit (Frondele, 1953) und schließlich in Hausmannit  $Mn_3O_4$  über (W. Epprecht, 1946).

**Amakinit** (Kozlov & Levshov, 1962),  $(Fe_{0.730}Mg_{0.224}Mn_{0.046})_{\Sigma 1.000}(OH)_2$ ,  $a_0 = 6.93 = 2 \times 3.465$ ,  $c_0 = 14.55 = 3 \times 4.85 \text{ \AA}$ ,  $D_{3d}^5$  —  $R\bar{3}m$ ,  $Z = 12^7$ ), besitzt offenbar eine geordnete Überstruktur gegenüber Brucit-Pyrochroit. — **Takovit** (Maksimovič, 1955) ist etwa  $5 Ni(OH)_2 \cdot 4 Al(OH)_3 \cdot 4 H_2O^8$ .

<sup>1</sup>) G. Aminoff, Geol. Fören. Förh. **41**. 1919. 407; Z. Krist. **56**. 1921. 506 (Struktur, SB. I. 161; 193). — Vgl. G. R. Levi & A. Ferrari, Rend. Acc. Lincei. **33**. 1921. 397. — <sup>1a</sup>) W. F. de Jong 1938 (SR. **8**. 139).

<sup>2</sup>) G. Natta & E. Casazza, Rend. Acc. Lincei. 1927. 803. — Vgl. L. M. Clark, A. G. M. Hedley & J. G. Robinson, J. Soc. Chem. Ind. **63**. 1944. 208.

<sup>3</sup>) G. Natta & A. Reina, Rend. Acc. Lincei **4**. 1926. 48.

<sup>4</sup>) G. Natta, Rend. Acc. Lincei **2**. 1925. 495. — K. L. Williams, Am. Min. **45**. 1960. 1109 ( $Ni(OH)_2$  als Mineral von Heazlewoodit).

<sup>5</sup>) G. Aminoff 1919, l. c. (Struktur, SB. I. 161; 195).

<sup>6</sup>) H. D. Megaw in C. E. Tilley, Min. Mag. **23**. 1933. 419, für künstliche Kristalle. — Vgl. G. R. Levi, Giorn. Chim. Industr. **6**. 1924. 333. — E. A. Harrington, Am. J. Sci. **13**. 1927. 467. — H. E. Petch, Acta Cryst. **14**. 1961. 950 (H-Positionen).

<sup>7</sup>) I. T. Kozlov & P. P. Levshov, Zapiski Vses. Obshch. **91**. 1962. 72.

<sup>8</sup>) Z. Maksimovič, C. R. Soc. serbe Geol. 1955. 219.

## 4.) Diaspor-Böhmit-Gruppe.

Dimorphie; beide Modifikationen sind orthorhombisch, ausgenommen Manganit, welcher monoklin-pseudorhombisch mit  $\beta = 90^\circ$  ist (Mügge 1922, Buerger 1936) und mit Groutit vergleichbare Gitterkonstanten besitzt.

a) Diaspor-Reihe. Rhombisch-dipyramidal,  $D_{2h}^{16}$  —  $Pbnm$ . Isotypie, auch mit Ramsdellit,  $\gamma$ - $MnO_2$ .

<b>Diaspor</b>	$\alpha$ - $AlOOH$	$a_0 = 4.41$	$b_0 = 9.40$	$c_0 = 2.84^1$
(Haüy, 1801)		$a_0 : b_0 : c_0 = 0.469 : 1 : 0.302$	$Z = 4$	

<b>Goethit</b> (Lenz, 1806)	$\alpha$ -FeOOH	$a_0 = 4.65$ $b_0 = 10.02$ $c_0 = 3.04^2)$ $a_0:b_0:c_0 = 0.464:1:0.303$ $Z = 4$
<b>Groutit</b> (Gruner, 1945)	$\alpha$ -MnOOH	$a_0 = 4.58$ $b_0 = 10.76$ $c_0 = 2.89^3)$ $a_0:b_0:c_0 = 0.426:1:0.268$ $Z = 4$
<b>Montroseit</b> (Weeks, Cisney & Sherwood, 1950)	(V, Fe)OOH	$a_0 = 4.54$ $b_0 = 9.97$ $c_0 = 3.03^4)$ $a_0:b_0:c_0 = 0.455:1:0.304$ $Z = 4$
<b>Paramontroseit</b> (Evans & Mrose, 1955)	VO <sub>2</sub>	$a_0 = 4.89$ $b_0 = 9.39$ $c_0 = 2.93^5)$ $a_0:b_0:c_0 = 0.521:1:0.312$ $Z = 4$

Anhang:

<b>Manganit</b> (Haidinger, 1827)	$\gamma$ -MnOOH	Monoklin-prismatisch $C_{2h}^5$ — $B_{21/d}$ $a_0 = 8.88$ $b_0 = 5.25$ $c_0 = 5.71^6)$ $a_0:b_0:c_0 = 1.691:1:1.088$ $\beta = 90^\circ$ $Z = 8$ $a:b:c = 0.8441:1:0.5448$
--------------------------------------	-----------------	---

b) Akaganéit. Isotyp mit  $\alpha$ -MnO<sub>2</sub>.

<b>Akaganéit</b> (Nambu, 1961)	$\beta$ -FeOOH	Tetragonal-dipyramidal $C_{4h}^5$ — $I4/m$ $a_0 = 10.48$ $c_0 = 3.02$ $c_0/a_0 = 0.288^7)$
-----------------------------------	----------------	---

c) Böhmit-Reihe. Rhombisch-dipyramidal,  $D_{2h}^{17}$  — Amam. Isotypie.

<b>Böhmit</b> (Lapparent, 1927)	$\gamma$ -AlOOH	$a_0 = 3.69$ $b_0 = 12.2$ $c_0 = 2.86^8)$ $a_0:b_0:c_0 = 0.300:1:0.234$ $Z = 4$
<b>Lepidokrokit</b> (Ullmann, 1813)	$\gamma$ -FeOOH*)	$a_0 = 3.88$ $b_0 = 12.54$ $c_0 = 3.07^9)$ $a_0:b_0:c_0 = 0.309:1:0.245$ $Z = 4$
Synthetisch	$\gamma$ -ScOOH	$a_0 = 4.01$ $b_0 = 13.01$ $c_0 = 3.24^{9a})$ $a_0:b_0:c_0 = 0.308:1:0.249$ $Z = 4$

**Kliachit** (Alumogel) „AlOOH“ + aq., tritt manchmal völlig rein und röntgenographisch amorph auf; **Bauxit** und der stark verunreinigte **Laterit** sind Gemenge von Böhmit, Hydrargillit, Diaspor, Alumogel, Eisenhydroxid u. a. und gehören eigentlich zu den Sedimentgesteinen. **Mangandiaspor** ist ein Diaspor mit ca. 4 Gew.-% Mn<sub>2</sub>O<sub>3</sub> und 2 Gew.-% Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.

**Goethit (Nadeleisenerz)** tritt häufiger auf als **Lepidokrokit (Rubinglimmer)** insbesondere auch in den mehr strahlig-derben Varietäten gelförmiger Entstehung mit adsorbiertem H<sub>2</sub>O: **Limonit (Brauneisenerz, Brauner Glaskopf, gelber Ocker)**. Reichlich Fremd Beimengungen enthalten **Minette** (Brauneisenoolithe, konzentrisch-schaliger Bau, hirsekorngroß) und die **Bohnerze** (meist Brauneisen-, selten Roteisen-Roll- und Trümmererze, erbsen- bis eigroß); **Minette** enthält insbesondere Mangan und Phosphor. **Nadeleisenerz** besitzt in Oolithen merkwürdigerweise blättrige Ausbildung nach der Basis (Correns und v. Engelhardt, 1941). Amorphes Brauneisen, am besten als **Siderogel** zu bezeichnen, tritt nach Böhm (1928) in Sumpf-

und Wiesenerzen auf, scheint aber relativ selten zu sein. **Stilpnosiderit**, von schlackiger Ausbildung, ist teilweise amorph. — Bei strahliger-derber Entwicklung von Nadeleisenerz ist  $c_0$  die Faserrichtung (untersucht für braunen Glaskopf von Horbach und Xanthosiderit von Friedrichroda).

**Heterogenit** (Frenzel, 1872),  $\text{CoOOH}$ , Ditrigonale-skalenoedrisch  $D_{3d}^3 - R\bar{3}m$ , mit  $a_0 = 2.85$ ,  $c_0 = 13.13$  (für synthet. Kristalle)<sup>10</sup> ist isotyp mit  $\text{NaHF}_2$ . Nach Hey, 1962<sup>11</sup>), sind mit Heterogenit identisch: Transvaalit (MacGhie & Clark, 1890), Stainierit (Schoep & Cuvelier, 1929), Mindigit (de Leenheer, 1934), Trieuit (de Leenheer, 1935) und Boodtit (de Leenheer, 1936); **Heubachit** (Sandberger, 1876) ist eine nickelhaltige, **Schulzenit** (Martens, 1895) eine kupferhaltige Varietät von Heterogenit; „Winklerit“ (Breithaupt, 1872) ist ein Gemenge. — Durch Erhitzen entstehen Cobaltspinelle, z. B.  $(\text{Co}, \text{Cu})\text{Co}_2\text{O}_4$ .

Hierher gehört vielleicht auch **Ranciéit** (Leymerie, 1857),  $(\text{Ca}, \text{Mn}^{II})\text{Mn}^{III}\text{O}_9 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$  (?).

<sup>1</sup>) M. Deflandre, Bull. Soc. Franç. Min. **55**. 1932. 140 (Struktur, SB. 2. 46). — Vgl. K. Takané, Proc. Imp. Acad. Jap. **9**. 1933. 113. — F. J. Ewing, J. Chem. Phys. **3**. 1935. 203. (Struktur, SR. 10. 98). — W. Hoppe, Z. Krist. **103**. 1940. 73; **104**. 1942. 11 (Struktur, SR. 9. 150). — W. R. Busing & H. A. Levy, Acta Cryst. **11**. 1958. 798 (Neutronenbeugung, Lokalisierung der H).

<sup>2</sup>) S. Goldsztaub, Bull. Soc. Franç. Min. **53**. 1935. 6 (Struktur, SB. 3. 372). — Vgl. J. Böhm, Z. Krist. **68**. 1928. 567. — M. A. Peacock, Trans. Roy. Soc. Canada **36**. 1942. 107. — W. Hoppe, 1940/42, l. c. (Struktur).

<sup>3</sup>) R. L. Collin & W. H. Lipscomb, Acta Cryst. **2**. 1949. 104 (Struktur, SR. 12. 152).

<sup>4</sup>) A. D. Weeks, E. Cisney & A. M. Sherwood, Am. Min. **38**. 1953. 1235. — H. T. Evans & S. Block, Am. Min. **33**. 1953. 1242 (Struktur, SR. 20. 364).

<sup>5</sup>) H. T. Evans & M. E. Mrose, Am. Min. **40**. 1955. 861. — G. Andersson, Acta Chem. Scand. **10**. 1956. 623: synthet.  $\text{VO}_2$ , monoklin,  $C_{2h}^2 - P2_1/c$ ,  $a_0 = 5.74$ ,  $b_0 = 4.52$ ,  $c_0 = 5.375$ ,  $\beta = 122.61^\circ$  (Struktur, SR. 20. 264). — S. Westman, Acta Chem. Scand. **15**. 1961. 217: synthet.  $\text{VO}_2 < \sim 70^\circ\text{C}$ , tetragonal,  $D_{4h}^{4+} - P4_2/mnm$ ,  $a_0 = 4.53$ ,  $c_0 = 2.87$ , Rutil-Typ.

<sup>6</sup>) M. J. Buerger, Z. Krist. **95**. 1936. 163 (Struktur, SB. 4. 28). — Vgl. J. Garrido, Bull. Soc. Franç. Min. **53**. 1935. 224. — H. Dachs, Z. Krist. **118**. 1963. 303 (Strukturverfeinerung).

<sup>7</sup>) A. L. Mackay, Min. Mag. **33**. 1962. 270; für synthet. Kristalle.

<sup>8</sup>) P. P. Reichertz & W. J. Yost, J. Chem. Phys. **14**. 1946. 495 (Struktur, SR. 10. 99). — Vgl. S. Goldsztaub, Bull. Soc. Franç. Min. **59**. 1936. 348. — T. Takeuchi, J. Jap. Ass. Min. **27**. 1942. 240.

<sup>9</sup>) F. J. Ewing, J. Chem. Phys. **3**. 1935. 420 (Struktur, SB. 3. 66). — S. Goldsztaub 1935, l. c. — M. A. Peacock 1942, l. c.

<sup>9a</sup>) W. O. Milligan & J. L. McAtee, J. Phys. Chem. **60**. 1956. 273 (Struktur von  $\gamma\text{-AlOOH}$  und  $\text{-ScOOH}$  (SR. 20. 284).

<sup>10</sup>) Y. D. Kondrashev & N. N. Fedorova, Doklady Akad. Nauk. USSR. **94**. 1954. 229.

<sup>11</sup>) M. H. Hey, Min. Mag. **33**. 1962. 253.

## 5.) Lithiophorit-Quenselit-Gruppe.

**Lithiophorit**  $(\text{Al}, \text{Li})(\text{OH})_2 \cdot \text{MnO}_2$

(Breithaupt, 1870)

Monoklin-prismatisch  $C_{2h}^3 - C2/m$

$a_0 = 5.06$   $b_0 = 2.91$   $c_0 = 9.551$ )

$a_0 : b_0 : c_0 = 1.743 : 1 : 3.282$   $\beta = 100^\circ 30'$   $Z = 2$

<b>Chalkophanit</b> $\text{ZnMn}_3\text{O}_7 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ (Moore, 1875)	Triklin $C_1^1$ — $P\bar{1}$ , pseudotrigonal $a_0 = 7.54$ $b_0 = 7.54$ $c_0 = 8.22^2$ $a_0 : b_0 : c_0 = 1.000 : 1 : 1.090$ $\alpha = 90^\circ$ $\beta = 117^\circ 12'$ $\gamma = 120^\circ$
Morpholog.:	Ditrigonal-skalenoedrisch $c/a = 3.527$ $\alpha = 44^\circ 55'$
<b>Hydrocalumit</b> $2\text{Ca}(\text{OH})_2 \cdot \text{Al}(\text{OH})_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ (Tilley, 1934)	Monoklin-sphenoidisch $C_2^2$ — $P2_1$ $a_0 = 9.6$ $b_0 = 11.4$ $c_0 = 16.87^3$ $a_0 : b_0 : c_0 = 0.842 : 1 : 1.480$ $\beta = 111^\circ$ $Z = 8$
<b>Quenselit</b> $\text{PbO} \cdot \text{MnOOH}$ (Flink, 1926)	Monoklin-prismatisch $C_{2h}^5$ — $P2_1/a$ $a_0 = 5.61$ $b_0 = 5.68$ $c_0 = 9.13^4$ $a_0 : b_0 : c_0 = 0.988 : 1 : 1.607$ $\beta = 93^\circ 29'$

Die Mineralien dieser Gruppe besitzen Schichtstrukturen mit alternierenden Schichten:  $\text{MnO}_6$ - und  $(\text{Al}, \text{Li})(\text{OH})_6$ -Oktaederschichten im Lithiophorit,  $\text{MnO}_6$ -Oktaederschichten und  $\text{H}_2\text{O}$ -Schichten mit zwischen beiden oktaedrisch koordiniertem Zn im Chalkophanit,  $\text{MnO}_6$ -Oktaederschichten und  $\text{Pb}(\text{OH})$ -Schichten im Quenselit. Chalkophanit, Hydrocalumit und Quenselit haben perfekte basale Spaltbarkeit.

<sup>1</sup>) A. D. Wadsley, Acta Cryst. **5**. 1952. 676 (Struktur).

<sup>2</sup>) A. D. Wadsley, Acta Cryst. **8**. 1955. 165 (Struktur).

<sup>3</sup>) H. D. Megaw in C. E. Tilley, Min. Mag. **23**. 1934. 607.

<sup>4</sup>) A. Byström, Ark. Kem. Min. Geol. **19**. A. 1945. Nr. 5 (Struktur, SR. **10**. 119).

#### 6.) Söhngeit-Stottit-Gruppe. Homöotypie.

<b>Söhngeit</b> $\text{Ga}(\text{OH})_3$ (Strunz, 1965)	Kubisch-disdodekaedrisch $T_h^5$ — Im 3 $a_0 = 7.47$ $Z = 8^1$
<b>Djalindit</b> $\text{In}(\text{OH})_3$ (Genkin & Muraveva, 1963)	Kubisch-disdodekaedrisch $T_h^5$ — Im 3 $a_0 = 7.95$ $Z = 8^2$
Synthetisch $\text{FeSn}(\text{OH})_6$	Kubisch-disdodekaedrisch $T_h^2$ — Pn 3 $a_0 = 7.79$ $Z = 4^3$
<b>Stottit</b> $\text{FeGe}(\text{OH})_6$ (Strunz, Söhnge, Geier, 1958)	Tetragonal-dipyramidal $C_{4h}^4$ — $P4_2/n$ $a_0 = 7.55$ $c_0 = 7.47$ $c_0/a_0 = 0.989$ $Z = 4^4$
Synthetisch $\text{NaSb}(\text{OH})_6$	Tetragonal-dipyramidal $C_{4h}^4$ — $P4_2/n$ $a_0 = 8.02$ $c_0 = 7.88$ $c_0/a_0 = 0.983$ $Z = 4^5$

<sup>1</sup>) H. Strunz, Naturwiss. **52**. 1965. 493.

<sup>2</sup>) A. D. Genkin & I. V. Muraveva, Zapiski, Vses. Min. Obshch. **92**. 1963. 445. — Vgl. K. Schubert & A. Seitz, Z. anorg. Chem. **256**. 1948. 226. — R. Fricke & A. Seitz, Z. anorg. Chem. **255**. 1947. 13 (synthet.  $\text{In}(\text{OH})_3$ ,  $\text{Sc}(\text{OH})_3$ , Struktur, SR. **11**. 278).

<sup>3</sup>) H. Strunz & B. Contag, Acta Cryst. **13**. 1960. 601 (auch synthet. Mn-, Co-, Mg-,  $\text{Ca}[\text{Sn}(\text{OH})_6]$ ). — H. Strunz & K. Weber, Acta Cryst. **18**. 1965.

<sup>4)</sup> H. Strunz, G. Söhnge & B. H. Geier, N. Jb. Min. Mh. 1958. 85. — H. Strunz & M. Giglio, Acta Cryst. **14**. 1961. 205 (Struktur). — J. Zemann, N. Jahrb. Min. Mh. 1959. 67. (Isotypie  $\text{FeGe}(\text{OH})_6$  —  $\text{NaSb}(\text{OH})_6$ ).

<sup>5)</sup> N. Schrewelius. Z. anorg. Chem. **238**. 1938. 241 (Struktur, SB. 6. 27, 118; isotyp ist  $\text{AgSb}(\text{OH})_6$ ).

### Familie der Uranyl-Hydroxide

Die meisten der bisher als Mineralien bekannten Uranylhydroxide sind pseudohexagonal nach  $c[001]$  und vollkommen spaltbar nach der Basis. Der Schichtenbau wird dem von synthetischem  $\text{UO}_2\text{F}_2$  und  $\text{CaUO}_4$  (Zachariasen, Acta Cryst. **1**. 1948. 277. 281) entsprechen, mit  $\text{U}^{6+}$  in Achterkoordination und Wasser bzw.  $\text{Pb}(\text{OH})_2$  etc. auf Zwischenschichtpositionen (Mineralogische Tabellen, 1957; H. Brasseur & H. Potdevin, Z. Krist. **113**. 1960. 132; C. L. Christ & J. R. Clark, Am. Min. **45**. 1960. 1026). — Gitteranalogien mit der Oktaederfläche von Uraninit lassen orientierte Verwachsungen erwarten.

#### 7.) Ianthinit-Reihe. Wohl Homöotypie.

<b>Ianthinit</b>	$[\text{UO}_2](\text{OH})_2$	Orthorhombisch
(Schoep, 1926)		$a_0 = 7.08$ $b_0 = 11.25$ $c_0 = 20.98^1$
		$a_0:b_0:c_0 = 0.629:1:1.865$
	$\text{UO}_2 \cdot 5[\text{UO}_2](\text{OH})_2$	Orthorhombisch
		$a_0 = 7.15$ $b_0 = 11.52$ $c_0 = 30.3^{1a)}$
		$a_0:b_0:c_0 = 0.621:1:2.630$ $Z = 4$
<b>Epianthinit (?)</b>	$[\text{UO}_2](\text{OH})_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$	Orthorhombisch
(Schoep & Stradiot, 1947)		$a_0 = 7.17$ $b_0 = 11.46$ $c_0 = 15.20^2)$
		$a_0:b_0:c_0 = 0.626:1:1.311$ $Z = 8$
<b>Masuyit</b>	$[\text{UO}_2](\text{OH})_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$	Rhombisch-dipyramidal $D_{2h}^+$ — Pcn
(Vaes, 1947)		$a_0 = 14.09$ $b_0 = 12.08$ $c_0 = 14.27^3)$
		$a_0:b_0:c_0 = 1.166:1:1.181$

Synthet.  $\beta\text{-UO}_2(\text{OH})_2$  ist rhombisch-dipyramidal,  $D_{2h}^{23}$  — Fmmm,  $a_0 = 6.295$ ,  $b_0 = 5.64$ ,  $c_0 = 9.92$ ,  $Z = 4^{1b)}$ .

<sup>1)</sup> C. Bignand, Bull. Soc. Franç. Min. **78**. 1955. 1.

<sup>1a)</sup> C. Guillemin & J. Protas, Bull. Soc. Franç. Min. Crist. **82**. 1959. 80.

<sup>1b)</sup> G. Bergström & G. Lundgren, Acta Chem. Scand. **10**. 1956. 673 (Struktur, SR. **20**. 287). — Vgl. R. B. Roof, D. T. Cromer & A. C. Larson, Acta Cryst. **17**. 1964. 701.

<sup>2)</sup> J. W.-Fron del & F. Cuttitta, Am. Min. **39**. 1954. 1018. — Soll identisch mit Schoepit sein. — Guillemin & Protas, Bull. Soc. Franç. Min. Crist. **82**. 1959. 80.

<sup>3)</sup> Vaes 1947; H. Brasseur, Bull. Soc. Sci. Liège **19**. 1950. 239. — J. W.-Fron del (1953) findet für einen Masuyit etwas abweichende Eigenschaften,  $a_0 = 13.90$ ,  $b_0 = 12.31$ ,  $c_0 = 14.92$ .

## 8.) Becquerelit-Reihe. Isotypie.

**Becquerelit**  $6[\text{UO}_2](\text{OH})_2 \cdot \text{Ca}(\text{OH})_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  Rhombisch-dipyramidal  $D_{2h}^5$ -Pmma  
(Schoep, 1922)

$a_0 = 13.92$   $b_0 = 12.45$   $c_0 = 15.09^1)$   
 $a_0 : b_0 : c_0 = 1.118 : 1 : 1.212$   $Z = 4$

**Billietit**  $6[\text{UO}_2](\text{OH})_2 \cdot \text{Ba}(\text{OH})_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$   
(Vaes, 1947)

Rhombisch-dipyramidal  $D_{2h}^5$ -Pmma  
 $a_0 = 14.25$   $b_0 = 12.04$   $c_0 = 15.06^2)$   
 $a_0 : b_0 : c_0 = 1.184 : 1 : 1.251$   $Z = 4$

## Anhang:

**Wälsendorfit**  $2[\text{UO}_2](\text{OH})_2 \cdot \text{PbO}$   
(Protas, 1957)

Orthorhombisch  
 $a_0 = 13.99$   $b_0 = 11.95$   $c_0 = 7.02^3)$   
 $a_0 : b_0 : c_0 = 1.171 : 1 : 0.587$   $Z = 6$

<sup>1)</sup> J. W. Frondel & F. Cuttitta, Am. Min. **38**. 1953. 1019. - Vgl. auch Schoep 1922, Billiet & de Jong 1935, Schoep & Stradiot 1948, Brasseur 1948. - J. Protas, C. R. Acad. Sci. Paris **244**. 1957. 91 (Analogie der Formeln von Becquerelit und Billietit).

<sup>2)</sup> Vaes 1947, Gitterkonstanten nach J. W. Frondel und F. Cuttitta, Am. Min. **38**. 1953. 1019 (Formel:  $\text{BaO} \cdot 6\text{UO}_3 \cdot 11\text{H}_2\text{O}$ ). - H. Brasseur (1949),  $a_0 = 7.12$ ,  $b_0 = 12.10$ ,  $c_0 = 15.12$ .

<sup>3)</sup> J. Protas, C. R. Acad. Sci. Paris **244**. 1957. 2942.

## 9.) Fourmarierit-Reihe. Wohl Homöotypie.

**Schoepit**  $8[\text{UO}_2](\text{OH})_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$  Rhombisch-dipyramidal  $D_{2h}^{15}$ -Pbca  
(Walker, 1923)

$a_0 = 14.33$   $b_0 = 16.79$   $c_0 = 14.73^1)$   
 $a_0 : b_0 : c_0 = 0.853 : 1 : 0.874$   $Z = 4$

**Vandendriesscheit**  $8[\text{UO}_2](\text{OH})_2 \cdot \text{Pb}(\text{OH})_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$   
(Vaes, 1947)

Orthorhombisch  
 $a_0 = 14.12$   $b_0 = 16.80$   $c_0 = 14.72^2)$   
 $a_0 : b_0 : c_0 = 0.840 : 1 : 0.876$   $Z = 4$

**Fourmarierit**  $8[\text{UO}_2](\text{OH})_2 \cdot 2\text{Pb}(\text{OH})_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  Orthorhombisch  
(Buttgenbach, 1924)

$a_0 = 14.10$   $b_0 = 16.75$   $c_0 = 14.55^3)$   
 $a_0 : b_0 : c_0 = 0.842 : 1 : 0.869$   $Z = 4$

Von Schoepit existieren auch 2 wasserärmere Varianten: Metaschoepit,  $D_{2h}^{14}$ -Pbna,  $a_0 = 13.99$ ,  $b_0 = 16.72$ ,  $c_0 = 14.73$ , und Paraschoepit,  $D_{2h}^{14}$ -Pbca,  $a_0 = 14.12$ ,  $b_0 = 16.83$ ,  $c_0 = 15.22^1)$ .  $\text{UO}_2(\text{OH})_2$  ist gleichfalls orthorhombisch,  $a_0 = 6.86$ ,  $b_0 = 4.27$ ,  $c_0 = 10.19^{1a)}$ .

<sup>1)</sup> C. L. Christ & J. R. Clark, Am. Min. **45**. 1960. 1026. - Für Schoepit vgl. V. Billiet & W. F. de Jong, Natuurw. Tijdschr. **17**. 1935. 157.

<sup>1a)</sup> W. H. Zachariasen in J. J. Katz & E. Rabinowitch, The chemistry of Uranium. New York 1951.

<sup>2)</sup> J. F. Vaes, Bull. Soc. Geol. Belg. **70**. 1947. 212. - Gitterkonstanten: C. Frondel, Systematic Mineralogy of Uranium and Thorium, Geol. Surv. Bull. **1064**. 1958. 83.

<sup>3)</sup> H. Brasseur, Am. Min. **33**. 1948. 619. - Vgl. H. Strunz, Acta Albertina Ratisbonensis **22**. 1956/58. 144. - C. L. Christ & J. R. Clark, 1960, l. c.

## 10.) Vandenbrandeit-Curit-Gruppe.

<b>Vandenbrandeit</b>	$[\text{UO}_2](\text{OH})_2 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$	
(Schoep, 1932)		Triklin-pinakoidal $C_1 - P\bar{1}$
		$a_0 = 7.86 \quad b_0 = 5.44 \quad c_0 = 6.10^1$
		$a_0 : b_0 : c_0 = 1.445 : 1 : 1.121$
		$\alpha = 91^\circ 52' \quad \beta = 102^\circ 00' \quad \gamma = 89^\circ 37'$
		$Z = 2$
<b>Clarkeit</b>	$\text{Na}_2\text{U}_2\text{O}_7$	Optisch zweiachsig <sup>2)</sup>
(Ross, Henderson & Posnjak, 1931)		
<b>Curit</b>	$3\text{PbO} \cdot 8\text{UO}_3 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	Orthorhombisch $\text{Pna}2_1$ oder $\text{Pnam}$
(Schoep, 1921)		$a_0 = 12.50 \quad b_0 = 13.01 \quad c_0 = 8.40^3$
		$a_0 : b_0 : c_0 = 0.961 : 1 : 0.646 \quad Z = 2$

Clarkeit von Rajputana hat die Zusammensetzung  $(\text{Na}_{0.53}\text{Ca}_{0.26}\text{Pb}_{0.26}\text{Th}_{0.06}\text{U}_{0.02}\text{H}_2\text{O}_{0.88})\text{U}_2(\text{O}_{6.93}\text{H}_2\text{O}_{0.07})$ ; er ist isotyp mit synthetischem  $\text{Na}_2\text{U}_2\text{O}_7$  und  $\text{CaU}_2\text{O}_7 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ . **Uranosphärit** (Weisbach, 1873),  $[\text{UO}_2](\text{OH})_2[\text{BiOOH}]$ , kristallisiert orthorhombisch<sup>4)</sup>. **Richetit** (V a e s, 1947) bildet pseudo-hexagonale Plättchen mit guter basaler Spaltbarkeit.

„**Gummit**“ (Dana, 1868) ist ein gummiartig aussehendes Gemenge von Uranmineralien, vorzugsweise der Becquerelit-Fourmarierit-Gruppe, so Fourmarierit, Vandendriesscheit, Becquerelit, Schoepit, aber auch Clarkeit und Curit<sup>5)</sup>; „Gummit“ stellt das erste Umwandlungs- (Oxydations- und Hydratations-) Produkt des Uraninites dar, bildet also die innere Umwandlungszone um das frische Uranpecherz, während die folgende (äußere) Zone aus Uranyl-silikaten, wie Uranophan, Kasolit, auch aus Soddyit, Sklodowskit und unidentifizierten Mineralien besteht. Die alleräußerste Zone bildet gelegentlich das Uranylcarbonat Rutherfordin.

<sup>1)</sup> J. H. Milne & E. W. Nuffield, Am. Min. **36**. 1951. 394.

<sup>2)</sup> Vgl. J. W. Gruner, Am. Min. **39**. 1954. 836.

<sup>3)</sup> G. Donnay & J. D. H. Donnay, U. S. Geol. Surv. TEI - 507. 1955. - Vgl. auch Schaub in Dana 1944 sowie C. Bignand 1955, l. c.

<sup>4)</sup> R. Berman, Am. Min. **42**. 1957. 905 (d-Werte).

<sup>5)</sup> Vgl. C. Frondel, Am. Min. **41**. 1956. 539.

## G.) Arsenite, Selenite, Tellurite und Jodate

(Wahrscheinlich mit pyramidalen Baugruppen  $\text{AsO}_3$ ,  $\text{SeO}_3$ ,  $\text{TeO}_3$ ,  $\text{JO}_3$ )

## 1.) Arsenite.

<b>Reinerit</b>	$\text{Zn}_3[\text{AsO}_3]_2$	Rhombisch-dipyramidal $D_{2h}^9 - \text{Pbam}$
(Geier & Weber, 1958)		$a_0 = 6.09 \quad b_0 = 14.40 \quad c_0 = 7.80$
		$a_0 : b_0 : c_0 = 0.423 : 1 : 0.542 \quad Z = 4^1$
<b>Armangit</b>	$\text{Mn}_3[\text{AsO}_3]_2$	Hexagonal ( $C_{3v}$ , $D_3$ oder $D_{3d}$ )
(Aminoff & Mauzelius, 1920)		$a_0 = 13.47 \quad c_0 = 8.74 \quad c_0/a_0 = 0.650 \quad Z = 9^2$

- Trigonalit**  $\text{Pb}_3\text{MnH}[\text{AsO}_3]_3$  Monoklin-domatisch  $C_s^2 - Pn$   
(Flink, 1920)  $a_0 = 7.26$   $b_0 = 6.81$   $c_0 = 11.09^3$   
 $a_0:b_0:c_0 = 1.066:1:1.631$   
 $\beta = 91^\circ 49'$   $Z = 2$
- Magnussonit**  $(\text{Mn}, \text{Mg}, \text{Cu})_5[(\text{OH}, \text{Cl}) | (\text{AsO}_3)_3]$  Kubisch  
(Gabrielson, 1956)  $a_0 = 16.05$   $Z = 16^4$
- Finnemanit**  $\text{Pb}_5[\text{Cl} | (\text{AsO}_3)_3]$  Hexagonal-pyramidal  $C_6^6 - P6_3$   
(Aminoff, 1923)  $a_0 = 10.23$   $c_0 = 6.98$   $c_0/a_0 = 0.682^5$   $Z = 2$
- Die Raumgruppe von Armangit ist  $C_{3v}^5 - R3m$ ,  $D_3^7 - R32$  oder  $D_{3d}^3 - R3m$ .

<sup>1</sup>) B. H. Geier & K. Weber, N. Jb. Min. Mh. 1958. 160.

<sup>2</sup>) G. Aminoff, Svensk. Vetensk. Handl. 11. 1933. 19.

<sup>3</sup>) C. W. Wolfe & C. Frondel (1946) in Dana 2. 1951. 1032.

<sup>4</sup>) O. Gabrielson, Ark. Min. Geol. 2. 1956. 133.

<sup>5</sup>) G. Aminoff & A. L. Parsons, Geol. Fören. Förh. 49. 1927. 438. — O. Gabrielson, Ark. Min. Geol. 2. 1955. 1 (Struktur).

2.) Selenite und Tellurite. Chalkomenit und Teineit sind isotyp<sup>2</sup>).

- Chalkomenit**  $\text{Cu}[\text{SeO}_3] \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  Rhombisch-disphenoidisch  $D_2^4 - P2_12_12_1$   
(Des Cloizeaux & Damour, 1881)  $a_0 = 6.66$   $b_0 = 9.12$   $c_0 = 7.37^1$   
 $a_0:b_0:c_0 = 0.730:1:0.808$   $Z = 4$
- Teineit**  $\text{Cu}[\text{TeO}_3] \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  Rhombisch-disphenoidisch  $D_2^4 - P2_12_12_1$   
(Yoshimura, 1939)  $a_0 = 6.63$   $b_0 = 9.61_5$   $c_0 = 7.43^2$   
 $a_0:b_0:c_0 = 0.690:1:0.773$   $Z = 4$
- Ahlfeldit**  $\text{Ni}[\text{SeO}_3] \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  Monoklin oder Triklin<sup>3</sup>)  
(Herzenberg, 1935)
- Cobaltomenit**  $\text{Co}[\text{SeO}_3] \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  Isotyp und mischbar mit Ahlfeldit<sup>3</sup>)  
(Bertrand, 1882)
- Emmonsit**  $\text{Fe}_2[\text{TeO}_3]_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  Monoklin oder orthorhombisch<sup>4</sup>)  
(Hillebrand, 1885)
- Mackayit**  $\text{Fe}_2[\text{TeO}_3]_3 \cdot x\text{H}_2\text{O}$  Ditetragonal-dipyramidal  $D_{4h}^{20} - I4_1/acd$   
(Frondel & Pough, 1944)  $a_0 = 11.72$   $c_0 = 14.98$   $c_0/a_0 = 1.278^5$

**Molybdomenit** (Bertrand, 1882) ist  $\text{Pb}[\text{SeO}_3]$ , monoklin,  $a_0 = 6.86$ ,  $b_0 = 5.48$ ,  $c_0 = 4.50$ ,  $\beta = 112^\circ 45'$  <sup>6</sup>).

Synthetisches  $\text{Zn}[\text{SeO}_3] \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  ist monoklin,  $C_{2h}^5 - P2_1/n$ ,  $a_0 = 6.45$ ,  $b_0 = 8.80$ ,  $c_0 = 7.65$ ,  $\beta = 82^\circ$ ,  $Z = 4$  <sup>7</sup>).

<sup>1</sup>) H. Berman in Ch. Palache, Am. Min. 22. 1937. 790; 1123. — G. Gattow, Acta Cryst. 11. 1958. 377:  $a_0 = 6.67$ ,  $b_0 = 9.19$ ,  $c_0 = 7.38$  (Struktur).

<sup>2</sup>) A. Zemann & J. Zemann, Beiträge Min. Petr. 7. 1960. 436. — Acta Cryst. 15. 1962. 698 (Struktur).

<sup>3</sup>) G. Gattow & O. J. Lieder, Naturwiss. 50. 1963. 222.

<sup>4</sup>) W. H. Schaller in Hillebrand, Am. J. Sci. 18. 1904. 433.

<sup>5</sup>) C. Frondel & F. H. Pough, Am. Min. 29. 1944. 211.

<sup>6</sup>) J. A. Mandarino, Canad. Min. 8. 1965. 149.

<sup>7</sup>) V. F. Gladkova & J. D. Kondrashev, Acta Cryst. 16. 1963. A 31.



## 3.) Jodate.

<b>Lautarit</b> (Dietze, 1891)	$\text{Ca}[\text{JO}_3]_2$	Monoklin-prismatisch $C_{2h}^5 - P2_1/n$ $a_0 = 7.19$ $b_0 = 11.40$ $c_0 = 7.33^1$ $a_0:b_0:c_0 = 0.631:1:0.643$ $\beta = 106^\circ 22'$ $Z = 4$
<b>Dietzeit</b> (Osann, 1894)	$\text{Ca}_2[\text{CrO}_4   (\text{JO}_3)_2]$	Monoklin-prismatisch $C_{2h}^5 - P2_1/c$ (?) $a_0 = 10.18$ $b_0 = 7.31$ $c_0 = 14.06^1$ $a_0:b_0:c_0 = 1.393:1:1.923$ $\beta = 106^\circ 32'$ $Z = 4$
<b>Schwartzem- bergit</b> (Dana, 1868)	$\text{Pb}_3[\text{Cl}_3\text{O}_3   \text{JO}_3]$	Orthorhombisch-pseudotetragonal $c/a = 0.430$
<b>Salesit</b> (Palache & Jarrell, 1939)	$\text{Cu}[\text{OH}   \text{JO}_3]$	Rhombisch-dipyramidal $D_{2h}^{16} - Pmcn$ $a_0 = 6.71$ $b_0 = 4.79$ $c_0 = 10.79^2$ $a_0:b_0:c_0 = 1.401:1:2.253$ $Z = 4$
<b>Bellingerit</b> (Berman & Wolfe, 1940)	$\text{Cu}_3[\text{JO}_3]_6 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$	Triklin-pinakoidal $C_i^1 - P\bar{1}$ $a_0 = 7.23$ $b_0 = 7.84$ $c_0 = 7.94^3$ $a_0:b_0:c_0 = 0.922:1:1.013$ $\alpha = 105^\circ 06'$ $\beta = 96^\circ 57\frac{1}{2}'$ $\gamma = 92^\circ 55'$ $Z = 1$

<sup>1)</sup> B. Goßner & F. Mußgnug, Z. Krist. 75. 1930. 410.

<sup>2)</sup> W. E. Richmond in Ch. Palache & O. W. Jarrell, Am. Min. 24. 1939. 388. - S. Ghose, Acta Cryst. 15. 1962. 1105 (Struktur).

<sup>3)</sup> H. Berman & C. W. Wolfe, Am. Min. 25. 1940. 505.

v.

## Klasse der Nitrate, Carbonate, Borate

### Übersicht

#### Va. Nitrate

- |                        |  |
|------------------------|--|
| 1.) Nitronatrit-Gruppe | $\text{NaNO}_3$ .                            |
| 2.) Nitrobarit-Gruppe  | $\text{Ba}[\text{NO}_3]_2$ .                 |
| 3.) Gerhardtit-Gruppe  | $\text{Cu}_2[(\text{OH})_3   \text{NO}_3]$ . |

#### Vb. Carbonate

##### A.) Wasserfreie Carbonate ohne fremde Anionen

- |                                |   |
|--------------------------------|---|
| 1.) Naheolith-Kalicinit-Gruppe | $\text{NaHCO}_3, \text{KHCO}_3$ .   |
| 2.) Calcit-Reihe               | $\text{CaCO}_3$ .   |
| 3.) Dolomit-Reihe              | $\text{CaMg}[\text{CO}_3]_2$ .  |
| 4.) Aragonit-Reihe             | $\text{CaCO}_3$ .   |
| 5.) Eitelit-Sahamalith-Gruppe  | $\text{Na}_2\text{Mg}[\text{CO}_3]_2$ ,<br>$(\text{Ce}, \text{La}, \text{Nd})_2(\text{Mg}, \text{Fe})[\text{CO}_3]_4$ . |

##### B.) Wasserfreie Carbonate mit fremden Anionen

Mit mittelgroßen Kationen:

- |                               |  |
|-------------------------------|--|
| 1.) Azurit-Hydrozinkit-Gruppe | $\text{Cu}_3[\text{OH}   \text{CO}_3]_2, \text{Zn}_5[(\text{OH})_3   \text{CO}_3]_2$ . |
|-------------------------------|--|

Mit mittelgroßen und sehr großen Kationen:

- |                              |  |
|------------------------------|--|
| 2.) Dawsonit-Stenonit-Gruppe | $\text{NaAl}[(\text{OH})_2   \text{CO}_3], \text{Sr}_2\text{Al}[\text{F}_5   \text{CO}_3]$ .                 |
| 3.) Northupit-Tychit-Gruppe  | $\text{Na}_3\text{Mg}[\text{Cl}   (\text{CO}_3)_2], \text{Na}_6\text{Mg}_2[\text{SO}_4   (\text{CO}_3)_4]$ . |

Mit sehr großen Kationen:

- |                                    |   |
|------------------------------------|---|
| 4.) Bastnäsit-Hydrocerussit-Gruppe | $\text{Ce}[\text{F}   \text{CO}_3], \text{Pb}_3[\text{OH}   \text{CO}_3]_2$ .     |
| 5.) Phosgenit-Bismutit-Gruppe      | $\text{Pb}_2[\text{Cl}_2   \text{CO}_3], \text{Bi}_2[\text{O}_2   \text{CO}_3]$ . |

##### C.) Wasserhaltige Carbonate ohne fremde Anionen

Mit mittelgroßen Kationen:

- |                                   |  |
|-----------------------------------|--|
| 1.) Nesquehonit-Lansfordit-Gruppe | $\text{MgCO}_3 \cdot 3 \text{H}_2\text{O}, \text{MgCO}_3 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$ . |
|-----------------------------------|--|

Mit sehr großen Kationen:

- 2.) Thermonatrit-Soda-Gruppe  $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$ .  
 3.) Calkinsit-Lanthanit-Gruppe  $(\text{Ce}, \text{La}, \dots)_2[\text{CO}_3]_3 \cdot 4 \text{H}_2\text{O}$ ,  
 $(\text{La}, \text{Dy}, \text{Ce})_2[\text{CO}_3]_3 \cdot 8 \text{H}_2\text{O}$ .

**D.) Wasserhaltige Carbonate mit fremden Anionen**

Mit mittelgroßen Kationen:

- 1.) Hydromagnesit-Artinit-Gruppe  $\text{Mg}_5[\text{OH} | (\text{CO}_3)_2]_2 \cdot 4 \text{H}_2\text{O}$ ,  
 $\text{Mg}_2[(\text{OH})_2 | \text{CO}_3] \cdot 3 \text{H}_2\text{O}$ .  
 2a) Sjögrenit-Reihe  $\text{Mg}_6\text{Fe}_2[(\text{OH})_{16} | \text{CO}_3] \cdot 4 \text{H}_2\text{O}$ ;  
 2b) Pyroaurit-Reihe  $\text{Mg}_6\text{Fe}_2[(\text{OH})_{16} | \text{CO}_3] \cdot 4 \text{H}_2\text{O}$ .

Mit sehr großen Kationen:

- 3.) Alumohydrocalcit-Ankyllit-Gruppe  $\text{CaAl}_2[(\text{OH})_4 | (\text{CO}_3)_2] \cdot 3 \text{H}_2\text{O} \dots$   
 4.) Gruppe der Uranyl-Carbonate  $[\text{UO}_2 | \text{CO}_3] \cdot \text{H}_2\text{O}$ ,  
 $\text{Ca}_2[\text{UO}_2 | (\text{CO}_3)_3] \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$ .

**Vc. Borate****A.) Abteilung der Nesoborate**Planare  $\text{BO}_3$ -Komplexe ohne fremde Anionen

- 1.) Jeremejewit-Kotoit-Gruppe  $\text{Al}[\text{BO}_3]$ ,  $\text{Mg}_3[\text{BO}_3]_2$   
 2.)  $\text{InBO}_3$ -CaSn $[\text{BO}_3]_2$ -La $\text{BO}_3$ -Gruppe

Planare  $\text{BO}_3$ -Komplexe mit fremden Anionen

- 3.) Warwickit-Pinakiolith-Gruppe  $(\text{Mg}, \text{Fe})_3\text{Ti}[\text{O} | \text{BO}_3]_2$ ,  $(\text{Mg}, \text{Mn}^{++})_2\text{Mn}^{+++}$   
 $[\text{O}_2 | \text{BO}_3]$   
 4.) Nocerin-Reihe  $\text{Mg}_3[\text{F}_3 | \text{BO}_3]$   
 5.) Seamanit-Sulfoborit-Gruppe  $\text{Mn}_3[\text{PO}_4 | \text{BO}_3] \cdot 3 \text{H}_2\text{O}$

Tetraedrische  $\text{B}(\text{O}, \text{OH})_4$ -Komplexe

- 6.) Sinhalit-Behierit-Gruppe  $\text{MgAl}[\text{BO}_4]$   
 7.) Bandyolith-Canhit-Gruppe  $\text{Cu}[\text{Cl} | \text{B}(\text{OH})_4]$ ,  $\text{Ca}_2[\text{AsO}_4 | \text{B}(\text{OH})_4]$

**B.) Abteilung der Soroborate**Verknüpfung planarer  $\text{B}(\text{O}, \text{OH})_3$ -Komplexe

- 1.) Suanit-Reihe  $\text{Mg}_2[\text{B}_2\text{O}_5]$   
 2.) Ascharit-Reihe  $\text{Mg}_2[\text{B}_2\text{O}_5] \cdot \text{H}_2\text{O}$   
 3.) Wiserit-Lüneburgit-Gruppe  $\text{Mn}_4[(\text{OH}, \text{Cl})_4 | \text{B}_2\text{O}_5]$

Verknüpfung planarer  $\text{B}(\text{O}, \text{OH})_3$ - und tetraedrischer  $\text{B}(\text{O}, \text{OH})_4$ -Komplexe

- 4.) Inderit-Meyerhofferit-Gruppe  $\text{Mg}[\text{B}_3\text{O}_3(\text{OH})_5] \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$   
 5.) Tinkalkonit-Borax-Gruppe  $\text{Na}_2[\text{B}_4\text{O}_5(\text{OH})_4] \cdot 3 \text{H}_2\text{O}$   
 6.) Ezcurrit-Nasinit-Gruppe  $\text{Na}_2[\text{B}_5\text{O}_6(\text{OH})_5] \cdot \text{H}_2\text{O}$   
 7.) Probertit-Ulexit-Gruppe  $\text{NaCa}[\text{B}_5\text{O}_6(\text{OH})_6] \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$

- 8.) Larderellit-Ammoniorbit-Gruppe  $\text{NH}_4[\text{B}_5\text{O}_6(\text{OH})_4] \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$   
 9.) Ginorit-Kaliborit-Gruppe  $\text{Ca}_2[\text{B}_4\text{O}_5(\text{OH})_4][\text{B}_5\text{O}_6(\text{OH})_4]_2 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$   
 $\text{KMg}_2[\text{B}_5\text{O}_6(\text{OH})_4][\text{B}_3\text{O}_3(\text{OH})_5] \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$

Verknüpfung tetraedrischer  $\text{B}(\text{O}, \text{OH})_4$ -Komplexe

- 10.) Pinnoit-Frolovit-Gruppe  $\text{Mg}[\text{B}_2\text{O}(\text{OH})_6]$

### C.) Abteilung der Inoborate

Ketten aus planaren  $\text{BO}_3$ -Komplexen

- 1.) Calcium-Metaborat-Reihe  $\text{Ca}[\text{B}_2\text{O}_4]$

Ketten aus planaren  $\text{B}(\text{O}, \text{OH})_3$  und tetraedrischen  $\text{B}(\text{O}, \text{OH})_4$ -Komplexen

- 2.) Veatchit-Gowerit-Gruppe  $\text{Sr}[\text{B}_3\text{O}_4(\text{OH})_2]_2$   
 3.) Colemanit-Hydroboracit-Gruppe  $\text{Ca}[\text{B}_3\text{O}_4(\text{OH})_3] \cdot \text{H}_2\text{O}$   
 4.) Kernit  $\text{Na}[\text{B}_4\text{O}_6(\text{OH})_2] \cdot 3 \text{H}_2\text{O}$

### D.) Abteilung der Phylloborate

Schichten aus planaren  $\text{B}(\text{O}, \text{OH})_3$  und tetraedrischen  $\text{B}(\text{O}, \text{OH})_4$ -Komplexen

- 1.) Fabianit-Gruppe  $\text{Ca}[\text{B}_3\text{O}_5(\text{OH})]$   
 2.) Hilgardit-Parahilgardit-Gruppe  $\text{Ca}_2[\text{Cl} | \text{B}_5\text{O}_8(\text{OH})_2]$   
 3.) Nobleit-Reihe  $\text{Ca}[\text{B}_6\text{O}_9(\text{OH})_2] \cdot 3 \text{H}_2\text{O}$

Schichten aus tetraedrischen  $\text{B}(\text{O}, \text{OH})_4$ -Komplexen (?)

- Korschinskite  $\text{Ca}_2[\text{B}_4\text{O}_6(\text{OH})_4]$

### E.) Abteilung der Tektoborate

- 1.) Hambergit-Rhodizit-Gruppe  $[\text{Be}_2\text{OHBO}_3]$   
 2.) Boracit-Gruppe  $\text{Mg}_3[\text{Cl} | \text{B}_7\text{O}_{13}]$   
 3.) Metaborit  $\gamma\text{-HBO}_2$

## Va. Nitrate

- 1.) Nitronatrit-Gruppe.

Die Verwandtschaft der Nitrate mit den Carbonaten kommt am besten in der Isotypie zum Ausdruck, die sowohl zwischen Nitronatrit und Calcit als auch zwischen Nitrokalit und Aragonit besteht.

<b>Nitronatrit</b>	$\text{NaNO}_3$	Ditrigonal-skalenoedrisch $D_{3d}^6$ — $R\bar{3}c$
(Glocker, 1847)		$a_{\text{rh}} = 6.49 \quad \alpha = 102^\circ 40' \quad Z = 4$
(Natrionsalpeter)		$a'_{\text{rh}} = 6.33 \quad \alpha' = 47^\circ 15' \quad Z = 2^1$
<b>Nitrokalit</b>	$\text{KNO}_3$	Rhombisch-dipyramidal $D_{2h}^{16}$ — $Pcmm$
(Strunz, 1941)		$a_0 = 5.43 \quad b_0 = 9.19 \quad c_0 = 6.46^2$
(Kalisalpeter)		$a_0 : b_0 : c_0 = 0.591 : 1 : 0.703 \quad Z = 4$
<b>Nitrammit</b>	$\text{NH}_4\text{NO}_3$ —IV	Rhombisch-dipyramidal $D_{2h}^{13}$ — $Pmmn$
(Shepard, 1857)		$a_0 = 5.76 \quad b_0 = 5.46 \quad c_0 = 4.97^3$
(Ammonsalpeter)		$a_0 : b_0 : c_0 = 1.055 : 1 : 0.910 \quad Z = 2$

Von  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  kennt man synthetisch fünf Modifikationen<sup>4)</sup>: M—I (oberhalb  $125^\circ\text{C}$ ) ist kubisch, M—II (zwischen  $125$  und  $84,2^\circ\text{C}$ ) ist tetragonal, M—III (zwischen  $84,2$  und  $32,2^\circ\text{C}$ ) ist orthorhombisch, M—IV (zwischen  $32,2$  und  $-18^\circ\text{C}$ ) ist ebenfalls orthorhombisch, M—V (unterhalb  $-18^\circ\text{C}$ ) ist tetragonal; eine weitere Umwandlung vollzieht sich bei  $-60^\circ\text{C}$ .

<sup>1)</sup> R. W. G. Wyckoff, Phys. Rev. **16**. 1920. 149, für künstliche Kristalle. — (Vgl. SR. **11**. 360, 361).

<sup>2)</sup> D. A. Edwards, Z. Krist. **80**. 1930. 154, für künstliche Kristalle. — W. Borchert, Z. Krist. **95**. 1936. 28 (Polymorphie). — (Vgl. SR. **11**. 362, rhomboedr. Hochtemperatur-Modifikation).

<sup>3)</sup> S. B. Hendricks, E. Posnjak & F. C. Kracek, J. Am. Chem. Soc. **54**. 1932. 2766. — Vgl. C. D. West, J. Am. Chem. Soc. **54**. 1932. 2256.

<sup>4)</sup> S. B. Hendricks, E. Posnjak & F. C. Kracek, J. Am. Chem. Soc. **54**. 1932. 2766.

## 2.) Nitrobarit-Gruppe.

**Nitrobarit**  $\text{Ba}[\text{NO}_3]_2$  Kubisch  $T_{11}^6$  — Pa 3 ( $T^4$  — P 2<sub>1</sub>3)  
(Lewis, 1882)  $a_0 = 8.13$   $Z = 4^1$   
(Barytsalpeter)

**Magnesiumsalpeter** (Nitromagnesit, Shepard, 1835) ist wahrscheinlich  $\text{Mg}[\text{NO}_3]_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ; **Kalksalpeter** (Nitrocalcit, Shepard, 1835) wohl  $\text{Ca}[\text{NO}_3]_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ , kristallisiert monoklin.

<sup>1)</sup> L. Vegard & L. Bilberg, Skr. Oslo Mat.-Nat. Kl. 1931. Nr. 12. — G. Lutz, Z. Krist. **114**. 1960. 232 (Strukturuntersuchung mit Neutronenbeugung).

## 3.) Gerhardtit-Gruppe.

Synthetisch  $\text{Cu}_2[(\text{OH})_3 | \text{NO}_3]$  Monoklin-prismatisch  $C_{2h}^2$  — P 2<sub>1</sub>/m  
 $a_0 = 5.58$   $b_0 = 6.05$   $c_0 = 6.90$   
 $a_0:b_0:c_0 = 0.922:1:1.140$   
 $\beta = 94^\circ 30'$   $Z = 2^1$

**Gerhardtit**  $\text{Cu}_2[(\text{OH})_3 | \text{NO}_3]$  Rhombisch-disphenoidisch  $D_2^4$  — P 2<sub>1</sub>2<sub>1</sub>2<sub>1</sub>  
(Wells & Penfield, 1885)  $a_0 = 5.56$   $b_0 = 6.07$   $c_0 = 13.71$   
 $a_0:b_0:c_0 = 0.916:1:2.258$   $Z = 4^2$

**Likasit**  $\text{Cu}_6[(\text{OH})_7 | (\text{NO}_3)_2 | \text{PO}_4]$  Rhombisch-dipyramidal  $D_{2h}^9$  — P cma  
(Schoep & al., 1955)  $a_0 = 5.79$   $b_0 = 6.72$   $c_0 = 21.65$   
 $a_0:b_0:c_0 = 0.862:1:3.222$   $Z = 2^3$

**Darapskit**  $\text{Na}_3[\text{SO}_4 | \text{NO}_3] \cdot \text{H}_2\text{O}$  Monoklin-prismatisch  
(Dietze, 1891)  $a:b:c = 1.5258:1:0.7514$   $\beta = 102^\circ 55'4$

<sup>1)</sup> W. Nowacki & R. Scheidegger, Acta Cryst. **3**. 1950. 472. — Helv. chim. Acta **35**. 1952. 375 (Struktur). — H. R. Oswald, Z. Krist. **116**. 1961. 210.

<sup>2)</sup> K. Kohler, Z. Krist. **106**. 1955. 474. — J. Toussaint, Soc. Geol. Belg. Ann. **79**. 1956. B. 233. — H. R. Oswald, 1961, l. c.

<sup>3)</sup> A. Schoep, W. Borchert & K. Kohler, Bull. Soc. Franç. Min. **78**. 1955. 83.

<sup>4)</sup> A. Osann, Z. Krist. **23**. 1894. 584.

## Vb. Carbonate

## A.) Wasserfreie Carbonate ohne fremde Anionen

## 1.) Nahcolith-Kalicinit-Gruppe.

<b>Nahcolith</b> (Bannister, 1928)	$\text{NaHCO}_3$	Monoklin-prismatisch $C_{2h}^5$ — $P2_1/n$ $a_0 = 7.53$ $b_0 = 9.72$ $c_0 = 3.54^1)$ $a_0:b_0:c_0 = 0.775:1:0.364$ $\beta = 93^\circ 19'$ $Z = 4$
<b>Kalicinit</b> (Pisani, 1865)	$\text{KHCO}_3$	Monoklin-prismatisch $C_{2h}^5$ — $P2_1/a$ $a_0 = 15.04$ $b_0 = 5.70$ $c_0 = 3.69^2)$ $a_0:b_0:c_0 = 2.639:1:0.647$ $\beta = 103^\circ 25'$ $Z = 4$
<b>Teschemacherit</b> (Dana, 1868)	$\text{NH}_4\text{HCO}_3$	Rhombisch-dipyramidal $D_{2h}^{10}$ — $Pccn$ $a_0 = 7.30$ $b_0 = 10.81$ $c_0 = 8.78^3)$ $a_0:b_0:c_0 = 0.675:1:0.812$ $Z = 8$
<b>Wegscheiderit</b> (Fahey & Yorks, 1961)	$\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 3 \text{NaHCO}_3$	Triklin-pedial $C_1^1$ — $P1$ $a_0 = 10.04$ $b_0 = 15.56$ $c_0 = 3.47$ $a_0:b_0:c_0 = 0.645:1:0.223$ $\alpha = 91^\circ 55'$ $\beta = 95^\circ 49'$ $\gamma = 108^\circ 40'$ $Z = 2^4)$

<sup>1)</sup> W. H. Zachariassen, J. Chem. Phys. **1**. 1933. 634. — R. L. Sass & R. F. Scheuerman, Acta Cryst. **15**. 1962. 77 (Struktur, andere Wahl der Elementarzelle:  $P2_1/c$ ,  $a_0 = 3.51$ ,  $b_0 = 9.71$ ,  $c_0 = 8.05$ ,  $\beta = 111^\circ 51'$ ).

<sup>2)</sup> J. Dhar, Current Science **4**. 1936. 867, für künstliche Kristalle. — Vgl. auch J. Nitta, Y. Tomiie & Ch. H. Koo, Acta Cryst. **5**. 1952. 292 (Struktur) und P. Herpin, C. R. Acad. Sci. **234**. 1952. 2205.

<sup>3)</sup> R. C. L. Mooney, Phys. Rev. **39**. 1932. 861, für künstliche Kristalle.

<sup>4)</sup> D. E. Appleman, Am. Min. **48**. 1963. 404.

## Calcit-, Dolomit-, Aragonit-Familie

In der Calcit-Reihe sind Verbindungen der relativ kleinen Kationen Mg, Zn, Co, Fe und Mn vorhanden, in der Aragonit-Reihe solche der relativ großen Kationen Sr, Ba und Pb; Ca steht seiner Größe nach zwischen den beiden Reihen und ermöglicht somit die Polytypie von  $\text{CaCO}_3$ . In der Calcit-Reihe tritt unbegrenzte Diadochie (Mg, Zn, Co, Fe) auf, die sich z. T. noch auf Mn erstreckt, aber nicht oder kaum mehr auf Ca; zwischen Rhodochrosit und Calcit besteht unbegrenzte Mischbarkeit.

Außer den Mischkristallen — mit struktureller Gleichwertigkeit von Mg, Zn, Co bzw. Sr, Ba, Pb usw. — treten die Doppelverbindungen Dolomit, Ankerit, Kutnahorit und Barytocalcit auf, in denen die Kationen im Verhältnis 1:1 in zwei verschieden große Arten aufgeteilt sind; dadurch wird die Gesamtsymmetrie dieser Mineralien niedriger als die der Reinverbindungen und Mischkristalle.

Im Strukturtypus Calcit sind die Kationen von sechs O, im Strukturtypus Aragonit von neun O umgeben.

2.) Calcit-Reihe. Ditrigonal-skalenoedrisch,  $D_{3d}^6 - R\bar{3}c$ . Isotypie und weitgehende Mischbarkeit. Dem morphologischen Einheitsrhomboeder von Calcit mit  $\alpha = 101^\circ 55'$  entspricht strukturell eine „flächenzentrierte Zelle“ mit der Translationsperiode  $2 \times 6.42 \text{ \AA}$ .  $a'_{rh}$  entspricht der Kantenlänge des morphologischen Rhomboeders  $40\bar{4}1$  und strukturell der kleinsten Elementarzelle.

<b>Magnesit</b> (Karsten, 1808) (Bitterspat)	$MgCO_3$	$a_{rh} = 5.85$ $a'_{rh} = 5.62$	$\alpha = 103^\circ 20'$ $\alpha' = 48^\circ 10'$	$Z = 4^1)$ $Z = 2$
<b>Smithsonit</b> (Beudant, 1832) (Zinkspat)	$ZnCO_3$	$a_{rh} = 5.88$ $a'_{rh} = 5.63$	$\alpha = 103^\circ 30'$ $\alpha' = 48^\circ 20'$	$Z = 4^2)$ $Z = 2$
<b>Sphaerokobaltit</b> (Weisbach, 1877) (Kobaltspat)	$CoCO_3$	$a_{rh} = 5.92$ $a'_{rh} = 5.72$	$\alpha = 103^\circ 22'$ $\alpha' = 48^\circ 14'$	$Z = 4^3)$ $Z = 2$
<b>Siderit</b> (Haidinger, 1845) (Eisenspat)	$FeCO_3$	$a_{rh} = 6.03$ $a'_{rh} = 5.83$	$\alpha = 103^\circ 05'$ $\alpha' = 47^\circ 45'$	$Z = 4^4)$ $Z = 2$
<b>Rhodochrosit</b> (Hausmann, 1813) (Manganspat)	$MnCO_3$	$a_{rh} = 6.02$ $a'_{rh} = 5.85$	$\alpha = 102^\circ 50'$ $\alpha' = 47^\circ 46'$	$Z = 4^5)$ $Z = 2$
<b>Otavit</b> (Schneider, 1906) (Cadmiumspat)	$CdCO_3$	$a_{rh} = 6.31$ $a'_{rh} = 6.12$	$\alpha = 102^\circ 30'$ $\alpha' = 47^\circ 24'$	$Z = 4$ $Z = 2^6)$
<b>Calcit</b> (Freiesleben, 1836) (Kalkspat)	$CaCO_3$	$a_{rh} = 6.42$ $a'_{rh} = 6.37$	$\alpha = 101^\circ 55'$ $\alpha' = 46^\circ 07'$	$Z = 4^7)$ $Z = 2$

Anhang:

<b>Vaterit</b> (Meigen, 1911)	$CaCO_3$	Hexagonal $a_0 = 7.135$ $c_0 = 8.52$ $c_0/a_0 = 1.194$ $Z = 6^8)$
----------------------------------	----------	---

Als Mischkristalle der Calcit-Reihe wurden beobachtet: Ferro-Magnesit (Mesitinspat); Ferro-Smithsonit, Mangan-Smithsonit; Zink-Siderit, Mangan-Siderit, Calcium-Siderit; Zink-Rhodochrosit, Ferro-Rhodochrosit, Ferrozink-Rhodochrosit; Kalk-Rhodochrosit; Zinko-Calcit (?), Kobalt-Calcit (?), Mangan-Calcit, Strontium-Calcit und Barium-Calcit. Im Rhodochrosit ist vollkommene Diadochie (Mn, Ca, Fe) möglich, unvollkommene zwischen Mn und Mg (Wayland, 1942).

**Plumbocalcit**, (Johnston, 1829), von gleicher morphologischer Symmetrie wie Calcit, ist ein anomaler Mischkristall von Calcit und Cerussit (Siegl, 1938).

**Gel-Magnesit** und **Gel-Calcit** sind  $\text{MgCO}_3$  und  $\text{CaCO}_3$  angeblich in kolloidalem Zustand.

$\text{NiCO}_3$  ist nur synthetisch bekannt,  $a'_{\text{rh}} = 5.55$ ,  $\alpha' = 48^\circ 43' 9$ ).

<sup>1)</sup> G. R. Levi & A. Ferrari, Rend. Acc. Lincei. **33**. 1924. 516. — J. Brentano & W. E. Dawson, Phil. Mag. **3**. 1927. 411. — K. Schoklitsch, Z. Krist. **90**. 1935. 433. — D. L. Graf, Am. Min. **46**. 1961. 1283.

<sup>2)</sup> G. R. Levi & A. Ferrari, 1924, l. c. — V. M. Goldschmidt & H. Hauptmann, Nachr. Ges. Wiss. Göttingen, Math.-Phys. Kl. 1932. 53. — D. L. Graf, 1961, l. c.

<sup>3)</sup> A. Ferrari & C. Colla, Rend. Acc. Lincei. **10**. 1929. 594. — M. Baccaredda, Rend. Acc. Lincei. **16**. 1932. 248. — D. L. Graf, 1961, l. c.

<sup>4)</sup> R. W. G. Wyckoff, Am. J. Sci. **50**. 1920. 317. — K. Schoklitsch, 1935, l. c. — D. L. Graf, 1961, l. c.

<sup>5)</sup> R. W. G. Wyckoff 1920. — V. M. Goldschmidt & H. Hauptmann 1932. — D. L. Graf, 1961, l. c.

<sup>6)</sup> W. H. Zachariasen, Skr. Norske Vidensk. Akad. 1928. Nr. 4. — A. Ferrari & C. Colla, Gazz. Chim. Ital. **66**. 1936. 571. — P. Ramdohr & H. Strunz, Zbl. Min. 1941. 97. — D. L. Graf, 1961, l. c.

<sup>7)</sup> Präzisionsmessungen für Calcit:  $a'_{\text{th}} = 6.3748 \pm 0.0005 \text{ \AA}$ ,  $\alpha' = 46^\circ 05'$ ; hexagonale Zelle  $a_0 = 4.9898 \pm 0.0003 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 17.060 \pm 0.005 \text{ \AA}$ ,  $c_0/a_0 = 3.4190 = 4 \cdot 0.8547_5$ , bei  $18^\circ \text{C}$  (K. W. Andrews, Min. Mag. **29**. 1950. 85); morphologisch  $c/a = 0.854$ . — Vgl. W. L. Bragg, Proc. Roy. Soc. **89 A**. 1914. 246. 468 (Struktur, SB. **I**. 292). — E. Schiebold, Abh. Sächs. Akad. Wiss. **36**. 1919. 68. — R. W. G. Wyckoff, Am. J. Sci. **50**. 1920. 317. — A. H. Compton & Mitarb., Phys. Rev. **25**. 1925. 618. — J. A. Bearden, Phys. Rev. **33**. 1931. 1389. 2089. — Zur Mischkristallbildung siehe A. Ferrari & C. Colla, Gazz. chim. Ital. **66**, 1936. 571. — Ph. Krieger, Am. Min. **15**. 1930. 23. — C. Frondel, Am. Min. **40**. 1955. 316. — D. L. Graf, 1961. Weitere Literatur im Strukturbericht. — S. P. Clark, Am. Min. **42**. 1957. 564 (Phasengleichgewicht Calcit-Aragonit).

<sup>8)</sup> J. D. C. McConnell, Min. Mag. **32**. 1960. 535. — S. R. Kamhi, Acta Cryst. **16**. 1963. 770 ( $a_0 = 7.16$ ,  $c_0 = 16.98$ , Struktur).

<sup>9)</sup> H. Bizette & Langlès, Bull. Soc. Chim. Franc. 1950. M 1041. — C. F. W. Pistorius, Experientia **15**. 1959. 328 u. a.

3.) Dolomit-Reihe. Trigonal-rhomboedrisch,  $C_{3i}^2 - R\bar{3}$ . Isotypie und weitgehende Diadochie Mg, Fe, Mn.

<b>Dolomit</b>	$\text{CaMg}[\text{CO}_3]_2$	$a_{\text{rh}} = 6.19$	$\alpha = 102^\circ 50'$	$Z = 2^1)$
(Saussure, 1792)		$a'_{\text{rh}} = 6.01$	$\alpha' = 47^\circ 30'$	$Z = 1$
<b>Ankerit</b>	$\text{CaFe}[\text{CO}_3]_2$	$a_{\text{rh}} = 6.19$	$\alpha = 102^\circ 31'$	$Z = 2^1)$
(Haidinger, 1825)		$a'_{\text{rh}} = 6.06$	$\alpha' = 46^\circ 58'$	$Z = 1$
<b>Kutnahorit</b>	$\text{CaMn}[\text{CO}_3]_2$	$a_{\text{rh}} = 6.12$	$\alpha' = 46^\circ 38'$	$Z = 1$
(Bukovsky, 1901)		$a_0 = 4.85$	$c_0 = 16.34$	$Z = 3^2)$
<b>Norsethit</b>	$\text{BaMg}[\text{CO}_3]_2$	$a'_{\text{rh}} = 6.29$	$\alpha' = 47^\circ 02'$	$Z = 1$
(Milton & al., 1959)		$a_0 = 5.02$	$c_0 = 16.75$	$Z = 3^3)$

Anhang:

<b>Benstonit</b>	$\text{Ba}_6\text{Ca}_7[\text{CO}_3]_{113}$	$C_3^4 - R3 (C_{3i}^2 - R\bar{3}?)$		
(Lippmann, 1961)		$a_0 = 18.28$	$c_0 = 8.67^4)$	$Z = 3$
<b>Huntit</b>	$\text{CaMg}_3[\text{CO}_3]_4$	Trigonal-trapezoedrisch $D_3^7 - R32$		
(Faust, 1953)		$a_{\text{rh}} = 6.075$	$\alpha = 102^\circ 56'$	$Z = 1$
		$a_0 = 9.505$	$c_0 = 7.82^5)$	



Als Protodolomit werden synthetische Übergangsglieder zwischen Dolomit mit geordneter CaMg-Verteilung und Mg-reichem Calcit mit völlig ungeordneter CaMg-Verteilung bezeichnet.<sup>1c)</sup> Von Tsumeb sind **Zn-Dolomite** mit Zn CO<sub>3</sub> bis 21.65%<sup>1a)</sup> und **Pb-Dolomite** mit PbCO<sub>3</sub> bis 2.26%<sup>1b)</sup> bekannt geworden. „**Gel-Dolomit**“ soll amorph sein.

<sup>1)</sup> W. L. Bragg, Proc. Roy. Soc. **89** A. 1914. 246; 468 (Strukturtyp, SB. **1**. 303). — R. W. G. Wyckoff & H. E. Merwin, Am. J. Sci. **3**. 1924. 447. — J. A. Wasastjerna, Comm. Phys. Math. Soc. Fenn. **11**. 1924. 14. — Vgl. G. R. Levi & A. Ferrari, Rend. Acc. Lincei. **33**. 1924. 516. — L. Garrabos, Bull. Soc. Franç. Min. **49**. 1926. 110. — F. Halla, Sitz.-Ber. Akad. Wiss. Wien **139**. 1930. 683. — H. Steinfink & F. J. Sans, Am. Min. **44**. 1959. 679. (Strukturverfeinerung).

<sup>1a)</sup> B. H. Geier (Tsumeb), priv. Mitt. 1957.

<sup>1b)</sup> C. S. Hurlbut, Am. Min. **42**. 1957. 798.

<sup>1c)</sup> J. R. Goldsmith & D. L. Graf, Am. Min. **43**. 1958. 84. — J. R. Goldsmith, D. L. Graf & H. C. Heard, Am. Min. **46**. 1961. 453 (Gitterkonstanten der Mischungsglieder).

<sup>2)</sup> C. Frondel & L. H. Bauer, Am. Min. **40**. 1955. 748.

<sup>3)</sup> Ch. Milton, M. E. Mrose, E. C. T. Chao & J. J. Fahey, Bull. Geol. Soc. Am. **70**. 1959. 1646.

<sup>4)</sup> F. Lippmann, Am. Min. **47**. 1962. 585.

<sup>5)</sup> D. L. Graf & W. F. Bradley, Acta Cryst. **15**. 1962. 238.

4.) Aragonit-Reihe. Rhombisch-dipyramidal,  $D_{2h}^{16}$  — Pmcn.  $Z = 4$ .

Isotypie.

<b>Aragonit</b> (Werner, 1796)	CaCO <sub>3</sub>	$a_0 = 4.95$ $b_0 = 7.96$ $c_0 = 5.73^1)$ $a_0 : b_0 : c_0 = 0.622 : 1 : 0.720$
<b>Strontianit</b> (Sulzer, 1790)	SrCO <sub>3</sub>	$a_0 = 5.13$ $b_0 = 8.42$ $c_0 = 6.09^2)$ $a_0 : b_0 : c_0 = 0.609 : 1 : 0.723$
<b>Witherit</b> (Werner, 1789)	BaCO <sub>3</sub>	$a_0 = 5.26$ $b_0 = 8.85$ $c_0 = 6.55^3)$ $a_0 : b_0 : c_0 = 0.594 : 1 : 0.740$
<b>Cerussit</b> (Haidinger, 1845)	PbCO <sub>3</sub>	$a_0 = 5.15$ $b_0 = 8.47$ $c_0 = 6.11^4)$ $a_0 : b_0 : c_0 = 0.608 : 1 : 0.721$

Mischkristalle der Aragonitreihe sind: **Barium-Aragonit (Alstonit, Breithaupt, 1841)**,  $a_0 = 5.00$ ,  $b_0 = 8.79$ ,  $c_0 = 6.12^5)$ , **Blei-Aragonit (Tarnowitzit, Breithaupt, 1841)**,  $a_0 = 4.98$ ,  $b_0 = 8.03$ ,  $c_0 = 5.80^6)$ , **Calcium-Strontianit (Emmonit, Thomson, 1836)**,  $a_0 = 5.07$ ,  $b_0 = 8.30$ ,  $c_0 = 5.97^7)$ . Tarnowitzit besteht aus mikroskopisch feinen Verwachsungen der mehr oder minder reinen Endkomponenten (O'Daniel, 1930; Heinze, 1962). **Zink-Aragonit (Nicholsonit, Butler, 1913)** soll bis 10% Zn enthalten.

Anhang:

<b>Barytocalcit</b> (Brooke, 1824)	BaCa[CO <sub>3</sub> ] <sub>2</sub>	Monoklin-sphenoidisch $C_2^2$ — $P2_1^{8a)}$ $a_0 = 8.17$ $b_0 = 5.23$ $c_0 = 6.59^8)$ $a_0 : b_0 : c_0 = 1.562 : 1 : 1.260$ $\beta = 106^\circ 08'$ $Z = 2$
---------------------------------------	-------------------------------------	---

Zellform und -größe von Barytoalcalcit erinnern an die Struktur von  $\text{KClO}_3$  mit verdoppelter Gitterkonstante  $a_0$  (Strukturbericht 2. 394).

<sup>1)</sup> W. L. Bragg, Proc. Roy. Soc. **105**. 1924. 16 (Struktur, SB. **1**. 295). — R. W. G. Wyckoff, Am. J. Sci. **9**. 1925. 145. (Z. Krist. **61**. 1925. 425).

<sup>2)</sup> T. A. Wilson, Phys. Rev. **31**. 1928. 305, für künstliche Kristalle.

<sup>3)</sup> T. A. Wilson 1928, l. c. — Vgl. M. Y. Colby & L. J. B. LaCoste, Z. Krist. **90**. 1953. 1 (Struktur).

<sup>4)</sup> SB. **1**. 1928. 339. — Vgl. M. Y. Colby & L. J. B. LaCoste, Z. Krist. **84**. 1933. 299 (Struktur, SB. **3**. 84). — G. A. Lindsay & H. C. Hoyt, Z. Krist. **100**. 1938. 360.

<sup>5)</sup> B. Goßner & F. Mußgnug, Zbl. Min. 1930. 321.

<sup>6)</sup> W. Siegl, Z. Krist. **99**. 1938. 95.

<sup>7)</sup> R. F. Pharr, Am. Min. **46**. 1961. 189.

<sup>8)</sup> B. Goßner & F. Mußgnug, 1930, l. c. 220.

<sup>8a)</sup> K.-F. Alm, Svensk. Vet. Akad., Ark. Min. Geol. **2**. 1958. 399 (Struktur).

### 5.) Eitelit-Sahamalith-Gruppe.

<b>Eitelit</b>	$\text{Na}_2\text{Mg}[\text{CO}_3]_2$	Hexagonal <sup>1)</sup>
(Milton & al., 1955)		$a_0 = 4.96 \quad c_0 = 16.5 \quad c_0/a_0 = 3.327^{1a)}$
<b>Nyerereit</b>	$\text{Na}_2\text{Ca}[\text{CO}_3]_2$	Hexagonal
(Milton & Ingram, 1963)		$a_0 = 20.3 \quad c_0 = 12.04^2)$ $c_0/a_0 = 0.593 \quad Z = 32$
„Fairchildit“	$\text{K}_2\text{Ca}[\text{CO}_3]_2$	AusBaumaschen von Waldbränden <sup>3)</sup>
<b>Shortit</b>	$\text{Na}_2\text{Ca}_2[\text{CO}_3]_3$	Rhombisch-pyramidal $C_{2v}^{14}$ — $C2mm$
(Fahey, 1939)		$a_0 = 7.11 \quad b_0 = 10.99 \quad c_0 = 4.99^4)$ $a_0:b_0:c_0 = 0.647:1:0.454 \quad Z = 2$
<b>Sahamalith</b>	$(\text{Ce}, \text{La}, \text{Nd})_2(\text{Mg}, \text{Fe})[\text{CO}_3]_4$	Monoklin-prismatisch $C_{2h}^5$ — $P2_1/a$
(Jaffe, Meyrowitz & Evans, 1953)		$a_0 = 5.92 \quad b_0 = 16.21 \quad c_0 = 4.63^5)$ $a_0:b_0:c_0 = 0.365:1:0.286$ $\beta = 106^\circ 45' \quad Z = 2$
<b>Burbankit</b>	$\text{Na}_2(\text{Ca}, \text{Sr}, \text{Ba}, \text{Ce}, \text{La})_4[\text{CO}_3]_5$	Dihexagonal-dipyramidal
(Pecora & Kerr, 1953)		$D_{6h}^4$ — $P6_3/mmc$ $a_0 = 10.53 \quad c_0 = 6.47^6)$ $c_0/a_0 = 0.614 \quad Z = 2$
<b>Carbocernait</b>	$(\text{Ca}, \text{Na}, \text{La}, \text{Ce})[\text{CO}_3]$	Orthorhombisch (pseudohexagonal?)
(Bulakh & al., 1961)		$a_0 = 5.21 \quad b_0 = 7.28 \quad c_0 = 6.40$ $a_0:b_0:c_0 = 0.716:1:0.879 \quad Z = 4^7)$

<sup>1)</sup> C. Milton, J. M. Axelrod & F. S. Grimaldi, Am. Min. **40**. 1955. 326.

<sup>1a)</sup> W. Eitel & W. Skalik, Z. anorg. Chem. **183**. 1929. 263 (für synthet. Kristalle).

<sup>2)</sup> C. Milton & B. Ingram, IMA, 1963 (Symmetrie und Gitterkonstanten nach W. Eitel & W. Skalik, 1929, für synthet. Kristalle).

<sup>3)</sup> C. Milton & J. M. Axelrod, Am. Min. **32**. 1947. 607. Synthet.  $\text{K}_2\text{Ca}[\text{CO}_3]_2$  ist hexagonal,  $a_0 = 21$ ,  $c_0 = 13.41$  (W. Eitel & W. Skalik, 1929).

- <sup>4)</sup> W. E. Richmond, *Am. Min.* **26**. 1941. 629. — F. E. Wickman, *Ark. Min. Geol.* **1**. 1949. 95 (Struktur, SR. **12**. 241).  
<sup>5)</sup> H. W. Jaffe, R. Meyrowitz & H. T. Evans, *Am. Min.* **33**. 1953. 741.  
<sup>6)</sup> W. T. Pecora & J. H. Kerr, *Am. Min.* **33**. 1953. 1169.  
<sup>7)</sup> A. G. Bulakh, V. V. Kondrateva & E. N. Baranova, *Zapiski Vses. Min. Obshch.* **90**. 1961. 42.

## B.) Wasserfreie Carbonate mit fremden Anionen

1.) Azurit-Hydrozinkit-Gruppe. Malachit und Rosasit sind isotyp.

<b>Azurit</b> (Beudant, 1824)	$\text{Cu}_3[\text{OH}   \text{CO}_3]_2$	Monoklin-prismatisch $\text{C}_{2h}^{15}$ — $\text{P}2_1/c$ $a_0 = 4.97$ $b_0 = 5.84$ $c_0 = 10.29^1)$ $a_0:b_0:c_0 = 0.851:1:1.762$ $\beta = 92^\circ 24'$ $Z = 2$
<b>Malachit</b> (Plinius, 77 n. Chr.)	$\text{Cu}_2[(\text{OH})_2   \text{CO}_3]$	Monoklin-prismatisch $\text{C}_{2h}^{15}$ — $\text{P}2_1/a$ $a_0 = 9.48$ $b_0 = 12.03$ $c_0 = 3.21^2)$ $a_0:b_0:c_0 = 0.788:1:0.267$ $\beta = 98 \pm 1/2^\circ$ $Z = 4$
<b>Rosasit</b> (Lovisato, 1908)	$(\text{Zn}, \text{Cu})_2[(\text{OH})_2   \text{CO}_3]$	Monoklin $a_0 = 9.42$ $b_0 = 12.27$ $c_0 = 3.36^3)$ $a_0:b_0:c_0 = 0.768:1:0.274$ $\beta = ?$ $Z = 4$
<b>Hydrozinkit</b> (Kenngott, 1853) (Zinkblüte)	$\text{Zn}_5[(\text{OH})_3   \text{CO}_3]_2$	Monoklin-prismatisch $\text{C}_{2h}^3$ — $\text{C}2/m$ $a_0 = 13.48$ $b_0 = 6.32$ $c_0 = 5.37^4)$ $a_0:b_0:c_0 = 2.133:1:0.850$ $\beta = 95^\circ 30'$ $Z = 2$
<b>Aurichalcit</b> (Böttger, 1839) (Messingblüte)	$(\text{Zn}, \text{Cu})_5[(\text{OH})_3   \text{CO}_3]_2$	Orthorhombisch B-zentriert $a_0 = 27,84(?)$ $b_0 = 6.41(?)$ $c_0 = 5.25^5)$ $a_0:b_0:c_0 = 4.343:1:0.819$ $Z = 4$
<b>Loseyit</b> (Bauer & Berman, 1929)	$(\text{Mn}, \text{Zn})_7[(\text{OH})_5   \text{CO}_3]_2$	Monoklin-prismatisch $\text{C}_{2h}^{16}$ — $\text{C}2/c$ $a_0 = 14.95$ $b_0 = 5.56$ $c_0 = 16.25^6)$ $a_0:b_0:c_0 = 2.689:1:2.923$ $\beta = 95^\circ 24'$ $Z = 4$

**Bleimalachit** (Glinka & Antipov, 1901) (monoklin?), soll  $\text{PbCu}_3[(\text{OH})_2 | (\text{CO}_3)_3]$  sein. Die Struktur von Aurichalcit geht offenbar durch Gitterverzwillingung aus derjenigen von Hydrozinkit hervor ( $a_0$  und  $b_0$  von Aurichalcit sind hier gegenüber der üblichen Orientierung vertauscht).

<sup>1)</sup> H. Brasseur, *Z. Krist.* **82**. 1932. 195. — G. Gattow & J. Zemmann, *Acta Cryst.* **11**. 1958. 866.

<sup>2)</sup> A. F. Wells, *Acta Cryst.* **4**. 1951. 200 (Struktur). — L. S. Ramsdell & C. W. Wolfe, *Am. Min.* **35**. 1950. 119. — Vgl. auch H. Brasseur, l. c.

<sup>3)</sup> C. Lauro, *Per. Min. Ital.* **9**. 1938. 105. — H. Strunz, *Fortschr. Min.* **37**. 1959. 87.

<sup>4)</sup> L. S. Ramsdell, *Am. Min.* **32**. 1947. 207. — S. Ghose, *Acta Cryst.* **17**. 1964. 1051 (Struktur).

<sup>5)</sup> C. Frondel & C. W. Wolfe 1947 (in Dana **2**. 1951. 249).

<sup>6)</sup> C. W. Wolfe & C. Frondel 1946 (in Dana **2**. 1951. 244).

## 2.) Dawsonit-Stenonit-Gruppe.

<b>Dawsonit</b>	$\text{NaAl}[(\text{OH})_2   \text{CO}_3]$	Rhombisch-pyramidal $C_{2v}^{22}$ — $\text{Ima}2$
(Harrington, 1874)		$a_0 = 6.73$ $b_0 = 10.36$ $c_0 = 5.58^1$
		$a_0 : b_0 : c_0 = 0.650 : 1 : 0.539$ $Z = 4$
<b>Stenonit</b>	$\text{Sr}_2\text{Al}[\text{F}_5   \text{CO}_3]$	Monoklin-prismatisch $C_{2h}^2$ — $\text{P}2_1/m$
(Pauly, 1962)		$a_0 = 5.45$ $b_0 = 8.69$ $c_0 = 13.14^2$
		$a_0 : b_0 : c_0 = 0.627 : 1 : 0.512$
		$\beta = 98^\circ 20'$ $Z = 4$

<sup>1)</sup> C. Lauro, Atti. Acc. Nat. Ital. **3**. 1941. 146.

<sup>2)</sup> H. Pauly, Medd. om Grönland **169**. 1962. 1.

## 3.) Northupit-Tychit-Gruppe. Homöotypie.

<b>Northupit</b>	$\text{Na}_3\text{Mg}[\text{Cl}   (\text{CO}_3)_2]$	Kubisch-hex'oktaedrisch $O_h^7$ — $\text{Fd}3m$
(Foote, 1895)		$a_0 = 14.02$ $Z = 16^1$
<b>Tychit</b>	$\text{Na}_6\text{Mg}_2[\text{SO}_4   (\text{CO}_3)_4]$	Kubisch $O_h^7$ — $\text{Fd}3m$ (?)
(Penfield & Jamieson, 1905)		$a_0 = 13.90$ $Z = 8^1$

**Bradleyit** (Fahey, 1941),  $\text{Na}_3\text{Mg}[\text{PO}_4 | \text{CO}_3]$ , optisch anisotrop mit  $\alpha \sim 1.49$ ,  $\gamma \sim 1.52$ , wurde 1941 in einem Bohrloch im Sweetwater County, USA, gefunden.

<sup>1)</sup> H. Shiba & T. Watanabe, C. R. Acad. Sci. Paris **193**. 1931. 1421, für künstliche Kristalle (Struktur, SB. **2**. 80). — Vgl. B. Goßner & J. Koch, Z. Krist. **80**. 1931. 455.

## 4.) Bastnäsit-Hydrocerussit-Gruppe. Homöotypie.

<b>Bastnäsit</b>	$\text{Ce}[\text{F}   \text{CO}_3]$	Ditrigonal-dipyramidal $D_{3h}^4$ — $\text{P}\bar{6}2c$
(Huot, 1841)		$a_0 = 7.16$ $c_0 = 9.79$ $c_0/a_0 = 1.367^1$ ) $Z = 6$
<b>Parisit</b>	$\text{CaCe}_2[\text{F}_2   (\text{CO}_3)_3]$	Trigonal-pyramidal $C_3^4$ — $\text{R}3$
(Medici-Spada, 1845)		$a_0 = 7.18$ $c_0 = 84.1$ $c_0/a_0 = 9 \cdot 1.301^2$ )
		$Z = 18$
<b>Röntgenit</b>	$\text{Ca}_2\text{Ce}_3[\text{F}_3   (\text{CO}_3)_5]$	Trigonal-pyramidal $C_3^4$ — $\text{R}3$
(Donnay, 1953)		$a_0 = 7.13$ $c_0 = 69.4$ $c_0/a_0 = 9.734$ $Z = 9^3$ )
<b>Synchisit</b>	$\text{CaCe}[\text{F}   (\text{CO}_3)_2]$	Orthorhombisch oder monoklin mit $\beta = 90^\circ$
(Flink, 1900)		Pseudohexagonale Zelle:
		$a_0 = 7.11$ $c_0 = 54.7$ $c_0/a_0 = 6 \cdot 1.282^4$ )
		$Z = 18$
<b>Doverit</b>	$\text{CaY}[\text{F}   (\text{CO}_3)_2]$	Pulverdiagramm ähnlich Synchisit
(Smith & al., 1955)		$a_0 = 4.07$ $b_0 = 7.06$ $c_0 = 9.12$ (?) <sup>5</sup> )
<b>Huanghoit</b>	$\text{BaCe}[\text{F}   (\text{CO}_3)_2]$	Hexagonal
(Semenov & Chang, 1961)		$a_0 = 5.1$ $c_0 = 19.6$ $c_0/a_0 = 3.84$ $Z = 3^6$ )
<b>Kordylit</b>	$\text{Ba}(\text{Ce}, \text{La}, \text{Nd})_2[\text{F}_2   (\text{CO}_3)_3]$	Dihexagonal-dipyramidal $D_{6h}^4$ — $\text{P}6_3/mmc$ (?)
(Flink, 1900)		$a_0 = 7.55$ $c_0 = 22.8$ $c_0/a_0 = 2 \cdot 1.510$ $Z = 6^7$ )

Anhang:

**Hydrocerussit**  $\text{Pb}_3[\text{OH} | \text{CO}_3]_2$  Hexagonal  $\text{P}6_3/\text{mcm}$  ( $\text{P}6_3\text{cm}$ ,  $\text{P}\bar{6}\text{c}2$ )<sup>8a)</sup>  
(Nordenskiöld, 1877)  $a_0 = 8.99$   $c_0 = 23.8$   $c_0/a_0 = 2 \cdot 1.33$   $Z = 3^8$ )

**Kischtymit** (Brush, 1863) ist vielleicht ein Bastnäsit mit OH für F und relativ mehr La. **Ambatoarinit** (Lacroix, 1916), angeblich orthorhombisch, hat vielleicht die Formel  $\text{Sr}(\text{Ce}, \text{La}, \text{Nd})[\text{O} | (\text{CO}_3)_3]$  und wäre somit ein Strontiumoxyparisit. Криптопарсит

<sup>1)</sup> G. Donnay & J. D. H. Donnay, Am. Min. **33**. 1953. 932 (Struktur). — I. Oftedal, Z. Krist. **78**. 1931. 462 (SB. **2**. 75). — Y. Iitaka & H. A. Stalder, Schweiz. Min. Petr. Mitt. **41**. 1961. 485.

<sup>2)</sup> G. Donnay & J. D. H. Donnay, l. c. — I. Oftedal (1931) gibt für Parisit  $c_0 = 27.99$  an, für Synchisit  $c_0 = 18.24$ . — Vgl. auch R. L. Parker & E. Brandenberger, Schweiz. Min. Petr. Mitt. **26**. 1946. 12.

<sup>3)</sup> G. Donnay, Am. Min. **33**. 1953. 868.

<sup>4)</sup> G. Donnay & J. D. H. Donnay 1953, l. c. — Vgl. Fußnote 2). — Y. Iitaka & H. A. Stalder, 1961, l. c.

<sup>5)</sup> W. L. Smith, J. Stone, D. D. Riska & H. Levine, Science **122**. 1955. 31. — Vgl. Am. Min. **45**. 1960. 92. — A. A. Levinson & R. A. Borup, Am. Min. **47**. 1962. 337.

<sup>6)</sup> E. I. Semenov & P.-S. Chang, Sci. Sinica **10**. 1961. 1007. — P. S. Chang, Sci. Sinica **11**. 1962. 251.

<sup>7)</sup> I. Oftedal, Z. Krist. **79**. 1931. 437 (Strukturschema, vgl. SB. **2**. 75). — Vgl. G. Donnay & J. D. H. Donnay, Am. Min. Soc. Progr. 1955. 116 A.

<sup>8)</sup> C. W. Wolfe 1946 (in Dana **2**. 1951. 270). — Für synthet. Kristalle: P. Kokkoros & K. Vassiliadis, Tscherm. Min. Petr. Mitt. **3**. 1953. 298 ( $a_0 = 5.24$ ,  $c_0 = 23.74$  Å; es besteht die Beziehung:  $2 \cdot 5.24 \cdot \cos 30^\circ = 9.08$  Å); — J. M. Cowley, Acta Cryst. **9**. 1956. 391 ( $a_0 = 9.06$ ,  $c_0 = 24.8 = 3 \cdot 8.27$ , Struktur: Schichtengitter).

<sup>8a)</sup> G. Katz & L. Reed, Acta Cryst. **10**. 1957. 142. ( $a_0 = 9.09$ ,  $c_0 = 24.89$ ).

5.) Phosgenit-Bismutit-Gruppe. Bismutit und Beyerit sind homöotyp.

<b>Phosgenit</b>	$\text{Pb}_2[\text{Cl}_2   \text{CO}_3]$	Tetragonal-trapezoedrisch
(Breithaupt, 1841)		$a_0 = 8.15$ $c_0 = 8.87$ $c_0/a_0 = 1.088$ $Z = 4^1$ )
<b>Bismutit</b>	$\text{Bi}_2[\text{O}_2   \text{CO}_3]$	Ditetragonal-dipyramidal $D_{4h}^{17} - I4/mmm$
(Breithaupt, 1841)		$a_0 = 3.87$ $c_0 = 13.69$ $c_0/a_0 = 3.537$ $Z = 2^2$ )
<b>Kettnerit</b>	$\text{CaBi}[\text{OF}   \text{CO}_3]$	Ditetragonal-dipyramidal $D_{4h}^7 - P4/nmm$
(Zak & Syneček, 1956)		$a_0 = 3.79$ $c_0 = 13.59$ $c_0/a_0 = 3.59$ $Z = 2^3$ )
<b>Beyerit</b>	$\text{CaBi}_2[\text{O}   \text{CO}_3]_2$	Ditetragonal-dipyramidal $D_{4h}^{17} - I4/mmm$
(Fronde!, 1943)		$a_0 = 3.79$ $c_0 = 21.81$ $c_0/a_0 = 5.755$ $Z = 2^4$ )

Phosgenit weist morphologisch die Symmetrie  $D_4$  auf, für die Struktur können  $D_{4h}^5$ ,  $C_{4v}^2$ ,  $D_{2d}^7$  (Sillén & Pettersson, 1945) und, bei spezieller Punktlagenbesetzung, vielleicht auch  $D_4^2$  in Betracht kommen.

<sup>1)</sup> L. G. Sillén & R. Pettersson, Norsk. Geol. Tidskr. **24**. 1945. 79; Ark. Kemi **21**. 1945. 1 (Strukturvorschlag, SR. **10**. 140). — Vgl. I. Oftedal, Norsk. Geol. Tidskr. **24**. 1945. 79. — E. Onorato, Per. Min. **5**. 1934. 37.

<sup>2)</sup> A. Lagererantz & L. G. Sillén, Ark. Kemi **25**. 1948. 1 (Struktur, SR. **11**. 308). — E. I. Nefedov, Inform. Sbornik. Vses. Nauk. Issledovatel. Geol. Inst. **3**. 1956. 80 (orthorhombisch,  $D_{2h}^{23} - Fmmm$ ,  $a_0 = 5.44$ ,  $b_0 = 5.44$ ,  $c_0 = 13.69$ ).

<sup>3)</sup> L. Zak & W. Syneček, Časopis min. geol. **1.** Nr. 3. 1956. 195.

<sup>4)</sup> C. Frondel, Am. Min. **23.** 1943. 521. — Vgl. A. Lagercrantz & L. G. Sillén, l. c. (Struktur, SR. **11.** 319).

### C.) Wasserhaltige Carbonate ohne fremde Anionen

#### 1.) Nesquehonit-Lansfordit-Gruppe.

<b>Nesquehonit</b>	$\text{MgCO}_3 \cdot 3 \text{H}_2\text{O}$	Monoklin-prismatisch $C_{2h}^5$ — $P 2_1/n$
(Genth & Penfield, 1890)		$a_0 = 7.68$ $b_0 = 5.39$ $c_0 = 12.00^1$ $a_0:b_0:c_0 = 1.425:1:2.226$ $\beta = 90^\circ 45'$ $Z = 4$
<b>Lansfordit</b>	$\text{MgCO}_3 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$	Monoklin-prismatisch $C_{2h}^2$ — $P 2_1/m$ (?)
(Genth, 1888)		$a_0 = 12.50$ $b_0 = 7.57$ $c_0 = 7.35^2$ $a_0:b_0:c_0 = 1.651:1:0.971$ $\beta = 101^\circ 49'$
<b>Hellyerit</b>	$\text{NiCO}_3 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$	Triklin (?)
(Williams, 1958) <sup>3)</sup>		
<b>Ikait</b>	$\text{CaCO}_3 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$	Optisch zweiachsig <sup>4)</sup>
(Pauly, 1962)		

Nesquehonit erscheint durch polysynthetische Zwillingsbildung nach (001) orthorhombisch und wurde früher als tatsächlich orthorhombisch beschrieben<sup>1a)</sup>.

<sup>1)</sup> M. R. Kinsolving, C. MacGillavry & R. Pepinsky, Ref. Am. Min. **35.** 1950. 127.

<sup>1a)</sup> M. Fenoglio, Per. Min. **6.** 1935. 1.

<sup>2)</sup> M. Fenoglio, Per. Min. **4.** 1933. 443.

<sup>3)</sup> K. L. Williams, I. M. Threadgold & A. W. Hounslow, Am. Min. **44.** 1959. 533.

<sup>4)</sup> H. Pauly, Naturens Verden, 1963. 11.

#### 2.) Thermonatrit-Soda-Gruppe.

<b>Thermonatrit</b>	$\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$	Rhombisch-dipyramidal $D_{2h}^1$ — Pmmm
(Haidinger, 1845)		$a_0 = 10.74$ $b_0 = 6.45$ $c_0 = 5.25^1$ <sup>1a)</sup> $a_0:b_0:c_0 = 1.665:1:0.814$ $Z = 4$
<b>Soda</b>	$\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$	Monoklin-prismatisch $C_{2h}^6$ — $C 2/c$
(Natron, Wallerius, 1747)		$a_0 = 12.76$ $b_0 = 9.01$ $c_0 = 13.47^2$ $a_0:b_0:c_0 = 1.416:1:1.495$ $\beta = 122^\circ 48'$ $Z = 4$
<b>Trona</b>	$\text{Na}_3\text{H}[\text{CO}_3]_2 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$	Monoklin-prismatisch $C_{2h}^6$ — $C 2/c$
(Bagge, 1773)		$a_0 = 20.41$ $b_0 = 3.49$ $c_0 = 10.31^3$ $a_0:b_0:c_0 = 5.848:1:2.954$ $\beta = 106^\circ 20'$ $Z = 4$
<b>Pirssonit</b>	$\text{Na}_2\text{Ca}[\text{CO}_3]_2 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$	Rhombisch-pyramidal $C_{2v}^{19}$ — Fdd 2
(Pratt, 1896)		$a_0 = 11.32$ $b_0 = 20.06$ $c_0 = 6.00^4$ $a_0:b_0:c_0 = 0.564:1:0.299$ $Z = 8$
<b>Gaylussit</b>	$\text{Na}_2\text{Ca}[\text{CO}_3]_2 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$	Monoklin-prismatisch
(Boussingault, 1826)		$a:b:c = 1.4897:1:1.4442$ $\beta = 101^\circ 33'$

**Bütschliit**  $K_6Ca_2[CO_3]_6 \cdot 6 H_2O$  Aus Baumaschen von Waldbränden<sup>5)</sup>  
(Milton & Axelrod, 1947)

**Chalkonatronit** (Frondel & Gettens, 1955),  $Na_2Cu[CO_3]_2 \cdot 3 H_2O$ , soll monoklin-pseudohexagonal kristallisieren.<sup>6)</sup>

<sup>1)</sup> M. Y. Colby & J. P. Harper, Z. Krist. **39**. 1934. 191. – J. P. Harper, Z. Krist. **95**. 1936. 266 (Struktur, SB. **4**. 42).

<sup>1a)</sup>  $Na_2CO_3 \cdot H_2O$  (?) von Kukisvumchorr, Chibina, soll opt. einachsig positiv mit  $\varepsilon = 1.518$ ,  $\omega < 1.455$  sein (P. K. Semenov, Publ. Acad. Sci. USSR. **1**. 1959. 112). – Vgl. E. I. Semenov, Kristallografiya **9**. 1964. 109.

<sup>2)</sup> S. Dunsmore & J. C. Speakman, Acta Cryst. **17**. 1964. 932.

<sup>3)</sup> C. J. Brown, H. S. Peiser & A. Turner-Jones, Acta Cryst. **2**. 1949. 167. – Vgl. A. Pabst, Am. Min. **44**. 1959. 274.

<sup>4)</sup> H. T. Evans, Am. Min. **33**. 1948. 261.

<sup>5)</sup> C. Milton & J. M. Axelrod, Am. Min. **32**. 1947. 607.

<sup>6)</sup> C. Frondel & R. J. Gettens, Science **122**. 1955. 75.

### 3.) Calkinsit-Lanthanit-Gruppe.

**Calkinsit** (Ce, La, . . .) $[CO_3]_3 \cdot 4 H_2O$  Rhombisch-disphenoidisch  
(Pecora & Kerr, 1953)  $D_2^3 - P 2_1 2_1 2_1$

$$a_0 = 9.57 \quad b_0 = 12.65 \quad c_0 = 8.94^1)$$

$$a_0 : b_0 : c_0 = 0.757 : 1 : 0.707 \quad Z = 4$$

**Lanthanit** (La, Dy, Ce) $_2[CO_3]_3 \cdot 8 H_2O$  Rhombisch-dipyramidal  
(Haidinger, 1845)  $a_0 = 9.52 \quad b_0 = 17.1 \quad c_0 = 9.02^2)$

$$a_0 : b_0 : c_0 = 0.557 : 1 : 0.527 \quad Z = 4$$

**Tengerit** (Dana, 1868) soll ein wasserhaltiges Yttriumcarbonat sein.

<sup>1)</sup> W. T. Pecora & J. H. Kerr, Am. Min. **33**. 1953. 1169.

<sup>2)</sup> C. W. Wolfe & C. Frondel (in Dana **2**. 1951. 241).

## D.) Wasserhaltige Carbonate mit fremden Anionen

### 1.) Hydromagnesit-Artinit-Gruppe.

**Hydromagnesit**  $Mg_5[OH | (CO_3)_2]_2 \cdot 4 H_2O$  Monoklin-pseudorhombisch  
(Wachtmeister, 1827) „ $D_2^5 - C 222_1$ “

$$a_0 = 18.58 \quad b_0 = 9.06 \quad c_0 = 8.42^1)$$

$$a_0 : b_0 : c_0 = 2.051 : 1 : 0.929$$

$$\beta = 90^\circ \quad Z = 4$$

**Artinit**  $Mg_2[(OH)_2 | CO_3] \cdot 3 H_2O$  Monoklin-sphenoidisch  $C_2^3 - C 2$   
(Brugnatelli, 1902)  $a_0 = 16.69 \quad b_0 = 3.15 \quad c_0 = 6.21^2)$

$$a_0 : b_0 : c_0 = 5.299 : 1 : 1.971$$

$$\beta = 99^\circ 45' \quad Z = 2$$

**Brugnatellit**  $Mg_6Fe^{+++}[(OH)_{13} | CO_3] \cdot 4 H_2O$  Hexagonal  
(Artini, 1909)  $a_0 = 5.48 \quad c_0 = 16.00^3)$

$$c_0/a_0 = 2.920 \quad Z = 4$$

**Giorgiosit** (Lacroix, 1905) ist ähnlich Hydromagnesit, gibt aber ein abweichendes Röntgenogramm (Caillère, 1943).

1) J. Murdoch, Am. Min. **39**. 1954. 24. — M. Fenoglio, Per. Min. **7**. 1936. 257, fand bei Annahme orthorhombischer Symmetrie  $a_0 = 9.34$ ,  $b_0 = 9.00$ ,  $c_0 = 8.44$ ,  $D_{2h}^1 - Pmmm$ .

2) H. Heritsch, Zbl. Min. 1940. 25. Tscherm. Min. Petr. Mitt. **1**. 1948. 150. — M. Fenoglio, Per. Min. **13**. 1942. 1. — P. M. de Wolf, Acta Cryst. **5**. 1952. 286 ( $C_{2h}^3 - C2/m$ ; Struktur). — Nach de Jong  $a_0 = 16.56$ ,  $b_0 = 3.15$ ,  $c_0 = 6.22$ .

3) M. Fenoglio, Per. Min. **9**. 1938. 1.

#### Anhang:

<b>Zaratit</b> (Casares, 1851)	$Ni_3[(OH)_4   CO_3] \cdot 4 H_2O$	Kubisch $a_0 = 6.16$ $Z = 1^1$
<b>Callaghanit</b> (Beck & Burns, 1953)	$Cu_2Mg_2[(OH)_6   CO_3] \cdot 2 H_2O$	Monoklin-prismatisch $C_{2h}^6 - C2/c$ $a_0 = 10.06$ $b_0 = 11.80$ $c_0 = 8.24^2$ $a_0 : b_0 : c_0 = 0.853 : 1 : 0.698$ $\beta = 107^\circ 18'$ $Z = 4$

1) M. Fenoglio, Per. Min. **5**. 1934. 33. — Nach T. Isaacs, Min. Mag. **33**. 1963. 663 ist Zaratit ein Gemenge amorpher und faseriger Komponenten.

2) G. Brunton, H. Steinfink & C. W. Beck, Acta Cryst. **11**. 1958. 169 (Struktur).

#### 2.) Sjögrenit-Pyroaurit-Gruppe.

Polytypie; in Abhängigkeit von der Schichtfolge gibt es jeweils eine hexagonale und eine rhomboedrische Strukturvariante. Die Gitterkonstanten sind mit Brucit ( $a_0 = 3.12$ ,  $c_0 = 4.73$ ) vergleichbar.

##### 2a) Sjögrenit-Reihe. Isotypie.

<b>Manasseit</b> (Frondel, 1940)	$Mg_6Al_2[(OH)_{16}   CO_3] \cdot 4 H_2O$	Hexagonal $a_0 = 6.13$ $c_0 = 15.37$ $Z = 1^1$
<b>Barbertonit</b> (Frondel, 1940)	$Mg_6Cr_2[(OH)_{16}   CO_3] \cdot 4 H_2O$	Hexagonal $a_0 = 6.18$ $c_0 = 15.55$ $Z = 1^1$
<b>Sjögrenit</b> (Frondel, 1940)	$Mg_6Fe_2[(OH)_{16}   CO_3] \cdot 4 H_2O$	Hexagonal $a_0 = 6.21$ $c_0 = 15.60$ $Z = 1^1$

##### 2b) Pyroaurit-Reihe. Isotypie.

<b>Hydrotalkit</b> (Hochstetter, 1842)	$Mg_6Al_2[(OH)_{16}   CO_3] \cdot 4 H_2O$	Hexagonal-rhomboedrisch $a_0 = 6.14$ $c_0 = 46.24$ $Z = 3^1$
<b>Stichtit</b> (Petterd, 1910)	$Mg_6Cr_2[(OH)_{16}   CO_3] \cdot 4 H_2O$	Hexagonal-rhomboedrisch $a_0 = 6.19$ $c_0 = 46.47$ $Z = 3^1$
<b>Pyroaurit</b> (Igelström, 1865)	$Mg_6Fe_2[(OH)_{16}   CO_3] \cdot 4 H_2O$	Hexagonal-rhomboedrisch $a_0 = 6.20$ $c_0 = 46.63$ $Z = 3^1$

Die hexagonalen und hexagonal-rhomboedrischen Modifikationen kommen sehr oft eng vermischt vor und sind z. T. so orientiert, daß  $\{0001\}$   $[10\bar{1}0]_{rh}$  parallel  $\{0001\}$   $[10\bar{1}0]_{hex}$  liegen.



Nitrat-Hydrotalkit, analog dem „Carbonat-Hydrotalkit“ wurde synthetisch hergestellt<sup>2)</sup>. — **Eardleyit** (Anderson & Whelan, 1962) soll  $\text{Ni}_6\text{Al}_2[(\text{OH})_{16} | \text{CO}_3] \cdot 4 \text{H}_2\text{O}$  sein<sup>3)</sup>.

<sup>1)</sup> C. Frondel, Am. Min. **26**. 1941. 295.

<sup>2)</sup> D. M. Roy, R. Roy & E. F. Osborn, Am. J. Sci. **251**. 1953. 355.

<sup>3)</sup> B. J. Anderson & J. A. Whelan, Geol. Soc. Am. Spec. Paper **68**. 1962. 83.

### 3.) Alumohydrocalcit-Ankyllit-Gruppe.

<b>Alumohydrocalcit</b> (Bilibin, 1926)	$\text{CaAl}_2[(\text{OH})_4   (\text{CO}_3)_2] \cdot 3 \text{H}_2\text{O}?$	Monoklin, faserig Kreideartige Aggregate
<b>Ankyllit</b> (Flink, 1900)	$\text{Sr}_3(\text{Ce, La, Dy})_4[(\text{OH})_4   (\text{CO}_3)_7] \cdot 3 \text{H}_2\text{O}$	Orthorhombisch $a:b:c = 0.916:1:0.9174^1)$

Im **Calcio-Ankyllit** herrscht Ca gegenüber Sr vor. **Dundasit** (Petterd, 1893) und **Nasledovit** (Enikeev, 1958) sind wasserhaltige PbAl-Carbonate.

<sup>1)</sup> G. Flink, 1901; nach S. G. Gordon (1925) ist  $a:b:c = 0.571:1:0.534$ .

### 4.) Gruppe der Uranyl-Carbonate.

<b>Rutherfordin</b> (Marckwald, 1906)	$[\text{UO}_2   \text{CO}_3]$	Orthorhombisch $D_{2h}^{13}$ — Pmmn oder $C_{2v}^7$ — Pm2 <sub>n</sub> $a_0 = 4.84$ $b_0 = 9.20$ $c_0 = 4.29^1)$ $a_0:b_0:c_0 = 0.526:1:0.466$ $Z = 2$
<b>Sharpit</b> (Mélon, 1938)	$[\text{UO}_2   \text{CO}_3] \cdot \text{H}_2\text{O}$	Orthorhombisch (?)
<b>Bayleyit</b> (Axelrod, Grimaldi, Milton & Murata, 1948)	$\text{Mg}_2[\text{UO}_2   (\text{CO}_3)_3] \cdot 18 \text{H}_2\text{O}$	Monoklin $C_{2h}^5$ — P 2 <sub>1</sub> /a $a_0 = 26.65$ $b_0 = 15.31$ $c_0 = 6.53^2)$ $a_0:b_0:c_0 = 1.741:1:0.427$ $\beta = 93^\circ 04'$ $Z = 4$
<b>Swartzit</b> <sup>2)</sup> (Axelrod, Grimaldi, Milton & Murata, 1948)	$\text{CaMg}[\text{UO}_2   (\text{CO}_3)_3] \cdot 12 \text{H}_2\text{O}$	Monoklin $C_{2h}^2$ — P 2 <sub>1</sub> /m ( $C_2^2$ — P 2 <sub>1</sub> ?) $a_0 = 11.12$ $b_0 = 14.72$ $c_0 = 6.74^2)$ $a_0:b_0:c_0 = 0.755:1:0.458$ $\beta = 99^\circ 26'$ $Z = 2$
<b>Liebigit</b> (Smith, 1848) (Uranothallit, Schrauf, 1882)	$\text{Ca}_2[\text{UO}_2   (\text{CO}_3)_3] \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$	Rhombisch-pyramidal $C_{2v}^{17}$ — Bba2 $a_0 = 16.71$ $b_0 = 17.55$ $c_0 = 13.79^3)$ $a_0:b_0:c_0 = 0.952:1:0.786$ $Z = 8$

<b>Andersonit</b>	$\text{Na}_2\text{Ca}[\text{UO}_2   (\text{CO}_3)_3] \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$	Hexagonal-rhomboedrisch
(Axelrod, Grimaldi, Milton & Murata, 1948)		$\text{C}_{3i}^2 - \text{R}\bar{3} (\text{C}_3^4 - \text{R}3?)$
		$a_0 = 18.04 \quad c_0 = 23.90^4)$
		$c_0/a_0 = 1.325 \quad Z = 18$
		$a_{rh} = 13.11 \quad \alpha = 86^\circ 56' \quad Z = 6$
<b>Voglit</b>	$\text{Ca}_2\text{Cu}[\text{UO}_2   (\text{CO}_3)_4] \cdot 6\text{H}_2\text{O} (?)$	Triklin
(Haidinger, 1853)		
<b>Rabbittit</b>	$\text{Ca}_3\text{Mg}_3[(\text{UO}_2)   (\text{OH})_2   (\text{CO}_3)_3]_2 \cdot 18 \text{H}_2\text{O}$	Monoklin, nadelig nach c
(Thompson, Weeks & Sherwood, 1954)		$a_0 = 32,6(?) \quad b_0 = 23,8(?) \quad c_0 = 9,45^5)$
		$\beta \sim 90^\circ \quad Z = 8$
<b>Wyartit</b>	$\text{Ca}_3\text{U}^{4+}[(\text{UO}_2)_6   (\text{OH})_{18}   (\text{CO}_3)_2] \cdot 4\text{H}_2\text{O}^6)$	Orthorhombisch $\text{D}_{2h}^{16} - \text{Pmcn} (?)$
(Guillemin & Protas, 1959)		$a_0 = 11,25 \quad b_0 = 7,08 \quad c_0 = 20,98^{6a})$
		$a_0 : b_0 : c_0 = 1,588 : 1 : 2,963 \quad Z = 2$
<b>Schröckingerit</b>	$\text{NaCa}_3[\text{UO}_2   \text{F}   \text{SO}_4   (\text{CO}_3)_3] \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$	Triklin $\text{P}\bar{1} (?) \text{P}1$ Pseudohexagonal
(Schrauf, 1873)		$a_0 = 9,60 \quad b_0 = 9,62 \quad c_0 = 14,46$
		$a_0 : b_0 : c_0 = 0,998 : 1 : 1,503 \quad Z = 2$
		$\alpha = 91^\circ 42' \quad \beta = 91^\circ 48' \quad \gamma = 120^\circ 05'7)$

Wyartit hat ähnliche Gitterkonstanten wie Ianthinit; er geht in trockener Luft (Dehydration, Oxydation?) in Wyartit-II über,  $a_0 = 11,25$ ,  $b_0 = 7,10$ ,  $c_0 = 16,83^{6b})$ .

Schröckingerit geht beim Trocknen über Schwefelsäure über in:  $\text{NaCa}_3[\text{UO}_2 | \text{F} | \text{SO}_4 | (\text{CO}_3)_3] \cdot 4 \text{H}_2\text{O}$ , pseudohexagonal,  $a_0 = b_0 = 9,52$ ,  $c_0 = 11,10$ ,  $\alpha = 95 \pm 5^\circ$ ,  $\beta = 93 \pm 5^\circ$ ,  $\gamma = 60 \pm 15^\circ$ ,  $Z = 2^7)$ . **Studtit** (Vaes, 1947) ist ein hydratisiertes Uranylcarbonat von noch unbekannter Formel, faserig, wahrscheinlich orthorhombisch<sup>8)</sup>.

<sup>1)</sup> C. L. Christ, J. R. Clark & H. T. Evans, Science **121**. 1955. 472 (Struktur). — Vgl. D. T. Cromer & P. E. Harper, Acta Cryst. **3**. 1955. 847.

<sup>2)</sup> J. M. Axelrod, F. S. Grimaldi, C. Milton & K. J. Murata, Am. Min. **36**. 1951. 1.

<sup>3)</sup> H. T. Evans & C. Frondel, Am. Min. **35**. 1950. 251. Identität von Liebigit, Flutherit und Uranothallit. — D. Appleman, Am. Min. Soc. Progr. 1956. 20 (Struktur).

<sup>4)</sup> J. M. Axelrod, F. S. Grimaldi, C. Milton & K. J. Murata, 1951, l. c. — A. Coda, Rend. Acc. Lincei **34**. 1963. 299 (Struktur).

<sup>5)</sup> M. E. Thompson, A. D. Weeks & A. M. Sherwood, US. Geol. Surv. Bull. **1009** B. 1954.

<sup>6)</sup> C. Guillemin & J. Protas, Bull. Soc. Franç. Min. Crist. **32**. 1959. 80.

<sup>6a)</sup> C. Bignand, Bull. Soc. Franç. Min. Crist. **73**. 1955. 1.

<sup>6b)</sup> J. R. Clark, Am. Min. **45**. 1960. 200.

<sup>7)</sup> D. K. Smith, Am. Min. **44**. 1959. 1020. — Vgl. C. S. Hurlbut, Am. Min. **39**. 1954. 901.

<sup>8)</sup> J. F. Vaes, Bull. Soc. Geol. Belg. **70**. 1947. B212.

## Vc. Borate

## A.) Abteilung der Nesoborate

Planare  $\text{BO}_3$ -Komplexe ohne fremde Anionen

## 1.) Jeremejewit-Kotoit-Gruppe.

a) <b>Jeremejewit</b> (Damour, 1883)	$\text{AlBO}_3$	Hexagonal-dipyram. (?) $C_{6h}^{12}$ — $P6_3/m$ $a_0 = 8.56$ $c_0 = 8.18$ $c_0/a_0 = 0.956^1$ $c/a = 0.6836 \cdot 7/5 = 0.957$ $Z = 12$
b) Kotoit-Reihe. Rhombisch-dipyramidal, $D_{2h}^{12}$ — Pnmm. Isotypie.		
Synthetisch	$\text{Ni}_3[\text{BO}_3]_2$	$a_0 = 5.395$ $b_0 = 8.39$ $c_0 = 4.49^2$ $a_0:b_0:c_0 = 0.643:1:0.535$ $Z = 2$
<b>Kotoit</b> (Watanabe, 1939)	$\text{Mg}_3[\text{BO}_3]_2$	$a_0 = 5.42$ $b_0 = 8.44$ $c_0 = 4.52^3$ $a_0:b_0:c_0 = 0.642:1:0.536$ $Z = 2$
Synthetisch	$\text{Co}_3[\text{BO}_3]_2$	$a_0 = 5.46$ $b_0 = 8.44$ $c_0 = 4.53^4$ $a_0:b_0:c_0 = 0.647:1:0.537$ $Z = 2$
<b>Jimboit</b> (Watanabe & al., 1963)	$\text{Mn}_3[\text{BO}_3]_2$	$a_0 = 5.64$ $b_0 = 8.715$ $c_0 = 4.64^5$ $a_0:b_0:c_0 = 0.647:1:0.532$

Die Formel von Jeremejewit ist nach Below & Mitarbeitern  $\text{Al}_6\text{B}_5\text{O}_{15}(\text{OH})_3$  mit  $Z = 2$ . Die Elementarzelle befindet sich in der gleichen Orientierung wie bei Websky (1884); es ist lediglich  $c$  mit  $7/5$  zu multiplizieren (H. S. 1938), wobei Webskys (7075) zu (1011) und (1453) wohl zu (1454) wird. Eichwaldit, den Kern der Jeremejewitkristalle bildend und wohl von gleicher Zusammensetzung wie diese, ist infolge innerer Spannung optisch zweiachsig, stimmt aber röntgenographisch mit Jeremejewit überein. Die Gitterkonstanten von Jeremejewit sind mit denen von  $\text{B}_2\text{O}_3$  vergleichbar ( $a_0 = 4.325$ ,  $c_0 = 8.317$ ,  $C_3^2 - P3_1$  und  $C_3^3 - P3_2$ , Berger, 1952).

Die Struktur von Kotoit soll Analogien zu Olivin aufweisen.

<sup>1</sup>) N. I. Golowastikov, J. N. Belova & N. W. Belov, Zap. Vses. Min. Obshch. **84**. 1955. 405 (Struktur). — Vgl. B. Goßner & O. Kraus 1934; H. Strunz 1938; J. J. Schafaranowski, W. J. Michejew & W. A. Mokijewski 1952. — Nach C. Frondel (Dana **2**. 1951. 330) ist mit dem Oszilloskop ein Piezoeffekt wahrnehmbar.

<sup>2</sup>) W. Götz, Naturwiss. **50**. 1963. 567.

<sup>3</sup>) T. Watanabe, Fortschr. Min. **23**. 1939. — R. Sadanaga, X-Rays, Osaka **5**. 1948. 2 (Struktur, SR. **11**. 425).

<sup>4</sup>) S. V. Berger, Acta Chem. Scand. **3**. 1949. 660 (Struktur von synthet.  $\text{Mg}_3[\text{BO}_3]_2$  und  $\text{Co}_3[\text{BO}_3]_2$ ).

<sup>5</sup>) T. Watanabe, A. Kato, T. Matsumoto & J. Ito, Proc. Jap. Acad. **39**. 1963. 170.

2.)  $\text{InBO}_3$ - $\text{CaSn}[\text{BO}_3]_2$ - $\text{LaBO}_3$ -Gruppe (vergleichbar Calcit-Dolomit-Aragonit).

a) $\text{InBO}_3$ -Reihe. Calcit-Typ. Ditrigonal-skalenoedrisch, $D_{3d}^6$ — $R\bar{3}c$ .		
Synthetisch	$\text{InBO}_3$	$a_0 = 4.78$ $c_0 = 15.48$ $c_0/a_0 = 3.238^1$
Isotyp damit sind: $\text{ScBO}_3$ , $\text{LuBO}_3$ , $\text{YBO}_3$ ; ferner $\text{TiBO}_3$ , $\text{CrBO}_3$ , $\text{VBO}_3^{1a}$ ).		

Isotyp mit Vaterit, hexagonal, sind die Borate von Sm, Eu, Gd, Dy, Y, Ho, Er, Tm, Yb, Lu<sup>1b</sup>).

b) Nordenskiöldin. Dolomit-Typ. Trigonal-rhomboedrisch,  $C_{3i}^2$  —  $R\bar{3}$ .

**Nordenskiöldin**  $CaSn[BO_3]_2$   $a_0 = 4.86$   $c_0 = 15.95$   $c_0/a_0 = 3.282^2)$   
(Brögger, 1887)  $a_{rh} = 6.01$   $\alpha' = 47^\circ 42'$   $Z = 1$

Isotyp mit Huntit, trigonal-trapezoedrisch,  $D_3^7$  —  $R32$ , sind:  $YAl_3[BO_3]_4$ ,  $a_0 = 9.29$ ,  $c_0 = 7.26^{2a)}$  und die entsprechenden Verbindungen mit Nd, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Yb, Er sowie Gd- und  $SmCr_3[BO_3]_4$ .

c)  $LaBO_3$ -Reihe. Aragonit-Typ. Rhombisch-dipyramidal,  $D_{2h}^{16}$  —  $Pmcn$ .

Synthetisch  $LaBO_3$   $a_0 = 5.10$   $b_0 = 8.25$   $c_0 = 5.87^3)$   
 $a_0:b_0:c_0 = 0.618:1:0.712$

Isotyp damit ist  $NdBO_3$ .

<sup>1)</sup> V. M. Goldschmidt & H. Hauptmann, Nachr. Ges. Wiss. Göttingen, 1931/32. 53. — E. M. Levin, R. S. Roth & J. B. Martin, Am. Min. 46. 1961. 1030.

<sup>1a)</sup> H. Schmid, Acta Cryst. 17. 1964. 1080.

<sup>1b)</sup> E. M. Levin, R. S. Roth & J. B. Martin, 1961, l. c.

<sup>2)</sup> W. Ehrenberg & P. Ramdohr, N. Jb. Min. Beil.-Bd. 69. 1935. 1.

<sup>2a)</sup> A. A. Ballman, Am. Min. 47. 1962. 1380.

<sup>3)</sup> V. M. Goldschmidt & H. Hauptmann, 1931/32, l. c. — E. M. Levin, R. S. Roth & J. B. Martin, 1961, l. c.

### Planare $BO_3$ -Komplexe mit fremden Anionen

3.) Warwickit-Pinakiolith-Gruppe. Homöotypie. Die Strukturen sind für Warwickit, Pinakiolith und Ludwigit bekannt.

**Warwickit**  $(Mg, Fe)_3Ti[O | BO_3]_2$   
(Shepard, 1838) Rhombisch-dipyramidal  $D_{2h}^{16}$  —  $Pnam$   
 $a_0 = 9.20$   $b_0 = 3.01$   $c_0 = 9.45^1)$   
 $a_0:b_0:c_0 = 3.056:1:3.139$   $Z = 2$

**Pinakiolith**  $(Mg, Mn^{II})_2Mn^{III}[O_2 | BO_3]$   
(Flink, 1890) Monoklin-prismatisch  $C_{2h}^2$  —  $P2_1/m$   
 $a_0 = 5.36$   $b_0 = 5.98$   $c_0 = 12.73^2)$   
 $a_0:b_0:c_0 = 0.896:1:2.129$   
 $\beta = 120^\circ 34'$   $Z = 4$

Ludwigit-Reihe. Isotypie Ludwigit—Vonsenit.

**Ludwigit**  $(Mg, Fe^{II})_2Fe^{III}[O_2 | BO_3]$   
(Tschermak, 1874) Rhombisch-dipyramidal  $D_{2h}^9$  —  $Pcma$   
 $a_0 = 9.14$   $b_0 = 3.05$   $c_0 = 12.45^3)$   
 $a_0:b_0:c_0 = 2.997:1:4.082$   $Z = 4$

**Vonsenit**  $(Fe^{II}, Mg)_2Fe^{III}[O_2 | BO_3]$   
(Eakle, 1920) Rhombisch-dipyramidal  $D_{2h}^9$  —  $Pcma$   
 $a_0 = 9.37$   $b_0 = 3.05$   $c_0 = 12.36^4)$   
 $a_0:b_0:c_0 = 3.072:1:4.052$   $Z = 4$

**Orthopinakolith**  $(\text{Mg}, \text{Mn}^{2+})_2\text{Mn}^{3+}[\text{O}_2 | \text{BO}_3]$ 

(Randmets, 1960)

Rhombisch  $D_{2h}^{12} - \text{Pnmm}$  ( $?C_{2v}^{10} - \text{Pn} 2n$ ) $a_0 = 18.45$   $b_0 = 6.07$   $c_0 = 12.70^5$  $a_0 : b_0 : c_0 = 3.0395 : 1 : 2.092$   $Z = 8$ 

Isotyp mit Warwickit sind die synthet. Verbindungen Mg-, Fe-, Co-, NiFe<sup>3+</sup> [O | BO<sub>3</sub>]<sup>1a)</sup> sowie MgV<sup>3+</sup>- und MgTi<sup>3+</sup> [O | BO<sub>3</sub>]<sup>1b)</sup>.

Isotyp mit Ludwigit sind die synthet. Verbindungen Fe<sub>2</sub>-, Co<sub>2</sub>-, Ni<sub>2</sub>-, Cu<sub>2</sub>Fe<sup>3+</sup> [O<sub>2</sub> | BO<sub>3</sub>]<sup>1a)</sup> sowie Fe<sub>2</sub>V<sup>3+</sup>- und Co<sub>2</sub>V<sup>3+</sup> [O<sub>2</sub> | BO<sub>3</sub>]<sup>1b)</sup>.

Die Struktur von Ludwigit geht durch eine Raumgitterverzwilligung nach (100) aus derjenigen von Pinakolith hervor; in der Aufstellung von Ludwigit wurden hier  $b_0$  und  $c_0$  vertauscht<sup>3a)</sup>; entsprechend kann Orthopinakolith bezüglich seiner Metrik als Ergebnis doppelter „innerer Verzwilligung“ von Pinakolith erklärt werden. Paigeit ist mit Vonsenit identisch; Hulsit soll ein Vonsenit mit etwas Zinn sein (W. T. Schaller, priv. Mitt. 1954 und 1961). Ein Al-reicher Ludwigit, mit Fe<sup>3+</sup>:Al ~ 1:1, ist von Crestmore bekannt geworden<sup>3b)</sup>.

**Gaufreyit**  $3 \cdot \text{CaMn}^{3+}[\text{O} | \text{BO}_3] \cdot \text{Ca}(\text{CO}_3)$ 

(Jouravsky &amp; Permingeat, 1964)

Hexagonal  $C_{6h}^{24} - \text{P} 6_3/m$  ( $P 6_3, P 6_3 22$ ) $a_0 = 10.6$   $c_0 = 5.90$   $c_0/a_0 = 0.586$  $Z = 2^6$ 

Gaufreyit scheint mit Pinakolith strukturell eng verwandt zu sein, man vergleiche die Gitterkonstanten.

<sup>1)</sup> Y. Takeuchi, T. Watanabe & T. Ito, Acta Cryst. **3**. 1950. 98. (Strukturen von Warwickit, Pinakolith und Ludwigit. SR. **13**. 350).

<sup>1a)</sup> E. F. Bertaut, Acta Cryst. **3**. 1950. 473.

<sup>1b)</sup> P. Blum & H. Bozon, C. R. Acad. Sci. Paris **239**. 1954. 811.

<sup>2)</sup> Y. Takeuchi & al. (1950) l. c.

<sup>3)</sup> Y. Takeuchi & al. (1950) l. c.

<sup>3a)</sup> H. Strunz, Min. Tab. 1957.

<sup>3b)</sup> W. T. Schaller & A. C. Vlisidis, Am. Min. **46**. 1961. 335.

<sup>4)</sup> Y. Takeuchi, Min. Journ. (Japan) **2**. 1956. 19 (Struktur).

<sup>5)</sup> R. Randmets, Arkiv Min. Geol. **2**. 1960. 551.

<sup>1)</sup> G. Jouravsky & F. Permingeat, Bull. Soc. Franç. Min. Crist. **87**. 1964. 216.

4.) Nocerin-Reihe. Hexagonal-dipyramidal,  $C_{6h}^{24} - \text{P} 6_3/m$ . Isotypie.**Nocerin** $a_0 = 8.86$   $c_0 = 3.13$ 

(Scacchi, 1881)

 $c_0/a_0 = 0.353$   $Z = 2^1$ **Fluoborit** $a_0 = 9.06$   $c_0 = 3.06$ 

(Geijer, 1926)

 $c_0/a_0 = 0.338$   $Z = 2^2$ 

## Anhang:

**Wightmanit**

Triklin, pseudohexagonal

(Murdoch, 1962)

 $a_0 = 11.73$   $b_0 = 11.44$   $c_0 = 3.09^3$  $a_0 : b_0 : c_0 = 1.025 : 1 : 0.270$  $\alpha = 96^\circ 09'$   $\beta = 97^\circ 45 \frac{1}{2}'$   $\gamma = 105^\circ 52 \frac{1}{2}'$

**Johachidolith** (Iwase & Saito, 1947) optisch zweiachsig, entspricht ungefähr der Formel  $\text{Ca}_3\text{Na}_2\text{Al}_4\text{H}_4 [(\text{F}, \text{OH}) | \text{BO}_3]_6$ .

<sup>1)</sup> A. Scherillo, *Per. Min.* **9**. 1938. 229. — M. Leone & F. Sgarlata, *Rend. Soc. Min. Ital.* **11**. 1955. 353 ( $a_0 = 8.80$ ,  $c_0 = 3.10$ ). — C. Brisi & W. Eitel, *Naturw.* **43**. 1956. 496 (Isomorphie Nocerin-Fluoborit).

<sup>2)</sup> Y. Takeuchi, *Acta Cryst.* **3**. 1950. 208 (Struktur, SR. **13**. 349). — Vgl. G. Aminoff in Geijer, *Sver. Geol. Undersök. Jahrb.* **20**. 1927. 26. — E. R. Segnit & C. J. Lancucki, *Am. Min.* **48**. 1963. 678.

<sup>3)</sup> J. Murdoch, *Am. Min.* **47**. 1962. 718.

5.) Seamanit-Sulfoborit-Gruppe. Strukturen nicht bekannt, Strukturformeln nicht gesichert, geometrische Verwandtschaft zur Nocerin-Reihe.

**Seamanit**  $\text{Mn}_3[\text{PO}_4 | \text{BO}_3] \cdot 3 \text{H}_2\text{O}$  Rhombisch-dipyramidal  $D_{2h}^{16}$ —Pbnm  
(Kraus, Seaman & Slawson, 1930)  $a_0 = 7.85$   $b_0 = 15.17$   $c_0 = 6.72$   
 $a_0 : b_0 : c_0 = 0.517 : 1 : 0.443$   $Z = 4^1$

**Sulfoborit**  $\text{Mg}_3[\text{SO}_4 | (\text{BO}_2\text{OH})_2] \cdot 4 \text{H}_2\text{O}$  Rhombisch dipyramidal  $D_{2h}^{16}$ —Pcmm  
(Naupert & Wense, 1893)  $a_0 = 7.79$   $b_0 = 12.54$   $c_0 = 10.14$   
 $a_0 : b_0 : c_0 = 0.621 : 1 : 0.809$   $Z = 4^2$

<sup>1)</sup> D. McConnell & W. L. Pondrom, *Am. Min.* **26**. 1941. 446.

<sup>2)</sup> O. Braitsch, *Beitr. Min. Petr.* **3**. 1961. 60.

### Tetraedrische $\text{B}(\text{O}, \text{OH})_4$ -Komplexe

6.) Sinhalit-Behierit-Gruppe.

**Sinhalit**  $\text{MgAl}[\text{BO}_4]$  Rhombisch-dipyramidal  $D_{2h}^{16}$ —Pmcn  
(Claringbull & Hey, 1952)  $a_0 = 5.67_5$   $b_0 = 4.33$   $c_0 = 9.88^1$   
 $a_0 : b_0 : c_0 = 1.311 : 1 : 2.282$   $Z = 4$

**Behierit**  $(\text{Ta}, \text{Nb})[\text{BO}_4]$  Ditetragonal-dipyramidal  $D_{4h}^{19}$ — $I4_1/amd$   
(Mrose & Rose, 1961)  $a_0 = 6.21$   $c_0 = 5.47$   
 $c_0/a_0 = 0.881$   $Z = 4^2$

Sinhalit ist isotyp mit Olivin <sup>1a)</sup>. — Behierit besitzt Zirkonstruktur.

<sup>1)</sup> G. F. Claringbull & M. H. Hey, *Min. Mag.* **29**. 1952. 841.

<sup>1a)</sup> J. H. Fang & R. E. Newnham, *Min. Mag.* **35**. 1965. 196 (Raumgruppe, Struktur). — Aufstellung hier entsprechend Olivin.

<sup>2)</sup> M. E. Mrose & W. J. Rose, *Am. Min. Soc. Progr.* 1961. 111 A.

7.) Bandyolith-Cahnit-Gruppe. Bandyolith, Teepleit und Cahnit enthalten  $\text{B}(\text{OH})_4$ -Tetraeder.

**Bandyolith**  $\text{Cu}[\text{Cl} | \text{B}(\text{OH})_4]$  Tetragonal-dipyramidal  $C_{4h}^3$ — $P4/n$   
(Palache & Foshag, 1938)  $a_0 = 6.19$   $c_0 = 5.61^1$   
 $c_0/a_0 = 0.906$   $Z = 2$

<b>Teepleit</b>	$\text{Na}_2[\text{Cl}   \text{B}(\text{OH})_4]$	Ditetragonal-dipyramidal
(Gale, Foshag & Vonsen, 1938)		$D_{4h}^7 - P4/nmm$
		$a_0 = 7.28 \quad c_0 = 4.84^2$
		$c_0/a_0 = 0.665 \quad Z = 2$
<b>Cahnit</b>	$\text{Ca}_2[\text{AsO}_4   \text{B}(\text{OH})_4]$	Tetragonal-disphenoidisch $S_4^2 - I\bar{4}$
(Palache, 1921)		$a_0 = 7.11 \quad c_0 = 6.20 \quad c_0/a_0 = 0.872 \quad Z = 2^3$

<sup>1)</sup> R. L. Collin, Acta Cryst. **4**. 1951. 204 (Struktur). — Vgl. H. Berman in Ch. Palache & W. F. Foshag, Am. Min. **23**. 1938. 85. — M. Fornaseri, Per. Min. **18**. 1949. 103 (Struktur, SR. **13**. 346).

<sup>2)</sup> G. Switzer in W. A. Gale, W. F. Foshag & M. Vonsen, Am. Min. **24**. 1939. 48. — Vgl. M. Fornaseri 1949, l. c.

<sup>3)</sup> Ch. T. Prewitt & M. J. Buerger, Am. Min. **46**. 1961. 1077 (Struktur).

## B.) Abteilung der Soroborate

### Verknüpfung planarer $\text{B}(\text{O}, \text{OH})_3$ -Komplexe

#### 1.) Suanit-Reihe. Homöotypie.

<b>Suanit</b>	$\text{Mg}_2[\text{B}_2\text{O}_5]$	Monoklin-prismatisch $C_{2h}^5 - P2_1/a$
(Watanabe, 1953)		$a_0 = 12.10 \quad b_0 = 3.12 \quad c_0 = 9.36$
		$a_0:b_0:c_0 = 3.878:1:3.000$
		$\beta = 104^\circ 20' \quad Z = 4^1$
Synthetisch	$\text{Mg}_2[\text{B}_2\text{O}_5]$	Triklin
		$a_0 = 3.12 \quad b_0 = 5.93 \quad c_0 = 9.03$
		$a_0:b_0:c_0 = 0.526:1:1.523$
		$\alpha = 103^\circ 54' \quad \beta = 90^\circ 54' \quad \gamma = 92^\circ 0'1$
Synthetisch	$\text{Co}_2[\text{B}_2\text{O}_5]$	Triklin
		$a_0 = 3.16 \quad b_0 = 5.94 \quad c_0 = 8.95$
		$a_0:b_0:c_0 = 0.532:1:1.507$
		$\alpha = 103^\circ 54' \quad \beta = 91^\circ \quad \gamma = 92^\circ 2$

<sup>1)</sup> T. Watanabe, Min. Journ. **1**. 1953. 54. — Y. Takeuchi, Acta Cryst. **5**. 1952. 574 (Struktur).

<sup>2)</sup> S. V. Berger, Acta Chem. Scand. **4**. 1950. 1054 (Struktur).

#### 2.) Ascharit-Reihe. Isotypie (Gruner, 1932). Nach Infrarotuntersuchungen von Y. Takeuchi als Pyroborate eingeordnet<sup>1a)</sup>.

<b>Ascharit*</b> )	$\text{Mg}_2[\text{B}_2\text{O}_5] \cdot \text{H}_2\text{O}$	Orthorhombisch
(Feit, 1891)		$a_0 = 10.34 \quad b_0 = 12.45 \quad c_0 = 3.21^1$
		$a_0:b_0:c_0 = 0.830:1:0.258 \quad Z = 4$
<b>Sussexit</b>	$\text{Mn}_2[\text{B}_2\text{O}_5] \cdot \text{H}_2\text{O}$	Orthorhombisch <sup>1)</sup>
(Brush, 1868)		$a_0 = 10.61 \quad b_0 = 12.65 \quad c_0 = 3.30^2$
		$a_0:b_0:c_0 = 0.839:1:0.261 \quad Z = 4$

**Magnesio-Sussexit** (Gruner, 1932) ist eine Mg-reiche Varietät von Sussexit,  $a_0 = 10.46, b_0 = 12.52, c_0 = 3.24^2$ ).

Anhang:

<b>Roweit</b>	$\text{CaMn}[\text{B}_2\text{O}_5] \cdot \text{H}_2\text{O}$	Orthorhombisch
(Berman & Gonyer, 1937)		$a_0 = 8.29 \quad b_0 = 9.03 \quad c_0 = 6.63$ $a_0 : b_0 : c_0 = 0.918 : 1 : 0.734 \quad Z = 4^3$
<b>Sibirskit</b>	$\text{Ca}_2[\text{B}_2\text{O}_5] \cdot \text{H}_2\text{O}$	Orthorhombisch <sup>4)</sup>
(Vasilkova, 1962)		

<sup>\*</sup>) Szaibelyit (Peters, 1861); Camsellit, Ellsworth & Poitevin, 1921; die Formel ist erstmalig für Ascharit richtig angegeben worden (van't Hoff, 1907).

<sup>1)</sup> Y. Takeuchi, Min. Journ. (Japan) **2**. 1957. 78 (für „Camsellit“). – Vgl. W. T. Schaller, Am. Min. **27**. 1942. 467. – O. Braitsch, Fortschr. Min. **38**. 1960. 191 (Aufstellung B 22,2,  $a_0 = 3.14$ ,  $b_0 = 10.42$ ,  $c_0 = 25.05$ ). – <sup>1b)</sup> Y. Takeuchi, Min. Journ. (Japan) **2**. 1958. 245.

<sup>2)</sup> Y. Takeuchi, 1957, l. c. – W. T. Epprecht, W. T. Schaller & A. C. Vlisidis, Schweiz. Min. Petr. Mitt. **39**. 1959. 85 ( $a_0 = 10.70$ ,  $b_0 = 12.77$ ,  $c_0 = 3.25$ ).

<sup>3)</sup> H. Berman & F. A. Gonyer, Am. Min. **22**. 1937. 301.

<sup>4)</sup> N. N. Vasilkova, Zapiski Vses. Min. Obshch. **91**. 1962. 455 (d-Werte: 2.93(5), 2.58(5), 1.878(3)).

3.) Wiserit-Lüneburgit-Gruppe. Die Strukturen sind nicht bekannt, die Formeln daher nicht gesichert.

<b>Wiserit</b>	$\text{Mn}_4[(\text{OH}, \text{Cl})_4   \text{B}_2\text{O}_5]$	Tetragonal
(Haidinger, 1845)		$a_0 = 14.30 \quad c_0 = 3.32$ $c_0/a_0 = 0.232 \quad Z = 4^1$
<b>Lüneburgit</b>	$\text{Mg}_3[(\text{PO}_4)_2   \text{B}_2\text{O}(\text{OH})_4] \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$	Monoklin, pseudohexagonal
(Nöllner, 1870)		$a_0 = 9.81 \quad b_0 = 7.62 \quad c_0 = 10.10$ $a_0 : b_0 : c_0 = 1.287 : 1 : 1.325$ $\beta = 97^\circ 24' \quad Z = 2^2$

<sup>1)</sup> W. T. Epprecht, W. T. Schaller & V. C. Vlisidis, Schweiz. Min. Petr. Mitt. **39**. 1959. 85. „Mineral X“,  $a_0 = 11.57$ ,  $b_0 = 3.4$ ,  $c_0 = 8.20$ ,  $\beta = 109.5^\circ$  (?), wahrscheinlich ein Mn-Borat.

<sup>2)</sup> O. Braitsch, Beitr. Min. Petr. **8**. 1961. 60.

**Verknüpfung planarer  $\text{B}(\text{O}, \text{OH})_3$ - und tetraedrischer  $\text{B}(\text{O}, \text{OH})_4$ -Komplexe**

4.) Inderit-Meyerhofferit-Gruppe ( $1 \triangle - 2 \square$ ). Strukturbestimmungen liegen für Meyerhofferit, Inyoit und Inderit vor, für Kurnakovit ist das Baumotiv bekannt<sup>1a)</sup>.

<b>Kurnakovit</b>	$\text{Mg}[\text{B}_3\text{O}_3(\text{OH})_5] \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$	Triklin
(Godlevsky, 1940)		$a_0 = 8.14 \quad b_0 = 10.47 \quad c_0 = 6.33$ $a_0 : b_0 : c_0 = 0.777 : 1 : 0.605$ $\alpha = 96^\circ 56\frac{1}{2}' \quad \beta = 106^\circ 28' \quad \gamma = 106^\circ 03'$ $Z = 2^1$
<b>Inderit</b>	$\text{Mg}[\text{B}_3\text{O}_3(\text{OH})_5] \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$	Monoklin-prismatisch $\text{C}_{2h}^5 - \text{P}2_1/a$
(Boldyreva, 1937)		$a_0 = 12.12 \quad b_0 = 13.18 \quad c_0 = 6.83$ $a_0 : b_0 : c_0 = 0.920 : 1 : 0.518$ $\beta = 104^\circ 49' \quad Z = 4^2$



<b>Inderborit</b>	$\text{MgCa}[\text{B}_3\text{O}_3(\text{OH})_5]_2 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$	Monoklin-prismatisch
(Gorshov, 1941)		$a:b:c = 1.6395:1:2.6346 \quad \beta = 90^\circ 44' \frac{1}{2}'$
<b>Meyerhofferit</b>	$\text{Ca}[\text{B}_3\text{O}_3(\text{OH})_5] \cdot \text{H}_2\text{O}$	Triklin-pinakoidal $C_1^1 - P\bar{1}$
(Schaller, 1914)		$a_0 = 6.61 \quad b_0 = 8.35 \quad c_0 = 6.49^3)$ $a_0:b_0:c_0 = 0.792:1:0.777$ $\alpha = 90^\circ 41' \quad \beta = 101^\circ 51' \quad \gamma = 86^\circ 44'$ $Z = 2$
Synthetisch	$\text{Ca}[\text{B}_3\text{O}_3(\text{OH})_5] \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	Triklin-pinakoidal $C_1^1 - P\bar{1}$
		$a_0 = 7.05 \quad b_0 = 9.45 \quad c_0 = 6.41^4)$ $a_0:b_0:c_0 = 0.746:1:0.678$ $\alpha = 101^\circ 21' \quad \beta = 101^\circ 19' \quad \gamma = 99^\circ 49'$ $Z = 1$
<b>Inyoit</b>	$\text{Ca}[\text{B}_3\text{O}_3(\text{OH})_5] \cdot 4 \text{H}_2\text{O}$	Monoklin-prismatisch $C_{2h}^5 - P2_1/a$
(Schaller, 1914)		$a_0 = 10.63 \quad b_0 = 12.06 \quad c_0 = 8.40_5^5)$ $a_0:b_0:c_0 = 0.881:1:0.697$ $\beta = 114^\circ 02' \quad Z = 2$

<sup>1)</sup> E. W. Heinrich, Am. Min. **31**. 1946. 71 („Inderit“).

<sup>1a)</sup> H. E. Petch, K. S. Pennington & J. D. Cuthbert, Am. Min. **47**. 1962. 401 (Baumotiv).

<sup>2)</sup> C. Frondel, V. Morgan & J. L. T. Waugh, Am. Min. **41**. 1956. 927 („Lesserit“). — J. D'Ans & K. H. Behrendt, Kali u. Steinsalz **2**. 1957. 121 („Lesserit“ = Inderit). — Vgl. W. T. Schaller & M. E. Mrose, Am. Min. **45**. 1960. 732. — I. M. Rumanova & A. Ashirov, Kristallografiya **8**. 1963. 517.

<sup>3)</sup> C. L. Christ & J. R. Clark, Am. Min. **38**. 1953. 912; Acta Cryst. **9**. 1956. 830; Z. Krist. **114**. 1960. 321 (Struktur).

<sup>4)</sup> J. R. Clark & C. L. Christ, Z. Krist. **112**. 1959. 213 (Struktur).

<sup>5)</sup> C. L. Christ, Am. Min. **38**. 1953. 912, für synthetische Kristalle. — J. R. Clark, Acta Cryst. **12**. 1959. 162 (Struktur).

### 5.) Tinkalkonit-Borax-Gruppe (2 $\triangle - 2 \square$ ).

<b>Tinkalkonit</b>	$\text{Na}_2[\text{B}_4\text{O}_5(\text{OH})_4] \cdot 3 \text{H}_2\text{O}$	Trigonal-trapezoedrisch $D_3^7 - R32$
(Shepard, 1878)		$a_{rh} = 9.58 \quad \alpha = 71^\circ 42' \quad Z = 3$ $a_0 = 11.3 \quad c_0 = 20.9 \quad c_0/a_0 = 1.850 \quad Z = 9^1)$
<b>Borax</b>	$\text{Na}_2[\text{B}_4\text{O}_5(\text{OH})_4] \cdot 8 \text{H}_2\text{O}$	Monoklin-prismatisch $C_{2h}^6 - C2/c$
(Wallerius, 1748)		$a_0 = 11.84 \quad b_0 = 10.63 \quad c_0 = 12.32$ $a_0:b_0:c_0 = 1.114:1:1.159 \quad \beta = 106^\circ 35'^2)$ $Z = 4$

### Anhang:

<b>Halurgit</b>	$\text{Mg}_2[\text{B}_4\text{O}_5(\text{OH})_4]_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$	Orthorhombisch oder pseudorhombisch <sup>3)</sup>
(Lovanova, 1962)		

<sup>1)</sup> W. Minder, Z. Krist. **92**. 1935. 301. — H. E. Petch, K. S. Pennington & J. D. Cuthbert, Am. Min. **47**. 1962. 401.

<sup>2)</sup> W. Minder, 1935, l. c. — J. M. Font Tullot, Estud. Geol. Barcelona **7**. 1947. 13. (Struktur, SR. **11**, 431). — N. Morimoto, Min. Journ. (Japan) **2**. 1956. 1 (Struktur mit Baugruppen  $[\text{B}_4\text{O}_5(\text{OH})_4]$ ).

<sup>3)</sup> V. V. Lovanova, Doklady Akad. Wiss. USSR. **143**. 1962. 693.

6.) Ezcurreit-Nasinit-Gruppe. ( $3 \triangle - 2 \square$ ) Das Strukturmotiv ist hypothetisch, die Einordnung könnte auch bei Inoboraten erfolgen.

<b>Ezcurreit</b>	$\text{Na}_2[\text{B}_5\text{O}_6(\text{OH})_5] \cdot \text{H}_2\text{O}$	Triklin <sup>1)</sup>
	(Muessig & Allen, 1957)	
<b>Nasinit</b>	$\text{Na}_2[\text{B}_5\text{O}_6(\text{OH})_5] \cdot \text{H}_2\text{O}$	Monoklin <sup>2)</sup>
	(Cipriani & Vannuccini, 1961)	

<sup>1)</sup> S. Muessig & R. D. Allen, *Econ. Geol.* **52**. 1957. 426.

<sup>2)</sup> C. Cipriani & P. Vannuccini, *Rend. Acc. Lincei* **30**. 1961. 76, 235; **31**. 1961. 141.

7.) Probertit-Ulexit-Gruppe ( $2 \triangle - 3 \square$ ). Die Strukturen von Probertit und Ulexit sind bekannt, beide enthalten das gleiche Strukturmotiv, jedoch im Probertit zu Ketten verknüpft.

<b>Probertit</b>	$\text{NaCa}[\text{B}_5\text{O}_6(\text{OH})_6] \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$	Monoklin-prismatisch $\text{C}_{2h}^5 - \text{P} 2_1/n$
	(Eakle, 1929)	
		$a_0 = 13.88 \quad b_0 = 12.56 \quad c_0 = 6.61$
		$a_0 : b_0 : c_0 = 1.104 : 1 : 0.526$
		$\beta = 107^\circ 44' \quad Z = 2^1$
<b>Ulexit</b>	$\text{NaCa}[\text{B}_5\text{O}_6(\text{OH})_6] \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$	Triklin-pinakoidal $\text{C}_1^1 - \text{P} \bar{1}$
	(Dana, 1850)	
		$a_0 = 8.73 \quad b_0 = 12.75 \quad c_0 = 6.70$
		$a_0 : b_0 : c_0 = 0.685 : 1 : 0.525$
		$\alpha = 90^\circ 16' \quad \beta = 109^\circ 08' \quad \gamma = 105^\circ 07'$
		$Z = 2^2$

Gleichfalls hypothetisch ist das Strukturmotiv,  $1 \triangle - 4 \square$ , für **Pandermit** (Linek, 1923),  $\text{Ca}_2[\text{B}_5\text{O}_6(\text{OH})_7]$ , monoklin, und **Tertschit** (Meixner, 1953),  $\text{Ca}_2[\text{B}_5\text{O}_6(\text{OH})_7] \cdot 6 \frac{1}{2} \text{H}_2\text{O}$ , monoklin<sup>3)</sup>. **Priceit** (Silliman, 1873) ist nach Kemp (1956) nicht identisch mit Pandermit, sondern soll  $5 \text{CaO} \cdot 6 \text{B}_2\text{O}_3 \cdot 9 \text{H}_2\text{O}$  sein<sup>4)</sup>.

<sup>1)</sup> W. H. Barnes, *Am. Min.* **34**. 1949. 19 u. 611. – Identisch ist bekanntlich Kramerit (Schaller, 1930). – J. R. Clark & C. L. Christ, *Am. Min.* **44**. 1959. 712. – K. M. Kurbanov, I. M. Rumanova & N. V. Belov, *Doklady Akad. Wiss. USSR* **152**. 1963. 1100 (Struktur,  $[\text{B}_5\text{O}_7(\text{OH})_4]$ -Ketten).

<sup>2)</sup> J. Murdoch, *Am. Min.* **25**. 1940. 754. – J. R. Clark & C. L. Christ, 1959, l. c. – J. R. Clark & D. E. Appleman, *Ref. Am. Min.* **50**. 1965. 283 (Struktur).

<sup>3)</sup> H. Meixner, *Berg- u. Hüttenmänn. Monatsh.* **98**. 1953. 86. Aus türkischen Boratlagerstätten. – W. Zwickler, *Heidelb. Beitr. Min. Petr.* **3**. 1953. 445.

<sup>4)</sup> P. H. Kemp, *The chemistry of borates*, Part I, London 1956.

8.) Larderellit-Ammonioborit-Gruppe ( $4 \triangle - 1 \square$ ). Die Strukturen sind für die synthetischen Verbindungen bekannt.

<b>Larderellit</b>	$\text{NH}_4[\text{B}_5\text{O}_6(\text{OH})_4]$	Monoklin-prismatisch $\text{C}_{2h}^5 - \text{P} 2_1/a$
	(Bechi, 1854)	
		$a_0 = 11.65 \quad b_0 = 7.63 \quad c_0 = 9.47$
		$a_0 : b_0 : c_0 = 1.527 : 1 : 1.241$
		$\beta = 97^\circ 05' \quad Z = 4^1$

<b>Ammonioborit</b>	$\text{NH}_4[\text{B}_5\text{O}_6(\text{OH})_4] \cdot \frac{2}{3} \text{H}_2\text{O}$	Monoklin $\text{C}_{2h}^6$ — $\text{C}2/c$ (? Cc)
(Schaller, 1931)		$a_0 = 25.27$ $b_0 = 9.65$ $c_0 = 11.56$ $a_0:b_0:c_0 = 2.619:1:1.198$ $\beta = 94^\circ 17'$ $Z = 12^2$ )
Synthetisch	$\text{NH}_4[\text{B}_5\text{O}_6(\text{OH})_4] \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	Rhombisch-pyramidal $\text{C}_{2v}^{17}$ —Aba 2
		$a_0 = 11.32$ $b_0 = 11.03$ $c_0 = 9.235$ $a_0:b_0:c_0 = 1.026:1:0.837$ $Z = 4^3$
Synthetisch	$\text{K}[\text{B}_5\text{O}_6(\text{OH})_4] \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	Rhombisch-pyramidal $\text{C}_{2v}^{17}$ —Aba 2
		$a_0 = 11.07$ $b_0 = 11.17$ $c_0 = 9.05$ $a_0:b_0:c_0 = 0.991:1:0.810$ $Z = 4^4$ )
<b>Sborgit</b>	$\text{Na}[\text{B}_5\text{O}_6(\text{OH})_4] \cdot 3\text{H}_2\text{O}$	Optisch zweiachsig <sup>5</sup> ).
(Cipriani, 1957)		

<sup>1</sup>) G. Marinelli, Atti Soc. Tosc. Sc. Nat. **66**. 1959. 257. — J. R. Clark, Am. Min. **45**. 1960. 1087.

<sup>2</sup>) J. R. Clark & C. L. Christ, Am. Min. **44**. 1959. 1150.

<sup>3</sup>) W. R. Cook & H. Jaffe, Acta Cryst. **10**. 1957. 705.

<sup>4</sup>) W. H. Zachariasen, Z. Krist. **98**. 1938. 266 (Struktur mit  $\text{B}_5\text{O}_{10}$ -Komplexen). — W. R. Cook & H. Jaffe, 1957, l. c.

<sup>5</sup>) C. Cipriani & P. Vannuccini, Rend. Acc. Lincei, **31**. 1961. 235.

9.) Ginorit-Kaliborit-Gruppe (mit heterogenen Strukturmotiven, hypothetisch).

**Ginorit**  $\text{Ca}_2[\text{B}_4\text{O}_5(\text{OH})_4] [\text{B}_5\text{O}_6(\text{OH})_4]_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$

(D'Achiardi, 1934) Monoklin

**Volkovit**  $(\text{Sr}, \text{Ca})_2[\text{B}_4\text{O}_5(\text{OH})_4] [\text{B}_5\text{O}_6(\text{OH})_4]_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$

(Nefedov, 1953) Monoklin-prismatisch  $\text{C}_{2h}^5$  —  $\text{P}2_1/a$

$a_0 = 12.93$   $b_0 = 14.40$   $c_0 = 12.79$

$a_0:b_0:c_0 = 0.898:1:0.888$

$\beta = 100^\circ 27'$   $Z = 4^1$ )

**Kaliborit**  $\text{KMg}_2[\text{B}_5\text{O}_6(\text{OH})_4][\text{B}_3\text{O}_3(\text{OH})_5] \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  Monoklin  $\text{C}_s^4$  — Bb (Cc?)

(Feit, 1889)  $a_0 = 19.00$   $b_0 = 8.62$   $c_0 = 15.00$

$a_0:b_0:c_0 = 2.204:1:1.740$   $\beta = 99^\circ 48'^2$ )

<sup>1</sup>) E. J. Nefedov, Mém. Soc. Russe Min. **32**. 1953. 311. — Vgl. O. Braitsch, „Strontio-ginorit“, Beitr. Min. Petr. **6**. 1959. 366 ( $a_0 = 12.85$ ,  $b_0 = 14.48$ ,  $c_0 = 12.84$ ,  $\beta = 101^\circ 35'$ ).

<sup>2</sup>) F. P. Vaquer, Estud. Geol. **7**. 1948. 41.

### Verknüpfung tetraedrischer $\text{B}(\text{O}, \text{OH})_4$ -Komplexe

10.) Pinnoit-Frolovit-Gruppe ( $2 \times \square$ ).

**Pinnoit**  $\text{Mg}[\text{B}_2\text{O}(\text{OH})_6]$  Tetragonal  $\text{C}_4^3$  —  $\text{P}4_2$  oder  $\text{C}_{4h}^2$  —  $\text{P}4_2/m$

(Staute, 1884)  $a_0 = 7.62$   $c_0 = 8.19$

$c_0/a_0 = 1.075$   $Z = 4^1$ )

**Frolovit**  $\text{Ca}[\text{B}_2\text{O}(\text{OH})_6] \cdot \text{H}_2\text{O}$  (?)<sup>2</sup>)

(Petrova, 1957)

<sup>1</sup>) H. P. Stadler, Min. Mag. **28**. 1947. 26. — F. Paton & S. G. G. MacDonald, Acta Cryst. **10**. 1957. 653 (Struktur).

<sup>2</sup>) E. S. Petrova, Zapiski Vses. Min. Obshch. **86**. 1957. 622.

## C.) Abteilung der Inoborate

Ketten aus planaren  $\text{BO}_3$ -Komplexen

1.) Calcium-Metaborat-Reihe. Isotypie.

Synthetisch	$\text{Ca}[\text{B}_2\text{O}_4]$	Rhombisch-dipyramidal $\text{D}_{2h}^{14}$ — Pben $a_0 = 6.20$ $b_0 = 11.62$ $c_0 = 4.29$ $a_0:b_0:c_0 = 0.534:1:0.369$ $Z = 4^1$
Synthetisch	$\text{Sr}[\text{B}_2\text{O}_4]$	$a_0 = 6.58$ $b_0 = 12.02$ $c_0 = 4.33^2)$ $a_0:b_0:c_0 = 0.547:1:0.360$ $Z = 4$

**Calciborit** (Petrova, 1956) soll nach Malinko (1963)  $\text{CaB}_2\text{O}_4$  sein.<sup>1a)</sup>Möglicherweise gehört **Kurgantait**<sup>3)</sup>,  $(\text{Sr}, \text{Ca})_2[\text{B}_4\text{O}_8] \cdot \text{H}_2\text{O}$ , opt. zweiachsig, gleichfalls zu diesem Strukturtyp.<sup>1)</sup> W. H. Zachariasen & G. E. Ziegler, Z. Krist. **33**. 1932. 354 (Struktur). — M. Marezio, H. A. Plettinger & W. H. Zachariasen, Acta Cryst. **16**. 1963. 390 (Strukturverfeinerung).<sup>1a)</sup> S. V. Malinko, N. N. Kuznetsova, V. M. Pensionerova & L. Rybakova, Zapiski Vses. Min. Obshch. **92**. 1963. 684.<sup>2)</sup> S. Block, A. Perloff & C. E. Weir, Acta Cryst. **17**. 1964. 314.<sup>3)</sup> Y. Y. Yarzhemsky, Min. Sbornik, Lvovskoe Geol. Obschestvo **6**. 1952. 169.Ketten aus planaren  $\text{B}(\text{O}, \text{OH})_3$  und tetraedrischen  $\text{B}(\text{O}, \text{OH})_4$ -Komplexen2.) Veatchit-Gowerit-Gruppe ( $2 \triangle - 1 \square$ )<sub>∞</sub>.

<b>Veatchit</b> (Switzer, 1938)	$\text{Sr}[\text{B}_3\text{O}_4(\text{OH})_2]_2$	Monoklin $\text{C}_{2h}^6$ — $\text{A}2/a$ ( $\text{C}_s^4$ — $\text{Aa}$ ) $a_0 = 20.81$ $b_0 = 11.74$ $c_0 = 6.64$ $a_0:b_0:c_0 = 1.773:1:0.566$ $\beta = 92^\circ 02'$ $Z = 8^1$
<b>p-Veatchit</b> (Braitsch, 1959)	$(\text{Sr}, \text{Ca})[\text{B}_3\text{O}_4(\text{OH})_2]_2$	Monoklin-prismatisch $\text{C}_{2h}^{12}$ — $\text{P}2_1/m$ $a_0 = 6.72$ $b_0 = 20.81$ $c_0 = 6.64$ $a_0:b_0:c_0 = 0.323:1:0.319$ $\beta = 119^\circ 4'$ $Z = 4^2)$
<b>Aksait</b> (Blazko & al., 1962)	$\text{Mg}[\text{B}_3\text{O}_4(\text{OH})_2]_2 \cdot 3 \text{H}_2\text{O}$	Rhombisch-dipyramidal $\text{D}_{2h}^{15}$ — $\text{Pbca}$ $a_0 = 12.54$ $b_0 = 24.32$ $c_0 = 7.48^3)$ $a_0:b_0:c_0 = 0.516:1:0.308$ $Z = 8$
<b>Gowerit</b> (Erd, McAllister & Almond, 1959)	$\text{Ca}[\text{B}_3\text{O}_4(\text{OH})_2]_2 \cdot 3 \text{H}_2\text{O}$	Monoklin-prismatisch $\text{C}_{2h}^5$ — $\text{P}2_1/a$ $a_0 = 12.93$ $b_0 = 16.40$ $c_0 = 6.58$ $a_0:b_0:c_0 = 0.788:1:0.401$ $\beta = 121^\circ 30'$ $Z = 4^4)$

<sup>1)</sup> J. R. Clark, M. E. Mrose, A. Perloff & G. Burley, Am. Min. **44**. 1959. 1141. — Vgl. G. Switzer & W. W. Brannock, Am. Min. **35**. 1950. 90.<sup>2)</sup> O. Braitsch, Beitr. Min. Petr. **6**. 1959. 352. — J. R. Clark & M. E. Mrose, Am. Min. **45**. 1960. 1221.<sup>3)</sup> L. N. Blazko, V. V. Kondrateva & Y. Y. Yarschemsky, Zapiski Vses. Min. Obshch. **91**. 1962. 447. — Vgl. J. R. Clark & R. C. Erd, Am. Min. **48**. 1963. 930.<sup>4)</sup> C. L. Christ & J. R. Clark, Am. Min. **45**. 1960. 230.

3.) Colemanit-Hydroboracit-Gruppe  $(1 \triangle - 2 \square)_{\infty}$ .

**Colemanit**  $\text{Ca}[\text{B}_3\text{O}_4(\text{OH})_3] \cdot \text{H}_2\text{O}$  Monoklin-prismatisch  $\text{C}_{2h}^5 - \text{P} 2_1/a$   
(Evans, 1884)

$$a_0 = 8.74 \quad b_0 = 11.26 \quad c_0 = 6.10$$

$$a_0 : b_0 : c_0 = 0.776 : 1 : 0.542$$

$$\beta = 110^\circ 07' \quad Z = 4^1$$

**Hydroboracit**  $\text{MgCa}[\text{B}_3\text{O}_4(\text{OH})_3]_2 \cdot 3 \text{H}_2\text{O}$  Monoklin-prismatisch  $\text{C}_{2h}^4 - \text{P} 2/c$   
(Hess, 1834)

$$a_0 = 11.76 \quad b_0 = 6.68 \quad c_0 = 8.20^2$$

$$a_0 : b_0 : c_0 = 1.760 : 1 : 1.228$$

$$\beta = 102^\circ 48' \quad Z = 2$$

<sup>1</sup>) C. L. Christ, J. R. Clark & H. T. Evans, Acta Cryst. 7. 1954. 453; 11. 1958. 761 (Struktur).

<sup>2</sup>) C. Cipriani, Atti Soc. Tosc. Sci. Nat. 65. 1958. 284. - A. Ashirov, I. M. Rumanova & N. V. Belov, Doklady Akad. Wiss. USSR 147. 1962. 1079 (Struktur).

4.) Kernit  $(2 \triangle - 2 \square)_{\infty}$ . Das Baumotiv ist bestimmt, die Zugehörigkeit zu Soro- oder Inoboraten jedoch nicht sicher.

**Kernit**  $\text{Na}_2[\text{B}_4\text{O}_6(\text{OH})_2] \cdot 3 \text{H}_2\text{O}$  Monoklin-prismatisch  $\text{C}_{2h}^4 - \text{P} 2/a$   
(Schaller, 1927)

$$a_0 = 15.68 \quad b_0 = 9.09 \quad c_0 = 7.02^1$$

$$a_0 : b_0 : c_0 = 1.725 : 1 : 0.772 \quad \beta = 108^\circ 52'$$

$$Z = 4$$

**Biringuccit** (Cipriani, 1961) könnte das Strukturmotiv  $3 \triangle - 2 \square$  und die Formel  $\text{Na}_2[\text{B}_5\text{O}_7(\text{OH})_3] \cdot \frac{1}{2} \text{H}_2\text{O}$  haben, **Preobratchenskit** (Yarschemsky, 1956) das Strukturmotiv  $2 \triangle - 3 \square$  und die Formel  $\text{Mg}_3[\text{B}_5\text{O}_7(\text{OH})_4]_2 \cdot \frac{1}{2} \text{H}_2\text{O}$ .

<sup>1</sup>) J. Garrido, Z. Krist. 82. 1932. 468. - Vgl. W. Minder, Z. Krist. 92. 1935. 301, für künstliche Kristalle. - J. L. Amorós Portolés, Estud. Geol. Barcelona 5. 1947. 3. - H. E. Petch, K. S. Pennington & J. D. Cuthbert, Am. Min. 47. 1962. 401 (Baumotiv).

### Ketten aus tetraedrischen $\text{B}(\text{O}, \text{OH})_4$ -Komplexen

Bisher kein Beispiel bekannt; vielleicht gehören **Uralborit** (Malinko, 1961),  $\text{CaB}_2\text{O}_4 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}^1$ , **Nifontovit** (Malinko & Lisitsyn, 1961)  $\text{CaB}_2\text{O}_4 \cdot 2.3 \text{H}_2\text{O}^2$ , **Frolovit**,  $\text{CaB}_2\text{O}_4 \cdot 3.6 \text{H}_2\text{O}$  (s. S. 231) und **Pentahydroborit** (Malinko, 1961)  $\text{CaB}_2\text{O}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}^1$  hierher. Der Wassergehalt dieser Borate ist unsicher und nicht durch Synthesen belegt.

<sup>1</sup>) S. V. Malinko, Zapiski Vses. Min. Obshch. 90. 1961. 673.

<sup>2</sup>) S. V. Malinko & A. E. Lisitsyn, Doklady Akad. Wiss. USSR. 139. 1961. 188.

## D.) Abteilung der Phylloborate

### Schichten aus planaren

#### $\text{B}(\text{O}, \text{OH})_3$ - und tetraedrischen $\text{B}(\text{O}, \text{OH})_4$ -Komplexen

1.) **Fabianit-Gruppe**  $(1 \triangle - 2 \square)_{\infty}$ . Die Struktur ist für synthet.  $\text{Ca}[\text{B}_3\text{O}_5(\text{OH})]$  bestimmt, das jedoch nicht mit Fabianit identisch ist.

- Fabianit**  $\text{Ca}[\text{B}_3\text{O}_5(\text{OH})]$  Monoklin-prismatisch  
 (Gaertner & al., 1962)  $a:b:c = 0.796:1:0.626$   $\beta = 113^\circ 10'$ )  
 Synthetisch  $\text{Ca}[\text{B}_3\text{O}_5(\text{OH})]$  Rhombisch-pyramidal  $C_{2v}^9 - \text{Pbn } 2_1$   
 $a_0 = 6.97$   $b_0 = 13.47$   $c_0 = 4.39^2)$   
 $a_0:b_0:c_0 = 0.517:1:0.326$   $Z = 4$

<sup>1)</sup> H. Gaertner, K.-L. Rose, R. Kühn, *Naturwiss.* **49**. 1962. 230; Kali u. Steinsalz. 1962. 285.

<sup>2)</sup> J. R. Clark, C. L. Christ & D. E. Appleman, *Acta Cryst.* **15**. 1962. 207.

2.) Hilgardit-Parahilgardit-Gruppe ( $2\Delta - 3\Box$ )<sub>∞</sub>. Die Strukturen sind nicht bekannt, die Zuordnung zu Phylloboraten nicht sicher.

- Hilgardit** (−M)  $\text{Ca}_2[\text{Cl}|\text{B}_5\text{O}_8(\text{OH})_2]$  Monoklin-domatisch  $C_s^4 - \text{Cc}$   
 (Hurlbut & Taylor, 1937)  $a_0 = 6.31$   $b_0 = 11.33$   $c_0 = 11.44$   
 $a_0:b_0:c_0 = 0.557:1:1.010$   $Z = 4^1)$

- Parahilgardit** (−3Tc)  $\text{Ca}_2[\text{Cl}|\text{B}_5\text{O}_8(\text{OH})_2]$  Triklin-pedial  $C_1^1 - \text{P}1$   
 (Hurlbut, 1938)  $a_0 = 6.31$   $b_0 = 6.48$   $c_0 = 17.50$   
 $a_0:b_0:c_0 = 0.974:1:2.701$   
 $\alpha = 84^\circ 00'$   $\beta = 79^\circ 36'$   $\gamma = 60^\circ 54'$   
 $Z = 3^2)$

- Strontiohilgardit** (−1Tc)  $\text{SrCa}[\text{Cl}|\text{B}_5\text{O}_8(\text{OH})_2]$  Triklin-pedial  $C_1^1 - \text{P}1$   
 (Braitsch, 1959)  $a_0 = 6.38$   $b_0 = 6.48$   $c_0 = 6.61$   
 $a_0:b_0:c_0 = 0.985:1:1.020$   
 $\alpha = 75^\circ 24'$   $\beta = 61^\circ 12'$   $\gamma = 60^\circ 30'$   
 $Z = 1^3)$

Anhang:

- Heidornit**  $\text{Ca}_3\text{Na}_2[\text{Cl}|\text{(SO}_4)_2|\text{B}_5\text{O}_8(\text{OH})_2]$  Monoklin-prismatisch  $C_{2h}^{6f} - \text{C}2/c$   
 (Engelhardt & Füchtbauer, 1956)  $a_0 = 10.21$   $b_0 = 7.84$   $c_0 = 18.79$   
 $a_0:b_0:c_0 = 1.302:1:2.397$   
 $\beta = 93^\circ 30'$   $Z = 4^4)$

Unbekannte Formel hat **Ivanovit**<sup>5)</sup>, ein wasserhaltiges Chloro-Borat von Ca (und K?), monoklin-pseudohexagonal,  $a_0 = 8.62$ ,  $b_0 = 8.04$ ,  $c_0 = 14.75$ ,  $\beta = 91^\circ 08'$ .

<sup>1)</sup> O. Braitsch, *Beitr. Min. Petr.* **6**. 1959. 233. – Vgl. C. S. Hurlbut & R. E. Taylor, *Am. Min.* **22**. 1937. 1052.

<sup>2)</sup> O. Braitsch, 1959, l. c. – Vgl. C. S. Hurlbut, *Am. Min.* **23**. 1938. 765.

<sup>3)</sup> O. Braitsch, 1959, l. c.

<sup>4)</sup> J. Zemmann, *Heidelb. Beitr. Min. Petr.* **5**. 1956. 185. – Vgl. H. Moenke & R. Kühn, *Kali und Steinsalz* **3**. 1963. 401.

<sup>5)</sup> E. J. Nefedow in V. A. Mokievsky, *Mém. Soc. Russe Min.* **32**. 1953. 311.

3.) Nobleit-Reihe ( $3\Delta - 3\Box$ )<sub>∞</sub>. Monoklin-prismatisch,  $C_{2h}^5 - \text{P}2_1/a$ . Isotypie.

- Nobleit**  $\text{Ca}[\text{B}_6\text{O}_9(\text{OH})_2] \cdot 3\text{H}_2\text{O}$   $a_0 = 14.56$   $b_0 = 8.02$   $c_0 = 9.84$   
 (Erd, McAllister & Vlisidis, 1961)  $a_0:b_0:c_0 = 1.815:1:1.227$   $Z = 4^1)$   
 $\beta = 110^\circ 45'$

**Tunellit**  $\text{Sr}[\text{B}_6\text{O}_9(\text{OH})_2] \cdot 3\text{H}_2\text{O}$   $a_0 = 14.39$   $b_0 = 8.21$   $c_0 = 9.93$   
 (Erd, Morgan & Clark, 1961)  $a_0:b_0:c_0 = 1.751:1:1.211$   $Z = 4^2$   
 $\beta = 114^\circ 02'$

Anhang:

**McAllisterit**  $\text{Mg}[\text{B}_6\text{O}_9(\text{OH})_2] \cdot 6 \frac{1}{2} \text{H}_2\text{O}$  Ditrigonal-skalenoedr.  $D_{3d}^6 - R\bar{3}c$   
 (Schaller, Vlisidis & Mrose, 1965)  $a_0 = 11.55$   $c_0 = 35.56^3$   
 $c_0/a_0 = 3.080$   $Z = 12$

Nobleit und Tunellit bilden pseudohexagonale Blättchen nach (100),  $a_0$  von McAllisterit  $\times \sqrt{3} = 2 \times 9.98$ .

<sup>1</sup>) R. C. Erd, J. F. McAllister & A. C. Vlisidis, Am. Min. **46**. 1961. 560.

<sup>2</sup>) R. C. Erd, V. Morgan & J. R. Clark, U. S. Geol. Surv. Prof. Paper **424-C**, 1961. 294. J. R. Clark, Am. Min. **49**. 1964. 1549. (Struktur).

<sup>3</sup>) W. T. Schaller, A. C. Vlisidis & M. E. Mrose, Am. Min. **50**. 1965. 629 (Formel hier in Anlehnung an die Strukturformel für Tunellit).

### Schichten aus tetraedrischen $\text{B}(\text{O}, \text{OH})_4$ -Komplexen

**Korschinskit**  $\text{Ca}_2[\text{B}_4\text{O}_6(\text{OH})_4]$  Optisch wahrscheinlich  
 (Malinko, 1963) monoklin oder triklin<sup>1)</sup>  
 Synthetisch  $\text{Ca}_2[\text{B}_4\text{O}_6(\text{OH})_4] \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$  Monoklin-domatisch  $C_s^2 - Pa$   
 $a_0 = 7.97$   $b_0 = 6.61$   $c_0 = 7.98$   
 $a_0:b_0:c_0 = 1.206:1:1.207$   
 $\beta = 104^\circ 25'$   $Z = 2^2$

Die Einordnung als Phylloborate ist nicht durch Strukturbestimmungen belegt.

<sup>1</sup>) S. V. Malinko, Zapiski Vses. Min. Obshch. **92**. 1963. 555 (d-Werte).

<sup>2</sup>) M. A. Peacock & V. A. Vigfusson, Univ. Toronto Stud. Geol. Ser. **42**. 1939. 113.

## E.) Abteilung der Tektoborate

### Dreidimensional verknüpfte $\text{BO}_3$ - und $\text{BO}_4$ -Komplexe

#### 1.) Hambergit-Rhodizit-Gruppe.

Im Hambergit sind selbständige  $\text{BO}_3$ -Dreiecke vorhanden, deren O jedoch durch tetraedrisch koordiniertes Be zugleich einem  $[\text{BeO}_3\text{OH}]$ -Tetraedergerüst angehören; vergleichbar etwa den  $\text{SiO}_4$ -Gerüsten mit Al. Rhodizit besitzt eine kubisch dichteste Kugelpackung der Sauerstoffe.

**Hambergit**  $\text{Be}_2[\text{OH}|\text{BO}_3]$  Rhombisch-dipyramidal  $D_{2h}^{15} - Pbc_a$   
 (Brögger, 1890)  $a_0 = 9.75$   $b_0 = 12.20$   $c_0 = 4.43$   
 $a_0:b_0:c_0 = 0.799:1:0.363$   $Z = 8^1$   
**Rhodizit**  $\text{KNaLi}_4\text{Al}_1[\text{Be}_2\text{B}_{10}\text{O}_{27}]$  Kubisch-hex'tetraedrisch  $T_d^1 - P\bar{4}3m$   
 (G. Rose, 1834)  $a_0 = 7.31$   $Z = 1^2$

<sup>1</sup>) W. H. Zachariasen, Z. Krist. **76**. 1931. 289 (Struktur, SB. **2**. 78).

<sup>2</sup>) H. Strunz, Naturw. **26**. 1938. 217; **31**. 1943. 68 (Struktur, SR. **9**. 186).

2.) Boracit-Gruppe (Isodimorphie). Die Struktur besteht aus  $\text{BO}_3$ -Dreiecken und  $\text{BO}_4$ -Tetraedern, wobei jedes Tetraeder über gemeinsame Sauerstoffe mit 4 verschiedenen  $\text{BO}_3$ -Dreiecken verknüpft ist, jedes Dreieck mit 3 verschiedenen  $\text{BO}_4$ -Tetraedern.

<i>Капитан</i> Tief-Boracit („Staßfurtit“)	$\alpha\text{-Mg}_3[\text{Cl}]\text{B}_7\text{O}_{13}$	Rhombisch-pseudotetragonal $\text{C}_{2v}^5 - \text{Pca} 2_1$ $a_0 = 8.54 \quad b_0 = 8.54 \quad c_0 = 12.07$ $a_0 : b_0 : c_0 = 1.000 : 1 : 1.413 \quad Z = 4^1$
Boracit (Werner, 1789)	$\beta\text{-Mg}_3[\text{Cl}]\text{B}_7\text{O}_{13}$ ( $> 265^\circ\text{C}$ )	Kubisch-hex'tetraedrisch $\text{T}_d^5 - \text{F}\bar{4}3c$ $a_0 = 12.10 \quad Z = 8^1$
Ericait (Werner, 1950)	$\alpha\text{-(Fe,Mg,Mn)}_3[\text{Cl}]\text{B}_7\text{O}_{13}$ ( $< 312^\circ\text{C}$ )	Orthorhombisch $a_0 = 8.58 \quad b_0 = 8.65 \quad c_0 = 12.17$ $a_0 : b_0 : c_0 = 0.992 : 1 : 1.407 \quad Z = 4^2$
Ericait	$\beta\text{-(Fe,Mg,Mn)}_3[\text{Cl}]\text{B}_7\text{O}_{13}$ ( $> 312^\circ\text{C}$ )	Kubisch $a_0 = 12.12 - 12.15$
Chambersit (Honea & Beck, 1962)	$\text{Mn}_3[\text{Cl}]\text{B}_7\text{O}_{13}$ ( $< 407^\circ\text{C}$ )	Orthorhombisch, pseudotetragonal $a_0 = 8.68 \quad b_0 = 8.68 \quad c_0 = 12.26$ $a_0 : b_0 : c_0 = 1.000 : 1 : 1.412 \quad Z = 4^3$
	( $> 407^\circ\text{C}$ )	Kubisch-hex'tetraedrisch

Staßfurtit ist faserig und repräsentiert wohl den primär ausgeschiedenen Tief-Boracit, während der kubische Boracit daraus durch Umkristallisation bei erhöhtem Druck und höherer Temperatur entstand. Die Boracitkristalle unserer Sammlungen stellen Paramorphosen von „Staßfurtit“ nach Boracit dar. Eisenboracit enthält bis ca. 36 Gew. %  $\text{FeO}$ ; im Ericait sind Fe und sehr wenig Mn an Stelle von Mg vorhanden<sup>2a)</sup>.

Synthetisch wurden die entsprechenden Borate von Mg ( $a_0 = 12.07$ , farblos), Fe ( $a_0 = 12.18$ , himbeerrot), Mn ( $a_0 = 12.25$ , farblos), Zn ( $a_0 = 12.14$ , farblos), Co ( $a_0 = 12.12$ , tiefviolett) und Ni ( $a_0 = 12.02$ , gelbbraun) hergestellt<sup>4)</sup>.

<sup>1)</sup> M. Mehmel, Z. Krist. **87**. 1934. 239; **88**. 1934. 1. – T. Ito, N. Morimoto & R. Sadanaga, Acta Cryst. **4**. 1951. 310 (Struktur).

<sup>2)</sup> R. Kühn & I. Schaacke, Kali u. Steinsalz **11**. 1955. 33. – F. Heide, Chem. d. Erde **17**. 1955. 211.

<sup>2a)</sup> H. Werner, Aufschluß **1**. 1950. 24.

<sup>3)</sup> R. M. Honea & F. R. Beck, Am. Min. **47**. 1962. 665.

<sup>4)</sup> F. Heide, G. Walter & R. Urlau, Naturwiss. **48**. 1961. 97.

### Dreidimensional verknüpfte $\text{BO}_4$ -Tetraeder

#### 3.) Metaborit.

<i>Капитан.</i> Metaborit	$\gamma\text{-HBO}_2$	Kubisch
(Lobanova & Avrova, 1964)		$a_0 = 8.89^1$

<sup>1)</sup> V. V. Lobanova & N. P. Avrova, Zapiski Vses. Min. Obshch. **93**. 1964. 329. – Vgl. W. H. Zachariasen, Acta Cryst. **16**. 1963. 380 (Struktur der kubischen Metaborsäure).



VI.

# Klasse der Sulfate (Tellurate, Chromate, Molybdate, Wolframate)

Übersicht:

**A.) Wasserfreie Sulfate ohne fremde Anionen**

Mit mittelgroßen Kationen

- 1.) Chalkocyanit-Reihe  $\text{Cu}[\text{SO}_4]$ .

Mit sehr großen und mittelgroßen Kationen

- 2.) Langbeinit-Reihe  $\text{K}_2\text{Mg}_2[\text{SO}_4]_3$ .  
3.) Vanthoffit-Yavapaiit-Gruppe  $\text{Na}_6\text{Mg}[\text{SO}_4]_4$ .

Mit sehr großen Kationen

- 4.) Mercallit-Misenit-Gruppe  $\text{KH}[\text{SO}_4]$ ,  $\text{K}_8\text{H}_6[\text{SO}_4]_7$ .  
5.) Thenardit  $\alpha\text{-Na}_2[\text{SO}_4]$ .  
6.) Arcanit-Reihe  $\alpha\text{-K}_2[\text{SO}_4]$ .  
7.) Glaserit-Anhydrit-Gruppe  $\text{K}_3\text{Na}[\text{SO}_4]_2$ ,  $\text{Ca}[\text{SO}_4]$ .  
8.) Baryt-Reihe  $\text{Ba}[\text{SO}_4]$ .

**B.) Wasserfreie Sulfate mit fremden Anionen**

Mit mittelgroßen Kationen

- 1.) Dolerophanit-Antlerit-Gruppe  $\text{Cu}_2[\text{O} | \text{SO}_4]$ ,  $\text{Cu}_3[(\text{OH})_4 | \text{SO}_4]$ .

Mit sehr großen und mittelgroßen Kationen

- 2.) Chlorothionit-Linarit-Gruppe  $\text{K}_2\text{Cu}[\text{Cl}_2 | \text{SO}_4]$ ,  $\text{PbCu}[(\text{OH})_2 | \text{SO}_4]$ .  
3a) Alunit-Reihe  $\text{KAl}_3[(\text{OH})_6 | (\text{SO}_4)_2]$ ;  
3b) Woodhouseit-Reihe  $\text{CaAl}_3[(\text{OH})_6 | \text{SO}_4\text{PO}_4]$ .

Mit sehr großen Kationen

- 4.) Sulfohalit-Lanarkit-Gruppe  $\text{Na}_6[\text{F} | \text{Cl} | (\text{SO}_4)_2]$ ,  $\text{Pb}_2[\text{O} | \text{SO}_4]$ .  
5.) Burkeit-Hanksit-Gruppe  $\text{Na}_6[\text{CO}_3 | (\text{SO}_4)_2]$ ,  
 $\text{KNa}_{22}[\text{Cl} | (\text{CO}_3)_2 | (\text{SO}_4)_9]$ .

**C.) Wasserhaltige Sulfate ohne fremde Anionen**

## Mit mittelgroßen Kationen

- |                                  |  |
|----------------------------------|--|
| 1.) Kieserit-Reihe               | $Mg[SO_4] \cdot H_2O.$   |
| 2.) Leonhardtit-Reihe            | $Mg[SO_4] \cdot 4 H_2O.$   |
| 3a) Chalkanthit-Reihe            | $Cu[SO_4] \cdot 5 H_2O;$   |
| 3b) Hexahydrit-Reihe             | $Mg[SO_4] \cdot 6 H_2O;$   |
| 3c) Melanterit-Reihe             | $Fe[SO_4] \cdot 7 H_2O;$   |
| 3d) Epsomit-Reihe                | $Mg[SO_4] \cdot 7 H_2O.$   |
| 4.) Rhomboklas-Coquimbite-Gruppe | $Fe^{III}H[SO_4]_2 \cdot 4 H_2O, Fe_2^{III}[SO_4]_3 \cdot 9 H_2O.$                 |
| 5.) Ransomit-Römerit-Gruppe      | $CuFe_2^{III}[SO_4]_4 \cdot 7 H_2O,$<br>$Fe^{II}Fe_2^{III}[SO_4]_4 \cdot 14 H_2O.$ |
| 6.) Halotrichit-Reihe            | $Fe^{II}Al_2[SO_4]_4 \cdot 22 H_2O.$   |

## Mit sehr großen und mittelgroßen Kationen

- |                               |  |
|-------------------------------|--|
| 7.) Krausit-Tamarugit-Gruppe  | $KFe^{III}[SO_4]_2 \cdot H_2O, NaAl[SO_4]_2 \cdot 6 H_2O.$     |
| 8.) Alaun-Gruppe              | $NaAl[SO_4]_2 \cdot 12 H_2O.$                                  |
| 9.) Kröhnkit-Goldichit-Gruppe | $Na_2Cu[SO_4]_2 \cdot 2 H_2O, KFe^{III}[SO_4]_2 \cdot 4 H_2O.$ |
| 10.) Löweit-Reihe             | $Na_{12}Mg_7[SO_4]_{13} \cdot 15 H_2O.$                        |
| 11.) Astrakanit-Reihe         | $Na_2Mg[SO_4]_2 \cdot 4 H_2O.$                                 |
| 12.) Leonit-Reihe             | $K_2Mg[SO_4]_2 \cdot 4 H_2O.$                                  |
| 13.) Schönit-Reihe            | $K_2Mg[SO_4]_2 \cdot 6 H_2O.$                                  |
| 14.) Polyhalit-Reihe          | $K_2Ca_2Mg[SO_4]_4 \cdot 2 H_2O.$                              |

## Mit sehr großen Kationen

- |                                |   |
|--------------------------------|---|
| 15.) Mirabilit-Syngenit-Gruppe | $Na_2[SO_4] \cdot 10 H_2O, K_2Ca[SO_4]_2 \cdot H_2O.$ |
| 16.) Gips-Reihe                | $Ca[SO_4] \cdot 2 H_2O.$                              |

**D.) Wasserhaltige Sulfate mit fremden Anionen**

## Mit mittelgroßen Kationen

- |                                  |   |
|----------------------------------|---|
| 1.) Langit-Vernadskyit-Gruppe    | $Cu_4[(OH)_6   SO_4] \cdot H_2O,$<br>$Cu_4[(OH)_2   (SO_4)_3] \cdot 4 H_2O.$      |
| 2.) Butlerit-Amarantit-Gruppe    | $Fe^{III}[OH   SO_4] \cdot 2 H_2O,$<br>$Fe^{III}[OH   SO_4] \cdot 3 H_2O.$        |
| 3.) Aluminit-Cyanotrichit-Gruppe | $Al_2[(OH)_4   SO_4] \cdot 7 H_2O,$<br>$Cu_4Al_2[(OH)_{12}   SO_4] \cdot 2 H_2O.$ |

## Mit sehr großen und mittelgroßen Kationen

- |                                 |   |
|---------------------------------|---|
| 4.) Kainit-Natrochalcit-Gruppe  | $KMg[Cl   SO_4] \cdot 3 H_2O,$<br>$NaCu_2[OH   (SO_4)_2] \cdot H_2O.$                         |
| 5.) Fleischerit-Arzrunit-Gruppe | $Pb_3Ge^{2+}[(OH)_4   (SO_4)_2] \cdot 4 H_2O,$<br>$Pb_2Cu_4[O_2   Cl_6   SO_4] \cdot 4 H_2O.$ |
| 6.) Ettringit-Metavoltin-Gruppe | $Ca_6Al_2[(OH)_4   SO_4]_3 \cdot 24 H_2O,$<br>$K_5Fe_3^{III}[OH   (SO_4)_3]_2 \cdot 8 H_2O.$  |
| 7.) Gruppe der Uranyl-Sulfate   |   |
| 7a) Uranopilit-Reihe            | $[6 UO_2   5 (OH)_2H_2O   SO_4] \cdot 12 H_2O;$   |
| 7b) Johannit                    | $Cu[UO_2   OH   SO_4]_2 \cdot 6 H_2O.$  |

## E.) Tellurate und Chromate

- 1.) Gruppe der Tellurate  $\text{Fe}[\text{TeO}_4], \text{Hg}_2[\text{TeO}_4] \dots$   
 2.) Tarapacait-Krokoit-Gruppe  $\text{K}_2[\text{CrO}_4], \text{Pb}[\text{CrO}_4]$ .  
 3.) Phoenikohroit-Vauquelinit-Gruppe  $\text{Pb}_3[\text{O} | (\text{CrO}_4)_2], \text{Pb}_2\text{Cu}[\text{OH} | \text{CrO}_4 | \text{PO}_4]$ .  
 4.) Lopezit  $\text{K}_2[\text{Cr}_2\text{O}_7]$ .

## F.) Molybdate und Wolframate

- 1.) Scheelit-Reihe  $\text{Ca}[\text{WO}_4]$ .  
 2.) Lindgrenit-Ferrimolybdit-Gruppe  $\text{Cu}_3[\text{OH} | \text{MoO}_4]_2, \text{Fe}_2^{+++}[\text{MoO}_4]_3 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$ .

## A.) Wasserfreie Sulfate ohne fremde Anionen

1. Chalkocyanit-Reihe. Rhombisch-dipyramidal,  $D_{2h}^{16}$  — Pmnb.

Vom synthetischen  $\text{FeSO}_4$  und  $\text{CoSO}_4$  sind (bei normalem Druck\*) eine Tief- und eine Hochtemperatur-Modifikation bekannt. Beide kristallisieren orthorhombisch; erstere in der Raumgruppe  $D_{2h}^{17}$  — Cmem, letztere in der Raumgruppe  $D_{2h}^{16}$  — Pmnb. Als Mineralien kennt man bisher lediglich die beiden dem Hoch- $\text{FeSO}_4$  entsprechenden Verbindungen  $\text{CuSO}_4$  (Chalkocyanit) und  $\text{ZnSO}_4$  (Zinkosit). — Isotyp sind die Selenate von Mg, Mn, Co,  $\text{Cu}^{2a}$ ).

<b>Chalkocyanit</b>	$\text{Cu}[\text{SO}_4]$	$a_0 = 6.69$	$b_0 = 8.39$	$c_0 = 4.83$	
(Frondel, 1951**)		$a_0:b_0:c_0 = 0.797:1:0.576$			$Z = 4^1$
<b>Zinkosit</b>	$\text{Zn}[\text{SO}_4]$	$a_0 = 6.74$	$b_0 = 8.60$	$c_0 = 4.77$	
(Breithaupt, 1852)		$a_0:b_0:c_0 = 0.784:1:0.555$			$Z = 4^2$
Synthetisch	Hoch-Fe $[\text{SO}_4]$	$a_0 = 6.78$	$b_0 = 8.67$	$c_0 = 4.77$	
		$a_0:b_0:c_0 = 0.782:1:0.550$			$Z = 4^3$
Synthetisch	Hoch-Co $[\text{SO}_4]$	$a_0 = 6.72$	$b_0 = 8.47$	$c_0 = 4.66$	
		$a_0:b_0:c_0 = 0.793:1:0.550$			$Z = 4^4$

\*) C. W. F. T. Pistorius, Z. Krist. **116**. 1961. 220 (Hochdruckmodifikationen von  $\text{CuSO}_4$ ,  $\text{ZnSO}_4$ ,  $\text{CoSO}_4$ ,  $\text{NiSO}_4$  und  $\text{MnSO}_4$ ).

\*\*\*) Idrociano, Scacchi, 1873.

<sup>1)</sup> P. A. Kokkoros & P. J. Rentzeperis, Acta Cryst. **11**. 1958. 361 (Struktur). — B. Rama Rao, Acta Cryst. **14**. 1961. 321 (Struktur).

<sup>2)</sup> K. Schiff, Z. Krist. **87**. 1934. 379. — P. A. Kokkoros & P. J. Rentzeperis, 1958, l. c. — <sup>2a)</sup> H. C. Snyman & C. W. F. T. Pistorius, Z. Krist. **120**. 1964. 317.

<sup>3)</sup> C. W. F. T. Pistorius, Naturwiss. **48**. 1961. 129.

<sup>4)</sup> R. Hocart & A. Serres, C. R. Acad. Sci. Paris **193**. 1931. 1180. — P. J. Rentzeperis, N. Jb. Min., Mh. 1958. 210. 226 (Struktur). — C. W. F. T. Pistorius, Acta Cryst. **14**. 1961. 543. — P. J. Rentzeperis, Acta Cryst. **14**. 1961. 1305.

## Anhang:

Ni $[\text{SO}_4]$ -Reihe.	$D_{2h}^{17}$ — Cmem. Isotypie mit $\text{CrVO}_4$ .				
Synthetisch	Mg $[\text{SO}_4]$	$a_0 = 5.18$	$b_0 = 7.89$	$c_0 = 6.51$	
		$a_0:b_0:c_0 = 0.657:1:0.825$			$Z = 4^1$
Synthetisch	Tief-Fe $[\text{SO}_4]$	$a_0 = 5.26$	$b_0 = 7.98$	$c_0 = 6.59$	
		$a_0:b_0:c_0 = 0.659:1:0.826$			$Z = 4^2$

Synthetisch	Tief-Co[SO <sub>4</sub> ]	a <sub>0</sub> = 5.20   b <sub>0</sub> = 7.88   c <sub>0</sub> = 6.53 a <sub>0</sub> :b <sub>0</sub> :c <sub>0</sub> = 0.660:1:0.829   Z = 4 <sup>3</sup> )
Synthetisch	Ni[SO <sub>4</sub> ]	a <sub>0</sub> = 5.16   b <sub>0</sub> = 7.84   c <sub>0</sub> = 6.34 a <sub>0</sub> :b <sub>0</sub> :c <sub>0</sub> = 0.658:1:0.809   Z = 4 <sup>4</sup> )
Synthetisch	Mn[SO <sub>4</sub> ]	a <sub>0</sub> = 5.27   b <sub>0</sub> = 8.05   c <sub>0</sub> = 6.85 a <sub>0</sub> :b <sub>0</sub> :c <sub>0</sub> = 0.655:1:0.851   Z = 4 <sup>5</sup> )

<sup>1</sup>) P. J. Rentzeperis & C. T. Soldatos, Acta Cryst. **11**. 1958. 686 (Struktur).

<sup>2</sup>) J. Coing-Boyat, Acta Cryst. **12**. 1959. 939. — C. W. F. T. Pistorius, Indian J. Phys. **33**. 1959. 363.

<sup>3</sup>) P. J. Rentzeperis, 1958, l. c. — C. W. F. T. Pistorius, 1961, l. c.

<sup>4</sup>) P. I. Dimaras, Acta Cryst. **10**. 1957. 313 (Struktur). — Vgl. H. Chihara & S. Seki, Bull. Chem. Soc. Jap. **30**. 1957. 674.

<sup>5</sup>) P. J. Rentzeperis, 1958, l. c.

## 2.) Langbeinit-Reihe. Kubisch-tetartoidisch, T<sup>4</sup> — P 2,3. Isotypie.

Die Struktur besteht formal aus einem Gerüst von  $\{Mg^{6/2}[SO_4]_2\}^{12-}$ -Baumotiven, in dessen Hohlräumen die K-Ionen in unregelmäßiger Koordination sitzen, während die MgO<sub>6</sub>-Oktaeder nur schwach verzerrt sind<sup>1a)</sup>.

<b>Langbeinit</b>	K <sub>2</sub> Mg <sub>2</sub> [SO <sub>4</sub> ] <sub>3</sub>	a <sub>0</sub> = 9.920	Z = 4 <sup>1</sup> ) <sup>1a)</sup> 4)
(Zuckschwert, 1891)			
Synthetisch	(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> Mg <sub>2</sub> [SO <sub>4</sub> ] <sub>3</sub>	9.979	Z = 4 <sup>4</sup> )
Synthetisch	Rb <sub>2</sub> Mg <sub>2</sub> [SO <sub>4</sub> ] <sub>3</sub>	10.005	Z = 4 <sup>4</sup> )
Synthetisch	K <sub>2</sub> Ca <sub>2</sub> [SO <sub>4</sub> ] <sub>3</sub>	10.39	Z = 4 <sup>2</sup> )
Synthetisch	K <sub>2</sub> Zn <sub>2</sub> [SO <sub>4</sub> ] <sub>3</sub>	9.925	Z = 4 <sup>4</sup> )
Synthetisch	K <sub>2</sub> Cd <sub>2</sub> [SO <sub>4</sub> ] <sub>3</sub>	10.28	Z = 4 <sup>4</sup> )
Synthetisch	K <sub>2</sub> Fe <sub>2</sub> [SO <sub>4</sub> ] <sub>3</sub>	10.007	Z = 4 <sup>4</sup> )
Synthetisch	K <sub>2</sub> Co <sub>2</sub> [SO <sub>4</sub> ] <sub>3</sub>	9.929	Z = 4 <sup>4</sup> )
Synthetisch	K <sub>2</sub> Ni <sub>2</sub> [SO <sub>4</sub> ] <sub>3</sub>	9.838	Z = 4 <sup>4</sup> )
<b>Manganolangbeinit</b>	K <sub>2</sub> Mn <sub>2</sub> [SO <sub>4</sub> ] <sub>3</sub>	10.114	Z = 4 <sup>3</sup> ) <sup>4</sup> )
(Zambonini & Carobbi, 1924)			
Synthetisch	Tl <sub>2</sub> Mn <sub>2</sub> [SO <sub>4</sub> ] <sub>3</sub>	10.229	Z = 4 <sup>4</sup> )

Zahlreiche weitere mit Langbeinit isotype Verbindungen sind synthetisiert und untersucht worden, so zu fast allen oben genannten K-Salzen die analogen Rb-, NH<sub>4</sub>-, Tl-Salze<sup>4</sup>).

<sup>1</sup>) B. Gossner & J. Koch, Z. Krist. **80**. 1931. 455 (a<sub>0</sub> = 9.98).

<sup>1a</sup>) A. Zemann & J. Zemann, Acta Cryst. **10**. 1957. 409 (Struktur).

<sup>2</sup>) L. S. Ramsdell, Am. Min. **20**. 1935. 569 (lückenlose Mischkristallreihe K<sub>2</sub>Mg<sub>2</sub>[SO<sub>4</sub>]<sub>3</sub> — K<sub>2</sub>Ca<sub>2</sub>[SO<sub>4</sub>]<sub>3</sub>).

<sup>3</sup>) A. Bellanca, Atti Acc. Lincei **2**. 1947. 451 (a<sub>0</sub> = 10.03 für synthetisches Material).

<sup>4</sup>) G. Gattow & J. Zemann, Z. Anorg. Allg. Chemie, **293**. 1958. 233 (Alle oben mitgeteilten Gitterkonstanten bestimmt an synthet. Material).

## 3.) Vanthoffit-Yavapaiit-Gruppe.

<b>Vanthoffit</b> (Kubierschky, 1902)	$\text{Na}_6\text{Mg}[\text{SO}_4]_4$	Monoklin-prismatisch $C_{2h}^5$ — $P2_1/c$ $a_0 = 9.80$ $b_0 = 9.22$ $c_0 = 8.20^1$ $a_0 : b_0 : c_0 = 1.063 : 1 : 0.889$ $\beta = 113^\circ 30'$ $Z = 2$
<b>Yavapaiit</b> (Hutton, 1959)	$\text{KFe}^{3+}[\text{SO}_4]_2$	Monoklin $C_{2h}^3$ — $C2/m$ ( $C2, Cm?$ ) $a_0 = 8.12$ $b_0 = 5.14$ $c_0 = 7.82$ $a_0 : b_0 : c_0 = 1.580 : 1 : 1.521$ $\beta = 94^\circ 24'$ $Z = 2^2$

<sup>1)</sup> W. Fischer & E. Hellner, Acta Cryst. **17**. 1964. 1613 (Struktur).

<sup>2)</sup> C. O. Hutton, Am. Min. **44**. 1959. 1105.

## 4.) Mercallit-Misenit-Gruppe.

<b>Mercallit</b> (Carobbi, 1935)	$\text{KH}[\text{SO}_4]$	Rhombisch-dipyramidal $D_{2h}^{15}$ — $Pbca^{1a)}$ $a_0 = 8.48$ $b_0 = 18.90$ $c_0 = 9.80$ $a_0 : b_0 : c_0 = 0.449 : 1 : 0.519$ $Z = 16^1$
<b>Misenit</b> (Scacchi, 1849)	$\text{K}_8\text{H}_6[\text{SO}_4]_7$	Monoklin, pseudohexagonal $a : b : c = 3.2196 : 1 : 2.1842$ $\beta = 102^\circ 05'^2$
Synthetisch	$\text{K}_3\text{H}[\text{SO}_4]_2$	Monoklin $C_{2h}^6$ — $C2/c$ ( $C_s^4$ — $Ce$ ) $a_0 = 14.72$ $b_0 = 7.50$ $c_0 = 9.75$ $a_0 : b_0 : c_0 = 1.963 : 1 : 1.300$ $\beta = 103^\circ 30'$ $Z = 4^3$
<b>Letovicit</b> (Sekanina, 1932)	$(\text{NH}_4)_3\text{H}[\text{SO}_4]_2$	Monoklin-prismatisch $a : b : c = 1.7390 : 1 : 1.3237$ $\beta = 102^\circ 06'^4$

<sup>1)</sup> S. Oda, J. Chem. Soc. Jap. **60**. 1939. 162 (für künstliche Kristalle).

<sup>1a)</sup> L. H. Loopstra & C. H. MacGillavry, Acta Cryst. **11**. 1958. 349 (Struktur).

<sup>2)</sup> G. Wyrouboff, Bull. Soc. Min. **7**. 1884. 5 (für künstliche Kristalle).

<sup>3)</sup> G. S. Parry & L. Glasser, Z. Krist. **113**. 1960. 57.

<sup>4)</sup> Ch. de Marignac, Ann. Mines **12**. 1857. 523 (für künstl. Kristalle; hier c halbiert!).

## 5.) Thenardit.

<b>Thenardit</b> (bis 197 °C) (Casaseca, 1826)	$\alpha\text{-Na}_2[\text{SO}_4]$	Rhombisch-dipyramidal $D_{2h}^{24}$ — $Fddd$ $a_0 = 9.77$ $b_0 = 12.31$ $c_0 = 5.86$ $a_0 : b_0 : c_0 = 0.794 : 1 : 0.476$ $Z = 8^1$
---	-----------------------------------	--

Vom  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  kennt man zwischen ca. 200 und 250 °C 4 weitere Modifikationen<sup>1a)</sup>. **Metathenardit** (Lacroix, 1905), aus Fumarolen, Mt. Pelée, hexagonal, wird  $\delta\text{-Na}_2\text{SO}_4$  sein.

<sup>1)</sup> W. H. Zachariasen & G. E. Ziegler, Z. Krist. **81**. 1931. 92 (Struktur, SB. **2**. 88).

<sup>1a)</sup> F. C. Kracek, J. Phys. Chem. **33**. 1929. 1281, 1304.

## 6.) Arcanit-Reihe. Isomorphie.

<b>Arcanit</b> (Haidinger, 1845)	$K_2[SO_4]$	Rhombisch-dipyramidal $D_{2h}^{16}$ — Pmcn $a_0 = 5.77$ $b_0 = 10.07$ $c_0 = 7.47^1$ $a_0:b_0:c_0 = 0.573:1:0.742$ $Z = 4$
<b>Mascagnit</b> (Karsten, 1800)	$(NH_4)_2[SO_4]$	Rhombisch-dipyramidal $D_{2h}^{16}$ — Pmcn $a_0 = 5.98$ $b_0 = 10.62$ $c_0 = 7.78^2$ $a_0:b_0:c_0 = 0.563:1:0.733$ $Z = 4$

## Anhang:

Synthetisch ( $> 590^\circ C$ )	Hoch- $K_2[SO_4]$	Hexagonal $a_0 = 5.72$ $c_0 = 7.87^3$ $c_0/a_0 = 1.376$ $Z = 2$
------------------------------------	-------------------	--

Arcanit ist unbeschränkt mischbar mit Mascagnit und isotyp mit Tarapacait  $K_2[CrO_4]$  (VI. E. 2). Synthetisch wurde festgestellt, daß das  $Na_2SO_4$ -Gitter bis zu 46 Mol.-%  $CaSO_4$  in Mischkristallform aufnehmen kann, während umgekehrt  $CaSO_4$  kein  $Na_2SO_4$  aufzunehmen vermag (Bellanca, 1942). Mit  $K_2[SO_4]$  in beiden Modifikationen sind  $K_2[SeO_4]$  und die Sulfate und Selenate von Rb, Cs, Tl isotyp<sup>1a)</sup>; mit der Hochtemperaturform sind  $\beta$ - $Na_2[BeF_4]$  und „Nagelschmidtit“  $\beta$ - $Ca_2[SiO_4]-Ca_3[PO_4]_2$  homöotyp (Bredig, 1943). Zudem dürfte Homöotypie mit der Olivingruppe bestehen. **Taylorit** (Dana, 1868) ist ein Mischkristall  $(K, NH_4)_2[SO_4]$ .

<sup>1)</sup> A. Ogg, Phil. Mag. **9**. 1930. 665. — Vgl. W. Ehrenberg & C. Hermann, Z. Krist. **70**. 1929. 163.

<sup>1a)</sup> G. Gattow, Naturwiss. **46**. 1959. 425; **47**. 1960. 442; Acta Cryst. **15**. 1962. 419.

<sup>2)</sup> W. Taylor & T. Boyer, Mem. Manchester Lit. Phil. Soc. **72**. 1928. 125. — Vgl. A. Ogg, Phil Mag. **5**. 1928. 354.

<sup>3)</sup> Gemessen bei  $800^\circ C$ , M. A. Bredig, J. Phys. Chem. **46**. 1942. 747.

## 7.) Glaserit-Anhydrit-Gruppe.

Es besteht Isotypie zwischen Glaserit und den Verbindungen  $\alpha$ - $NaCa[PO_4]$ ,  $\alpha$ - $KCa[PO_4]$ ,  $SrNa[PO_4]$  und  $BaNa[PO_4]$ , desgleichen zwischen Kalistrontit, Palmierit und Whitlockit  $Ca_3[PO_4]_2$  sowie Anhydrit und Ferrucit  $Na[BF_4]$ .

<b>Glaserit*</b> (Hausmann, 1847) ( <b>Aphthitalit</b> )	$K_3Na[SO_4]_2$	Ditrigonal-skalenoedrisch $D_{3d}^3$ — $P\bar{3}m1$ $a_0 = 5.66$ $c_0 = 7.30$ $c_0/a_0 = 1.290$ $Z = 1^1$
<b>Kalistrontit</b> (Voronova, 1962)	$SrK_2[SO_4]_2$	Ditrigonal-skalenoedrisch (?) $a_0 = 5.46$ $c_0 = 20.7^2$ $c_0/a_0 = 3.791$ $Z = 3$
<b>Palmierit</b> (Lacroix, 1907)	$PbK_2[SO_4]_2$	$D_{3d}^3$ (?) $a_0 = 5.49$ $c_0 = 20.65^3$ $c_0/a_0 = 3.761$ $Z = 3$ $a_{rh} = 7.56$ $\alpha = 42^\circ 28'$

<b>Glauberit</b> (Brongniart, 1808)	$\text{CaNa}_2[\text{SO}_4]_2$	Monoklin-prismatisch $C_{2h}^{6h}$ — C2/c $a_0 = 10.01$ $b_0 = 8.21$ $c_0 = 8.43^4$ $a_0:b_0:c_0 = 1.220:1:1.027$ $\beta = 112^\circ 11'$ $Z = 4$
<b>Anhydrit</b> (Werner, 1804)	$\text{Ca}[\text{SO}_4]$	Rhombisch-dipyramidal $D_{2h}^{17}$ — Cemm $a_0 = 6.22$ $b_0 = 6.97$ $c_0 = 6.96^5$ $a_0:b_0:c_0 = 0.892:1:0.999$ $Z = 4$

Glaserit soll nach Hilmy (1953) weder  $\text{K}_3\text{Na}[\text{SO}_4]_2$  noch  $\text{KNa}[\text{SO}_4]$ , sondern eine feste Lösung der Hochtemperaturformen von Na-Sulfat und K-Sulfat sein<sup>1b)</sup>. Ein Ammonium-Glaserit ( $\text{K}, \text{NH}_4$ ) $_3\text{Na}[\text{SO}_4]_2$  mit  $a_0 = 5.68$ ,  $c_0 = 7.35$ , ist als Guano-Mineral aus Peru bekannt geworden<sup>1c)</sup>.  $\gamma$ - $\text{Ca}[\text{SO}_4]$  kristallisiert hexagonal mit  $a_0 = 6.99$ ,  $c_0 = 6.34$ ,  $Z = 3^{5a)}$ .

\*) Sal polychestrum Glaseri (17. Jhdt.); Beudant, 1832: Apathalose; Shepard, 1835: Apathitalit.

<sup>1)</sup> B. Goßner, N. Jb. Min. Beil.-Bd. 57. 1928. 89 (Strukturdiskussion, SB. I. 378). — Vgl. Laskiewicz, Arch. Min. Soc. Warsaw 10. 1934. 117. — A. Bellanca, Per. Min. 14. 1943. 67. — <sup>1b)</sup> M. E. Hilmy, Am. Min. 38. 1953. 118. — M. Carapezza, Rend. Soc. Min. Ital. 11. 1955. 47. — <sup>1c)</sup> C. Frondel, Am. Min. 35. 1950. 596. — Siehe auch H. Winchell & R. J. Benoit, Am. Min. 36. 1951. 590.

<sup>2)</sup> M. L. Voronova, Zapiski Vses. Min. Obshch. 91. 1962. 712.

<sup>3)</sup> H. Strunz, Naturwiss. 30. 1942. 242, Homöotypie zu Whitlockit  $\beta$ - $\text{Ca}_3[\text{PO}_4]_2$ ; nach Bachmann (1953) auch zu synthet.  $\text{Sr}_3[\text{PO}_4]_2$ ,  $\text{Ba}_3[\text{PO}_4]_2$  und  $\text{Pb}_3[\text{VO}_4]_2$ . — Vgl. auch A. Bellanca, Per. Min. 15. 1946. 5 (Struktur, SR. II. 390).

<sup>4)</sup> F. Pardillo Vaquer, N. Jb. Min. I. 1935. 344.

<sup>5)</sup> Gegenüber Aufstellung Hessenberg 1872, Dana 1892, Hintze 1929, b und c vertauscht, um C-zentrierte Zelle zu erhalten. — Gitterkonstanten: F. Rinne, H. Hentschel & E. Schiebold, Z. Krist. 61. 1925. 164 (hier  $b_0$  und  $c_0$  vertauscht). — J. A. Wasastjerna, Soc. Sci. Fenn. 2. 1925. 26; Phil. Mag. 2. 1926. 992 (Struktur). — E. Höhne, Fortschr. Min. 39. 1961. 347; Monats. Dt. Akad. Wiss. Berlin 4. 1962. 74 (Strukturbestätigung und -Verfeinerung). — Vgl. G. C. H. Cheng & J. Zussman, Acta Cryst. 16. 1963. 767.

<sup>5a)</sup> O. W. Flörke, N. Jb. Min. 84. 1952. 189.

### 8.) Baryt-Reihe. Rhombisch-dipyramidal, $D_{2h}^{16}$ — Pnma. Isotypie.

<b>Coelestin</b> (Werner, 1798)	$\text{Sr}[\text{SO}_4]$	$a_0 = 8.38$ $b_0 = 5.37$ $c_0 = 6.85^1$ $a_0:b_0:c_0 = 1.561:1:1.276$ $Z = 4$
<b>Baryt</b> (Karsten, 1800) (Schwerspat)	$\text{Ba}[\text{SO}_4]$	$a_0 = 8.87$ $b_0 = 5.45$ $c_0 = 7.14^1$ $a_0:b_0:c_0 = 1.627:1:1.310$ $Z = 4$
<b>Anglesit</b> (Beudant, 1832)	$\text{Pb}[\text{SO}_4]$	$a_0 = 8.47$ $b_0 = 5.39$ $c_0 = 6.94^1$ $a_0:b_0:c_0 = 1.571:1:1.288$ $Z = 4$
<b>Itoit</b> (Frondel & Strunz, 1960)	$\text{Pb}_3[\text{GeO}_2(\text{OH})_2(\text{SO}_4)_2]$	$a_0 = 8.47$ $b_0 = 5.38$ $c_0 = 6.94^2$ $a_0:b_0:c_0 = 1.574:1:1.290$ $Z = 4/3$
Synthetisch	$\text{Ba}[\text{SeO}_4]$	$a_0 = 9.01$ $b_0 = 5.69$ $c_0 = 7.35^3$ $a_0:b_0:c_0 = 1.583:1:1.290$ $Z = 4$

**Kerstenit**  $\text{Pb}[\text{SeO}_4]$  Pulverdiagramm ähnlich Anglesit<sup>4)</sup>  
(Dana, 1868)

Mischkristalle sind: **Baryto-Coelestin**,  $(\text{Sr}, \text{Ba})[\text{SO}_4]$ , **Calcio-Baryt**,  $(\text{Ba}, \text{Ca})[\text{SO}_4]$ ,  
und **Angleso-Baryt**,  $(\text{Ba}, \text{Pb})[\text{SO}_4]$ . Der Ca-Gehalt (auch in manchen Coelestinen)  
ist stets gering.

<sup>1)</sup> R. W. James & W. A. Wood, Proc. Roy. Soc. **109 A**. 1925. 598 (Struktur, SB. 1  
343). – W. Basche & H. Mark, Z. Krist. **64**. 1926. 1. – K. Sahl, Beitr. Min. Petr. **9**. 1963.  
111 (Strukturverfeinerung für  $\text{BaSO}_4$  und  $\text{PbSO}_4$ ).

<sup>2)</sup> C. Frondel & H. Strunz, N. Jb. Min. Mh. 1960. 132.

<sup>3)</sup> C. W. F. T. Pistorius & M. C. Pistorius, Z. Krist. **117**. 1962. 259 (Zelldimens. u.  
therm. Expansion. Isotyp ist  $\text{BaCrO}_4$ ).

<sup>4)</sup> J. Goni & C. Guillemin, Bull. Soc. Franç. Min. **76**. 1953. 422. – Synthet.  $\text{Pb}[\text{SeO}_4]$   
ist isotyp mit Krokoit (C. W. F. T. Pistorius & M. C. Pistorius, 1962, l. c.).

## B.) Wasserfreie Sulfate mit fremden Anionen

1.) Dolerophanit-Antlerit-Gruppe (mit mittelgroßen Kationen).

**Dolerophanit**  $\text{Cu}_2[\text{O} | \text{SO}_4]$  Monoklin-prismatisch  $C_{2h}^3 - C2/m$   
(Scacchi, 1873)  $a_0 = 9.41$   $b_0 = 6.31$   $c_0 = 7.64^1$   
 $a_0:b_0:c_0 = 1.491:1:1.211$   
 $\beta = 122^\circ 54'$   $Z = 4$

**Antlerit**  $\text{Cu}_3[(\text{OH})_4 | \text{SO}_4]$  Rhombisch-dipyramidal  $D_{2h}^{16} - \text{Pnam}$   
(Hillebrand, 1889)  $a_0 = 8.24$   $b_0 = 11.99$   $c_0 = 6.03^2$   
 $a_0:b_0:c_0 = 0.687:1:0.503$   $Z = 4$

**Brochantit**  $\text{Cu}_4[(\text{OH})_6 | \text{SO}_4]$  Monoklin-prismatisch  $C_{2h}^5 - P2_1/a$   
(Lévy, 1824)  $a_0 = 13.08$   $b_0 = 9.85$   $c_0 = 6.02^3$   
 $a_0:b_0:c_0 = 1.328:1:0.612$   
 $\beta = 103^\circ 22'$   $Z = 4$

Anhang:

**Schuetteit**  $\text{Hg}_3[\text{O}_2 | \text{SO}_4]$  Hexagonal  
(Bailey & al., 1959)  $a_0 = 7.07$   $c_0 = 10.95^4$   $c_0/a_0 = 1.549$   
 $Z = 3$

<sup>1)</sup> W. E. Richmond & C. W. Wolfe, Am. Min. **25**. 1940. 606. – E. Flügél-Kahler,  
Acta Cryst. **16**. 1963. 1009 (Struktur).

<sup>2)</sup> W. E. Richmond in Ch. Palache, Am. Min. **24**. 1939. 293. – T. Araki, Min. Journ.  
(Japan) **3**. 1961. 223 (Struktur).

<sup>3)</sup> Aufstellung Ch. Palache, Am. Min. **24**. 1939. 463. Gitterkonstanten nach W. E. Rich-  
mond in Ch. Palache. – Vgl. auch C. Lauro, Per. Min. **12**. 1941. 419. – G. Coeco &  
F. Mazzi, Per. Min. Roma **28**. 1959. 121 (Struktur).

<sup>4)</sup> E. H. Bailey, F. A. Hildebrand, C. L. Christ & J. J. Fahey, Am. Min. **44**. 1959. 1026.

2.) Chlorothionit-Linarit-Gruppe.

**D'Ansit**  $\text{Na}_{21}\text{Mg}[\text{Cl}_3 | (\text{SO}_4)_{10}]$  Kubisch  $T_d^3 - I\bar{4}3m$   
(Autenrieth & Braune, 1958)  $a_0 = 15.90$   $Z = 4^1$



<b>Chlorothionit</b> (Seacchi, 1872)	$K_2Cu[Cl_2   SO_4]$	Rhombisch-dipyramidal $a_0 = 6.12 \quad b_0 = 7.71 \quad c_0 = 16.15$ $a_0 : b_0 : c_0 = 0.794 : 1 : 2.095 \quad Z = 4^2$
<b>Linarit</b> (Brooke, 1822)	$PbCu[(OH)_2   SO_4]$	Monoklin-prismatisch $C_{2h}^2 - P2_1/m$ $a_0 = 9.81 \quad b_0 = 5.65 \quad c_0 = 4.70$ $a_0 : b_0 : c_0 = 1.736 : 1 : 0.832$ $\beta = 104^\circ 42' \quad Z = 2^3$

**Anhydrokainit** (Jänecke, 1913) ist angeblich  $KMg[Cl | SO_4]$ .

<sup>1)</sup> H. Autenrieth & G. Braune, Naturwiss. **45**. 1958. 362. – H. Strunz, N. Jb. Min. Mh. 1958. 152.

<sup>2)</sup> A. Bellanca, Per. Min. **15**. 1946. 33 (für künstliche Kristalle).

<sup>3)</sup> H.-G. Bachmann & J. Zemann, Acta Cryst. **14**. 1961. 747 (Struktur). – Vgl. L. G. Berry, Am. Min. **36**. 1951. 511. – T. Araki, Min. Journ. (Japan) **3**. 1962. 282 (Bestätigung der Struktur von Bachmann & Zemann).

### 3.) Alunit-Woodhouseit-Gruppe.

Die Mineralien der Alunit- und Woodhouseitreihe stehen zueinander anscheinend in ähnlichem Symmetrieverhältnis wie Calcit und Dolomit.

3a) Alunit-Reihe. Ditrigonal-pyramidal. Pseudokubisch.  $C_{3v}^5 - R\bar{3}m$  (Plumbojarosit  $D_{3d}^5 - R\bar{3}m$ ). Homöotypie zu den Mineralien der Crandallitreihe (VII. B. 13).

<b>Natroalunit</b> (Hillebrand & Penfield, 1902)	$NaAl_2[(OH)_6   (SO_4)_2]$	$a_0 = 6.98 \quad c_0 = 16.70^1$ $1/2c_0/a_0 = 1.196 \quad Z = 3$
<b>Alunit</b> (Beudant, 1824)	$KAl_3[(OH)_6   (SO_4)_2]$	$a_0 = 6.97 \quad c_0 = 17.38^2$ $1/2c_0/a_0 = 1.247 \quad Z = 3$ $c/a = 1.2520 \quad \alpha = 89^\circ 10'$
<b>Natrojarosit</b> (Hillebrand & Penfield, 1902)	$NaFe_3^{+++}[(OH)_6   (SO_4)_2]$	$a_0 = 7.19 \quad c_0 = 16.33^3$ $1/2c_0/a_0 = 1.136 \quad Z = 3$ $c/a = 1.104 \quad \alpha = 93^\circ 50'$
<b>Jarosit</b> (Breithaupt, 1852)	$KFe_3^{+++}[(OH)_6   (SO_4)_2]$	$a_0 = 7.21 \quad c_0 = 17.03^2$ $1/2c_0/a_0 = 1.181 \quad Z = 3$ $c/a = 1.2492 \quad \alpha = 89^\circ 15'$
<b>Ammoniojarosit</b> (Shannon, 1927)	$NH_4Fe_3^{+++}[(OH)_6   (SO_4)_2]$	$a_0 = 7.21 \quad c_0 = 17.03^2$ $1/2c_0/a_0 = 1.181 \quad Z = 3$ $c/a = ? \quad \alpha = 91^\circ 25'$
<b>Argentojarosit</b> (Schaller, 1923)	$AgFe_3^{+++}[(OH)_6   (SO_4)_2]$	$a_0 = 7.23 \quad c_0 = 16.43^4$ $1/2c_0/a_0 = 1.136 \quad Z = 3$ $c/a = 1.106 \quad \alpha = 93^\circ 42'$
<b>Karphosiderit</b> (Breithaupt, 1827)	$H_2OFe_3^{+++}[(OH)_5H_2O   (SO_4)_2]$	$a_0 = 7.17 \quad c_0 = 16.93^4$ $1/2c_0/a_0 = 1.180 \quad Z = 3$

<b>Plumbojarosit</b>	$\text{Pb}^{2+}\text{Fe}^{3+}_6[(\text{OH})_6   (\text{SO}_4)_2]_2$	Ditrigonal-skalenoedrisch
(Hillebrand & Penfield, 1902)		$D_{3d}^5 - R\bar{3}m$
		$a_0 = 7.21 \quad c_0 = 33.67^2)$
		$1/4c_0/a_0 = 1.167 \quad Z = 3$
		$c/a = 1.216 \quad \alpha = 90^\circ 18'$

Der aus dem Pariser Becken beschriebene **Apatelit** (Meillet, 1842) dürfte dem Karphosiderit (Breithaupt, 1827) entsprechen; das von Lacroix 1910 gleichfalls als Apatelit, und von Magne 1942 als **Pseudoapatelit** bezeichnete Mineral von der wahrscheinlichen Zusammensetzung  $(\text{Fe}, \text{Al})_2[(\text{OH})_4 | \text{SO}_4] \cdot \text{H}_2\text{O}$  mit  $\text{Fe}:\text{Al} = 5:2$  ist vielleicht lediglich ein Al-reicher Karphosiderit; sie sind alle drei optisch einachsigt mit starker negativer Doppelbrechung. **Calcio-Jarosit** (Serdyutschenko, 1951) ist offenbar ein Mischkristall mit  $(\text{CaFe}^{2+})$  für  $(\text{KFe}^{3+})$  bzw.  $\text{Ca}_{0.5}$  für  $\text{K}^+$ ; **Beaverit** (Butler & Schaller, 1911) besitzt die Formel  $\text{Pb}(\text{Cu}, \text{Fe})_3[(\text{OH})_6 | (\text{SO}_4)_2]$  mit  $a_0 = 7.20, c_0 = 16.94^5)$ . **Osarizawait** (Taguchi, 1961),  $\text{Pb}(\text{Cu}, \text{Al})_3[(\text{OH})_6 | (\text{SO}_4)_2]$ , mit  $a_0 = 7.05, c_0 = 17.23^{5a)}$ .

3b) Woodhouseit-Reihe. Trigonal-rhomboedrisch,  $D_{3d}^5 - R\bar{3}m$ . Pseudokubisch. Isotypie.

<b>Woodhouseit</b>	$\text{CaAl}_3[(\text{OH})_6   \text{SO}_4\text{PO}_4]$	$a_0 = 6.97 \quad c_0 = 16.30^6)$
(Lemmon, 1937)		$c_0/a_0 = 2.339 \quad Z = 3$
		$a_{\text{rh}} = 6.76 \quad \alpha = 62^\circ 4' \quad Z = 1$
<b>Svanbergit</b>	$\text{SrAl}_3[(\text{OH})_6   \text{SO}_4\text{PO}_4]$	$a_0 = 6.97 \quad c_0 = 16.87^7)$
(Igelström, 1854)		$c_0/a_0 = 2.410 \quad Z = 3$
		$a_{\text{rh}} = 6.90 \quad \alpha = 60^\circ 38' \quad Z = 1$
<b>Hinsdalit</b>	$\text{PbAl}_3[(\text{OH})_6   \text{SO}_4\text{PO}_4]$	$c/a = 1.2677 \quad \alpha = 89^\circ 40'$
(Larsen & Schaller, 1911)		
<b>Hidalgoit</b>	$\text{PbAl}_3[(\text{OH})_6   \text{SO}_4\text{AsO}_4]$	$a_0 = 7.04 \quad c_0 = 16.99^8)$
(Smith, Simons & Vlisidis, 1953)		$c_0/a_0 = 2.41 \quad Z = 3$
		$a_{\text{rh}} = 6.97 \quad \alpha = 60^\circ 40' \quad Z = 1$
<b>Corkit</b>	$\text{PbFe}_3^{3+}[(\text{OH})_6   \text{SO}_4\text{PO}_4]$	$c/a = 1.1842 \quad \alpha = 91^\circ 16'$
(Adam, 1869)		
<b>Beudantit</b>	$\text{PbFe}_3^{3+}[(\text{OH})_6   \text{SO}_4\text{AsO}_4]$	
(Lévy, 1826)		

**Harttit** (Hussak, 1906) ist eine Varietät von Svanbergit  $(\text{Sr}, \text{Ca})\text{Al}_3[(\text{OH})_6 | (\text{SO}_4, \text{PO}_4)_2]$  mit  $a_0 = 6.97, c_0 = 16.55, c_0/a_0 = 2.373; a_{\text{rh}} = 6.83, \alpha = 61^\circ 24'^9)$ . **Munkforsit** (Igelström, 1897), dem Svanbergit ähnlich, und **Munkrudit** (Igelström, 1897), ein verwandtes Sulfatphosphat von  $\text{Fe}^{2+}, \text{Ca}$  und wenig Al, sollen keine selbständigen Mineralarten sein<sup>10)</sup>.

<sup>1)</sup> A. A. Moss, Min. Mag. **31**. 1958. 884.

<sup>2)</sup> S. B. Hendricks, Am. Min. **22**. 1937. 773 (Struktur, SB. 5. 92). — Vgl. G. P. Brophy, E. S. Scott & R. A. Snellgrove, Am. Min. **47**. 1962. 112. — R. L. Parker, Am. Min. **47**. 1962. 127.

<sup>3)</sup> S. B. Hendricks 1937. — Nach M. C. Bandy, Am. Min. **23**. 1938. 669. nur orthorhombisch-pseudohexagonal mit  $a:b:c = 1.732:1:2.252$ .

<sup>4)</sup> S. B. Hendricks 1937 an künstlichen Kristallen. — F. Halla & R. v. Tassel, Naturwiss. **43**. 1956. 80 (mit  $(H_3O)^{1+}$ ).

<sup>5)</sup> A. Pabst in Dana **2**. 1951. 568.

<sup>5a)</sup> Y. Taguchi, Min. Journ. (Japan) **3**. 1961. 181. — R. C. Morris, Am. Min. **48**. 1963. 947.

<sup>6)</sup> A. Pabst, Am. Min. **32**. 1947. 16 (Struktur, SR. **11**. 409).

<sup>7)</sup> E. R. Ygberg, Ark. Kemi **20**, 1945. — Vgl. A. Pabst, 1947, l. c. (SR. **11**. 408). — G. Switzer, Am. Min. **34**. 1949. 104.

<sup>8)</sup> R. L. Smith, F. S. Simons & A. C. Vlisidis, Am. Min. **38**. 1953. 1218.

<sup>9)</sup> E. Tavora, Anais Acad. Brasil. Cienc. **23**. 1951. 129.

<sup>10)</sup> P. Geijer & O. Gabrielson, Ark. Min. Geol. **3**. 1963. 413.

4.) Sulfohalit-Lanarkit-Gruppe (mit sehr großen Kationen). Galeit und Schairerit sind offenbar dimorph und besitzen  $c_0 = 2.6.97$  bzw.  $3.6.40 \text{ \AA}$ .

<b>Sulfohalit</b>	$Na_6[F   Cl   (SO_4)_2]$	Kubisch $O_h^5$ — Fm $3m$ ( $O^3$ — F 432, $T_h^3$ — Fm $3?$ ) $a_0 = 10.10^1$ Z = 4
	(Hidden & Mackintosh, 1888)	
<b>Galeit</b>	$Na_3[(F, Cl)   SO_4]$	Hexagonal $D_{3d}^1$ — P $31m$ ( $C_{3v}^2$ , $D_3^1$ ) $a_0 = 12.17$ $c_0 = 13.94^2$ $c_0/a_0 = 1.145$ Z = 15
	(Pabst & al., 1955)	
<b>Schairerit</b>	$Na_3[(F, Cl)   SO_4]$	Hexagonal $D_{3d}^1$ — P $31m$ ( $D_3^1$ — P $312$ ) $a_0 = 12.12$ $c_0 = 19.19^3$ $c_0/a_0 = 1.583$ Z = 21
	(Foshag, 1931)	
<b>Caracolit</b>	$PbNa_2[OH   Cl   SO_4]$	Rhombisch-dipyramidal, pseudo-hexagonal $a:b:c = 0.5843:1:0.4217$
	(Websky, 1886)	
<b>Lanarkit</b>	$Pb_2[O   SO_4]$	Monoklin-prismatisch $C_{2h}^3$ — C $2/m$ $a_0 = 13.76$ $b_0 = 5.69$ $c_0 = 7.08^4$ $a_0:b_0:c_0 = 2.418:1:1.244$ $\beta = 115^\circ 48'$
	(Beudant, 1832)	

Ein Chrom-Lanarkit von Leadhills-Wanlockhead, mit 6–15% Cr und etwas größerer Elementarzelle als Lanarkit, ist wahrscheinlich  $Pb_2[O | (SO_4, CrO_4)]$  mit diadocher Substitution von  $SO_4$  durch  $CrO_4^5$ .

<sup>1)</sup> A. Pabst, Z. Krist. **89**. 1934. 514 (Struktur. SB. **3**. 118). — T. Watanabe, Proc. Imp. Ac. Tokyo **10**. 1934. 575;  $a_0 = 10.17$ .

<sup>2)</sup> C. Frondel, Am. Min. **25**. 1940. 352. — A. Pabst, Bull. Geol. Soc. Am. **66**. 1955. 1658. — A. Pabst, D. L. Sawyer & G. Switzer, Am. Min. **48**. 1963. 485.

<sup>3)</sup> A. Pabst, Bull. Geol. Soc. Am. **66**. 1955. 1658. — A. Pabst & al., 1963, l. c.

<sup>4)</sup> Aufstellung: W. E. Richmond & C. W. Wolfe, Am. Min. **23**. 1938. 399. — W. P. Binnie, Acta Cryst. **4**. 1951. 471 (Struktur).

<sup>5)</sup> A. K. Temple, Trans. Roy. Soc. Edinburgh **63**. 1955/56. 85.

5.) Burkeit-Hanksit-Gruppe (mit CO<sub>3</sub>-Baugruppen).

<b>Burkeit</b> (Teepfe, 1921)	Na <sub>6</sub> [CO <sub>3</sub>   (SO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> ]	Orthorhombisch D <sub>2h</sub> <sup>13</sup> — Pmm (oder C <sub>2v</sub> <sup>7</sup> — Pmn 2 <sub>1</sub> ?) a <sub>0</sub> = 5.17 b <sub>0</sub> = 9.23 c <sub>0</sub> = 7.06 <sup>1)</sup> a <sub>0</sub> :b <sub>0</sub> :c <sub>0</sub> = 0.560:1:0.765 Z = 4/3
<b>Hanksit</b> (Hidden, 1885)	KNa <sub>22</sub> [Cl   (CO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>   (SO <sub>4</sub> ) <sub>9</sub> ]	Hexagonal-dipyramidal C <sub>6h</sub> <sup>2</sup> — P6 <sub>3</sub> /m a <sub>0</sub> = 10.48 c <sub>0</sub> = 21.22 <sup>2)</sup> c <sub>0</sub> /a <sub>0</sub> = 2.025 Z = 2
<b>Caledonit</b> (Beudant, 1832)	Pb <sub>5</sub> Cu <sub>2</sub> [(OH) <sub>6</sub>   CO <sub>3</sub>   (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> ]	Rhomb.-dipyramidal D <sub>2h</sub> <sup>13</sup> — Pmm a <sub>0</sub> = 7.15 b <sub>0</sub> = 20.10 c <sub>0</sub> = 6.56 <sup>3)</sup> a <sub>0</sub> :b <sub>0</sub> :c <sub>0</sub> = 0.356:1:0.326 Z = 2
<b>Leadhillit</b> (Beudant, 1832)	Pb <sub>4</sub> [(OH) <sub>2</sub>   SO <sub>4</sub>   (CO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ]	Monoklin-prismatisch C <sub>2h</sub> <sup>5</sup> — P 2 <sub>1</sub> /a a <sub>0</sub> = 9.09 b <sub>0</sub> = 11.57 c <sub>0</sub> = 20.74 <sup>4)</sup> a <sub>0</sub> :b <sub>0</sub> :c <sub>0</sub> = 0.786:1:1.793 β = 90° 29 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> ' Z = 8

Tychit, Na<sub>6</sub>Mg<sub>2</sub>[SO<sub>4</sub> | (CO<sub>3</sub>)<sub>4</sub>], kubisch, befindet sich bei den Carbonaten (Vb. B. 3). Nach Ramsdell (1942) gibt Burkeit äußerst schwache Zwischenschichtlinien, die eine Verdreifachung von b<sub>0</sub> und c<sub>0</sub> erfordern. **Wherryit**<sup>5)</sup>, angeblich Pb<sub>4</sub>Cu[(O, OH, Cl)<sub>3</sub> | CO<sub>3</sub> | (SO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>], ist nach dem Pulverdiagramm offenbar nur eine Varietät von Caledonit.

<sup>1)</sup> L. S. Ramsdell, Am. Min. 27. 1942. 230.

<sup>2)</sup> L. S. Ramsdell, Am. Min. 24. 1939. 109. — Vgl. B. Goßner & J. Koch, Z. Krist. 80. 1931. 455.

<sup>3)</sup> W. E. Richmond in Ch. Palache, Am. Min. 24. 1939. 441.

<sup>4)</sup> C. W. Wolfe in Dana 2. 1951. 296.

<sup>5)</sup> J. J. Fahey, E. B. Dagget & S. G. Gordon, Am. Min. 35. 1950. 93.

## C.) Wasserhaltige Sulfate ohne fremde Anionen

1.) Kieserit-Reihe. Monoklin-prismatisch, C<sub>2h</sub><sup>6</sup> — C 2/c. Isotypie.

Die Struktur von Kieserit ist eng verwandt mit Titanit, CaTi[O | SiO<sub>4</sub>] und Amblygonit, LiAl[(OH, F) | PO<sub>4</sub>]<sup>1)</sup>.

<b>Kieserit</b> (Reichardt, 1861)	Mg[SO <sub>4</sub> ]·H <sub>2</sub> O	a <sub>0</sub> = 6.89 b <sub>0</sub> = 7.61 c <sub>0</sub> = 7.63 a <sub>0</sub> :b <sub>0</sub> :c <sub>0</sub> = 0.905:1:1.003 β = 117° 43' Z = 4 <sup>1a)</sup>
<b>Szomolnokit</b> (Krenner, 1891) (Schmölnitzit)	Fe[SO <sub>4</sub> ]·H <sub>2</sub> O	a:b:c = 0.9344:1:1.0078 β = 116° 14' <sup>2)</sup>
Synthetisch	Co[SO <sub>4</sub> ]·H <sub>2</sub> O	a <sub>0</sub> = 6.97 b <sub>0</sub> = 7.52 c <sub>0</sub> = 7.50 a <sub>0</sub> :b <sub>0</sub> :c <sub>0</sub> = 0.927:1:0.997 β = 115° 59' Z = 4 <sup>3)</sup>
<b>Szmikit</b> (Schröckinger, 1877)	Mn[SO <sub>4</sub> ]·H <sub>2</sub> O	Pulveraufnahme ähnlich Kieserit <sup>4)</sup>

Synthetisch	$\text{Cu}[\text{SO}_4] \cdot \text{H}_2\text{O}$	$a_0 = 7.18$ $b_0 = 7.43$ $c_0 = 7.64$ $a_0:b_0:c_0 = 0.966:1:1.028$ $\beta = 116^\circ 9'$ $Z = 4^5$ )
<b>Gunningit</b> (Jambor & Boyle, 1962)	$\text{Zn}[\text{SO}_4] \cdot \text{H}_2\text{O}$	$a_0 = 6.95$ $b_0 = 7.59$ $c_0 = 7.57$ $a_0:b_0:c_0 = 0.916:1:0.997$ $\beta = 115^\circ 56'$ $Z = 4^5$ )

Ein Mg-reicher Szomolnokit mit Fe:Mg = 0.6:0.4 wurde von der Stascie-Mine in Polen bekannt (Kubise, 1960); **Poitevinit** (Jambor, Lachance & Courville, 1964) ist ein Mischkristall mit Cu:Fe ~ 1:1 und etwas Zn, vom Lilloet District, Brit. Columb.,  $a_0 = 7.05$ ,  $b_0 = 7.42$ ,  $c_0 = 7.48$ ,  $\beta = 114^\circ 40'$ <sup>6</sup>).

**Sanderit** (Berdiesinski, 1952) soll  $\text{Mg}[\text{SO}_4] \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$  sein. **Bonattit** (Garavelli, 1957),  $\text{Cu}[\text{SO}_4] \cdot 3 \text{H}_2\text{O}$ , kristallisiert monoklin; für synthetische Kristalle ist  $a:b:c = 0.432:1:0.552$ ,  $\beta = 96^\circ 25'$ <sup>7</sup>).

<sup>1</sup>) J. Leonhardt & R. Weiss, Naturwiss. **44**. 1957. 338. — Entsprechend  $F_1$  in G. Wejnert, N. Jb. Min. **75**. 1939. 297. — Vgl. K. Friedrich, R. Kühn & H. Strunz, „Kali u. Steinsalz“ 1961. 221.

<sup>1a</sup>) W. H. Baur, Beitr. Min. Petr. **6**. 1959. 399.

<sup>2</sup>) M. C. Bandy, Am. Min. **23**. 1938. 669.

<sup>3</sup>) C. W. F. T. Pistorius, Z. Krist. **115**. 1961. 303.

<sup>4</sup>) E. Hammel, Ann. chim. **11**. 1939. 247.

<sup>5</sup>) C. W. F. T. Pistorius, Acta Cryst. **14**. 1961. 534. — Vgl. J. L. Jambor & R. W. Boyle, Canad. Min. **7**. 1962. 209.

<sup>6</sup>) J. L. Jambor, Canad. Min. **7**. 1962. 245. — J. L. Jambor, G. R. Lachance & S. Courville, Canad. Min. **8**. 1964. 109.

<sup>7</sup>) C. L. Garavelli, Rend. Soc. Min. Ital. **13**. 1957. 268.

## 2.) Leonhardtite-Reihe (Tetrahydrate). Monoklin-prismatisch,

$C_{2h}^5$  —  $P 2_1/n$ . Isotypie.

<b>Leonhardtite</b> (Berdiesinski, 1952)	$\text{Mg}[\text{SO}_4] \cdot 4 \text{H}_2\text{O}$	$a_0 = 5.92$ $b_0 = 13.60$ $c_0 = 7.91$ $a_0:b_0:c_0 = 0.435:1:0.582$ $\beta = 90^\circ 51'$ $Z = 4^1$ )
<b>Rozenit</b> (Kubise, 1960)	$\text{Fe}[\text{SO}_4] \cdot 4 \text{H}_2\text{O}$	$a_0 = 5.98$ $b_0 = 13.65$ $c_0 = 7.98$ $a_0:b_0:c_0 = 0.438:1:0.585$ $\beta = 90^\circ 26'$ $Z = 4^1$ )
<b>Ilesit</b> (Wünsch, 1881)	$\text{Mn}[\text{SO}_4] \cdot 4 \text{H}_2\text{O}$	$a_0 = 5.94$ $b_0 = 13.76$ $c_0 = 8.01$ $a_0:b_0:c_0 = 0.432:1:0.582$ $\beta = 90^\circ 48'$ $Z = 4^1$ )
<b>Aplowitz</b> (Jambor & Boyle, 1965)	(Co, Mn, Ni) $[\text{SO}_4] \cdot 4 \text{H}_2\text{O}$	$a_0 = 5.94$ $b_0 = 13.56$ $c_0 = 7.90$ $a_0:b_0:c_0 = 0.438:1:0.583$ $\beta = 90^\circ 30'$ $Z = 4^2$ )

**Starkeyit** (Grawe, 1945) ist offensichtlich mit Leonhardtite identisch<sup>1a</sup>).

Damit isotyp sind auch die synthetisch bekannten Verbindungen  $\text{Co}[\text{SO}_4] \cdot 4 \text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Ni}[\text{SO}_4] \cdot 4 \text{H}_2\text{O}$  und  $\text{Zn}[\text{SO}_4] \cdot 4 \text{H}_2\text{O}^3$ ;  $\text{CoSO}_4 \cdot 4 \text{H}_2\text{O}$  ist in neuerer Zeit von der Huskon-Mine, Coconino Co., Arizona, beschrieben worden.

<sup>1)</sup> W. H. Baur, Acta Cryst. **15**. 1962. 815; **17**. 1964. 863 (Struktur, für synthet. Kristalle).  
– J. L. Jambor & R. J. Traill, Canad. Min. **7**. 1963. 751.

<sup>2a)</sup> O. W. Grawe, Am. Min. **41**. 1956. 662.

<sup>2)</sup> J. L. Jambor & R. W. Boyle, Canad. Min. **3**. 1965. 166.

<sup>3)</sup> E. Hammel, Ann. Chim. **11**. 1939. 247. – W. H. Baur, 1962 l. c.

### 3.) Vitriol-Gruppe.

3a) Chalkanthit-Reihe (Pentahydrate). Triklin-pinakoidal.  $C_1^1 - PI$

<b>Chalkanthit</b> (Kobell, 1853) (Kupfervitriol)	$\text{Cu}[\text{SO}_4] \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$	$a_0 = 6.12 \quad b_0 = 10.69 \quad c_0 = 5.96^1$ $a_0 : b_0 : c_0 = 0.572 : 1 : 0.558$ $\alpha = 97^\circ 35' \quad \beta = 107^\circ 10' \quad \gamma = 77^\circ 33'$ $Z = 2$
<b>Pentahydrat</b> (Frondel, 1951)	$\text{Mg}[\text{SO}_4] \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$	Isotyp mit Chalkanthit
Synthetisch	$\text{Mn}[\text{SO}_4] \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$	Triklin <sup>2)</sup> Wohl isotyp mit Chalkanthit
<b>Siderotil</b> (Schrauf, 1891)	$\text{Fe}[\text{SO}_4] \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$	$a_0 = 6.26 \quad b_0 = 10.63 \quad c_0 = 6.06^3$ $a_0 : b_0 : c_0 = 0.589 : 1 : 0.570$ $\alpha = 92^\circ 08' \quad \beta = 110^\circ 10' \quad \gamma = 77^\circ 05'$ $Z = 2$

In der Struktur von Chalkanthit ist Cu von 4  $\text{H}_2\text{O}$  und 2 O pseudooktaedrisch umgeben (Beevers & Lipson, 1934).

<sup>1)</sup> T. F. W. Barth & G. Tunell, Am. Min. **13**. 1933. 187. – C. A. Beevers & H. Lipson, Proc. Roy. Soc. London **146**. 1934. 570 (Struktur, SB. **3**. 102). – Siehe auch B. Goßner & K. Brückl, Z. Krist. **69**. 1929. 422.

<sup>2)</sup> D. Taylor, Journ. Chem. Soc. London, 1952. 2370.

<sup>3)</sup> J. L. Jambor & R. J. Traill, Canad. Min. **7**. 1963. 751 (für synthet.  $(\text{Fe}, \text{Cu})[\text{SO}_4] \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$  mit Fe:Cu 10:7).

### 3b) Hexahydrat-Reihe (Hexahydrate). Isotypie.

<b>Hexahydrat</b> (Johnston, 1911)	$\text{Mg}[\text{SO}_4] \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$	Monoklin-prismatisch $C_{2h}^6 - C2/c$ $a_0 = 10.06 \quad b_0 = 7.16 \quad c_0 = 24.39^1$ $a_0 : b_0 : c_0 = 1.405 : 1 : 3.406$ $\beta = 98^\circ 34' \quad Z = 8$
<b>Bianchit</b> (Andreatta, 1930)	$(\text{Zn}, \text{Fe})[\text{SO}_4] \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$	Monoklin-prismatisch $a : b : c = 1.3788 : 1 : 3.3324 \quad \beta = 98^\circ 30'$
<b>Moorhouseit</b> (Co, Ni, Mn) $[\text{SO}_4] \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$ (Jambor & Boyle, 1965)		Monoklin-prismatisch $C_{2h}^6 - C2/c$ $a_0 = 10.0 \quad b_0 = 7.2 \quad c_0 = 24.3^2$ $a_0 : b_0 : c_0 = 1.389 : 1 : 3.347$ $\beta = 98^\circ 22' \quad Z = 8$

Anhang:

<b>Retgersit</b>	$x\text{-Ni}[\text{SO}_4] \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	Tetragonal-trapezoedrisch
(Frondel & Palache, 1948)		$D_4^4 - P4_12_12$ ( $D_4^8 - P4_32_12$ )
		$a_0 = 6.79$ $c_0 = 18.28$ $c_0/a_0 = 2.692^3$ )
		$Z = 4$

**Ferrohexahydrat**,  $\text{Fe}[\text{SO}_4] \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ , ist als Umwandlungsprodukt von Melanterit bekannt geworden<sup>1)</sup>.

$\text{NiSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  ist dimorph: als in der Natur auftretende stabile Modifikation Retgersit kristallisiert es tetragonal, als instabile monokline Modifikation ist es nur synthetisch bekannt.

Im Hexahydrat-Typus kristallisieren außerdem die synthetischen Hexahydrat-Sulfate und -Selenate von Mg, Co, Ni und Zn; im Retgersit-Typus die tetragonalen Modifikationen von synthetischem Ni- und Zn-Hexahydrat-Selenat.

Im Bianchit (von Raibl, Kärnten) ist  $\text{Zn}:\text{Fe} \sim 2:1$ ; in der Aufstellung wurde gegenüber Andreatta (1930) c verdoppelt.

<sup>1)</sup> K. H. Ide, Naturw. **26**. 1938. 411, an künstlichen Kristallen. — A. Zalkin, H. Ruben & D. H. Templeton, Acta Cryst. **17**. 1964. 235 (Struktur).

<sup>2)</sup> J. L. Jambor & R. W. Boyle, Canad. Min. **8**. 1965. 166. — A. Zalkin, H. Ruben & D. H. Templeton, Acta Cryst. **15**. 1962. 1219 (Struktur für synthet.  $\text{Co}[\text{SO}_4] \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ).

<sup>3)</sup> C. Frondel & Ch. Palache, Am. Min. **34**. 1949. 188. — Röntgendaten: C. A. Beevers & H. Lipson, Z. Krist. **83**. 1932. 123; Borghijs, Natuurwet. Tijdschr. **19**. 1937. 115.

<sup>4)</sup> V. V. Vlasov & A. V. Kuznetsov, Zapiski Vses. Min. Obshch. **91**. 1962. 490.

3c) Melanterit-Reihe (Heptahydrate—I.) Monoklin-prismatisch. Isotypie und weitgehende Diadochie (Fe, Co, Cu).

<b>Melanterit</b>	$\text{Fe}[\text{SO}_4] \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	$C_{2h}^5 - P2_1/c$
(Haidinger, 1850*)		$a_0 = 14.11$ $b_0 = 6.51$ $c_0 = 11.02^1$ )
(Eisenvitriol)		$a_0:b_0:c_0 = 2.168:1:1.693$
		$\beta = 105^\circ 15'$ $Z = 4$
<b>Bieberit</b>	$\text{Co}[\text{SO}_4] \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	$a_0 = 14.13$ $b_0 = 6.55$ $c_0 = 11.00^2$ )
(Haidinger, 1845)		$a_0:b_0:c_0 = 2.157:1:1.679$
(Kobaltvitriol)		$\beta = 105^\circ 05'$ $Z = 4$
<b>Boothit</b>	$\text{Cu}[\text{SO}_4] \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	$a:b:c = 1.1622:1:1.5000$
(Schaller, 1903)		$\beta = 105^\circ 36'$
(Kupfervitriol-Heptahydrat)		
<b>Mallardit</b>	$\text{Mn}[\text{SO}_4] \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	$a:b:c = 1.2245:1:1.5727^3$ )
(Carnot, 1879)		$\beta = 104^\circ 51'$
(Manganvitriol)		

Mischkristalle sind: **Kupfer-Melanterit (Pisanit, Kenngott, 1860)**, (Fe, Cu)  $[\text{SO}_4] \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ , mit  $a_0 = 14.12$ ,  $b_0 = 6.54$ ,  $c_0 = 10.81$ ,  $\beta = 106^\circ 00'$ <sup>1)</sup>, **Zink-Melanterit (Sommaireit)**, **Magnesium-Melanterit (Kirovit, Cuprokirovit, Vertushkov,**

zur Melanterite

1939), **Mangan-Melanterit** (Luckyit, Carnot, 1879), **Magnesium-Boothit** und **Zink-Boothit**.

<sup>1)</sup> L. F. Keating & L. G. Berry, Am. Min. **38**. 1953. 501. — Vgl. H. G. K. Westenbrink, Proc. Ac. Sci. Amsterdam **29**. 1926. 1223; J. Ness, Naturwiss. **28**. 1940. 78. — W. H. Baur, Acta Cryst. **17**. 1964. 1167 (Struktur).

<sup>2)</sup> Nach Westenbrink 1926; Aufstellung Keating & Berry 1953.

<sup>3)</sup> E. Gunther, Z. Krist. **50**. 1912. 91. Für künstliche Kristalle.

\*) Dioscorides, 55 n. Chr. „Melantheria“.

3d) **Epsomit-Reihe** (Heptahydrate—II). Rhombisch-disphenoidisch. Pseudotetragonal.  $D_2^4 - P2_12_12_1$ . Isotypie.

**Epsomit**  $Mg[SO_4] \cdot 7 H_2O$   $a_0 = 11.96$   $b_0 = 12.05$   $c_0 = 6.88^1)$   
(Delam  therie, 1806)  $a_0 : b_0 : c_0 = 0.993 : 1 : 0.571$   $Z = 4$   
(**Bittersalz**)

**Goslarit**  $Zn[SO_4] \cdot 7 H_2O$   $a_0 = 11.87$   $b_0 = 12.11$   $c_0 = 6.84^2)$   
(Haidinger, 1845)  $a_0 : b_0 : c_0 = 0.980 : 1 : 0.565$   $Z = 4$   
(„**Zinkvitriol**“)

**Morenosit**  $Ni[SO_4] \cdot 7 H_2O$   $a_0 = 11.8$   $b_0 = 12.0$   $c_0 = 6.81^3)$   
(Casares, 1851)  $a_0 : b_0 : c_0 = 0.982 : 1 : 0.564$   $Z = 4$   
(„**Nickelvitriol**“)

**Tauriscit** (?)  $Fe[SO_4] \cdot 7 H_2O$  —  
(Volger, 1855)

**Fauserit**  $Mn[SO_4] \cdot 7 H_2O$  Achsenverhältnis ähnlich Epsomit  
(Breithaupt, 1865)

**Nickel-Epsomit** ist mit 12% NiO und 10% MgO bekannt geworden; **Ferro-Goslarit** ist eisenhaltiger Goslarit, **Cupro-Goslarit** enthält Kupfersulfat beigemischt. **Zink-Fauserit** von Fels  banya<sup>4)</sup>,  $a : b : c = 0.9821 : 1 : 0.5615$ , enthält 19.14% MnO, 5.08% ZnO und 3.40% MgO.

<sup>1)</sup> W. H. Barnes & R. G. Hunter, Nature **130**. 1932. 96. — Vgl. G. M. Cardoso, Z. Krist. **63**. 1926. 19. — H. G. K. Westenbrink, Proc. Ac. Sci. Amsterdam, **29**. 1926. 1223. — W. H. Baur, Acta Cryst. **17**. 1964. 1361 (Strukturverfeinerung).

<sup>2)</sup> H. G. K. Westenbrink 1926, l. c.

<sup>3)</sup> C. A. Beevers & C. M. Schwartz, Z. Krist. **91**. 1935. 157 (Strukturbestimmung an synthetischen Kristallen, SB. **3**. 105).

<sup>4)</sup> L. Tokody, F  ld. K  z. Budapest **79**. 1949. 68.

4.) **Rhomboklas-Coquimbit-Gruppe**. Homöotypie Coquimbit-Para-coquimbit.

**Rhomboklas**  $Fe^{III}H[SO_4]_2 \cdot 4 H_2O$  Rhombisch-dipyramidal  
(Krenner, 1891)  $a : b : c = 0.5577 : 1 : 0.9370$

**Lausenit**  $Fe_2^{III}[SO_4]_3 \cdot 6 H_2O$  Monoklin, faserig  
(Butler, 1928)

**Kornelit**  $Fe_2^{III}[SO_4]_3 \cdot 7\frac{1}{2} H_2O$  Monoklin-prismatisch  $C_{2h}^5 - P2_1/n$   
(Krenner, 1888)  $a_0 = 14.29$   $b_0 = 20.10$   $c_0 = 5.45^1)$   
 $a_0 : b_0 : c_0 = 0.711 : 1 : 0.271$   
 $\beta = 97^\circ 01'$



• <b>Coquimbite</b> (Breithaupt, 1841)	$\text{Fe}^{2+}[\text{SO}_4]_3 \cdot 9 \text{H}_2\text{O}$	Hexagonal $a_0 = 10.87$ $c_0 = 17.06$ $c_0/a_0 = 1.570^2)$ $Z = 4$
<b>Paracoquimbite</b> (Ungemach, 1933)	$\text{Fe}_2^{2+}[\text{SO}_4]_3 \cdot 9 \text{H}_2\text{O}$	Ditrigonal-skalenoedrisch $a_0 = 10.92$ $c_0 = 51.25$ $c_0/a_0 = 4.693^2)$ $Z = 12$
<b>Quenstedtite</b> (Linck, 1888)	$\text{Fe}_2^{2+}[\text{SO}_4]_3 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$	Triklin-pinakoidal $a_0 = 6.15$ $b_0 = 23.77$ $c_0 = 6.56^3)$ $a_0:b_0:c_0 = 0.258:1:0.276$ $\alpha = 94^\circ 10'$ $\beta = 101^\circ 44\frac{1}{2}'$ $\gamma = 96^\circ 18\frac{1}{2}'$
<b>Alunogen</b> (Beudant, 1832)	$\text{Al}_2[\text{SO}_4]_3 \cdot 18 \text{H}_2\text{O}$	Triklin-pinakoidal $a:b:c = 0.8355:1:0.6752$ $\alpha = 89^\circ 58'$ $\beta = 97^\circ 26'$ $\gamma = 91^\circ 52'^4)$

Mischkristalle sind **Ferri-Alunogen (Tekticite, Breithaupt, 1841)**,  $(\text{Al}, \text{Fe}^{2+})_2[\text{SO}_4]_3 \cdot 18 \text{H}_2\text{O}$  und **Phosphor-Alunogen**,  $\text{Al}_2[\text{PO}_3\text{OH}][\text{SO}_4]_2 \cdot 18 \text{H}_2\text{O}$ . **Meta-Alunogen** (Gordon, 1942) von Francisco de Vergara, Chile, ist eine weiße Pseudomorphose nach Alunogen mit  $13\frac{1}{2}$  statt  $18 \text{H}_2\text{O}$ , monoklin.

<sup>1)</sup> F. Cesbron, Bull. Soc. Franç. Min. Crist. **87**. 1964. 125.

<sup>2)</sup> R. Hocart in Ungemach, Bull. Soc. Franç. Min. **58**. 1935. 165. — Vgl. F. Cesbron 1964, l.c.

<sup>3)</sup> F. Cesbron 1964, l.c.; Winkel nach Ungemach, 1935.

<sup>4)</sup> S. G. Gordon, Ac. Sci. Philadelphia Nat. **101**. 1942.

#### 5.) Ransomit-Römerit-Gruppe. Heterotypie.

<b>Ransomit</b> (Lausen, 1928)	$\text{CuFe}_2^{2+}[\text{SO}_4]_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$	Orthorhombisch $a:b:c = 1.7407:1:0.5168$
• <b>Römerit</b> (Grailich, 1858)	$\text{Fe}^{2+}\text{Fe}_2^{2+}[\text{SO}_4]_4 \cdot 14 \text{H}_2\text{O}$	Triklin-pinakoidal $a_0 = 6.48$ $b_0 = 15.26$ $c_0 = 6.27$ $a_0:b_0:c_0 = 0.425:1:0.411$ $\alpha = 90^\circ 04'$ $\beta = 100^\circ 48'$ $\gamma = 85^\circ 28'^1)$

**Zink-Römerit** (Scharizer, 1903) ist  $(\text{Fe}^{2+}, \text{Zn})\text{Fe}_2^{2+}[\text{SO}_4]_4 \cdot 14 \text{H}_2\text{O}$ , **Louderbackit** (Lausen, 1928) (Al-Römerit) wohl  $\text{Fe}(\text{Fe}^{2+}, \text{Al})_2[\text{SO}_4]_4 \cdot 14 \text{H}_2\text{O}^2)$ . **Phillipit** (Domeyko, 1876), angeblich  $\text{CuFe}_2^{2+}[\text{SO}_4]_4 \cdot 12 \text{H}_2\text{O}$ , ist nach Groth & Mieleitner vielleicht ein Gemenge eines Ferrisulfates mit Chalkanthit.

<sup>1)</sup> P. R. Van Loan & E. W. Nuffield, Canad. Min. **6**. 1959. 348.

<sup>2)</sup> R. M. Pearl, Am. Min. **35**. 1950. 1055.

#### 6.) Halotrichit-Reihe (Federalaune).

Monoklin-sphenoidisch<sup>1)</sup>,  $C_2^1$  — P2. Wohl isotyp. Faseriger Habitus.

• <b>Pickeringit</b> (Hayes, 1844)	$\text{MgAl}_2[\text{SO}_4]_4 \cdot 22 \text{H}_2\text{O}$	$a_0 = 20.8$ $b_0 = 24.2$ $c_0 = 6.18^2)$ $a_0:b_0:c_0 = 0.860:1:0.255$ $\beta = 96^\circ 33\frac{1}{2}'$ $Z = 4$
---------------------------------------	--	---

♦ <b>Halotrichit</b>	$\text{Fe}^{++}\text{Al}_2[\text{SO}_4]_4 \cdot 22\text{H}_2\text{O}$	$a_0 = 20.51$ $b_0 = 24.28$ $c_0 = 6.18^2$
(Glocker, 1839)		$a_0 : b_0 : c_0 = 0.844 : 1 : 0.255$
		$\beta = 100^\circ 06'$ $Z = 4$
<b>Dietrichit</b>	$\text{ZnAl}_2[\text{SO}_4]_4 \cdot 22\text{H}_2\text{O}$	Monoklin
(Schröckinger, 1878)		
<b>Apjohnit</b>	$\text{MnAl}_2[\text{SO}_4]_4 \cdot 22\text{H}_2\text{O}$	Monoklin
(Glocker, 1847)		
<b>Bilinit</b>	$\text{Fe}^{++}\text{Fe}_2^{+++}[\text{SO}_4]_4 \cdot 22\text{H}_2\text{O}$	Wohl monoklin
(Sebor, 1913)		

Diese Mineralien sind meistens Verwitterungsprodukte, die gelegentlich sekundär mehr Wasser aufgenommen oder welches verloren haben. Mischkristalle sind: **Bosjemanit** (Dana, 1868) = manganhaltiger Pickeringit. **Kasparit** (Dubansky, 1956)<sup>3)</sup> = Co-haltiger Pickeringit (?) und **Masrit** (Richmond & Off, 1892) = Mn-Co-haltiger Pickeringit (?). **Redingtonit** (Becker, 1888) ist wahrscheinlich  $(\text{Fe}^{++}, \text{Mg}, \text{Ni})(\text{Cr}, \text{Al})_2[\text{SO}_4]_4 \cdot 22\text{H}_2\text{O}^4$ ). Ungenau bekannt sind: **Sonomait** (Goldsmith, 1876), angeblich  $\text{Mg}_3\text{Al}_2[\text{SO}_4]_6 \cdot 33\text{H}_2\text{O}$ , **Dumreicherit** (Doelter, 1882), angeblich  $\text{Mg}_4\text{Al}_2[\text{SO}_4]_7 \cdot 36\text{H}_2\text{O}$ . **Aromit** (Darapsky, 1890),  $\text{Mg}_6\text{Al}_2[\text{SO}_4]_9 \cdot 54\text{H}_2\text{O}$ . **Rubrit** (Darapsky, 1890),  $\text{MgFe}_2^{+++}[\text{SO}_4]_4 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$  (monoklin oder orthorhombisch).

<sup>1)</sup> S. G. Gordon, Ac. Sci. Philadelphia Nat. **101**. 1942.

<sup>2)</sup> M. C. Bandy, Am. Min. **23**. 1938. 724.

<sup>3)</sup> A. Dubansky, Chem. Listy **50**. 1956. 1347. — Vgl. M. Fleischer, Am. Min. **42**. 1957. 919.

<sup>4)</sup> Dana **2**. 1951. 529.

#### 7.) Krausit-Tamarugit-Gruppe.

Tamarugit und Amarillit sind wahrscheinlich isotyp.

<b>Krausit</b>	$\text{KFe}^{+++}[\text{SO}_4]_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$	Monoklin
(Foshag, 1931)		$a : b : c = 1.5401 : 1 : 1.7584$ $\beta = 102^\circ 44'$
<b>Tamarugit</b>	$\text{NaAl}[\text{SO}_4]_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	Monoklin-prismatisch
(Schulze, 1889)		$a : b : c = 0.2918 : 1 : 0.2415$ $\beta = 94^\circ 49\frac{1}{2}'$
<b>Amarillit</b>	$\text{NaFe}^{+++}[\text{SO}_4]_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	Monoklin-prismatisch
(Ungemach, 1933)		$a : b : c = 0.7757 : 1 : 1.1482$ $\beta = 95^\circ 37'$

Anhang:

<b>Mendozit</b>	$\text{NaAl}[\text{SO}_4]_2 \cdot 11\text{H}_2\text{O} (?)$	Monoklin, faserig
(Dana, 1868)		$a : b : c = 2.5060 : 1 : 0.9125$ $\beta = 109^\circ 01'$
♦ <b>Kalinit</b>	$\text{KAl}[\text{SO}_4]_2 \cdot 11\text{H}_2\text{O} (?)$	Monoklin (?), faserig
(Dana, 1868)		

8.) Alaun-Gruppe. Kubisch-disdodekaedrisch,  $T_h^6$  — Pa 3. Isotypie. Infolge von Mischkristallbildung meist spannungsdoppelbrechend.

<b>Natronalaun</b>	$\text{NaAl}[\text{SO}_4]_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$	$a_0 = 12.21$ $Z = 4^1$
<b>Kalialaun</b>	$\text{KAl}[\text{SO}_4]_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$	$a_0 = 12.15$ $Z = 4^2$

**Ammonialaun**  $\text{NH}_4\text{Al}[\text{SO}_4]_2 \cdot 12 \text{H}_2\text{O}$   $a_0 = 12.23$   $Z = 4^2$ )

**Tschermiglit**  
(Kobell, 1853)

Natronalaun wandelt sich an Luft in Tamarugit um (Larsen, 1935). Die synthetisch bekannten Alaune können nach Lipson (1935) in drei strukturell verschiedene Varianten eingeteilt werden: I. Natronalaun, II. Kalialaun, III. Cäsiumalaun. Variante I umfaßt Natronalaun und  $\text{RhCs}[\text{SO}_4]_2 \cdot 12 \text{H}_2\text{O}$ , Variante II die Alaune K-,  $\text{NH}_4$ -, Rb-, Tl-Al $[\text{SO}_4]_2 \cdot 12 \text{H}_2\text{O}$ , K-,  $\text{NH}_4$ -, Rb-, CsCr $[\text{SO}_4]_2 \cdot 12 \text{H}_2\text{O}$ , KAl $[\text{SeO}_4]_2 \cdot 12 \text{H}_2\text{O}$  und K-,  $\text{NH}_4$ -, RbGa $[\text{SO}_4]_2 \cdot 12 \text{H}_2\text{O}$  sowie  $\text{NH}_4\text{Fe}[\text{SO}_4]_2 \cdot 12 \text{H}_2\text{O}$ . Variante III außer Cäsiumalaun noch Cs-, TlGa $[\text{SO}_4]_2 \cdot 12 \text{H}_2\text{O}$ , TlCr $[\text{SO}_4]_2 \cdot 12 \text{H}_2\text{O}$  und  $(\text{NH}_3\text{CH}_3)\text{Al}[\text{SO}_4]_2 \cdot 12 \text{H}_2\text{O}$ . In allen drei Varianten sind sämtliche Kationen oktaedrisch von 6  $\text{H}_2\text{O}$  umgeben; mit zunehmender Größe von Na, K, Cs erfolgt eine zunehmende Aufweitung der  $\text{H}_2\text{O}$ -Oktaeder, die im Cs-Alaun schließlich so stark ist, daß zusätzlich 6 O der  $\text{SO}_4$ -Tetraeder an Cs auf die gleiche Entfernung wie die  $\text{H}_2\text{O}$  herankommen. Es ist verständlich, daß mit den kleiner werdenden Abständen von Alkali zu  $\text{SO}_4$  in der Reihe Na-, K-, Cs-Alaune die bekannte Abnahme der Löslichkeit, insbesondere die Schwerlöslichkeit des Cs-Alauns, in Zusammenhang stehen wird.

Anhang:

• **Voltaït**  $\text{K}_2\text{Fe}_5^{\text{IV}}\text{Fe}_4^{\text{III}}[\text{SO}_4]_{12} \cdot 18 \text{H}_2\text{O}$  Kubisch-hex'oktaedrisch (?)  
(Scacchi, 1841) Mit Spannungsdoppelbrechung

Die Formel von Voltaït ist nicht ganz gesichert. Synthetisch hergestellte Voltaïte (Goßner, Arm. Bäuerlein, Drexler 1929–1933) besitzen die allgemeine Zusammensetzung  $\text{A}_2\text{R}_5^{\text{IV}}\text{Fe}_4^{\text{III}}[\text{SO}_4]_{12} \cdot 18 \text{H}_2\text{O}$ , kubische Symmetrie und meist Spannungsdoppelbrechung. Die Gitterkonstanten  $a_0$  sind aus folgender Zusammenstellung ersichtlich:

$\text{A}^{\text{IV}}$	= . . . . .	Tl	K	$\text{NH}_4$	Rb
$\text{R}^{\text{III}}$	= $\text{Fe}^{\text{III}}$	27.35	27.38	27.40	27.44
$\text{R}^{\text{III}}$	= Mn	27.71	27.30	27.61	27.66
$\text{R}^{\text{III}}$	= Zn	27.06	27.15	—	27.20
$\text{R}^{\text{III}}$	= Cd	27.74	27.60	27.91	27.86

Die wahrscheinliche Raumgruppe ist  $\text{O}_h^3 - \text{Fd}3c$ ,  $Z = 16$ .

<sup>1)</sup> H. Lipson, Proc. Roy. Soc. London **151** A. 1935. 347 (Struktur, SB. 3. 112).

<sup>2)</sup> C. A. Beevers & H. Lipson, Proc. Roy. Soc. London **148** A. 1935. 664 (Struktur, SB. 3. 108). — Vgl. H. P. Klug & L. Alexander, J. Am. Chem. Soc. **64**. 1942. 1819. — J. W. Menary, Acta Cryst. **8**. 1955. 840. — S. Haussühl, Z. Krist. **116**. 1961. 371 (Struktur und Morphologie usw. synthetischer Alaune).

9.) Kröhnkit-Goldichit-Gruppe. Kröhnkit ist isotyp mit Brandtit  $\text{Ca}_2\text{Mn}[\text{AsO}_4]_2 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$ .

**Kröhnkit**  $\text{Na}_2\text{Cu}[\text{SO}_4]_2 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$  Monoklin-prismatisch  $\text{C}_{2h}^5 - \text{P}2_1/c$   
(Domeyko, 1876)  $a_0 = 5.79$   $b_0 = 12.60$   $c_0 = 5.49$   
 $a_0 : b_0 : c_0 = 0.460 : 1 : 0.436$   
 $\beta = 108^\circ 30'$   $Z = 2^1$ )

• <b>Ferrinatri</b>	$\text{Na}_3\text{Fe}^{++}[\text{SO}_4]_3 \cdot 3 \text{H}_2\text{O}$	Hexagonal
(Mackintosh, 1889)		$c/a = 0.5528^2$ ( $\alpha = 111^\circ 11'$ )
• <b>Goldichit</b>	$\text{KFe}^{++}[\text{SO}_4]_2 \cdot 4 \text{H}_2\text{O}$	Monoklin-prismatisch $C_{2h}^5 - P2_1/c$
(Rosenzweig & Gross, 1955)		$a_0 = 10.45 \quad b_0 = 10.55 \quad c_0 = 9.15$
		$a_0 : b_0 : c_0 = 0.991 : 1 : 0.867$
		$\beta = 101^\circ 49' \quad Z = 4^3$

<sup>1)</sup> W. E. Richmond in Ch. Palache, Am. J. Sci. **237**. 1939. 447. — B. Dahlman, Ark. Min. Geol. **1**. 1952. 339 (Struktur und Isotypie Kröhnkit-Brandtit). — B. Rama Rao, Acta Cryst. **14**. 1961. 738 (Strukturverfeinerung).

<sup>2)</sup> A. Arzruni, Z. Krist. **13**. 1891. 595.

<sup>3)</sup> A. Rosenzweig & E. B. Gross, Am. Min. **40**. 1955. 469.

10.) Löweit-Reihe. Trigonal ( $C_3^+ - R3, C_{3i}^2 - R\bar{3}$ ). Isotypie.

<b>Löweit*</b>	$\text{Na}_{12}\text{Mg}_7[\text{SO}_4]_{13} \cdot 15 \text{H}_2\text{O}^1$	$a_0 = 18.96 \quad c_0 = 13.47$
(Haidinger, 1846)		$c_0/a_0 = 0.710 \quad Z = 3^{1a}$
Synthetisch	$\text{Na}_{12}\text{Mn}_7[\text{SO}_4]_{13} \cdot 15 \text{H}_2\text{O}$	$a_0 = 19.09 \quad c_0 = 13.55$
		$c_0/a_0 = 0.710 \quad Z = 3^2$

<sup>1)</sup> R. Kühn & K.-H. Ritter, Kali u. Steinsalz **2**. 1958. 238: neue Formel  $6 \text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 7 \text{MgSO}_4 \cdot 15 \text{H}_2\text{O}$ .

<sup>1a)</sup> W. Schneider & J. Zemann, Beitr. Min. Petr. **6**. 1959. 201.

<sup>2)</sup> W. Schneider, Z. Anorg. Chem. **303**. 1960. 113.

\*) Benennung nach dem österreichisch. k. k. General-, Land- und Hauptmünzprobierer Alexander Löwe (nicht Loewe!).

11.) Astrakanit-Reihe. Monoklin-prismatisch,  $C_{2h}^5 - P2_1/a$ . Isotypie.

• <b>Astrakanit</b>	$\text{Na}_2\text{Mg}[\text{SO}_4]_2 \cdot 4 \text{H}_2\text{O}$	$a_0 = 11.06 \quad b_0 = 8.17 \quad c_0 = 5.50$
(Rose, 1842)		$a_0 : b_0 : c_0 = 1.354 : 1 : 0.673$
		$\beta = 100^\circ 39' \quad Z = 2^1$
Synthetisch	$\text{Na}_2\text{Zn}[\text{SO}_4]_2 \cdot 4 \text{H}_2\text{O}$	$a_0 = 11.05 \quad b_0 = 8.23 \quad c_0 = 5.54$
		$a_0 : b_0 : c_0 = 1.343 : 1 : 0.673$
		$\beta = 100^\circ 35' \quad Z = 2^2$

Isotyp mit Astrakanit sind die weiteren synthetischen Verbindungen  $\text{Na}_2\text{Fe}[\text{SO}_4]_2 \cdot 4 \text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Na}_2\text{Co}[\text{SO}_4]_2 \cdot 4 \text{H}_2\text{O}$  und  $\text{Na}_2\text{Ni}[\text{SO}_4]_2 \cdot 4 \text{H}_2\text{O}^2$ .

<sup>1)</sup> C. Lauro, Per. Min. **11**. 1940. 39. — I. M. Romanowa, Doklady Akad. Nauk USSR. **118**. 1958. 84 (Struktur).

<sup>2)</sup> M. Giglio, Acta Cryst. **11**. 1958. 789 (Struktur).

12.) Leonit-Reihe. Monoklin-prismatisch,  $C_{2h}^3 - C2/m$ . Isotypie.

<b>Leonit</b>	$\text{K}_2\text{Mg}[\text{SO}_4]_2 \cdot 4 \text{H}_2\text{O}$	$a_0 = 11.78 \quad b_0 = 9.53 \quad c_0 = 9.88$
(Tenne, 1896)		$a_0 : b_0 : c_0 = 1.236 : 1 : 1.037$
		$\beta = 95^\circ 24' \quad Z = 4^1$

## „Mangan-Leonit“

(synthetisch)  $K_2Mn[SO_4]_2 \cdot 4 H_2O$   $a_0 = 12.03$   $b_0 = 9.61$   $c_0 = 9.98$   
 $a_0:b_0:c_0 = 1.252:1:1.039$   
 $\beta = 95^\circ$   $Z = 4^1)$

<sup>1)</sup> W. Schneider, Acta Cryst. 14. 1961. 784 (Struktur).

13.) Schönit-Reihe (Tuttonsche Salze). Monoklin-prismatisch,  
 $C_{2h}^3$  —  $P2_1/a$ . Isotypie und weitgehende Mischkristallbildung.

<b>Schönit</b> (Reichardt, 1866*)	$K_2Mg[SO_4]_2 \cdot 6 H_2O$	$a_0 = 9.06$ $b_0 = 12.26$ $c_0 = 6.11$ $a_0:b_0:c_0 = 0.739:1:0.498$ $\beta = 104^\circ 48'$ $Z = 2^1)$
<b>Cyanochoirit</b> (Dana, 1868**)	$K_2Cu[SO_4]_2 \cdot 6 H_2O$	$a:b:c = 0.7490:1:0.5088$ $\beta = 104^\circ 28'^2)$
Synthetisch	$K_2Ni[SO_4]_2 \cdot 6 H_2O$	$a_0 = 8.99$ $b_0 = 12.185$ $c_0 = 6.13$ $a_0:b_0:c_0 = 0.738:1:0.503$ $\beta = 104^\circ 59'$ $Z = 2^3)$
Synthetisch	$(NH_4)_2Ni[SO_4]_2 \cdot 6 H_2O$	$a_0 = 9.18$ $b_0 = 12.46$ $c_0 = 6.24^4)$ $a_0:b_0:c_0 = 0.737:1:0.501$ $\beta = 106^\circ 57'$ $Z = 2$
<b>Boussingaultit</b> (Bechi, 1864)	$(NH_4)_2Mg[SO_4]_2 \cdot 6 H_2O$	$a_0 = 9.30$ $b_0 = 12.60$ $c_0 = 6.21$ $a_0:b_0:c_0 = 0.738:1:0.493$ $\beta = 107^\circ 06'$ $Z = 2^1)^{4a)}$
<b>Mohrit</b> (Garavelli, 1964)	$(NH_4)_2Fe[SO_4]_2 \cdot 6 H_2O$	$a_0 = 9.30$ $b_0 = 12.60$ $c_0 = 6.23$ $a_0:b_0:c_0 = 0.738:1:0.494$ $\beta = 106^\circ 50'$ $Z = 2^1)^{4b)}$
Synthetisch	$(NH_4)_2Mn[SO_4]_2 \cdot 6 H_2O$	$a_0 = 9.29$ $b_0 = 12.66$ $c_0 = 6.21$ $a_0:b_0:c_0 = 0.734:1:0.491$ $\beta = 107^\circ 05'$ $Z = 2^5)$
Synthetisch	$(NH_4)_2Zn[SO_4]_2 \cdot 6 H_2O$	$a_0 = 9.22$ $b_0 = 12.50$ $c_0 = 6.24$ $a_0:b_0:c_0 = 0.738:1:0.499$ $\beta = 106^\circ 52'$ $Z = 2^1)^6)$
Synthetisch	$(NH_4)_2Cd[SO_4]_2 \cdot 6 H_2O$	$a_0 = 9.37$ $b_0 = 12.73$ $c_0 = 6.28$ $a_0:b_0:c_0 = 0.736:1:0.493$ $\beta = 106^\circ 41'$ $Z = 2^1)$
Synthetisch	$Tl_2Mg[SO_4]_2 \cdot 6 H_2O$	$a_0 = 9.24$ $b_0 = 12.44$ $c_0 = 6.20$ $a_0:b_0:c_0 = 0.743:1:0.498$ $\beta = 106^\circ 30'$ $Z = 2^1)$
Synthetisch	$(NH_4)_2Mg[SeO_4]_2 \cdot 6 H_2O$	$a_0 = 9.44$ $b_0 = 12.75$ $c_0 = 6.31$ $a_0:b_0:c_0 = 0.740:1:0.495$ $\beta = 106^\circ 27'$ $Z = 2^1)$

In diesen Verbindungen sind die mittelgroßen Kationen pseudooktaedrisch von 6 H<sub>2</sub>O umgeben, die großen Kationen mehr unregelmäßig von 5 O + 3 H<sub>2</sub>O. Schönit zerfällt bei ca. 200 °C in Langbeinit K<sub>2</sub>Mg<sub>2</sub>[SO<sub>4</sub>]<sub>3</sub> und K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>.<sup>1a)</sup>

\*) Die gleiche Kristallart, jedoch als Kunstprodukt erhalten, wurde von Scacchi 1855 als picromeride bezeichnet.

\*\*) Scacchi 1855: Cianocroma.

<sup>1)</sup> W. Hofmann, Z. Krist. **78**. 1931. 279, an synthet. Kristallen (Struktur, SB. **2**. 93).

<sup>1a)</sup> E. Klose, Naturwiss. **44**. 1957. 350. – W. Franke & K. Kohler, 1962 (Thermischer Abbau).

<sup>2)</sup> A. E. H. Tutton, Z. Krist. **41**. 1906. 328.

<sup>3)</sup> J. E. Weidenborner, I. Tsu & L. E. Godycki, Acta Cryst. **14**. 1961. 63.

<sup>4)</sup> N. W. Grimes, H. F. Kag & M. W. Webb, Acta Cryst. **16**. 1963. 823 (Struktur).

<sup>4a)</sup> T. N. Margulis & D. H. Templeton, Z. Krist. **117**. 1962. 344 (Struktur).

<sup>4b)</sup> C. L. Garavelli, Atti Accad. Lincei **36**. 1964. 524. ( $a_0 = 9.29$ ,  $b_0 = 12.61$ ,  $c_0 = 6.24$ ,  $\beta = 106^\circ 53'$ )

<sup>5)</sup> C. Cipriani, Rend. Soc. Min. Ital. **14**. 1958. 3.

<sup>6)</sup> H. Montgomery & E. C. Lingafelter, Acta Cryst. **17**. 1964. 1295.

#### 14.) Polyhalit-Reihe. Isotypie.

• **Polyhalit** K<sub>2</sub>Ca<sub>2</sub>Mg[SO<sub>4</sub>]<sub>4</sub> · 2 H<sub>2</sub>O  
(Stromeyer, 1818)

Triklin-pinakoidal

$a_0 = 6.96$   $b_0 = 6.97$   $c_0 = 8.97$

$a_0 : b_0 : c_0 = 0.998_5 : 1 : 1.287$

$\alpha = 104^\circ 30'$   $\beta = 101^\circ 30'$   $\gamma = 113^\circ 54'$

$Z = 1^1)$

Pseudorhombisch

$a'_0 = 11.68$   $b'_0 = 16.33$   $c'_0 = 7.60$

$a'_0 : b'_0 : c'_0 = 0.715 : 1 : 0.465$

$\alpha' = 90^\circ 36'$   $\beta' = 90^\circ 06'$   $\gamma' = 91^\circ 54'1)$

**Leightonit** K<sub>2</sub>Ca<sub>2</sub>Cu[SO<sub>4</sub>]<sub>4</sub> · 2 H<sub>2</sub>O  
(Palache, 1938)

Rhombisch-dipyramidal D<sub>2h</sub><sup>23</sup>—Fmmm

$a_0 = 11.67$   $b_0 = 16.52$   $c_0 = 7.49^2)$

$a_0 : b_0 : c_0 = 0.706 : 1 : 0.453$   $Z = 4$

#### Anhang:

• **Görgeyit**<sup>3)</sup> K<sub>2</sub>Ca<sub>5</sub>[SO<sub>4</sub>]<sub>6</sub> · 1,5 H<sub>2</sub>O  
(Mayrhofer, 1953)  
(Micheewit, Nefedow, 1953<sup>3a)</sup>)

Monoklin-prismatisch

$a_0 = 17.1$   $b_0 = 6.71$   $c_0 = 18.2^{3b)}$

$a_0 : b_0 : c_0 = 2.55 : 1 : 2.72$

$\beta = 114^\circ \pm 30'$   $Z = ?^{3c)}$

<sup>1)</sup> O. Braitsch, Beitr. Min. Petr. **8**. 1961. 84.

<sup>2)</sup> P. R. Van Loan, Canad. Min. **7**. 1962. 272.

<sup>3)</sup> H. Mayrhofer, N. Jb. Min. Mh. 1953. 35 (27. 11. 1952). – Analyse W. Zwicker.

<sup>3a)</sup> E. J. Nefedow in V. A. Mokievsky, Mém. Soc. Russe Min. **82**. 1953. 311. – Vgl. M. Fleischer, Am. Min. **40**. 1955. 551 (Identität Görgeyit–Micheewit); H. Meixner, Geologie **4**. 1955. 526.

<sup>3b)</sup> E. J. Nefedow, Geologie **4**. 1955. 526.

<sup>3c)</sup> Mit D = 2.93 (Nefedow): Z = 1.7; mit D = 2.77 (Meixner): Z = 1.6.

15.) Mirabilit-Syngenit-Gruppe. Syngenit und Kocktalt sind isotyp.

<b>Mattencit</b> <sup>1)</sup> (Carobbi & Cipriani, 1952)	$\text{NaH}[\text{SO}_4] \cdot \text{H}_2\text{O}$	—
<b>Lecontit</b> (Taylor, 1858)	$(\text{NH}_4)\text{Na}[\text{SO}_4] \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$	Rhombisch-disphenoid. $D_2^4 - P2_12_12_1$ $a_0 = 8.24 \quad b_0 = 12.88 \quad c_0 = 6.24^2)$ $a_0 : b_0 : c_0 = 0.640 : 1 : 0.484 \quad Z = 4$
• <b>Mirabilit</b> (Haidinger, 1845) (Glaubersalz)	$\text{Na}_2[\text{SO}_4] \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$	Monoklin-prismatisch $C_{2h}^5 - P2_1/c$ $a_0 = 11.48 \quad b_0 = 10.35 \quad c_0 = 12.82^3)$ $a_0 : b_0 : c_0 = 1.109 : 1 : 1.239$ $\beta = 107^\circ 40' \quad Z = 4$
• <b>Syngenit</b> (Zepharovich, 1872)	$\text{K}_2\text{Ca}[\text{SO}_4]_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$	Monoklin-prismatisch $C_{2h}^2 - P2_1/m^{4a)}$ $a_0 = 9.72 \quad b_0 = 7.16 \quad c_0 = 6.21^4)$ $a_0 : b_0 : c_0 = 1.358 : 1 : 0.867$ $\beta = 104^\circ 05'$
<b>Kocktalt</b> (Sekanina, 1948)	$(\text{NH}_4)_2\text{Ca}[\text{SO}_4]_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$	Monoklin $a_0 = 10.17 \quad b_0 = 7.15 \quad c_0 = 6.34^5)$ $a_0 : b_0 : c_0 = 1.423 : 1 : 0.887$ $\beta = 102^\circ 45'$

<sup>1)</sup> G. Carobbi & C. Cipriani, Rend. Acad. Lincei **12**. 1952. 23 (Formel durch Vergleich der Optik und Pulverdiagramme mit synthetischem Material).

<sup>2)</sup> R. J. Faust & F. D. Bloss, Am. Min. **48**. 1963. 180.

<sup>3)</sup> Cocco & Rossetti, Per. Min. **28**. 1959. 231 (hier  $a_0$  und  $c_0$  vertauscht).

<sup>4)</sup> Laszkiewicz, Arch. Min. Soc. Warsaw **12**. 1936. 8.

<sup>4a)</sup> C. Kurylenko, Acta Cryst. **7**. 1954. 630:  $a_0 = 9.55, b_0 = 7.13, c_0 = 5.66$ .

<sup>5)</sup> D. Nêmec, Acta Acad. Sci. Moravo-Siles. **24**. 1952. 195; Erstbeschreibung: J. Sekanina, l. c. **20**. 1948. 1.

16.) Gips-Reihe. Gips ist isotyp mit  $\text{Ca}[\text{SeO}_4] \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$ , Brushit  $\text{CaH}[\text{PO}_4] \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$ , Pharmakolith  $\text{CaH}[\text{AsO}_4] \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$  und Weinschenkit  $\text{Y}[\text{PO}_4] \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$ . Ardealit ist kein Mischkristall, sondern enthält P und S im festen stöchiometrischen Verhältnis 1:1.

• <b>Gips</b> (Theophrastus, 315 v. Chr.)	$\text{Ca}[\text{SO}_4] \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$	Monoklin-prismatisch $C_{2h}^6 - A2/n$ $a_0 = 5.68 \quad b_0 = 15.18 \quad c_0 = 6.29^1)$ $a_0 : b_0 : c_0 = 0.374 : 1 : 0.414$ $\beta = 113^\circ 50' \quad Z = 4$
<b>Ardealit</b> (Schadler, 1931)	$\text{Ca}_2\text{H}[\text{PO}_4\text{SO}_4] \cdot 4 \text{H}_2\text{O}$	Monoklin(-sphenoidisch?) $a_0 = 5.68 \quad b_0 = 14.67 \quad c_0 = 6.29^2)$ $a_0 : b_0 : c_0 = 0.387 : 1 : 0.429$ $\beta = \sim 113^\circ \quad Z = 2$

Anhang:

<b>Bassanit</b> (Zambonini, 1910)	Tief- $\text{Ca}[\text{SO}_4] \cdot \frac{1}{2} \text{H}_2\text{O}$ ( $< 45^\circ \text{C}$ )	Orthorhombisch, pseudohexagonal <sup>3)</sup>
--------------------------------------	--	---

<b><math>\beta</math>-Bassanit</b>	Hoch-Ca[SO <sub>4</sub> ] <sup>1/2</sup> ·H <sub>2</sub> O (>45 °C)	Hexagonal-rhomboedrisch D <sub>3h</sub> <sup>6</sup> —P3 <sub>2</sub> 21 a <sub>0</sub> = 6.84 c <sub>0</sub> = 12.73 <sup>3a)</sup> c <sub>0</sub> /a <sub>0</sub> = 1.861 Z = 6
------------------------------------	--	---

Für Gips wurde die Aufstellung von W. F. de Jong & J. Bouman (1939) angenommen, die aus derjenigen von Descloizeaux und Miller durch die Transformation  $h_{\text{alt}} = \frac{h}{2} + \frac{l}{2}$ ,  $k = k$ ,  $l = l$  entsteht. Diese Zelle ist zwar nicht basiszentriert, sondern flächenzentriert, sie führt aber zu einer morphologisch sympathischen Aufstellung: die Spur der faserigen Spaltbarkeit verläuft parallel der a-Achse, die der splitterigen Spaltbarkeit parallel der c-Achse; die sehr gute Spaltbarkeit bleibt wie üblich parallel der Fläche (010), die langgestreckten Zwillinge (Tirol, Mitteldeutschland) haben als Zwillingsebene (100), die Montmartre-Zwillinge (I01).

Experimentell läßt sich beim Erhitzen von Gips der stufenweise Übergang Gips → Bassanit →  $\gamma$ -CaSO<sub>4</sub> → Anhydrit beobachten (Flörke, 1952).

Der Umwandlungspunkt Gips → Anhydrit in gesättigter Steinsalzlösung liegt bei 18 °C<sup>1a)</sup>, im NaCl-KCl-gesättigten Gebiet bei 13° und bei gleichzeitiger Anwesenheit von MgCl<sub>2</sub> bei 10 °C<sup>1b)</sup>. Natürlicher Bassanit (Calciumsulfat-Hemihydrat) besitzt nadeligen Habitus und ist vom Vesuv<sup>3b)</sup>, aus den USA<sup>3c)</sup> und der UdSSR<sup>3d)</sup> bekannt geworden.

<sup>1)</sup> W. F. de Jong & J. Bouman, Z. Krist. **100**. 1938. 275; auch Dana **2**. 1951. 482 (Aufstellung). — W. A. Wooster, Z. Krist. **94**. 1936. 375 (Struktur, SB. 4. 47).

<sup>1a)</sup> J. D'Ans, D. Bredtschneider, H. Eick & H.-E. Freund, Kali und Steinsalz **9**. 1955. 17.

<sup>1b)</sup> H. Autenrieth, Kali und Steinsalz **2**. 1958. 196.

<sup>2)</sup> F. Halla, Z. Krist. **80**. 1931. 349. — Aufstellung analog Gips.

<sup>3)</sup> Für das synthet. Hemihydrat: O. W. Flörke, N. Jb. Min. **84**. 1952. 189.

<sup>3a)</sup> P. Gallitelli, Per. Min. **4**. 1933. 1. — W. Büssem & P. Gallitelli, Z. Krist. **94**. 1937. 376. — O. W. Flörke, 1952, l. c. — Vgl. Caspari 1936, Berg & Sweschnikowa 1946.

<sup>3b)</sup> F. Zambonini, Mineralogia Vesuviana 1910. 327; Appendix 1912. 47.

<sup>3c)</sup> R. D. Allen & H. Kramer, Am. Min. **38**. 1953. 1266.

<sup>3d)</sup> V. J. Popow & A. L. Worobjew, Mém. Soc. Russe Min. **76**. 1947. 268.

## D.) Wasserhaltige Sulfate mit fremden Anionen

### 1.) Langit-Vernadskyit-Gruppe.

<b>Langit</b>	Cu <sub>4</sub> [(OH) <sub>6</sub>   SO <sub>4</sub> ]·H <sub>2</sub> O	Rhombisch-dipyramidal
(Maskelyne, 1864)		a <sub>0</sub> = 6.02 b <sub>0</sub> = 11.2 c <sub>0</sub> = 7.12 <sup>1)</sup>
		a <sub>0</sub> :b <sub>0</sub> :c <sub>0</sub> = 0.537:1:0.635 Z = 2
<b>Ktenasit</b>	(Cu, Zn) <sub>3</sub> [(OH) <sub>4</sub>   SO <sub>4</sub> ]·2 H <sub>2</sub> O (?)	Monoklin-prismatisch C <sub>2h</sub> <sup>5</sup> — P 2 <sub>1</sub> /c
(Kokkoros, 1950)		a <sub>0</sub> = 11.16 b <sub>0</sub> = 6.11 c <sub>0</sub> = 23.74 <sup>2)</sup>
		a <sub>0</sub> :b <sub>0</sub> :c <sub>0</sub> = 1.826:1:3.885
		$\beta$ = 95° 24'



<b>Kamarezit</b>	$\text{Cu}_3[(\text{OH})_4   \text{SO}_4] \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$	Orthorhombisch (?)
(Busz, 1893)		$a:b:c = ?:1:0.601$
<b>Mooreit</b>	$(\text{Mg}, \text{Zn}, \text{Mn})_8[(\text{OH})_{14}   \text{SO}_4] \cdot 4 \text{H}_2\text{O}$ (?)	Monoklin-prismatisch $\text{C}_{2h}^2 - \text{P}2_1/m$
(Bauer & Berman, 1929)		$a_0 = 11.20 \quad b_0 = 20.29 \quad c_0 = 19.56^3)$
		$a_0:b_0:c_0 = 0.552:1:0.964$
		$\beta = 122^\circ 23' \quad Z = 13$ (?)

Kamarezit besitzt im Achsenverhältnis Ähnlichkeit mit Brochantit (VI. B. 1).

**Torreyit** (Prewitt-Hopkins, 1949) ( $\delta$ -Mooreit),  $(\text{Mg}, \text{Zn}, \text{Mn})_7[(\text{OH})_{12} | \text{SO}_4] \cdot 4 \text{H}_2\text{O}$ , gibt ein von Mooreit verschiedenes Röntgenbild<sup>2)</sup>.

<sup>1)</sup> R. Pierrot & P. Sainfeld, Bull. Soc. Franç. Min. Crist. **31**. 1958. 257.

<sup>2)</sup> P. Kokkoros, Tscherm. Min. Petr. Mitt. **1**. 1950. 342.

<sup>3)</sup> J. Prewitt-Hopkins, Am. Min. **34**. 1949. 589.

## 2.) Butlerit-Amarantit-Gruppe.

<b>Metahohmannit</b>	$\text{Fe}^{+++}[\text{OH}   \text{SO}_4] \cdot 1\frac{1}{2} \text{H}_2\text{O}$	Opt. zweiachsig
(Bandy, 1938)		
<b>Butlerit</b>	$\text{Fe}^{+++}[\text{OH}   \text{SO}_4] \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$	Monoklin-prismatisch $\text{C}_{2h}^2 - \text{P}2_1/m$
(Lausen, 1928)		$a_0 = 6.44 \quad b_0 = 7.31 \quad c_0 = 5.87^1)$
		$a_0:b_0:c_0 = 0.881:1:0.803$
		$\beta = 108^\circ 28'$
<b>Parabutlerit</b>	$\text{Fe}^{+++}[\text{OH}   \text{SO}_4] \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$	Rhombisch-dipyramidal $\text{D}_{2h}^{16} - \text{Pmnb}$
(Bandy, 1938)		$a_0 = 7.38 \quad b_0 = 20.13 \quad c_0 = 7.22^1)$
		$a_0:b_0:c_0 = 0.367:1:0.359 \quad Z = 8$
<b>Amarantit</b>	$\text{Fe}^{+++}[\text{OH}   \text{SO}_4] \cdot 3 \text{H}_2\text{O}$	Triklin-pinakoidal
(Frenzel, 1888)		$a_0 = 8.90 \quad b_0 = 11.56 \quad c_0 = 6.64^1)$
		$a_0:b_0:c_0 = 0.769:1:0.574$
		$\alpha = 95^\circ 33' \quad \beta = 90^\circ 31' \quad \gamma = 97^\circ 25'$
<b>Hohmannit</b>	$\text{Fe}^{+++}[\text{OH}   \text{SO}_4] \cdot 3\frac{1}{2} \text{H}_2\text{O}$	Triklin-pinakoidal
(Frenzel, 1888)		$a_0 = 9.05 \quad b_0 = 10.88 \quad c_0 = 7.17^1)$
		$a_0:b_0:c_0 = 0.832:1:0.659$
		$\alpha = 90^\circ 10\frac{1}{2}' \quad \beta = 91^\circ 10'$
		$\gamma = 101^\circ 13'$
<b>Fibroferrit</b>	$\text{Fe}^{+++}[\text{OH}   \text{SO}_4] \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$	Monoklin
(Rose, 1833)		$a_0 = 7.45 \quad b_0 = 12.10 \quad c_0 = 7.65^2)$
		$a_0:b_0:c_0 = 0.616:1:0.632$
		$\beta = 110^\circ 07'$
<b>Slavikit</b>	$\text{Fe}^{+++}[\text{OH}   \text{SO}_4] \cdot 8 \text{H}_2\text{O}$ (?)	Hexagonal-rhomboedrisch
(Jirkovský & Ulrich, 1926)		$c/a = 1.389$

Hohmannit geht in trockener Luft leicht in Metahohmannit über.

<sup>1)</sup> F. Cesbron, Bull. Soc. Franç. Min. Crist. **37**. 1964. 125.

<sup>2)</sup> J. Toussaint, Ann. Soc. Geol. Belg. **79**B. 1956. 45. - Vgl. F. Cesbron, 1964, l. c.

3.) Aluminit-Cyanotrichit-Gruppe.		
<b>Minasragrit</b> (Schaller, 1915)	$V_2^{***}[(OH)_2   (SO_4)_3] \cdot 15 H_2O$	Monoklin-prismatisch $a:b:c = 0.7196:1:0.6656$ $\beta = 110^\circ 57' 1)$
<b>Aluminit</b> (Haberle, 1807)	$Al_2[(OH)_4   SO_4] \cdot 7 H_2O$	Monoklin (?)
<b>Felsöbanyit</b> (Haidinger, 1825)	$Al_4[(OH)_{10}   SO_4] \cdot 5 H_2O$	Orthorhombisch $a:b:c = 0.675:1:?$
<b>Basaluminit</b> (Bannister & Hollingworth, 1948)	$Al_4[(OH)_{10}   SO_4] \cdot 5 H_2O$	Hexagonal (?) $a_0 = 22.56 \quad c_0 = 18.72$ $c_0/a_0 = 0.830 \quad Z = 24^2)$
<b>Winebergit</b> (Gümbel, 1879)	$Al_4[(OH)_{10}   SO_4] \cdot 7 H_2O$	—
<b>Hydrobasaluminit<sup>2)</sup></b> (Hollingworth & Bannister, 1948)	$Al_4[(OH)_{10}   SO_4] \cdot 36 H_2O$	—
<b>Trudellit</b> (Gordon, 1926)	$Al_{10}[(OH)_4   Cl_4   SO_4]_3 \cdot 30 H_2O$	Hexagonal
<b>Zinkaluminit</b> (Damour, 1881)	$Zn_3Al_3[(OH)_{13}   SO_4] \cdot 2 H_2O$	Hexagonal
<b>Chalkoalumit</b> (Larsen & Vassar, 1925)	$CuAl_4[(OH)_{12}   SO_4] \cdot 3 H_2O$	Triklin (?)
<b>Spangolith</b> (Penfield, 1890)	$Cu_6Al[(OH)_{12}   Cl   SO_4] \cdot 3 H_2O$	Ditrigonal-pyramidal $C_{3v}^3 - P 3c 1$ $a_0 = 8.245 \quad c_0 = 14.34^3)$ $c_0/a_0 = 1.739 \quad Z = 2$
<b>Cyanotrichit</b> (Glocker, 1839)	$Cu_4Al_2[(OH)_{12}   SO_4] \cdot 2 H_2O$	Orthorhombisch
<b>Glaukokerinit</b> (Zn, Cu) <sub>10</sub> Al <sub>4</sub> [(OH) <sub>30</sub>   SO <sub>4</sub> ] · 2 H <sub>2</sub> O (Dittler & Koechlin, 1932)		Orthorhombisch (?) Gerade auslöschende Fasern
<b>Botryogen</b> (Haidinger, 1828)	$MgFe^{***}[OH   (SO_4)_2] \cdot 7 H_2O$	Monoklin-prismatisch $C_{2h}^5 - P 2_1/n$ $a_0 = 10.51 \quad b_0 = 17.85$ $c_0 = 7.14^4)$ $a_0:b_0:c_0 = 0.589:1:0.440$ $\beta = 100^\circ 00' \quad Z = 4$
<b>Copiapit</b> (Fe <sup>++</sup> , Mg)Fe <sub>4</sub> <sup>***</sup> [(OH)   (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> ] <sub>12</sub> · 20 H <sub>2</sub> O (Rose, 1833)		Triklin-pinakoidal $a_0 = 7.34 \quad b_0 = 18.19$ $c_0 = 7.28^5)$ $a_0:b_0:c_0 = 0.404:1:0.400$ $\alpha = 93^\circ 50' \quad \beta = 101^\circ 30'$ $\gamma = 99^\circ 23' \quad Z = 1$

**Guildit**  $\text{Cu}_3\text{Fe}_4^{3+}[(\text{OH})_4 | (\text{SO}_4)_7] \cdot 15 \text{H}_2\text{O}$  Monoklin  
 (Lausen, 1928)  $a:b:c = 1.037:1:1.407$   
 $\beta = 105^\circ 47'$

Felsöbanyit und Basaluminit haben offenbar gleiche Zusammensetzung, geben aber unterschiedliche Pulverdiagramme; durch Erhitzen des letzteren auf  $150^\circ\text{C}$  erhält man wasserfreien „Metabasaluminit“. **Paraaluminit** soll sich nur durch höheren Wassergehalt von Felsöbanyit unterscheiden. **Planoferrit** (Darapsky, 1897),  $\text{Fe}_2[(\text{OH})_4 | \text{SO}_4] \cdot 13 \text{H}_2\text{O}$  (?), ist vielleicht orthorhombisch.

**Carbonat-Cyanotrichit** (Ankinovich & a.l., 1963) ist eine Varietät mit  $\text{CO}_3$  statt  $\text{SO}_4$  im Verhältnis  $\sim 2:1$ <sup>6)</sup>.

Im Copiapit können an Stelle von  $\text{Fe}^{2+}$  auch andere Kationen sein: Ca (**Calcio-Copiapit**, Tusiit<sup>5a)</sup>, Mg (**Magnesio-Copiapit**), Cu (**Cupro-Copiapit**),  $\frac{2}{3} \text{Fe}^{3+}$  (**Ferri-Copiapit**),  $\frac{2}{3} \text{Al}$  (**Alumino-Copiapit**) und wohl noch andere.

<sup>1)</sup> Ch. Palache, Am. Min. **19**. 1934. 197.

<sup>2)</sup> —

<sup>3)</sup> C. Frondel, Am. Min. **34**. 1949. 181.

<sup>4)</sup> J. Zemmann, Fortschr. Min. **39**. 1961. 84 (für Zn-reichen Botryogen vom Rammelsberg mit (Mg, Mn, Fe): Zn = 53:47). — F. Cesbron, Bull. Soc. Franç. Min. Crist. **37**. 1964. 125 (Zn-freier Botryogen von Quetana, Chile).

<sup>5)</sup> Ch. Palache, M. A. Peacock & L. G. Berry, Univ. Toronto Stud. Geol. Ser. **50**. 1946. 9. — Vgl. M. A. Peacock, Am. Min. **23**. 1938. 3.

<sup>5a)</sup> M. A. Kashkai & R. M. Aliev, Trudy Aserbajdschan Geogr. Obshch. 1960. 49.

<sup>6)</sup> E. A. Ankinovich, I. I. Gekht & R. I. Zaitseva, Zapiski Vses. Min. Obshch. **92**. 1963. 458

#### 4.) Kainit-Natrochalcit-Gruppe.

**Kainit**  $\text{KMg}[\text{Cl} | \text{SO}_4] \cdot 2\frac{3}{4} \text{H}_2\text{O}$  Monoklin-prismatisch  $\text{C}_{2h}^3$ —C2/m  
 (Zincken, 1865)  $a_0 = 19.76$   $b_0 = 16.26$   $c_0 = 9.57$   
 $a_0:b_0:c_0 = 1.216:1:0.588$   
 $\beta = 94^\circ 56'$   $Z = 16^1$ )

**Natrochalcit**  $\text{NaCu}_2[\text{OH} | (\text{SO}_4)_2] \cdot \text{H}_2\text{O}$  Monoklin-prismatisch  $\text{C}_{2h}^3$ —C2/m  
 (Palache & Warren, 1908)  $a_0 = 8.76$   $b_0 = 6.16$   $c_0 = 6.54^2$ )  
 $a_0:b_0:c_0 = 1.422:1:1.062$   
 $\beta = 118^\circ 42\frac{1}{2}'$   $Z = 2$

**Devillin**  $\text{CaCu}_4[(\text{OH})_3 | \text{SO}_4]_2 \cdot 3 \text{H}_2\text{O}$  Monoklin-prismatisch  
 (Pisani, 1864)  $a_0 = 22.38$   $b_0 = 6.09$   $c_0 = 20.88^3$ )  
 $a_0:b_0:c_0 = 3.675:1:3.429$   
 $\beta = 102^\circ 30'$

**Serpierit**  $\text{Ca}(\text{Cu,Zn})_4[(\text{OH})_3 | \text{SO}_4]_2 \cdot 3 \text{H}_2\text{O}$  Orthorhombisch  
 (Des Cloizeaux, 1881)  $a:b:c = 0.8586:1:1.3637$

**Tatarskit** (Lobanova, 1963)  $\text{Ca}_3\text{Mg}[\text{Cl}_2 | (\text{OH})_2 | \text{CO}_3 | \text{SO}_4] \cdot 3.5 \text{H}_2\text{O}$  ist orthorhombisch<sup>3)</sup>.

<sup>1)</sup> H. Linstedt, Naturwiss. **38**. 1951. 476. — Vgl. auch R. C. Evans in Dana **2**. 1951. 594. — R. Kühn & K. H. Ritter, Kali u. Steinsalz **2**. 1958. 238: 11  $\text{H}_2\text{O}$  pro 4  $\text{KMg}(\text{Cl} | \text{SO}_4)$ .

<sup>2)</sup> W. E. Richmond in Ch. Palache, Am. J. Sci. **237**. 1939. 451.

<sup>3)</sup> G. Wappler, priv. Mitt. 1964.

<sup>4)</sup> V. V. Lobanova, Zapiski Vses. Obshch. **92**. 1963. 697.

## 5.) Fleischerit-Arzzrunit-Gruppe.

<b>Fleischerit</b> (Frondel & Strunz, 1960)	$\text{Pb}_3\text{Ge}^{2+}[(\text{OH})_4   (\text{SO}_4)_2] \cdot 4 \text{H}_2\text{O}$	Hexagonal $D_{6h}^4$ — $P6_3/mmc$ $a_0 = 8.89$ $c_0 = 10.86$ $c_0/a_0 = 1.222$ $Z = 2^1$
<b>Arzzrunit</b> (Dannenberg, 1887)	$\text{Pb}_2\text{Cu}_4[\text{O}_2   \text{Cl}_6   \text{SO}_4] \cdot 4 \text{H}_2\text{O}$	Orthorhombisch $a:b:c = 0.5773:1:0.4163$

<sup>1)</sup> C. Frondel & H. Strunz, N. Jb. Min. Mh. 1960. 132.

## 6.) Ettringit-Metavoltin-Gruppe.

<b>Ettringit</b> (Lehmann, 1874)	$\text{Ca}_6\text{Al}_2[(\text{OH})_4   \text{SO}_4]_3 \cdot 24 \text{H}_2\text{O}$	Dihexagonal-dipyramidal $D_{6h}^4$ — $P6_3/mmc$ $a_0 = 11.26$ $c_0 = 21.49^1$ $c_0/a_0 = 1.910$ $Z = 2$
<b>Sideronatriit</b> (Raimondi, 1878)	$\text{Na}_2\text{Fe}^{+++}[\text{OH}   (\text{SO}_4)_2] \cdot 3 \text{H}_2\text{O}$	Rhombisch-dipyramidal $D_{2h}^{16}$ — $Pbnm$ $a_0 = 7.27$ $b_0 = 20.50$ $c_0 = 7.15^2$ $a_0:b_0:c_0 = 0.354:1:0.348$ $Z = 4$
<b>Metasideronatriit</b> (Bandy, 1938)	$\text{Na}_2\text{Fe}^{+++}[\text{OH}   (\text{SO}_4)_2] \cdot 1\frac{1}{2} \text{H}_2\text{O}$	Rhombisch-dipyramidal $a:b:c = 0.4571:1:0.1187$
<b>Metavoltin</b> (Blaas, 1883)	$\alpha\text{-K}_5\text{Fe}_3^{+++}[\text{OH}   (\text{SO}_4)_3]_2 \cdot 8 \text{H}_2\text{O}$	Hexagonal-dipyramidal $a_0 = 19.47$ $c_0 = 18.64$ $c_0/a_0 = 0.957$ $Z = 8^3$
„ $\beta$ -Metavoltin“ (Kunstprodukt)	$\beta\text{-K}_5\text{Fe}_3^{+++}[\text{OH}   (\text{SO}_4)_3]_2 \cdot 8 \text{H}_2\text{O}$	Monoklin-pseudohexagonal $a_0 \sim c_0 \sim 9.4$ $b_0 = 18.69^4$ $a_0:b_0:c_0 \sim 0.503:1:0.503$ $\beta = 120^\circ$
<b>Ungemachit</b> (Peacock & Bandy, 1936)	$\text{K}_3\text{Na}_9\text{Fe}^{+++}[\text{OH}   (\text{SO}_4)_2]_3 \cdot 9 \text{H}_2\text{O}$	Trigonal-rhomboedrisch $C_{3i}^2$ — $R\bar{3}$ $a_0 = 10.86$ $c_0 = 24.87^5$ $c_0/a_0 = 2.290$ $a_{rh} = 10.39$ $\alpha = 62^\circ 59\frac{1}{2}'$ $Z = 1$
<b>Klinoungemachit</b> (Peacock & Bandy, 1936)	$\text{K}_3\text{Na}_9\text{Fe}^{+++}[\text{OH}   (\text{SO}_4)_2]_3 \cdot 9 \text{H}_2\text{O}$	Monoklin-prismatisch pseudorhomboedrisch $a:b:c = 1.6327:1:1.7308$ $\beta = 110^\circ 40'$

Beim Erhitzen von Ettringit erhält man eine orientierte Pseudomorphose mit  $a_0 = 8.47$ ,  $c_0 = 10.2$  und gleicher Raumgruppe.

Im Ettringit, der als Zementmineral große Bedeutung besitzt, kann möglicherweise  $\text{SO}_4$  z. T. durch  $\text{SiO}_4$  ersetzt werden; eine gewisse Verwandtschaft scheint zu Thaumasit vorzuliegen<sup>1a)</sup>.

<sup>1)</sup> F. A. Bannister, Min. Mag. **24**. 1936. 324. — Vgl. C. S. Hurlbut & J. L. Baum, Am. Min. **45**. 1960. 1137 ( $a_0 = 22.28$ ,  $c_0 = 21.29$ , Formel!). — L. G. Berry, Am. Min. **48**. 1963. 939.

<sup>1a)</sup> D. McConnell & J. Murdoch, Min. Mag. **33**. 1962. 59.

<sup>2)</sup> F. Cesbron, Bull. Soc. Franç. Min. Crist. **87**. 1964. 125.

<sup>3)</sup> B. Goßner & M. Arm, Z. Krist. **72**. 1929. 205 (für synthet. Kristalle). — Morphol. a/c = 0.9468 (Gordon. 1940). — R. v. Tassel, Med. Konink. Belg. Natuurw. **37**. 1961 ( $a_0 = 9.60$ ,  $c_0 = 18.32$ , von Sierra Gorda).

<sup>4)</sup> B. Goßner, Zbl. Min. 1936. 262.

<sup>5)</sup> M. A. Peacock & M. C. Bandy, Am. Min. **23**. 1938. 314. — Formel nach C. Frondel in Dana **2**. 1951. 596.

### Familie der Uranyl-Sulfate

#### 7a) Uranopilit-Reihe. Homöotypie (?).

**Uranopilit**  $\left\{ \begin{array}{l} [6 \text{UO}_2 | 5(\text{OH})_2 | 1 \text{SO}_4] \cdot 12 \text{H}_2\text{O} \\ (\text{Weisbach}, \left\{ \begin{array}{l} 1 \text{H}_2\text{O} \\ 1882) \end{array} \right. \end{array} \right\} \left. \begin{array}{l} \text{Monoklin} \\ a_0 = \text{---} \quad b_0 = \text{---} \quad c_0 = 8.91^1) \end{array} \right\}$   
(Uranocker)

**Zippeit**  $\left\{ \begin{array}{l} [6 \text{UO}_2 | 3(\text{OH})_2 | 3 \text{SO}_4] \cdot 12 \text{H}_2\text{O} \\ (\text{Haidinger}, \left\{ \begin{array}{l} 3 \text{H}_2\text{O} \\ 1845) \end{array} \right. \end{array} \right\} \left. \begin{array}{l} \text{Orthorhombisch} \\ a_0 = 17.34 \quad (8.67) \\ b_0 = 7.14 \quad (14.28) \\ c_0 = 4.43^2) \quad (8.86) \end{array} \right\}$   
(Uranblüte)

Synthetisch  $\left\{ \begin{array}{l} [6 \text{UO}_2 | 2(\text{OH})_2 | 4 \text{SO}_4] \cdot 12 \text{H}_2\text{O} \\ 4 \text{H}_2\text{O} \end{array} \right\} \left. \begin{array}{l} \text{Monoklin-prismatisch} \\ C_{2h}^3 - C2/m \\ a_0 = 8.81 \quad b_0 = 14.13 \\ c_0 = 8.85^3) \\ a_0 : b_0 : c_0 = 0.623 : 1 : 0.626 \\ \beta = 104^\circ 15' \quad Z = 1 \end{array} \right\}$

Synthetisch  $\left\{ \begin{array}{l} [6 \text{UO}_2 | \text{---} | 6 \text{SO}_4] \cdot 12 \text{H}_2\text{O} \\ 6 \text{H}_2\text{O} \end{array} \right\} \left. \begin{array}{l} \text{Rhombisch-dipyramidal} \\ D_{2h}^{16} - \text{Pbnm} \\ a_0 = 12.58 \quad b_0 = 6.73 \\ c_0 = 17.00^3) \\ Z = 4/3 \end{array} \right\}$

#### 7b) Johannit

**Johannit**  $\text{Cu}[\text{UO}_2 | \text{OH} | \text{SO}_4]_2 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$   $\left. \begin{array}{l} \text{Triklin-pinakoidal } C_1^1 - \text{PI} \\ a_0 = 8.92 \quad b_0 = 9.59 \\ c_0 = 6.84^4) \\ a_0 : b_0 : c_0 = 0.930 : 1 : 0.713 \\ \alpha = 110^\circ 30' \quad \beta = 111^\circ 59' \\ \gamma = 100^\circ 18' \quad Z = 1 \end{array} \right\}$   
(Haidinger, 1830)  
(Uranvitriol)

Uranopilit bildet seidenglänzende, zu Knäueln verfilzte Fasern von grünlich-gelber bis goldgelber Farbe, Zippeit blaß- bis orangegelbe haarförmige Fasern und erdige Krusten, Johannit grüne prismatisch spaltende Kriställchen in nierigen Aggregaten. **Meta-Uranopilit**<sup>5)</sup> ( $\beta$ -Uranopilit, Novaček, 1935) soll pro Formeleinheit nur 10 H<sub>2</sub>O enthalten. **Cupro-Zippeit** (Boldyrev, 1935) soll 5% CuO enthalten.

**Peligotit** (Melkow, 1942) ist wahrscheinlich identisch mit Johannit<sup>4a)</sup>.

<sup>1)</sup> R. J. Traill, Am. Min. **37**. 1952. 394, für Uranopilit von Goldfields, Saskatchewan,  $c_0$  = Faserachse.

<sup>2)</sup> Thompson (1954) aus Pulveraufnahmen; würde man  $a_0$  halbieren,  $b_0$  und  $c_0$  verdoppeln, so erzielte man gute Übereinstimmung mit der synthetischen Substanz von Traill (1952).

<sup>3)</sup> R. J. Traill, 1952 l. c.

<sup>4)</sup> C. S. Hurlbut, Am. Min. **35**. 1950. 531, für Johannit von Joachimsthal. — Orientierung nach J. D. H. Donnay, Am. Min. **40**. 1955. 1131. — Vgl. D. E. Appleman, Am. Min. Soc. Progr. 1957. 26.

<sup>4a)</sup> Nach M. Fleischer, Am. Min. **40**. 1955. 369.

<sup>5)</sup> C. Frondel, Am. Min. **37**. 1952. 950.

## E.) Tellurate und Chromate

### 1.) Gruppe der Tellurate.

<b>Ferrotellurit</b>	Fe[TeO <sub>4</sub> ] (?)	Kristallsymmetrie?
	(Genth, 1877)	
<b>Magnolit</b>	Hg <sub>2</sub> [TeO <sub>4</sub> ] (?)	Kristallsymmetrie?
	(Genth, 1877)	
<b>Montanit</b>	[(BiO) <sub>2</sub>  TeO <sub>4</sub> ] · 2H <sub>2</sub> O	Monoklin, faserig
	(Genth, 1868)	

### 2.) Tarapacait-Krokoit-Gruppe.

<b>Tarapacait</b>	K <sub>2</sub> [CrO <sub>4</sub> ]	Rhombisch-dipyramidal D <sub>2h</sub> <sup>16</sup> — Pmcn
	(Raimondi, 1878)	$a_0 = 5.93$ $b_0 = 10.42$ $c_0 = 7.63^1)$
		$a_0:b_0:c_0 = 0.569:1:0.732$ $Z = 4$
<b>Chromatit</b>	Ca[CrO <sub>4</sub> ]	Ditetragonal-dipyramidal D <sub>4h</sub> <sup>19</sup> — I4 <sub>1</sub> /amd
	(Eckhardt & Heimbach, 1963)	$a_0 = 7.26$ $c_0 = 6.26$ $c_0/a_0 = 0.862$ $Z = 4^2)$
Synthetisch	Sr[CrO <sub>4</sub> ]	Monoklin-prismatisch C <sub>2h</sub> <sup>15</sup> — P2 <sub>1</sub> /n
		$a_0 = 7.08$ $b_0 = 7.39$ $c_0 = 6.77^3)$
		$a_0:b_0:c_0 = 0.958:1:0.916$
		$\beta = 103^\circ 25'$ $Z = 4$
<b>Krokoit</b>	Pb[CrO <sub>4</sub> ]	Monoklin-prismatisch C <sub>2h</sub> <sup>5</sup> — P2 <sub>1</sub> /n
	(Beudant, 1832)	$a_0 = 7.11$ $b_0 = 7.41$ $c_0 = 6.81^4)$
	(Rotbleierz)	$a_0:b_0:c_0 = 0.960:1:0.919$
		$\beta = 102^\circ 33'$ $Z = 4$

Tarapacait ist isotyp mit Mascagnit  $(\text{NH}_4)_2[\text{SO}_4]$ , Krokoit mit  $\text{Pb}[\text{SeO}_4]$ ,  $\text{Sr}[\text{CrO}_4]$ ,  $\text{Sr}[\text{SeO}_4]$ <sup>2)</sup> und (nach Clouse, 1930) vielleicht mit Monazit  $\text{CePO}_4$ ; eine instabile orthorhombische Modifikation von  $\text{PbCrO}_4$  ist isotyp mit Schwerapat.

<sup>1)</sup> W. H. Zachariassen & G. E. Ziegler, Z. Krist. **80**. 1931. 164, an künstl. Kristallen (Struktur, SB. 2. 446).

<sup>2)</sup> F. J. Eckhardt & W. Heimbach, Naturwiss. **50**. 1963. 612.

<sup>3)</sup> C. W. F. T. Pistorius & M. C. Pistorius, Z. Krist. **117**. 1962. 259.

<sup>4)</sup> R. Brill, Z. Krist. **77**. 1931. 506. – Vgl. S. v. Gliszczynski, Z. Krist. **101**. 1939. 1. – S. Blazer Brody, J. Chem. Phys. **10**. 1942. 650. – Pistorius & Pistorius, 1962, l. c. (Zellimens. und therm. Expansion). – S. Quareni & R. De Pieri, Rend. Soc. Min. Ital. **20**. 1964. 235 (Struktur).

### 3.) Phoenikochroit-Vauquelinit-Gruppe.

**Phoenikochroit**  $\text{Pb}_3[\text{O}(\text{CrO}_4)_2]$  Orthorhombisch

(Glocker, 1839)

**Vauquelinit**  $\text{Pb}_2\text{Cu}[\text{OH}|\text{CrO}_4|\text{PO}_4]$  Monoklin-prismatisch  $\text{C}_{2h}^5$  —  $\text{P}2_1/\text{n}$

(Berzelius, 1818)

$$a_0 = 13.68 \quad b_0 = 5.83 \quad c_0 = 9.53^1)$$

$$a_0 : b_0 : c_0 = 2.346_5 : 1 : 1.637$$

$$\beta = 93^\circ 58' \quad Z = 4$$

**Fornacit**  $\text{Pb}_2\text{Cu}[\text{OH}|\text{CrO}_4|\text{AsO}_4]$  Monoklin-prismatisch  $\text{C}_{2h}^5$  —  $\text{P}2_1/\text{c}$

(Lacroix, 1915)

$$a_0 = 7.91 \quad b_0 = 5.91 \quad c_0 = 17.46^2)$$

$$a_0 : b_0 : c_0 = 1.338 : 1 : 2.954$$

$$\beta = 109^\circ 30' \quad Z = 4$$

**Bellit**  $(\text{Pb}, \text{Ag})_5[\text{Cl}(\text{CrO}_4, \text{AsO}_4, \text{SiO}_4)_3]$  Hexagonal

(Petterd, 1905)

$$a_0 = 10.13_5 \quad c_0 = 7.39^3)$$

$$c_0/a_0 = 0.729 \quad Z = 2$$

Anhang:

**Iranit**  $\text{Pb}[\text{CrO}_4] \cdot \text{H}_2\text{O}$  Triklin

(Bariand & Herpin, 1963)

$$a_0 = 10.02 \quad b_0 = 9.54 \quad c_0 = 9.89^4)$$

$$a_0 : b_0 : c_0 = 1.050 : 1 : 1.037$$

$$\alpha = 104^\circ 30' \quad \beta = 66^\circ \quad \gamma = 108^\circ 30'$$

Zwischen Vauquelinit und Fornacit bestehen Verwandtschaftsbeziehungen der Gitterdimensionen ( $[101] \text{V} = 17.3 \text{ \AA}^2$ ).

Bellit ist isotyp mit Apatit; synthetisch ist  $\text{Ca}_5[\text{OH}(\text{CrO}_4)_3]$  mit  $a_0 = 9.67$ ,  $c_0 = 7.01$  bekannt<sup>3a)</sup>.

<sup>1)</sup> L. G. Berry, Am. Min. **34**. 1949. 275.

<sup>2)</sup> P. Bariand & P. Herpin, Bull. Soc. Franç. Min. Crist. **85**. 1962. 309.

<sup>3)</sup> H. Strunz, Naturwiss. **45**. 1958. 127.

<sup>3a)</sup> W. Johnson, Min. Mag. **32**. 1960. 408.

<sup>4)</sup> P. Bariand & P. Herpin, Bull. Soc. Franç. Min. Crist. **86**. 1963. 133.

## 4.) Lopezit.

<b>Lopezit</b> (Bandy, 1937)	$K_2[Cr_2O_7]$	Triklin-pinakoidal $a_0 = 7.52$ $b_0 = 13.43$ $c_0 = 7.39^1)$ $a_0:b_0:c_0 = 0.560:1:0.550$ $\alpha = 98^\circ 00'$ $\beta = 90^\circ 51'$ $\gamma = 96^\circ 13'$ $Z = 4$
---------------------------------	----------------	---

<sup>1)</sup> B. Goßner & F. Mußnug, Z. Krist. **72**. 1930. 476 (für künstliche Kristalle). – U. Klement & G.-M. Schwab, Z. Krist. **114**. 1960. 170 (monokline Modifikationen, Isotypie mit  $Rb_2[Cr_2O_7]$ ).

## F.) Molybdate und Wolframate

1.) Scheelit-Reihe. Tetragonal-dipyramidal,  $C_{4h}^{6i} - I4_1/a$ . Isotypie.

<b>Powellit</b> (Melville, 1891)	$Ca[MoO_4]$	$a_0 = 5.24$ $c_0 = 11.46$ $c_0/a_0 = 2.187$ $Z = 4^1)$ $c/a = 1.5457$
<b>Scheelit</b> (Leonhard, 1821)	$Ca[WO_4]$	$a_0 = 5.25$ $c_0 = 11.40$ $c_0/a_0 = 2.171$ $Z = 4^2)$ $c/a = 1.5268$
<b>Stolzit</b> (Haidinger, 1845)	$\beta\text{-Pb}[WO_4]$	$a_0 = 5.45$ $c_0 = 12.03$ $c_0/a_0 = 2.207$ $Z = 4^3)$ $c/a = 1.5606$

## Anhang:

<b>Wulfenit</b> (Haidinger, 1845) (Gelbbleierz)	$Pb[MoO_4]$	Tetragonal-pyramidal $a_0 = 5.42$ $c_0 = 12.10$ $c_0/a_0 = 2.233$ $Z = 4^4)$ $c/a = 1.5777$
---	-------------	---

Mischkristalle Powellit-Scheelit können als **Wolfram-Powellit (Tungsto-Powellit)**<sup>5)</sup> und **Molybdo-Scheelit** (Seyrigit, Lacroix, 1940) bezeichnet werden; einen Versuch, das Mischungsverhältnis aus den d-Werten abzuleiten, machte Vermaas<sup>6)</sup>.

Wulfenit entspricht gittermäßig dem Scheelit, morphologisch zeigt er nur tetragonal-pyramidale Symmetrie<sup>4a)</sup>. **Chillagit** (Ullmann, 1913),  $Pb[(Mo, W)O_4]$ , ist wohl ein Zwischenglied zwischen Wulfenit und Stolzit. **Eosit** (Schrauf, 1871), ein V-haltiger Wulfenit, enthält wahrscheinlich  $VO_4$  z. T. für  $MoO_4$ .

<sup>1)</sup> L. Vegard, Phil. Mag. **1**. 1926. 1151 (Struktur). – Vgl. A. Maucher, Z. angew. Min. **1**. 1938. 103.

<sup>2)</sup> L. Vegard 1926, l. c. (Struktur, SB. **1**. 347). – Vgl. T. F. W. Barth, Norsk. Geol. Tidsskr. **9**. 1926. 24. – L. G. Sillén & A. L. Nylander, Ark. Kemi **17 A**. 1943.

<sup>3)</sup> L. Vegard & A. Refsum, Skr. Norsk. Ak. Oslo, Mat.-Nat. Kl. 1927, Nr. 2.

<sup>4)</sup> L. Vegard, Phil. Mag. **1**. 1926. 1151; L. Vegard & A. Refsum, Skr. Norsk. Ak. Oslo, Mat.-Nat. Kl. 1927, Nr. 2 (Struktur). – Vgl. L. G. Sillén & A. L. Nylander, Ark. Kemi **17 A**. 1943. Nr. 4.

<sup>4a)</sup> Vgl. C. S. Hurlbut, Am. Min. **40**. 1955. 857. – W. Kleber, Wiss. Z. Humboldt-Univ. Berlin **5**. 1955/56. 1.

<sup>5)</sup> O. Ödman 1950, mit  $10-14\% WO_3$ .

<sup>6)</sup> F. H. S. Vermaas, Am. Min. **37**. 1952. 719.



2.) Lindgrenit-Ferrimolybdit-Gruppe (mit fremden Anionen bzw. H<sub>2</sub>O).

<b>Lindgrenit</b>	$\text{Cu}_3[\text{OH} \text{MoO}_4]_2$	Monoklin-prismatisch $C_{2h}^5 - P2_1/n$
(Palache, 1935)		$a_0 = 5.61 \quad b_0 = 14.03 \quad c_0 = 5.40^1)$
		$a_0:b_0:c_0 = 0.400:1:0.385$
		$\beta = 98^\circ 23' \quad Z = 2$
<b>Ferrimolybdit</b>	$\text{Fe}_2^{3+}[\text{MoO}_4]_3 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$	Orthorhombisch <sup>2)</sup>
(Pilipenko, 1914) (Molybdit z. T.)		
<b>Ferritungstit</b>	$\text{Ca}_2\text{Fe}_2^{2+}\text{Fe}_2^{3+}[\text{WO}_4]_7 \cdot 9 \text{H}_2\text{O}$	Tetragonal
(Schaller, 1911)		$a_0 = 10.28 \quad c_0 = 7.28^{2a})$
		$c_0/a_0 = 0.708 \quad Z = 1$
<b>Umohoit</b>	$[\text{UO}_2 \text{MoO}_4] \cdot ?4 \text{H}_2\text{O}$	Orthorhombisch $D_{2h}^5 - \text{Pbmm} (C_{2v}^2, C_{2v}^4?)$
(Brophy & Kerr, 1953)		$a_0 = 6.32 \quad b_0 = 7.48 \quad c_0 = 12.4^3)$

**Iriginit<sup>4)</sup>** („Priguinit“),  $\text{H}_2[\text{UO}_2|\text{MoO}_4]_2 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$ , gelb, monoklin,  $a_0 = 8.58$ ,  $b_0 = 12.78$ ,  $c_0 = 7.48$ ,  $\beta = 107^\circ 40'^{4a)}$ , **Moluranit<sup>4)</sup>**,  $\text{H}_6[(\text{UO}_2)_3|\text{MoO}_4]_5 \cdot 9 \text{H}_2\text{O}$ , schwarz, **Mourit** (Kopchenova & al., 1962),  $(\text{UO}_2 + \text{UO}_3) \cdot 5.5 \text{MoO}_3 \cdot 5.3 \text{H}_2\text{O}$ , tiefviolett<sup>4b)</sup> sowie **Calcurmolit** (Povarennych, 1962)  $\text{Ca}[(\text{UO}_2)_3|\text{OH}]_2[\text{MoO}_4]_3 \cdot 11 \text{H}_2\text{O}$ , gelb<sup>4c)</sup>, sind nicht näher bekannt. **Cousinit** (Vaes, 1958),  $\text{MgU}_2^{4+}[(\text{OH})_6|\text{MoO}_4]_2 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}^5)$ .

Zersetzungsprodukte von Wolframerzen, deren Selbständigkeit nicht gesichert ist: **Cuprotungstit** (Adam, 1869),  $\text{Cu}_2[(\text{OH})_2|\text{WO}_4]$ ; **Anthoinit** (Varlamoff, 1947),  $\text{Al}[\text{OH}|\text{WO}_4] \cdot \text{H}_2\text{O}$ , kristallisiert wahrscheinlich triklin-pseudomonoklin mit  $a_0 = 9.33$ ,  $b_0 = 8.17$ ,  $c_0 = 13.68$ ,  $\beta = 95^\circ 40'^6)$ .

**Farallonit<sup>7)</sup>**,  $2 \text{MgO} \cdot \text{W}_2\text{O}_5 \cdot \text{SiO}_2 \cdot n \text{H}_2\text{O}$ . — **Betpakdalit** (Ermilova & Senderova, 1961), wahrscheinlich monoklin, ist etwa  $\text{CaFe}_2^{3+}\text{H}_8[(\text{MoO}_4)_5|\text{AsO}_4]_2 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$ .

Thorotungstit, ein Zersetzungsprodukt des Scheelits, soll Beziehungen zu Wolframocker aufweisen, und wurde statt hier in Gruppe IV. E. untergebracht.

<sup>1)</sup> W. H. Barnes 1947, Am. Min. **34**. 1949. 163. — L. D. Calvert & W. H. Barnes, Canad. Min. **6**. 1957. 31 (Struktur).

<sup>2)</sup> H. G. Golding, P. Bayliss & N. Trueman, Am. Min. **45**. 1960. 1111. (d-Werte, Dehydration). — P. F. Kerr, A. W. Thomas & A. M. Langer, Am. Min. **48**. 1963. 14 (DTA, Infrarot, d-Werte, Synthesen).

<sup>2a)</sup> D. H. Richter, L. E. Reichen & D. M. Lemmon, Am. Min. **42**. 1957. 83. — R. Van Tassel, Bull. Soc. belge Geol. **70**. 1961. 376 (kubisch!)

<sup>3)</sup> S. R. Kamhi, Am. Min. **44**. 1959. 920 (auch  $c_0 = 14.5 - 17.0$ ). — Vgl. P.-K. Hamilton & P. F. Kerr, Am. Min. **44**. 1959. 1248. — L. I. Anikina & Y. S. Makarov, Doklady Akad. Wiss. USSR **137**. 1961. 942 ( $P2_1/c$ ,  $a_0 = 6.32$ ,  $b_0 = 7.50$ ,  $c_0 = 57.8$ ,  $\beta = 94^\circ$ ).

<sup>4)</sup> Ausstellung der USSR-Delegation in Genf 1955 (Ref. Am. Min. **41**. 1956. 816).

<sup>4a)</sup> Y. V. Kazitsyn, Ref. Chem. Abstr. **55**. 1961. 20798. — Vgl. D. A. Stephenson, Am. Min. **49**. 1964. 408.

<sup>4b)</sup> E. V. Kopchenova, K. V. Skvartsova & N. I. Silantjeva, Zapiski Vses. Min. Obshch. **91**. 1962. 67.

<sup>4c)</sup> L. S. Rudnitskaya, 2. Internat. Atomenergie-Conf. Genf. 1958. — O. V. Federov, Zapiski Vses. Min. Obshch. **92**. 1963. 464.

<sup>5)</sup> J. F. Vaes, Geologie en Mynbouw, Leiden, **20**. 1958. 449.

<sup>6)</sup> F. Niggli & E. Jäger, N. Jb. Min. Abh. **91**. 1957. 35 (aus Pulveraufnahmen).

<sup>7)</sup> N. N. Kuchanowski 1953, das Pulverdiagramm soll dem von Diopsid gleichen.

## VII.

# Klasse der Phosphate, Arsenate, Vanadate

### Übersicht:

#### A.) Wasserfrei, ohne fremde Anionen

##### Kleine Kationen (u. a.)

- 1.) Berlinit-Beryllonit-Gruppe  $\text{Al}[\text{PO}_4]$ ,  $\text{NaBe}[\text{PO}_4]$ .

##### Mittelgroße Kationen

- 2.) Triphylin-Reihe  $\text{LiFe}^{++}[\text{PO}_4]$ .  
 3.) Graftonit-Reihe  $(\text{Fe}^{++}, \text{Mn}, \text{Ca})_3[\text{PO}_4]_2$ ,  
 $(\text{Mn}, \text{Ca}, \text{Pb}, \text{Mg})_3[\text{AsO}_4]_2$ .

##### Große Kationen (u. a.)

- 4.) Hagendorfit-Reihe  $(\text{Na}, \text{Ca})(\text{Fe}, \text{Mn})_2[\text{PO}_4]_2$ .  
 5.) Arrojadit-Reihe  $\text{Na}_2(\text{Fe}^{++}, \text{Mn}^{++})_5[\text{PO}_4]_4$ .  
 6.) Berzeliit-Reihe  $(\text{Ca}, \text{Na})_3(\text{Mg}, \text{Mn})_2[\text{AsO}_4]_3$ .  
 7.) Stranskiit-Xanthiosit-Gruppe  $\text{CuZn}_2[\text{AsO}_4]_2$ .  
 8.) Monetit-Schultenit-Gruppe  $\text{CaH}[\text{PO}_4]$ ,  $\text{PbH}[\text{AsO}_4]$ .  
 9.) Xenotim-Reihe  $\text{Y}[\text{PO}_4]$ .  
 10.) Monazit-Reihe  $\text{Ce}[\text{PO}_4]$ .  
 11.) Rhabdophan-Reihe  $\text{Ce}[\text{PO}_4] \cdot 0-0.5 \text{H}_2\text{O}$ .  
 12.) Pucherit-Gruppe  $\text{Bi}[\text{VO}_4]$ .

Die Anordnung entspricht im allgemeinen der zunehmenden Größe der Kationen-Radien.

#### B.) Wasserfrei, mit fremden Anionen

##### Kleine Kationen (u. a.)

- 1.) Herderit-Väyrynenit-Gruppe  $\text{CaBe}[(\text{F}, \text{OH}) | \text{PO}_4]$ ,  
 $\text{MnBe}[(\text{OH}, \text{F}) | \text{PO}_4]$ .

##### Mittelgroße Kationen

- 2.) Amblygonit-Reihe  $\text{LiAl}[\text{F} | \text{PO}_4]$ .  
 3a) Triplit-Reihe  $(\text{Mn}, \text{Fe}^{++})_2[\text{F} | \text{PO}_4]$ ;  
 3b) Triploidit-Reihe  $(\text{Mn}, \text{Fe}^{++})_2[\text{OH} | \text{PO}_4]$ .

- 4.) Adamin-Paradamin-Gruppe  $\text{Cu}_2[\text{OH} | \text{AsO}_4]$ .  
 5.) Lazulith-Reihe  $(\text{Mg}, \text{Fe}^{**})\text{Al}_2[\text{OH} | \text{PO}_4]_2$ .  
 6a) Dufrenit-Reihe  $\text{Fe}_3^{**}\text{Fe}_6^{***}[(\text{OH})_3 | \text{PO}_4]_4$ ;  
 6b) Rockbridgeit-Reihe  $(\text{Fe}^{**}, \text{Mn})\text{Fe}_4^{***}[(\text{OH})_5 | (\text{PO}_4)_3]$ .  
 7.) Pseudomalachit-Arsenoklasit-Gruppe  $\text{Cu}_5[(\text{OH})_2 | \text{PO}_4]_2, \text{Mn}_5[(\text{OH})_2 | \text{AsO}_4]_2$ .  
 8.) Augelith-Cornetit-Klinoklas-Gruppe  $\text{Al}_2[(\text{OH})_3 | \text{PO}_4], \text{Cu}_3[(\text{OH})_3 | \text{PO}_4]$ .  
 9.) Flinkit-Synadelphit-Gruppe  $\text{Mn}_2^{**}\text{Mn}^{***}[(\text{OH})_4 | \text{AsO}_4]$ ,  
 $\text{Mn}_4[(\text{OH})_5 | \text{AsO}_4]$ .

## Große Kationen (u. a.)

- 10a) Tilasit-Reihe  $\text{CaMg}[\text{F} | \text{AsO}_4]$ ;  
 10b) Descloizit-Reihe  $\text{Pb}(\text{Zn}, \text{Cu})[\text{OH} | \text{VO}_4]$ .  
 11.) Kirrolith-Brasilianit-Gruppe  $\text{Ca}_3\text{Al}_2[\text{OH} | \text{PO}_4]_3, \text{NaAl}_3[(\text{OH})_2 | \text{PO}_4]_2$ .  
 12.) Palermoit-Reihe  $\text{SrAl}_2[\text{OH} | \text{PO}_4]_2$ .  
 13.) Crandallit-Reihe  $\text{CaAl}_3\text{H}[(\text{OH})_6 | (\text{PO}_4)_2]$ .  
 14.) Apatit-Pyromorphit-Gruppe  $\text{Ca}_5[\text{F} | (\text{PO}_4)_3], \text{Pb}_5[\text{Cl} | (\text{PO}_4)_3]$ .  
 15.) Georgiadesit-Sahlinit-Gruppe  $\text{Pb}_3[\text{Cl}_3 | \text{AsO}_4], \text{Pb}_{14}[\text{Cl}_4 | \text{O}_9] (\text{AsO}_4)_2$ .

Die Anordnung entspricht erstens der zunehmenden Größe der Kationen-Radien, zweitens der zunehmenden Menge der fremden Anionen pro  $\text{RO}_4$ .

## C.) Wasserhaltig, ohne fremde Anionen

## Kleine Kationen (u. a.)

- 1.) Faheyit  $(\text{Mn}, \text{Mg}, \text{Na})\text{Fe}_2\text{Be}_2[\text{PO}_4]_4 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$

## Mittelgroße Kationen

- 2.) Huréaulith-Reihe  $(\text{Mn}, \text{Fe}^{**})_5\text{H}_2[\text{PO}_4]_4 \cdot 4 \text{H}_2\text{O}$ .  
 3.) Scholzit-Volborthit-Gruppe  $\text{CaZn}_2[\text{PO}_4]_2 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$ ,  
 $\text{Cu}_3[\text{VO}_4]_2 \cdot 3 \text{H}_2\text{O}$   
 4.) Phosphoferrit-Reihe  $(\text{Fe}^{**}, \text{Mn})_3[\text{PO}_4]_2 \cdot 3 \text{H}_2\text{O}$ .  
 5a) Klinovariscit-Reihe  $\text{Al}[\text{PO}_4] \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$ ;  
 5b) Variscit-Reihe  $\text{Al}[\text{PO}_4] \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$ .  
 6.) Ludlamit-Hopeit-Gruppe  $\text{Fe}_3[\text{PO}_4]_2 \cdot 4 \text{H}_2\text{O}, \text{Zn}_3[\text{PO}_4]_2 \cdot 4 \text{H}_2\text{O}$ .  
 7.) Newberyit-Steigerit-Gruppe  $\text{MgH}[\text{PO}_4] \cdot 3 \text{H}_2\text{O}, \text{Fe}^{***}[\text{PO}_4] \cdot 3 \text{H}_2\text{O}$ .  
 8.) Richmondit-Schoderit-Gruppe  $\text{Al}[\text{PO}_4] \cdot 4 \text{H}_2\text{O}, \text{Al}(\text{P}, \text{V})\text{O}_4 \cdot 4 \text{H}_2\text{O}$ .  
 9a) Bobierit-Reihe  $\text{Mg}_3[\text{PO}_4]_2 \cdot 8 \text{H}_2\text{O}$ ;  
 9b) Vivianit-Reihe  $\text{Fe}_3^{**}[\text{PO}_4]_2 \cdot 8 \text{H}_2\text{O}$ .  
 10.) Rößlerit-Reihe  $\text{MgH}[\text{AsO}_4] \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$ .

## Große Kationen (u. a.)

- 11a) Fairfieldit-Reihe  $\text{Ca}_2(\text{Mn}, \text{Fe})[\text{PO}_4]_2 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$ ;  
 11b) Roselith-Reihe  $\text{Ca}_2\text{Co}[\text{AsO}_4]_2 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$ .  
 12.) Struvit-Reihe  $\text{NH}_4\text{Mg}[\text{PO}_4] \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$ .  
 13.) Hannayit-Chudobait-Gruppe  $(\text{NH}_4)_2\text{Mg}_3\text{H}_4[\text{PO}_4]_4 \cdot 8 \text{H}_2\text{O}$ .  
 $(\text{Na}, \text{K})(\text{Mg}, \text{Zn})_2\text{H}[\text{AsO}_4]_2 \cdot 4 \text{H}_2\text{O}$ .  
 14.) Haidingerit-Brushit-Gruppe  $\text{CaH}[\text{AsO}_4] \cdot \text{H}_2\text{O}, \text{CaH}[\text{PO}_4] \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$ .

- 15.) Vladimirit-Rauenthalit-Gruppe  $\text{Ca}_3[\text{AsO}_4]_2 \cdot 4 \text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Ca}_3[\text{AsO}_4]_2 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$   
 16.) Brackebusehit-Gruppe  $\text{Pb}_2(\text{Mn, Fe})[\text{VO}_4]_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ .

Die Anordnung entspricht der zunehmenden Größe der Kationen-Radien, sowie dem zunehmenden  $\text{H}_2\text{O}$ -Gehalt pro  $\text{RO}_4$ .

### D.) Wasserhaltig, mit fremden Anionen

#### Kleine Kationen

- 1.) Moraesit-Roscherit-Gruppe  $\text{Be}_2[\text{OH} | \text{PO}_4] \cdot 4 \text{H}_2\text{O}$ .

#### Mittelgroße Kationen

- 2.) Tagilit-Euchroit-Gruppe  $\text{Cu}_2[\text{OH} | \text{PO}_4] \cdot \text{H}_2\text{O}$ ,  
 $\text{Cu}_2[\text{OH} | \text{AsO}_4] \cdot 3 \text{H}_2\text{O}$ .  
 3.) Vauxit-Metavauxit-Gruppe  $\text{Fe}^{2+}\text{Al}_2[\text{OH} | \text{PO}_4]_2 \cdot 7 \text{H}_2\text{O} \dots$   
 4.) Gordonit-Reihe  $\text{MgAl}_2[\text{OH} | \text{PO}_4]_2 \cdot 8 \text{H}_2\text{O} \dots$   
 5.) Strunzit-Beraunit-Gruppe  $\text{MnFe}_2^{2+}[\text{OH} | \text{PO}_4]_2 \cdot 6-8 \text{H}_2\text{O} \dots$   
 6.) Souzalith-Wavellit-Gruppe  $(\text{Mg, Fe}^{2+})_3(\text{Al, Fe}^{3+})_4[(\text{OH})_3 | (\text{PO}_4)_2] \cdot 2 \text{H}_2\text{O} \dots$   
 7.) Childrenit-Reihe  $(\text{Fe}^{2+}, \text{Mn})\text{Al}[(\text{OH})_2 | \text{PO}_4] \cdot \text{H}_2\text{O}$ .  
 8.) Türkis-Reihe  $\text{CuAl}_6[(\text{OH})_2 | \text{PO}_4]_4 \cdot 4 \text{H}_2\text{O}$ .  
 9.) Akrochordit-Tirolit-Gruppe  $(\text{Mn, Mg})_5[(\text{OH})_2 | \text{AsO}_4]_2 \cdot 5 \text{H}_2\text{O} \dots$   
 10.) Delvauxit-Veszelyit-Gruppe  $\text{Fe}_2^{3+}[(\text{OH})_3 | \text{PO}_4] \cdot 3\frac{1}{2} \text{H}_2\text{O} \dots$   
 11.) Lirokonit-Evansit-Gruppe  $\text{Cu}_2\text{Al}[(\text{OH})_4 | \text{AsO}_4] \cdot 4 \text{H}_2\text{O} \dots$

#### Große Kationen (u. a.)

- 12.) Overit-Morinit-Gruppe  $\text{Ca}_3\text{Al}_6[(\text{OH})_3 | (\text{PO}_4)_4]_2 \cdot 15 \text{H}_2\text{O}$ .  
 13.) Wardit-Reihe  $\text{NaAl}_3[(\text{OH})_3 | (\text{PO}_4)_2] \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$ .  
 14.) Leukophosphit-Santafeit-Gruppe  $\text{K}(\text{Fe, Al})_2[\text{OH} | (\text{PO}_4)_2] \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$ .  
 15.) Pharmakosiderit-Reihe  $\text{KFe}_4^{2+}[(\text{OH})_4 | (\text{AsO}_4)_3] \cdot 8 \text{H}_2\text{O}$ .  
 16.) Lavendulan-Reihe  $(\text{Ca, Na})_2\text{Cu}_5[\text{Cl} | (\text{AsO}_4)_4] \cdot 4-5 \text{H}_2\text{O}$ .  
 17.) Chlorotil-Reihe  $(\text{Cu, Fe})_2\text{Cu}_{12}[(\text{OH, H}_2\text{O})_{12} | (\text{AsO}_4)_6] \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$ .  
 18.) Tsumebit-Walpurgin-Gruppe  $\text{Pb}_2\text{Cu}[(\text{OH})_3 | \text{PO}_4] \cdot 3 \text{H}_2\text{O}$ .  
 19a) Torbernit-Reihe  $\text{Cu}[\text{UO}_2 | \text{PO}_4]_2 \cdot 10-12 \text{H}_2\text{O}$ ;  
 19b) Meta-Torbernit-Reihe  $\text{Cu}[\text{UO}_2 | \text{PO}_4]_2 \cdot 6-2 \text{H}_2\text{O}$ ;  
 19c) Para-Uranit-Reihe  $\text{Ca}[\text{UO}_2 | \text{PO}_4]_2$ .  
 20.) Phosphuranylit-Reihe  $\text{Ca}[(\text{UO}_2)_4 | (\text{OH})_4 | (\text{PO}_4)_2] \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$ .  
 21.) Carnotit-Tujamunit-Gruppe  $\text{K}_2[\text{UO}_2 | \text{VO}_4]_2 \cdot 3 \text{H}_2\text{O}$ ,  
 $\text{K}_2[\text{UO}_2 | (\text{VO}_4)_2] \cdot 3 \text{H}_2\text{O}$ .

Die Unterteilung erfolgt entsprechend der zunehmenden Größe der Kationen sowie der Zunahme des Gehaltes an OH pro  $\text{RO}_4$ .

### E.) Verbindungen, die vom Inseltetraedertypus abweichen (?)

- 1.) Chervetit  $\text{Pb}_2\text{V}_2\text{O}_7$ .  
 2.) Rossit-Hewetit-Gruppe  $\text{Ca}[\text{V}_2\text{O}_6] \cdot 4 \text{H}_2\text{O}$ .  
 $\text{CaH}_2[\text{V}_6\text{O}_{17}] \cdot 8 \text{H}_2\text{O}$ .  
 3.) Pascoit-Hummerit-Gruppe  $\text{Ca}_3[\text{V}_{10}\text{O}_{28}] \cdot 16 \text{H}_2\text{O}$  u. a.

## A.) Wasserfreie Phosphate, Arsenate und Vanadate ohne fremde Anionen

### 1.) Berlinit-Beryllonit-Hurlbutit-Gruppe. Heterotypie.

<b>Berlinit</b>	$\text{Al}[\text{PO}_4]$	Trigonal-trapezoedrisch $D_3^4 - \text{P}3_121, D_3^6 - \text{P}3_221$ (Blomstrand, 1868)	$a_0 = 4.93$ $c_0 = 10.92$ $c_0/a_0 = 2.217$ $Z = 3^1$
<b>Lithiophosphatit</b>	$\text{Li}_3[\text{PO}_4]$	Rhombisch-dipyramidal $D_{2h}^{16} - \text{Pmnc}$ (Mathias & Bondareva, 1957)	$a_0 = 6.08$ $b_0 = 4.87$ $c_0 = 10.28^2$ $a_0:b_0:c_0 = 1.248:1:2.111$ $Z = 4$
<b>Beryllonit</b>	$\text{NaBe}[\text{PO}_4]$	Monoklin-prismatisch $C_{2h}^5 - \text{P}2_1/n$ (Dana, 1888)	$a_0 = 8.16$ $b_0 = 7.79$ $c_0 = 14.08^3$ $a_0:b_0:c_0 = 1.048:1:1.807$ $\beta = 90^\circ$ $Z = 12$
<b>Hurlbutit</b>	$\text{CaBe}_2[\text{PO}_4]_2$	Rhombisch-dipyramidal $D_{2h}^1 - \text{Pmmm}$ (Mrose, 1951)	$a_0 = 8.29$ $b_0 = 8.80$ $c_0 = 7.81^4$ $a_0:b_0:c_0 = 0.942:1:0.8875$ $Z = 4$

Berlinit ist isotyp mit Quarz. Synthetisch kennt man  $\text{Al}[\text{PO}_4]$ ,  $\text{Al}[\text{AsO}_4]$ ,  $\text{Ga}[\text{PO}_4]$  und  $\text{Fe}[\text{PO}_4]$ ; vom  $\text{Al}[\text{PO}_4]$  sind fast alle den  $\text{SiO}_2$ -Modifikationen entsprechenden Strukturtypen bekannt geworden, für  $\text{Al}[\text{AsO}_4]$  nur die Tiefquarz- und Tieferistobalitstruktur.

Im  $\text{Li}_3\text{PO}_4$  liegen die  $\cdot\text{PO}_4$ -Tetraeder prinzipiell analog dem  $\text{SiO}_4$  im Olivin, jedoch besitzen alle 3 Li-Ionen tetraedrische Koordination<sup>2a)</sup>.

Beryllonit ist homöotyp mit Trimerit  $\text{CaMn}_2\text{Be}_3[\text{SiO}_4]_3$ <sup>3a)</sup>. Hurlbutit ist homöotyp mit Danburit  $\text{CaB}_2[\text{SiO}_4]_2$ <sup>4a)</sup>.

Die Elementarvolumina von Beryllonit und Hurlbutit verhalten sich wie 3:2; im analogen Elementarvolumen ist eine analoge Zahl von Ionen enthalten.

<sup>1)</sup> H. Strunz, Z. Krist. **103**. 1941. 228. — Vgl. H. F. Huttenlocher, Z. Krist. **90**. 1935. 508. — B. Winkhaus, N. Jb. Min. Abh. **83**. 1952. 1. — R. Brill & A. de Bretteville, Am. Min. **33**. 1948. 750. — Acta Cryst. **3**. 1955. 567. — B. Sharan & B. N. Dutta, Acta Cryst. **17**. 1964. 82 (vollständige Atomkoordinaten).

<sup>2)</sup> F. Zambonini & F. Laves, Z. Krist. **83**. 1932. 26 (für synthetisches  $\text{Li}_3\text{PO}_4$ ).

<sup>2a)</sup> J. Zemann, Acta Cryst. **13**. 1960. 863.

<sup>3)</sup> J. P. A. Wehrenberg, Am. Min. **39**. 1954. 397. — B. Goßner & J. Beßlein, Zbl. Min. 1934. 144.

<sup>3a)</sup> H. Strunz, 1933.

<sup>4)</sup> M. E. Mrose, Am. Min. **37**. 1952. 93.

<sup>4a)</sup> F. Machatschki, Sitz.-Ber. Osterr. Akad. Wiss. 1953. 26.

### 2.) Triphylin-Reihe. Rhombisch-dipyramidal, $D_{2h}^{16} - \text{Pmnc}$ . Isotypie, auch mit den Mineralien der Olivin-Reihe usw.

<b>Triphylin</b>	$\text{Li}(\text{Fe}^{2+}, \text{Mn}^{2+})[\text{PO}_4]$	$a_0 = 6.01$ $b_0 = 4.68$ $c_0 = 10.36^1$ (Fuchs, 1834)	$a_0:b_0:c_0 = 1.284:1:2.214$ $Z = 4$
<b>Lithiophililit</b>	$\text{Li}(\text{Mn}^{2+}, \text{Fe}^{2+})[\text{PO}_4]$	$a_0 = 6.10$ $b_0 = 4.74$ $c_0 = 10.46^2$ (Brush & Dana, 1878)	$a_0:b_0:c_0 = 1.290:1:2.207$ $Z = 4$
<b>Natrophilit</b>	$\text{Na}(\text{Mn}^{2+}, \text{Fe}^{2+})[\text{PO}_4]$	$a_0 = 6.33$ $b_0 = 4.98$ $c_0 = 10.54^3$ (Brush & Dana, 1890)	$a_0:b_0:c_0 = 1.271:1:2.116$ $Z = 4$

<b>Ferrisicklerit</b>	$\text{Li}_{<1}(\text{Fe}^{2+}, \text{Mn}^{2+}) [\text{PO}_4]$	$a_0 = 5.95 \quad b_0 = 4.80 \quad c_0 = 10.11^4)$
(Quensel, 1937)		$a_0:b_0:c_0 = 1.240:1:2.106 \quad Z = 4$
<b>Sicklerit</b>	$\text{Li}_{<1}(\text{Mn}^{2+}, \text{Fe}^{2+}) [\text{PO}_4]$	$a_0 = 6.01 \quad b_0 = 4.78 \quad c_0 = 10.24^5)$
(Schaller, 1912)		$a_0:b_0:c_0 = 1.257:1:2.142 \quad Z = 4$
<b>Heterosit</b>	$(\text{Fe}^{2+}, \text{Mn}^{2+}) [\text{PO}_4]$	$a_0 = 5.83 \quad b_0 = 4.77 \quad c_0 = 9.70^6)$
(Alluaud, 1825)		$a_0:b_0:c_0 = 1.222:1:2.034 \quad Z = 4$
<b>Purpurit</b>	$(\text{Mn}^{2+}, \text{Fe}^{2+}) [\text{PO}_4]$	Achsenverhältnis unbekannt
(Graton & Schaller, 1905)		

Die Richtung der pseudohexagonalen Symmetrie ist [010], ganz analog den Mineralien der Norbergit-Gruppe (vgl. Sahama, 1953); beim Triphylin ist die vollkommene Spaltbarkeit (100), die fast vollkommene (001).

Synthetisch kennt man  $\text{LiMg}[\text{PO}_4]$ ,  $\text{LiZn}[\text{PO}_4]$ ,  $\text{LiCd}[\text{PO}_4]$ ,  $\text{LiCo}[\text{PO}_4]$ ,  $\text{LiNi}[\text{PO}_4]$ ,  $\text{LiCa}[\text{PO}_4]$  und  $\text{LiMn}[\text{PO}_4]$  (F. Zambonini & F. Laves, 1932, E. Thilo, 1941).

<sup>1)</sup> B. Goßner & H. Strunz, Z. Krist. **83**. 1932. 415 (Isotypie mit Olivin). — C. O. Björling & A. Westgren, Geol. Fören. Förh. **60**. 1938. 67. — D. Destenay, Mem. Soc. Roy. Sci. Liège **10**. 1950. 28 (Strukturverfeinerung, SR. **13**. 319).

<sup>2)</sup> S. Geller & J. L. Durand, Acta Cryst. **13**. 1960. 325 (Gitterkonstanten für synthet.  $\text{LiMnPO}_4$ , Strukturverfeinerung).

<sup>3)</sup> A. Byström, Ark. Kemi **17B**. 1943. 1; in der Struktur von Natrophilit sind (Na, Mn) über die Gitterorte von Li und  $\text{Fe}^{2+}$  des Triphylins statistisch verteilt (SR. **9**. 236).

<sup>4)</sup> C. O. Björling & A. Westgren 1938, l. c. — Vgl. N. N. Martyanow & N. G. Pinevich, Doklady Akad. Wiss. USSR **97**. 1954. 1057.

<sup>5)</sup> N. N.

<sup>6)</sup> C. O. Björling & A. Westgren 1938, l. c.

### 3.) Graftonit-Reihe.

<b>Graftonit</b>	$(\text{Ca}, \text{Fe}^{2+}, \text{Mn})_3[\text{PO}_4]_2$	Monoklin-prism. $C_{2h}^5 - P 2_1/c$
(Penfield, 1900)		$a_0 = 8.87 \quad b_0 = 11.57 \quad c_0 = 6.17^1)$
		$a_0:b_0:c_0 = 0.766:1:0.533$
		$\beta = 99^\circ 12' \quad Z = 4$

*бегунит* **Magniophilit**  $(\text{Mn}, \text{Mg}, \text{Fe}^{2+})_3[\text{PO}_4]_2$  Dem Graftonit ähnlich<sup>2)</sup>  
(Beus, 1950)

<b>Sarkopsid</b>	$(\text{Fe}^{2+}, \text{Mn}, \text{Ca})_3[\text{PO}_4]_2$	Monoklin-prismatisch
(Websky, 1868)		$a_0 = 10.46 \quad b_0 = 4.80 \quad c_0 = 6.05^3)$
		$a_0:b_0:c_0 = 2.179:1:1.260 \quad \beta = 90^\circ 30'$

**Farringtonit** (Dufresne & Roy, 1961), meteoritisches  $\text{Mg}_3[\text{PO}_4]_2$ , monoklin<sup>4)</sup>, offenbar nicht isotyp mit Graftonit. — Sarkopsid ist meist innig lamellar mit Graftonit verwachsen<sup>3, 3a)</sup>.

<sup>1)</sup> M. L. Lindberg, Am. Min. **35**. 1950. 59.

<sup>2)</sup> A. A. Beus, Doklady Akad. Wiss. USSR **73**. 1950. 1267.

<sup>3)</sup> D. R. Peacor & D. Garske, Am. Min. **49**. 1964. 1149.

<sup>3a)</sup> F. Cech, K. Padera & P. Povondra, Acta univ. Carol. Prag: Geol. **3**. 1962. 145.

<sup>4)</sup> E. R. Dufresne & S. K. Roy, Geochim. Cosmochim. Acta **24**. 1961. 198.

4.) Hagendorfit-Reihe. Monoklin-prismatisch,  $C_{2h}^6 - C2/c$ . Isotypie<sup>6)</sup>.

<b>Hagendorfit</b> (Strunz, 1954)	$(Na, Ca)_2(Fe, Mn)_3[PO_4]_3$	$a_0 = 11.92$ $b_0 = 12.59$ $c_0 = 6.52^1)$ $a_0 : b_0 : c_0 = 0.947 : 1 : 0.518$ $\beta = 114^\circ 45'$ $Z = 4$
<b>Varulith</b> <sup>2)</sup> (Quensel, 1937)	$(Na, Ca)_2(Mn, Fe)_3[PO_4]_3$	nach Pulveraufnahmen isotyp mit Hagendorfit
<b>Hühnerkobelit</b> <sup>3)</sup> (Lindberg, 1950)	$(Ca, Na)_2(Fe, Mn)_3[PO_4]_3$	
<b>Alluaudit</b> (Damour, 1848)	$(Na, Ca, H_2)_{<2}(Fe^{III}, Mn^{II})_3[PO_4]_3$	$a_0 = 12.00$ $b_0 = 12.53$ $c_0 = 6.40^4)$ $a_0 : b_0 : c_0 = 0.958 : 1 : 0.511$ $\beta = 114^\circ 20'$ $Z = 4$
<b>Mangan-Alluaudit</b> (Quensel, 1937)	$Na_{<1}(Mn^{II}, Fe^{III})[PO_4]$	Achsenverhältnis unbekannt
<b>Karyinit</b> (Lundström, 1874)	$(Na, Ca)_2(Mn, Mg, Ca, Pb)_3[AsO_4]_3$	$a_0 = 12.42$ $b_0 = 13.17$ $c_0 = 6.87$ $a_0 : b_0 : c_0 = 0.943 : 1 : 0.522$ $\beta = 114^\circ 05'$ $Z = 4^5)$

Das Fe im Hagendorfit, Varulith und Hühnerkobelit ist zum Teil in zweiwertiger, zum Teil in dreiwertiger Oxydationsstufe vorhanden.

Nach Björling und Westgren (1938) bestehen zwischen Varulith und Mn-Alluaudit analoge strukturelle Beziehungen wie zwischen Triphylin und Säcklerit. Alluaudit und Mangan-Alluaudit gehen durch Verwitterung aus Hagendorfit bzw. Varulith hervor; hierbei werden (Na, Ca) zum Teil ausgelaugt, Fe<sup>II</sup> zu Fe<sup>III</sup> oxydiert und eine geringe Menge H<sub>2</sub>O aufgenommen.

<sup>1)</sup> D. J. Fisher, Am. Min. Soc. Progr. 1956. 48.

<sup>2)</sup> P. Quensel, Geol. Fören. Förh. 59. 1937. 77.

<sup>3)</sup> M. L. Lindberg, Am. Min. 35. 1950. 59.

<sup>4)</sup> D. J. Fisher, Am. Min. 40. 1955. 1100; 1956, l. c. — Am. Min. 42. 1957. 661.

<sup>5)</sup> K. Boström, Ark. Min. Geol. 2. 1957. 333.

<sup>6)</sup> H. Strunz, N. Jb. Min. Mh. 1960. 7.

5.) Arrojadit-Reihe. Monoklin-prismatisch,  $C_{2h}^6 - C2/c$ . Isotypie.

<b>Arrojadit</b> (Guimarães, 1925)	$Na_2(Fe^{II}, Mn^{II})_5[PO_4]_4$	$a_0 = 16.51$ $b_0 = 10.05$ $c_0 = 24.78^1)$ $a_0 : b_0 : c_0 = 1.643 : 1 : 2.466$ $\beta = 105^\circ 41'$ (?) $Z = 12$
<b>Dickinsonit</b> (Brush & Dana, 1878)	$Na_2(Mn^{II}, Fe^{II})_5[PO_4]_4$	$a_0 = 16.73$ $b_0 = 9.97$ $c_0 = 24.74^2)$ $a_0 : b_0 : c_0 = 1.678 : 1 : 2.481$ $\beta = 104^\circ 41'$ $Z = 12$

Dickinsonit geht beim Erhitzen an Luft während 24 Stunden auf 500 °C in Alluaudit über<sup>2a)</sup>. **Fillowit** (Brush & Dana, 1879), ungefähr  $Na_2(Mn^{II}, Fe^{II}, Ca, H_2)_5[PO_4]_4$ , kristallisiert rhomboedrisch mit  $a_0 = 15.25$ ,  $c_0 = 43.32^1)$ .

<sup>1)</sup> D. J. Fisher, Science 121. 1955. 312.

<sup>2)</sup> C. W. Wolfe, Am. Min. 26. 1941. 338. — Vgl. D. J. Fisher, 1955, l. c.

<sup>2a)</sup> D. J. Fisher, Am. Min. 42. 1957. 661.

6.) Berzeliit-Reihe. Isotypie. Kubisch-hex'oktaedrisch,  $O_h^{10}$  — Ia 3d.

**Griphit**  $(Mn, Na, Ca)_2(Al, Mn)_2[PO_3(OH, F)]_3$   $a_0 = 12.28$   $Z = 8^1$

(Headden, 1891)

**Berzeliit**  $(Ca, Na)_3(Mg, Mn)_2[AsO_4]_3$   $a_0 = 12.37$   $Z = 8^2$

(Kühn, 1840)

**Mangan-Berzeliit**  $(Ca, Na)_3(Mn, Mg)_2[AsO_4]_3$   $a_0 = 12.48$   $Z = 8^2$

(Igelström, 1894)

Isotyp mit Granat. Griphit besitzt nach McConnell granatartige Struktur; es sollen etwa  $\frac{1}{6}$  der  $PO_4$ -Tetraeder durch  $H_4O_4$  vertreten sein, ganz analog dem Hibschit,  $Ca_3Al_2[(OH)_4(SiO_4)_2]$ ; ein Griphit von Turkestan enthält sogar 1.31% Fluor<sup>1a</sup>). Synthetisch kennt man  $Na_3Al_2[PO_4]_3$  und  $NaCa_2Mg_2[PO_4]_3$ .

<sup>1)</sup> D. McConnell, Am. Min. 27. 1942. 452.

<sup>1a)</sup> A. J. Ginzburg, Doklady Akad. Wiss. USSR 84. 1952. 1045.

<sup>2)</sup> W. Bubeck & F. Machatschki, Z. Krist. 90. 1935. 44. — W. Bubeck, Geol. Fören. Förh. 56. 1934. 525. — F. Machatschki, Z. Krist. 73. 1930. 123; 74. 1930. 230. — R. Blix & F. E. Wickman, Ark. Min. Geol. 2. 1959. 417.

7.) Stranskiit-Xanthiosit-Gruppe.

**Stranskiit**  $CuZn_2[AsO_4]_2$  Triklin

(Strunz, 1960)

$a_0 = 5.07$   $b_0 = 6.77$   $c_0 = 5.28$

$a_0:b_0:c_0 = 0.749:1:0.780$

$\alpha = 111^\circ$   $\beta = 113.5^\circ$   $\gamma = 86^\circ$   $Z = 1^1$

**Xanthiosit**  $Ni_2[AsO_4]_2$  Monoklin

(Adam, 1869)

$a_0 = 10.17$   $b_0 = 9.55$   $c_0 = 5.77^2$

$a_0:b_0:c_0 = 1.065:1:0.604$

$\beta = 92^\circ 58\frac{1}{2}'$   $Z = 4$

<sup>1)</sup> H. Strunz, Naturwiss. 47. 1960. 376. — K. Plieth & G. Säger, Naturwiss. 52. 1965. 206 (Struktur).

<sup>2)</sup> R. J. Davies & M. H. Hey, Min. Soc. Notice Nr. 123. 1963.

8.) Monetit-Schultenit-Whitlockit-Gruppe. Isotypie Monetit-Weilit.

**Monetit**  $CaH[PO_4]$  Triklin-pinakoidal  $C_1^1$  —  $P\bar{1}$

(Shepard, 1882)

$a_0 = 6.90$   $b_0 = 6.65$   $c_0 = 7.00^1$

$a_0:b_0:c_0 = 1.038:1:1.053$

$\alpha = 96^\circ 21'$   $\beta = 103^\circ 54'$   $\gamma = 88^\circ 44'$

$Z = 4$

**Weilit**  $CaH[AsO_4]$  Triklin-pinakoidal  $C_1^1$  —  $P\bar{1}$

(Herpin & Pierrot, 1963)

$a_0 = 7.11$   $b_0 = 6.94$   $c_0 = 7.15^2$

$a_0:b_0:c_0 = 1.024:1:1.030$

$\alpha = 94^\circ 19'$   $\beta = 101^\circ 35'$   $\gamma = 87^\circ 22'$

„Phosphat-Schultenit“  $PbH[PO_4]$  Monoklin-prismatisch (oder domatisch)

(synthetisch)

$a_0 = 5.77$   $b_0 = 6.64$   $c_0 = 4.66^3$

$a_0:b_0:c_0 = 0.869:1:0.702$   $\beta = 97^\circ 12'$

$Z = 2$



<b>Schultenit</b> (Spencer, 1926)	$\text{PbH}[\text{AsO}_4]$	Monoklin-prismatisch $C_{2h}^4 - P2/a$ ( $C_s^2 - Pa$ ) $a_0 = 5.83$ $b_0 = 6.76$ $c_0 = 4.85^4$ $a_0 : b_0 : c_0 = 0.862 : 1 : 0.717$ $\beta = 95^\circ 24'$ $Z = 2$
<b>Whitlockit</b> (Frondel, 1940)	$\beta\text{-Ca}_3[\text{PO}_4]_2$	Ditrigonal-skalenoedrisch $D_{3d}^5 - R\bar{3}m$ $a_{rh} = 13.65$ $\alpha = 44^\circ 21'$ $Z = 7^5$ $a_0 = 10.34$ $c_0 = 36.9$ $c_0/a_0 = 3.57$ $Z = 21$

Obgleich dem Monetit ganz ähnliche Gitterkonstanten und ein fast analoges Pulverdiagramm wie Anhydrit  $\text{CaSO}_4$  zukommen, sind in der Struktur dennoch wesentliche Unterschiede vorhanden.

Das von Bengtsson hergestellte  $\text{PbH}[\text{PO}_4]$  ist offensichtlich isotyp mit Schultenit und kann als „Phosphat-Schultenit“ bezeichnet werden; diese Analogie erlaubt eine Umstellung von  $a_0$  und  $c_0$  für „Phosphat-Schultenit“ gegenüber der Aufstellung bei Bengtsson. Das gleichfalls von B. synthetisierte  $\text{BaH}[\text{PO}_4]$  kristallisiert orthorhombisch.

Whitlockit geht bei  $1180^\circ\text{C}$  in eine monokline Modifikation über, die auch aus Schlacken bekannt ist,  $a_0 = 12.86$ ,  $b_0 = 9.11$ ,  $c_0 = 15.23$ ,  $\beta = 125^\circ 20'$ ,  $C_{2h}^5 - P2_1/a$ .  $Z = 8^{5a}$ .

Mit Whitlockit sind synthet.  $\text{Sr}_3[\text{PO}_4]_2$ ,  $\text{Ba}_3[\text{PO}_4]_2$ ,  $\text{Pb}_3[\text{PO}_4]_2$  und wohl auch  $\text{Pb}_3[\text{VO}_4]_2$  isotyp<sup>5b</sup>); Homöotypie zu Palmierit  $\text{PbK}_2[\text{SO}_4]_2^{5c}$ ).

<sup>1)</sup> G. MacLennan & C. A. Beevers, Acta Cryst. **3**. 1955. 579 (Struktur). — Vgl. J. P. Smith, J. R. Lehr & W. E. Brown, Am. Min. **40**. 1955. 893. — D. W. Jones & D. W. J. Cruickshank, Z. Krist. **116**. 1961. 101 (Strukturverfeinerung).

<sup>2)</sup> P. Herpin & R. Pierrot, Bull. Soc. Franç. Min. Crist. **86**. 1963. 368 (für synthet. Kristalle).

<sup>3)</sup> E. Bengtsson, Ark. Kemi **15** B. 1941. Nr. 7.

<sup>4)</sup> G. F. Claringbull, Min. Mag. **29**. 1950. 287 (Strukturdiskussion, SR. **13**. 309).

<sup>5)</sup> C. Frondel, Am. Min. **26**. 1941. 145.

<sup>5a)</sup> A. L. Mackay, Acta Cryst. **6**. 1953. 743. — Vgl. G. Trömel 1923 u. a.

<sup>5b)</sup> H. G. Bachmann, N. Jb. Min. Mh. 1953. 209; Naturwiss. **39**. 1952. 570.

<sup>5c)</sup> H. Strunz, Naturwiss. **30**. 1942. 242.

9.) Xenotim-Reihe. Isotypie mit Zirkon  $\text{Zr}[\text{SiO}_4]$ , synthet.  $\text{Y}[\text{AsO}_4]$ ,  $\text{Y}[\text{VO}_4]$  und  $\text{Ca}[\text{CrO}_4]$ . Ditetragonal-dipyramidal,  $D_{4h}^{19} - I4_1/amd$ .  $Z = 4$ .

Synthetisch  $\text{Sc}[\text{PO}_4]$   $a_0 = 6.57$   $c_0 = 5.79$   $c_0/a_0 = 0.881^1$

**Xenotim**  $\text{Y}[\text{PO}_4]$   $a_0 = 6.89$   $c_0 = 6.04$   $c_0/a_0 = 0.877^2$

(Beudant, 1832)

Xenotim tritt in der Natur gelegentlich mit 5 und mehr Prozent  $\text{SiO}_2$  auf, wobei Si gittermäßig die Stelle von P einnimmt und der Ladungsausgleich durch das Eintreten von Thorium und Zirkonium hergestellt wird.

<sup>1)</sup> R. C. L. Mooney, H. Kissinger & A. Perloff, Congr. Intern. de Crist. Paris 1954.

<sup>2)</sup> L. Vegard, Phil. Mag. **4**. 1927. 511 (Struktur; SB. **1**. 345, 396).

10.) Monazit-Reihe. Isotypie, auch mit Huttonit  $\text{Th}[\text{SiO}_4]$ , Krokoit  $\text{Pb}[\text{CrO}_4]$  und  $\text{Sr}[\text{CrO}_4]$ . Monoklin-prismatisch,  $C_{2h}^5 - P2_1/n$ .

**Monazit**  $\text{Ce}[\text{PO}_4]$   $a_0 = 6.79$   $b_0 = 7.04$   $c_0 = 6.47^1)$   
(Breithaupt, 1829)  $a_0:b_0:c_0 = 0.965:1:0.919$   $\beta = 104^\circ 24'$   $Z = 4$

**Cheralith**  $(\text{Ca}, \text{Ce}, \text{La}, \text{Th})[\text{PO}_4]$   
(Bowie & Horne, 1953)  $a_0 = 6.74$   $b_0 = 7.00$   $c_0 = 6.43^2)$   
 $a_0:b_0:c_0 = 0.963:1:0.919$   $\beta = 104^\circ 36'$   $Z = 4$

Synthetisch  $\text{CaTh}[\text{PO}_4]_2$   $a_0 = 6.69$   $b_0 = 6.93$   $c_0 = 6.38^2)$   
 $a_0:b_0:c_0 = 0.965:1:0.921$   $\beta = 104^\circ 24'$   $Z = 2$

Synthetisch  $\text{Bi}[\text{PO}_4]$   $a_0 = 6.75$   $b_0 = 6.96$   $c_0 = 6.42^3)$   
 $a_0:b_0:c_0 = 0.970:1:0.922$   $\beta = 104^\circ 00'$   $Z = 4$

**Rooseveltit**  $\alpha\text{-Bi}[\text{AsO}_4]$  Analoges Pulverdiagramm wie Monazit<sup>4)</sup>  
(Herzenberg, 1946)

Monazit kann bis 16%  $\text{ThO}_2$  und 4%  $\text{SiO}_2$  enthalten. **Pisekit** (Krejčí, 1923), kristallographisch ganz ähnlich Monazit, ist vielleicht ein metamikter Niob-Uran-Erden-Monazit (nach Novaček, 1936, verwandt mit Ampangabeit). Im Cheralith von Travancore ist  $\text{Ca}:\text{Ce}:\text{La}:\text{Th}:\text{U} = 1.08:0.84:0.78:1.15:0.14$  und  $\text{P}:\text{Si} = 3.64:0.34$ .

<sup>1)</sup> S. v. Gliszczynski, Z. Krist. **101**. 1939. 1. – W. Parrish, Am. Min. **24**. 1939. 651. – P. Kokkoros, Ber. Acad. Athen **17**. 1942. 163 (Struktur, SR. **9**. 236). – R. C. L. Mooney, J. Chem. Phys. **16**. 1948. 1003 (Struktur, SR. **13**. 316). – T. Ueda, Mem. Coll. Sci. Univ. Kyoto **20**. 1953. 225 (Struktur).

<sup>2)</sup> S. H. U. Bowie & J. E. T. Horne, Min. Mag. **30**. 1953. 93.

<sup>3)</sup> J. Zemmann, Tscherm. Min. Petr. Mitt. **1**. 1950. 361. – Vgl. R. C. L. Mooney-Slater, Z. Krist. **117**. 1962. 371 (Monazit-ähnliche Hochtemperatur-Struktur).

<sup>4)</sup> C. Frondel, priv. Mitt. 1954.

11.) Rhabdophan-Reihe. Hexagonal-trapezoedrisch,  $D_6^4 - P6_22(?)$ . Isotypie.

**Rhabdophan**  $\text{Ce}[\text{PO}_4] \cdot 0-0.5 \text{H}_2\text{O}$   $a_0 = 7.055$   $c_0 = 6.44$   $c_0/a_0 = 0.913$   $Z = 3^1)$   
(Lettsom, 1878)

Synthetisch  $\text{La}[\text{PO}_4] \cdot 0-0.5 \text{H}_2\text{O}$   $a_0 = 7.08$   $c_0 = 6.47$   $c_0/a_0 = 0.913$   $Z = 3^2)$

Synthetisch  $\text{Nd}[\text{PO}_4] \cdot 0-0.5 \text{H}_2\text{O}$   $a_0 = 6.98$   $c_0 = 6.34$   $c_0/a_0 = 0.908$   $Z = 3^3)$

Synthetisch  $\text{Sm}[\text{PO}_4] \cdot 0.5 \text{H}_2\text{O}$   $a_0 = 6.94$   $c_0 = 6.35$   $c_0/a_0 = 0.915$   $Z = 3^4)$

Synthetisch  $\text{Gd}[\text{PO}_4] \cdot 0.5 \text{H}_2\text{O}$   $a_0 = 6.89$   $c_0 = 6.32$   $c_0/a_0 = 0.917$   $Z = 3^4)$

**Brookit**  $\text{CaTh}[\text{PO}_4]_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$   $a_0 = 6.98$   $c_0 = 6.40$   $c_0/a_0 = 0.917$   $Z = 1.5^5)$   
(Fisher & Meyrowitz, 1962)

Synthetisch  $\text{Bi}[\text{PO}_4] \cdot 0.5 \text{H}_2\text{O}$   $a_0 = 6.97$   $c_0 = 6.46$   $c_0/a_0 = 0.927$   $Z = 3^4)$

Anhang:

**Ningyoit**  $\text{CaU}[\text{PO}_4]_2 \cdot 1.5 \text{H}_2\text{O}$  Orthorhombisch  $D_2^1 - P222(?)$

(Muto & al., 1959) Pseudohexagonal

$a_0 = 6.78$   $b_0 = 12.10$   $c_0 = 6.38$   $Z = 3^6)$

Im Rhabdophan ist Ce zum Teil durch Y, La, Dy vertreten; obige Gitterkonstanten gelten für das reine synthetische Ce-Phosphat<sup>2)</sup>. Brockit enthält auch Y etc.

Ningyovit ist homöotyp mit Rhabdophan; Ca und U sind je bis zu ca. 10 At.-% durch Ce, Y, La . . . vertreten. **Grayit** (Bowie, 1956), pseudohexagonal, ist chemisch ähnlich Brockit, strukturell ähnlich Ningyovit. Wahrscheinlich gehört auch **Lermontovit** (Soboleva & Pudovkina, 1956),  $(U, Ca, Ce, \dots)_3[PO_4]_4 \cdot 6 H_2O^7)$ , hierher.

<sup>1)</sup> R. C. L. Mooney, Acta Cryst. **3**. 1950. 337 (Struktur, SR. **13**. 317).

<sup>2)</sup> G. F. Claringbull, priv. Mitt. 1954 (Strukturelle Identität von Rhabdophan mit den synthetischen Verbindungen von Mooney).

<sup>3)</sup> R. C. L. Mooney 1950, l. c.

<sup>4)</sup> R. C. L. Mooney-Slater, Z. Krist. **117**. 1962. 371 (Struktur, Polymorphie).

<sup>5)</sup> F. G. Fisher & R. Meyrowitz, Am. Min. **47**. 1962. 1346.

<sup>6)</sup> T. Muto, R. Meyrowitz, A. M. Pommer & T. Murano, Am. Min. **44**. 1959. 633. — T. Muto, Min. Journ. (Japan) **3**. 1962. 306.

<sup>7)</sup> M. V. Soboleva & I. A. Pudovkina, Handbuch der Uranminerale, Moskau 1956.

12.) Pucherit-Gruppe. Das synthetische  $Bi[AsO_4]$  ist isotyp mit Scheelit; Pucherit besitzt offenbar eine gering deformierte Scheelitstruktur, isotyp ist synthet.  $UCrO_4$ .

Synthetisch	$\beta$ - $Bi[AsO_4]$	Tetragonal-dipyramidal $C_{4h}^6$ — $I4_1/a$ $a_0 = 5.08$ $c_0 = 11.70$ $c_0/a_0 = 2.303$ $Z = 4^1)$
<b>Pucherit</b>	$Bi[VO_4]$	Rhombisch-dipyramidal $D_{2h}^{14}$ — $Pnca$ $a_0 = 5.33$ $b_0 = 5.06$ $c_0 = 12.02$ $a_0:b_0:c_0 = 1.053:1:2.377$ $Z = 4^2)$
	(Frenzel, 1871)	

Für Pucherit ist gegenüber der Aufstellung von Websky (1872) die Achse  $a[100]$  verdoppelt (de Jong und de Lange, 1936). — Synthetisches  $Bi[VO_4]$  ist isotyp mit Zirkon,  $a_0 = 7.29$ ,  $c_0 = 6.44$ , oberhalb 400–500 °C erfolgt irreversible Umwandlung zu einem  $\beta$ -Fergusonit-Typ, monoklin,  $a_0 = 5.19$ ,  $b_0 = 11.69$ ,  $c_0 = 5.08$ ,  $\beta = 90^\circ 23' ^3)$ .

<sup>1)</sup> R. C. L. Mooney, Acta Cryst. **1**. 1948. 163 (Struktur, SR. **11**. 375).

<sup>2)</sup> M. M. Qurashi & W. H. Barnes, Am. Min. **38**. 1953. 489 (Struktur). — Vgl. E. Fischer, W. Kleber & J. Sommer, Chemie d. Erde **19**. 1958. 361.

<sup>3)</sup> R. S. Roth & J. L. Waring, Am. Min. **48**. 1963. 1348.

## B.) Wasserfreie Phosphate, Arsenate und Vanadate mit fremden Anionen

1.) Herderit-Väyrynenit-Gruppe. Heterotypie.

<b>Herderit</b>	$CaBe[(F, OH)   PO_4]$	Monoklin-prismatisch $C_{2h}^5$ — $P2_1/a$ $a_0 = 9.82$ $b_0 = 7.70$ $c_0 = 4.81$ $a_0:b_0:c_0 = 1.275:1:0.625$ $\beta = 90^\circ 06'$ $Z = 4^1)$
	(Haidinger, 1828)	

<b>Väyrynenit</b>	$\text{MnBe}[(\text{OH}, \text{F})   \text{PO}_4]$	Monoklin-prismatisch $C_{2h}^5 - P2_1/a$
(Volborth, 1954)		$a_0 = 5.41 \quad b_0 = 14.49 \quad c_0 = 4.73$
		$a_0 : b_0 : c_0 = 0.373 : 1 : 0.326$
		$\beta = 102^\circ 45' \quad Z = 4^2$

Es besteht Isotypie Herderit-Datolith  $\text{CaBe}[\text{OH} | \text{SiO}_4]^1$ , Homöotypie Väyrynenit-Euklas  $\text{AlBe}[\text{OH} | \text{SiO}_4]^2$ ; die Aufstellung von Herderit entspricht derjenigen von Datolith. **Hydroxyl-Herderit** (Penfield, 1894) ist eine Varietät mit vorherrschendem OH.

<sup>1)</sup> H. Strunz, Z. Krist. **93**. 1936. 146. – P. W. Pavlov & N. W. Belov, Doklady Akad. Wiss. USSR **114**. 1957. 884 (Struktur).

<sup>2)</sup> M. E. Mrose & O. v. Knorring, Z. Krist. **112**. 1959. 275. – M. E. Mrose & D. E. Appleman, Z. Krist. **117**. 1962. 16.

## 2.) Amblygonit-Reihe. Isotypie. Triklin-pinakoidal, $C_1^1 - P\bar{1}$ .

<b>Amblygonit</b>	$\text{LiAl}[(\text{F}, \text{OH})   \text{PO}_4]$	$a_0 = 5.19 \quad b_0 = 7.12 \quad c_0 = 5.04$
(Breithaupt, 1817)		$a_0 : b_0 : c_0 = 0.729 : 1 : 0.708^1$
		$\alpha = 112^\circ 02\frac{1}{2}' \quad \beta = 97^\circ 49\frac{1}{2}'$
		$\gamma = 68^\circ 07\frac{1}{2}' \quad Z = 2$

**Natramblygonit** (Na, Li)[(OH, F) |  $\text{PO}_4$ ] Pulverdiagramm  
(Schaller, 1911) ähnlich Amblygonit

**Tavorit**  $\text{LiFe}[\text{OH} | \text{PO}_4]$  Pulveraufnahme ähnlich  
(Lindberg & Pecora, 1954) Amblygonit<sup>2)</sup>

Im Amblygonit ist – selbst bei gleichem Fundort, z. B. Montebras – teils F, teils OH vorherrschend; auch im Natramblygonit ist selbstverständlich weitestgehende Diadochie (F, OH) möglich.

<sup>1)</sup> Ch. Palache, W. E. Richmond & C. W. Wolfe, Am. Min. **28**. 1943. 39. – Vgl. S. Tengnér, Geol. Fören. Förh. **62**. 1940. 332. – W. E. Richmond, Am. Min. **25**. 1940. 473. – W. H. Baur, Acta Cryst. **12**. 1959. 988 (Struktur).

<sup>2)</sup> M. L. Lindberg & W. T. Pecora, Am. Min. **40**. 1955. 952.

## 3.) Triplit-Triploidit-Gruppe. Monoklin-prismatisch. Homöotypie.

### a) Triplit-, Reihe<sup>1)</sup>.

<b>Wagnerit</b>	$\text{Mg}_2[\text{F}   \text{PO}_4]$	$C_{2h}^5 - P2_1/a$
(Fuchs, 1821)		$a_0 = 11.92 \quad b_0 = 12.53 \quad c_0 = 9.65^1$
		$a_0 : b_0 : c_0 = 0.951 : 1 : 0.770$
		$\beta = 108^\circ 07' \quad Z = 16$
<b>Zwieselit</b>	$(\text{Fe}^{2+}, \text{Mn})_2[\text{F}   \text{PO}_4]$	$a_0 = 12.02 \quad b_0 = 6.45 \quad c_0 = 10.01^2$
(Breithaupt, 1841)		$a_0 : 2 b_0 : c_0 = 0.932 : 1 : 0.776$
		$\beta \sim 108^\circ \quad Z = 8$

<b>Triplit</b>	$(\text{Mn, Fe}^{2+})_2[\text{F}   \text{PO}_4]$	$\text{C}_{2h}^3 - \text{I}2/\text{m}$
(Hausmann, 1813)		$a_0 = 12.05 \quad b_0 = 6.47 (?) \quad c_0 = 10.05^3)$ $a_0 : 2 b_0 : c_0 = 0.931 : 1 : 0.776$ $\beta = 105^\circ 42' \quad Z = 8$
b) Triploidit-Reihe. $\text{C}_{2h}^5 - \text{P}2_1/\text{a}$ .		
<b>Wolfcit</b>	$(\text{Fe}^{2+}, \text{Mn})_2[\text{OH}   \text{PO}_4]$	$a_0 = 12.12 \quad b_0 = 13.16 \quad c_0 = 9.73^4)$
(Fron del, 1949)		$a_0 : b_0 : c_0 = 0.921 : 1 : 0.739$ $\beta = 108^\circ 18' \quad Z = 16$
<b>Triploidit</b>	$(\text{Mn, Fe}^{2+})_2[\text{OH}   \text{PO}_4]$	$a_0 = 12.26 \quad b_0 = 13.38 \quad c_0 = 9.90^5)$
(Brush & Dana, 1878)		$a_0 : b_0 : c_0 = 0.916 : 1 : 0.740$ $\beta = 108^\circ 04' \quad Z = 16$
<b>Sarkinit</b>	$\text{Mn}_2[\text{OH}   \text{AsO}_4]$	$a_0 = 12.68 \quad b_0 = 13.54 \quad c_0 = 10.17^6)$
(Sjögren, 1885)		$a_0 : b_0 : c_0 = 0.936 : 1 : 0.751$ $\beta = 108^\circ 44' \quad Z = 16$

Wagnerit und Triploidit besitzen gegenüber der gebräuchlichen Aufstellung von Miller eine Verdoppelung von  $b_0$ , die durch eine schwache Zwischenschichtlinie zum Ausdruck kommt; die Pulveraufnahme von Wagnerit gleicht eher jenen von Zwieselit-Triplit, weniger jenen von Wolfcit-Triploidit. **Magnesiotriplit**<sup>7)</sup> (Talktriplit) ist Mg-haltiger Triplit.

<sup>1)</sup> O. Kraus & F. Mußnug, Naturwiss. **26**. 1938. 801. — W. E. Richmond, Am. Min. **25**. 1940. 470.

<sup>2)</sup> Ch. Tennyson 1957.

<sup>3)</sup> W. E. Richmond 1940, l. c. — Raumgruppe nach C. W. Wolfe & E. W. Heinrich, Am. Min. **32**. 1947. 518.

<sup>4)</sup> P. Kokkoros, Zbl. Min. 1938. 278. — Name nach C. Fron del, Am. Min. **34**. 1949. 692.

<sup>5)</sup> W. E. Richmond 1940, l. c.

<sup>6)</sup> G. Hägele, Zbl. Min. 1938. 267. — W. E. Richmond 1940, l. c.

<sup>7)</sup> A. J. Ginzburg, N. A. Kruglowa & V. A. Molewa, Doklady Akad. Wiss. USSR **77**. 1951. 97.

#### 4.) Adamin-Paradamin-Gruppe. Isodimorphie.

a) Adamin-Reihe. Rhombisch-dipyramidal, pseudotetragonal. Homöotypie; Isotypie Libethenit-Adamin-Andalusit  $\text{Al}_2[\text{O} | \text{SiO}_4]$ .

<b>Libethenit</b>	$\text{Cu}_2[\text{OH}   \text{PO}_4]$	$\text{D}_{2h}^{12} - \text{Pnmm}$
(Breithaupt, 1823)		$a_0 = 8.45 \quad b_0 = 8.10 \quad c_0 = 5.91^1)$ $a_0 : b_0 : c_0 = 1.043 : 1 : 0.730 \quad Z = 4$
<b>Olivenit</b>	$\text{Cu}_2[\text{OH}   \text{AsO}_4]$	$\text{D}_{2h}^{13} - \text{Pnmm}$
(Jameson, 1820)		$a_0 = 8.64 \quad b_0 = 8.22 \quad c_0 = 5.95^2)$ $a_0 : b_0 : c_0 = 1.051 : 1 : 0.724 \quad Z = 4$
<b>Adamin</b>	$\text{Zn}_2[\text{OH}   \text{AsO}_4]$	$\text{D}_{2h}^{12} - \text{Pnmm}$
(Friedel, 1866)		$a_0 = 8.34 \quad b_0 = 8.56 \quad c_0 = 6.09^3)$ $a_0 : b_0 : c_0 = 0.974 : 1 : 0.711 \quad Z = 4$

Varietäten sind: **Zink-Olivenit, Cupro-Adamin, Kobalt-Adamin.**

## b) Paradamin-Reihe.

**Tarbuttit**  $\text{Zn}_2[\text{OH} | \text{PO}_4]$  Triklin-pinakoidal  $C_1^1 - P\bar{1}$   
 (Spencer, 1907)  $a_0 = 8.11$   $b_0 = 12.93$   $c_0 = 7.70^4$   
 $a_0 : b_0 : c_0 = 0.627 : 1 : 0.596$   
 $\alpha = 89^\circ 37\frac{1}{2}'$   $\beta = 91^\circ 28\frac{1}{2}'$   
 $\gamma = 107^\circ 41'$   $Z = 8$

**Paradamin**  $\text{Zn}_2[\text{OH} | \text{AsO}_4]$  Isotypie mit Tarbuttit<sup>5)</sup>  
 (Switzer, 1956)

<sup>1)</sup> H. Strunz, Z. Krist. **94**. 1936. 60. — H. Heritsch, Z. Krist. **102**. 1939. 1 (SB. 7. 143). — W. E. Richmond, Am. Min. **25**. 1940. 452. — E. M. Walitzi, Tschemm. Min. Petr. Mitt. **8**. 1962. 275; **8**. 1963. 614 (Strukturverfeinerung).

<sup>2)</sup> L. G. Berry, Am. Min. **36**. 1951. 500. — H. Heritsch, Z. Krist. **98**. 1937. 351; **99**. 1938. 466 (Struktur, SB. **6**. 22). — W. E. Richmond 1940, l. c. — E. M. Walitzi, 1962, l. c. (Raumgruppe  $C_2^2 - Pmn2_1$ ,  $a_0 = 5.94$ ,  $b_0 = 8.59$ ,  $c_0 = 8.21$ ).

<sup>3)</sup> H. Strunz 1936, l. c. — P. Kokkoros, Z. Krist. **96**. 1937. 417 (Struktur, SB. **5**. 17). — M. E. Mrose, Am. Min. **33**. 1948. 449.

<sup>4)</sup> W. E. Richmond, Am. Min. **23**. 1938. 881; **25**. 1940. 475. — Synthetischen Tarbuttit und andere Zinkphosphate stellten E. Thilo & I. Schulz her (Z. anorg. Chem. **265**. 1951. 201).

<sup>5)</sup> G. Switzer, Science **123**. 1956. 1039.

5.) Lazulith-Reihe. Isotypie. Monoklin-prismatisch,  $C_{2h}^5 - P2_1/c$ .

**Lazulith**  $(\text{Mg}, \text{Fe}^{2+})\text{Al}_2[\text{OH} | \text{PO}_4]_2$   $a_0 = 7.16$   $b_0 = 7.26$   $c_0 = 7.24^1$   
 (Klaproth, 1795)  $a_0 : b_0 : c_0 = 0.986 : 1 : 0.997$   
 $\beta = 120^\circ 40'$   $Z = 2$

**Scorzalith**  $(\text{Fe}^{2+}, \text{Mg})\text{Al}_2[\text{OH} | \text{PO}_4]_2$   $a_0 = 7.15$   $b_0 = 7.31$   $c_0 = 7.25^2$   
 (Pecora & Fahey, 1947)  $a_0 : b_0 : c_0 = 0.978 : 1 : 0.992$   
 $\beta = 120^\circ 35'$   $Z = 2$

**Barbosalith**  $\text{Fe}^{2+}\text{Fe}_2^{3+}[\text{OH} | \text{PO}_4]_2$   $a_0 = 7.25$   $b_0 = 7.46$   $c_0 = 7.49^3$   
 (Lindberg & Pecora, 1954)  $a_0 : b_0 : c_0 = 0.972 : 1 : 1.004$   
 $\beta = 120^\circ 15'$   $Z = 2$

## Anhang:

**Lipscombit**  $(\text{Fe}^{2+}, \text{Mn})\text{Fe}_2^{3+}[\text{OH} | \text{PO}_4]_2$  Tetragonal-trapezoedrisch  
 (Gheith, 1953)  $D_4^+ - P4_12_12$   
 $a_0 = 7.40$   $c_0 = 12.81^4$   
 $c_0/a_0 = 1.731$   $Z = 4$

Im **Calcio-Lazulith** (Watson, 1921) ist ungefähr  $\frac{1}{6}$  von  $(\text{Mg}, \text{Fe}^{2+})$  durch Ca ersetzt. **Trolleit** (Blomstrand, 1868),  $\text{Al}_4[\text{OH} | \text{PO}_4]_3$ , soll mit Lazulith möglicherweise identisch sein.

<sup>1)</sup> M. L. Lindberg & C. L. Christ, Acta Cryst. **12**. 1959. 695 (Struktur). — L. G. Berry, Am. Min. **33**. 1948. 750 ( $a_0 = 7.12$ ,  $b_0 = 7.26$ ,  $c_0 = 7.24$ ,  $\beta = 118^\circ 55'$ ).

<sup>2)</sup> M. L. Lindberg & C. L. Christ, 1959, l. c. (Struktur). — W. T. Pecora & J. J. Fahey, Am. Min. **34**. 1949. 83; **35**. 1950. 1 ( $a_0 = 7.15$ ,  $b_0 = 7.31$ ,  $c_0 = 7.25$ ).

<sup>3)</sup> M. L. Lindberg & C. L. Christ, 1959, l. c. (Struktur).

<sup>4)</sup> M. L. Lindberg, Am. Min. 47. 1962. 351 (für Mn-Lipscombit von Minas Gerais, mit 7.9% MnO). — Vgl. L. Katz & W. N. Lipscomb, Acta Cryst. 4. 1951. 345.

## 6.) Dufrenit-Rockbridgeit-Gruppe.

### a) Dufrenit-, Reihe.“

<b>Dufrenit</b> (Brongniart, 1833)	$\text{Fe}^{\text{II}}_3\text{Fe}^{\text{III}}_6[(\text{OH})_3   \text{PO}_4]_4$	Monoklin-prismatisch $C_{2h}^5 - P 2_1/n$ $a_0 = 24.6 \quad b_0 = 5.14 \quad c_0 = 13.87^1)$ $a_0 : b_0 : c_0 = 4.786 : 1 : 2.698$ $\beta = 100^\circ 25' \quad Z = 4$
<b>Laubmannit</b> (Fron del, 1949)	$(\text{Fe}^{\text{II}}, \text{Mn})_3\text{Fe}^{\text{III}}_6[(\text{OH})_3   \text{PO}_4]_4$ (?)	analoges Pulverdiagramm wie Andrewsit <sup>2)</sup>
<b>Andrewsit</b> (Maskelyne, 1871)	$(\text{Cu}, \text{Fe}^{\text{II}})\text{Fe}^{\text{III}}_3[(\text{OH})_2   (\text{PO}_4)_3]$	Rhombisch-disphenoidisch $D_2^5 - B 22_1 2$ $a_0 = 14.16 \quad b_0 = 16.83 \quad c_0 = 5.18^3)$ $a_0 : b_0 : c_0 = 0.841 : 1 : 0.308 \quad Z = 4$ $c_0 = \text{Faserachse}$

### b) Rockbridgeit-Reihe. Orthorhombisch, $D_2^5 - B 22_1 2$ (?).

<b>Rockbridgeit</b> (Fron del, 1949)	$(\text{Fe}^{\text{II}}, \text{Mn})\text{Fe}^{\text{III}}_4[(\text{OH})_5   (\text{PO}_4)_3]$	$a_0 = 13.76 \quad b_0 = 16.94 \quad c_0 = 5.19^4)$ $a_0 : b_0 : c_0 = 0.812 : 1 : 0.306 \quad Z = 4$
<b>Fron delit</b> (Lindberg, 1949)	$(\text{Mn}, \text{Fe}^{\text{II}})\text{Fe}^{\text{III}}_4[(\text{OH})_5   (\text{PO}_4)_3]$	$a_0 = 13.89 \quad b_0 = 17.01 \quad c_0 = 5.21^5)$ $a_0 : b_0 : c_0 = 0.8166 : 1 : 0.306 \quad Z = 4$
<b>Zinkrockbridgeit</b> (Lindberg & Fron del, 1950)	$(\text{Zn}, \text{Fe}^{\text{II}})\text{Fe}^{\text{III}}_4[(\text{OH})_5   (\text{PO}_4)_3]$	$a_0 = 13.97 \quad b_0 = 16.88 \quad c_0 = 5.19^6)$ $a_0 : b_0 : c_0 = 0.828 : 1 : 0.307 \quad Z = 4$

„Kraurit“ hat sich z. T. als Dufrenit, z. T. als Rockbridgeit erwiesen.

### Anhang:

<b>Angelellit</b> (Ramdohr, Ahlfeld & Berndt, 1959)	$\text{Fe}^{\text{III}}_4[\text{O}_5   (\text{AsO}_4)_2]$	Triklin $C_1^1$ oder $C_1^1$ $a_0 = 5.03 \quad b_0 = 6.49 \quad c_0 = 7.11$ $\alpha = 114.4^\circ \quad \beta = 116.4^\circ \quad \gamma = 81.9^\circ$ $Z = 1^7)$
--	---	--

<sup>1)</sup> M. E. Mrose, Am. Min. Soc. Progr. 1955. 76 A.

<sup>2)</sup> C. Fron del, Am. Min. 34. 1949. 513.

<sup>3)</sup> G. F. Claringbull & M. H. Hey, Min. Soc. Notice Nr. 100. 1958.

<sup>4)</sup> C. Fron del 1949, l. c. — M. L. Lindberg, Am. Min. 34. 1949. 541.

<sup>5)</sup> M. L. Lindberg 1949, l. c.

<sup>6)</sup> M. L. Lindberg & C. Frondel, Am. Min. **35**. 1950. 1028.

<sup>7)</sup> K. Weber, N. Jb. Min. Mh. 1959. 152.

7.) Pseudomalachit-Arsenoklasit-Gruppe (mit 2 OH pro RO<sub>4</sub>). Pseudomalachit und Cornwallit sind isotyp; Arsenoklasit unterscheidet sich in den Gitterkonstanten durch eine Verdoppelung von c<sub>0</sub>, so daß anscheinend eine Raumgitterverzwilligung vorliegt.

• <sup>ΣMM</sup> <b>Pseudomalachit</b> (Hausmann, 1813)	Cu <sub>5</sub> [(OH) <sub>2</sub>   PO <sub>4</sub> ] <sub>2</sub>	Monoklin-prismatisch C <sub>2h</sub> <sup>5</sup> — P2 <sub>1</sub> /a a <sub>0</sub> = 17.06 b <sub>0</sub> = 5.76 c <sub>0</sub> = 4.49 <sup>1)</sup> a <sub>0</sub> :b <sub>0</sub> :c <sub>0</sub> = 2.962:1:0.779 β = 91°02' Z = 2
<b>Cornwallit</b> (Zippe, 1846)	Cu <sub>5</sub> [(OH) <sub>2</sub>   AsO <sub>4</sub> ] <sub>2</sub>	Monoklin-prismatisch C <sub>2h</sub> <sup>5</sup> — P2 <sub>1</sub> /a a <sub>0</sub> = 17.61 b <sub>0</sub> = 5.81 c <sub>0</sub> = 4.60 <sup>2)</sup> a <sub>0</sub> :b <sub>0</sub> :c <sub>0</sub> = 3.031:1:0.792 β = 92°15' Z = 2
<b>Cornubit</b> (Claringbull, Hey & Davis, 1959)	Cu <sub>5</sub> [(OH) <sub>2</sub>   AsO <sub>4</sub> ] <sub>2</sub>	Triklin <sup>3)</sup> a <sub>0</sub> = — b <sub>0</sub> = — c <sub>0</sub> = —
<b>Arsenoklasit</b> (Aminoff, 1931)	Mn <sub>5</sub> [(OH) <sub>2</sub>   AsO <sub>4</sub> ] <sub>2</sub>	Orthorhombisch a <sub>0</sub> = 18.05 b <sub>0</sub> = 5.81 c <sub>0</sub> = 9.21 <sup>4)</sup> a <sub>0</sub> :b <sub>0</sub> :c <sub>0</sub> = 3.107:1:1.585 Z = 4

Mit Pseudomalachit sind Phosphorochalcit, Dihydrat, Ehlit und z. T. Lunnit identisch (Frondel, 1942, Berry, 1951). In den Gitterkonstanten von Arsenoklasit liegt eine fast völlige Analogie zu dem Silikat Ardennit vor.

Cornubit bildet fahlgrüne Kügelchen auf Cornwallit und gibt ein ganz anderes Pulverdiagramm als dieser<sup>3)</sup>.

<sup>1)</sup> L. G. Berry, Am. Min. **35**. 1950. 365. — S. Ghose, Acta Cryst. **16**. 1963. 124 (Struktur).

<sup>2)</sup> L. G. Berry, Am. Min. **36**. 1951. 484. — Erinit ist teils Cornwallit, teils Chalkophyllit, teils Fe-Montmorillonit.

<sup>3)</sup> G. F. Claringbull, M. H. Hey & R. J. Davis, Min. Mag. **32**. 1959. 1.

<sup>4)</sup> G. Aminoff, Kungl. Svenska Vetenskap. Handl. **9**. 1931. 52. — Hier neue Aufstellung.

8.) Augelith-Cornetit-Klinoklas-Gruppe (mit 3 OH pro RO<sub>4</sub>). Heterotypie.

• <b>Augelith</b> (Blomstrand, 1868)	Al <sub>2</sub> [(OH) <sub>3</sub>   PO <sub>4</sub> ]	Monoklin-prismatisch C <sub>2h</sub> <sup>3</sup> — C2/m a <sub>0</sub> = 13.13 b <sub>0</sub> = 7.98 c <sub>0</sub> = 5.07 <sup>1)</sup> a <sub>0</sub> :b <sub>0</sub> :c <sub>0</sub> = 1.645:1:0.635 β = 112°27' Z = 4
<b>Cornetit</b> (Buttgenbach, 1916)	Cu <sub>3</sub> [(OH) <sub>3</sub>   PO <sub>4</sub> ]	Rhombisch-dipyramidal D <sub>2h</sub> <sup>15</sup> — Pbea a <sub>0</sub> = 10.88 b <sub>0</sub> = 14.08 c <sub>0</sub> = 7.12 <sup>2)</sup> a <sub>0</sub> :b <sub>0</sub> :c <sub>0</sub> = 0.773:1:0.506 Z = 8



• **Klinoklas**  $\text{Cu}_3[(\text{OH})_3 | \text{AsO}_4]$  Monoklin-prismatisch  $C_{2h}^5 - P 2_1/a$   
 (Breithaupt, 1830)  $a_0 = 12.38$   $b_0 = 6.46$   $c_0 = 7.24^3$   
 $a_0 : b_0 : c_0 = 1.916 : 1 : 1.121$   
 $\beta = 99^\circ 30'$   $Z = 4$

<sup>1</sup>) M. A. Peacock & D. A. Moddle, Min. Mag. 26. 1941. 105.

<sup>2</sup>) L. G. Berry, Am. Min. 31. 1946. 190.

<sup>3</sup>) Ch. Palache & L. G. Berry, Am. Min. 31. 1946. 243.

9.) Flinkit-Synadelphit-Gruppe (mit 4 und mehr OH pro  $\text{RO}_4$ ).

**Flinkit**  $\text{Mn}_2\text{Mn}^{3+}[(\text{OH})_4 | \text{AsO}_4]$  Rhombisch-dipyramidal  $D_{2h}^6 - Pnna$   
 (Hamburg, 1889)  $a_0 = 9.55$   $b_0 = 13.11$   $c_0 = 5.25^1$

$$a_0 : b_0 : c_0 = 0.728 : 1 : 0.400$$

**Allaktit**  $\text{Mn}_7[(\text{OH})_4 | \text{AsO}_4]_2$  Monoklin-prismatisch  $C_{2h}^5 - P 2_1/a$   
 (Sjögren, 1884)  $a_0 = 11.03$   $b_0 = 12.12$   $c_0 = 5.51^2$

$$a_0 : b_0 : c_0 = 0.910 : 1 : 0.455$$

$$\beta = 114^\circ 04'$$
  $Z = 2$

**Synadelphit**  $\text{Mn}_4[(\text{OH})_5 | \text{AsO}_4]$  Triklin-pseudorhombisch  
 (Sjögren, 1884)  $a_0 = 9.93$   $b_0 = 18.74$   $c_0 = 10.67^3$

$$a_0 : b_0 : c_0 = 0.530 : 1 : 0.569$$

$$\alpha = \beta = \gamma = 90^\circ$$
  $Z = 10$

**Chlorophoenicit**  $(\text{Zn}, \text{Mn})_5[(\text{OH})_7 | \text{AsO}_4]$   
 (Foshag & Gage, 1924) Monoklin-prismatisch  
 $a : b : c = 2.357 : 1 : 2.153^4$   
 $\beta = 105^\circ 34'$

**Magnesium-Chlorophoenicit**  $(\text{Mg}, \text{Mn})_5[(\text{OH})_7 | \text{AsO}_4]$   
 (Palache, 1935) Monoklin

**Holdenit**  $(\text{Mn}, \text{Ca})_4(\text{Zn}, \text{Mg}, \text{Fe})_2[(\text{OH})_5\text{O}_2 | \text{AsO}_4]$   
 (Palache, 1921) Rhombisch-dipyramidal  $D_{2h}^{21} - Bm\bar{m}$

$$a_0 = 11.99$$
  $b_0 = 31.21$   $c_0 = 8.60^5$

$$a_0 : b_0 : c_0 = 0.384 : 1 : 0.276$$
  $Z = 2$

**Haematolith**  $(\text{Mn}, \text{Mg}, \text{Fe})_5[(\text{OH})_7 | \text{AsO}_4]$   
 (Igelström, 1884) Trig.-rhomboedrisch  $C_{3i}^2 - R\bar{3} (?)$

$$a_0 = 8.29$$
  $c_0 = 36.58^6$

$$c_0/a_0 = 4.413$$

$$a_{rh} = 13.11$$
  $\alpha = 36^\circ 53'$   $Z = 3$

Im Synadelphit ist etwas Mn durch Mg, Ca und Alkalien ersetzt. **Plumbo-Synadelphit** (Hurlbut, 1937) ist eine Varietät von Synadelphit mit 3.2% PbO.

Haematolith ist wohl homöotyp mit Dixenit  $(\text{Mn}, \text{Mg})_5\text{As}_2^{3+}[(\text{OH})_2\text{O}_5 | \text{SiO}_4]$ .  
 • **Asowskit** (Elfremov, 1937),  $\text{Fe}_3^{3+}[(\text{OH})_6 | \text{PO}_4]$ , ist schwach doppelbrechend.

<sup>1</sup>) K. B. Culver & L. G. Berry, Canad. Min. 7. 1963. 547.

<sup>2</sup>) C. S. Hurlbut (1949) in Dana 2. 1951. 786.

- <sup>3)</sup> C. S. Hurlbut, Am. Min. **22**. 1937. 526.  
<sup>4)</sup> Ch. Palache in Dana **2**. 1951. 778.  
<sup>5)</sup> J. Prewitt-Hopkins, Am. Min. **34**. 1949. 589.  
<sup>6)</sup> L. G. Berry, Am. Min. **33**. 1948. 489.

### 10.) Tilasit-Descloizit-Gruppe.

Es liegt offenbar eine „Raumgitter-Verzwilligung“ vor, die aus den monoklinen Mineralien der Tilasit-Reihe durch Verzwilligung nach (100) die orthorhombischen Mineralien der Descloizit-Reihe entstehen läßt. Außerdem besteht Isotypie Tilasit-Titanit  $\text{CaTi}[\text{O} | \text{SiO}_4]$ .

#### a) Tilasit-Reihe. Monoklin-prismatisch.

<b>Isokit</b>	$\text{CaMg}[\text{F}   \text{PO}_4]$	$\text{C}_{2h}^6 - \text{C}2/c$
(Deans, 1955)		$a_0 = 6.52 \quad b_0 = 8.75 \quad c_0 = 7.51^1)$
		$a_0 : b_0 : c_0 = 0.745 : 1 : 0.858 \quad \beta = 121^\circ 28' \quad Z = 4$
<b>Tilasit</b>	$\text{CaMg}[\text{F}   \text{AsO}_4]$	$\text{C}_{2h}^6 - \text{C}2/c$ oder $\text{C}_s^4 - \text{C}c$
(Sjögren, 1895)		$a_0 = 6.67 \quad b_0 = 8.97 \quad c_0 = 7.58^2)$
		$a_0 : b_0 : c_0 = 0.744 : 1 : 0.845 \quad \beta = 121^\circ 00' \quad Z = 4$
<b>Durangit</b>	$\text{NaAl}[\text{F}   \text{AsO}_4]$	$\text{C}_{2h}^6 - \text{C}2/c$
(Brush, 1869)		$a_0 = 6.54 \quad b_0 = 8.48 \quad c_0 = 7.31^3)$
		$a_0 : b_0 : c_0 = 0.771 : 1 : 0.862 \quad \beta = 119^\circ 22' \quad Z = 4$

**Arseniopleit** (Igelström, 1888), von unbekannter Symmetrie, hat wahrscheinlich die Formel  $(\text{Ca}, \text{Mn})_3(\text{Mn}^{II}, \text{Mn}^{III}, \text{Mg}, \text{Fe}^{III})_4[(\text{OH})_4 | (\text{AsO}_3\text{OH})(\text{AsO}_4)_3]$ .

b) Descloizit-Reihe. Rhombisch-disphenoidisch,  $\text{D}_2^4 - \text{P}2_12_12_1$ . Isotypie; unbegrenzte Diadochie (Zn, Cu) in der Reihe Descloizit-Mottramit.

<b>Adelit</b>	$\text{CaMg}[\text{OH}   \text{AsO}_4]$	$a_0 = 5.89 \quad b_0 = 8.87 \quad c_0 = 7.44^4)$
(Sjögren, 1891)		$a_0 : b_0 : c_0 = 0.664 : 1 : 0.839 \quad Z = 4$
<b>Austinit</b>	$\text{CaZn}[\text{OH}   \text{AsO}_4]$	$a_0 = 5.91 \quad b_0 = 9.02 \quad c_0 = 7.44^5)$
(Staples, 1935)		$a_0 : b_0 : c_0 = 0.655 : 1 : 0.825 \quad Z = 4$
<b>Konichalcit</b>	$\text{CaCu}[\text{OH}   \text{AsO}_4]$	$a_0 = 5.85 \quad b_0 = 9.23 \quad c_0 = 7.43^6)$
(Breithaupt & Fritzsche, 1849)		$a_0 : b_0 : c_0 = 0.634 : 1 : 0.805 \quad Z = 4$
<b>Dufit</b>	$\text{PbCu}[\text{OH}   \text{AsO}_4]$	$a_0 = 5.91 \quad b_0 = 9.14 \quad c_0 = 7.52^7)$
(Pufahl, 1920)		$a_0 : b_0 : c_0 = 0.647 : 1 : 0.823 \quad Z = 4$
<b>Tangeit*</b>	$\text{CaCu}[\text{OH}   \text{VO}_4]$	$a_0 = 5.90 \quad b_0 = 9.24 \quad c_0 = 7.44^8)$
(Fersman, 1925)		$a_0 : b_0 : c_0 = 0.639 : 1 : 0.805 \quad Z = 4$
<b>Descloizit</b>	$\text{Pb}(\text{Zn}, \text{Cu})[\text{OH}   \text{VO}_4]$	$a_0 = 6.06 \quad b_0 = 9.41 \quad c_0 = 7.58^9)$
(Damour, 1854)		$a_0 : b_0 : c_0 = 0.644 : 1 : 0.805 \quad Z = 4$
<b>Mottramit</b>	$\text{Pb}(\text{Cu}, \text{Zn})[\text{OH}   \text{VO}_4]$	Nach Pulveraufnahmen fast gleiche
(Roscoe, 1876)		Gitterkonstanten wie Descloizit

<b>Pyrobelonit</b>	$\text{PbMn}[\text{OH} \text{VO}_4]$	$\text{D}_{2h}^{16} - \text{Pmcn} (?)$
(Flink, 1919)		$a_0 = 6.23 \quad b_0 = 9.59 \quad c_0 = 7.76^{10}$
		$a_0 : b_0 : c_0 = 0.650 : 1 : 0.809 \quad Z = 4$

Die Symmetrie von Adelit, Austinit, Barthit und Konichalcit ist eindeutig rhombisch-disphenoidisch mit der Raumgruppe  $\text{D}_2^4 - \text{P}2_12_12_1$ , die Vanadate erscheinen hingegen im allgemeinen holoedrisch mit  $\text{D}_{2h}^{16} - \text{Pmcn}$ , doch wurde bereits von Hägele (1939)  $\text{D}_2^4 - \text{P}2_12_12_1$  in Erwägung gezogen und von Qurashi, Barnes und Berry (1953) in einer vorläufigen Mitteilung bestätigt.

Die Identität bzw. gegenseitige Verwandtschaft von Calciovoborhthit-Tangeit und Voborhthit-Usbekit<sup>11)</sup> ist noch nicht ganz geklärt.

**Barthit** (Henglein & Meigen, 1914) ist nach E. Fischer (1944) eine Varietät von Austinit mit ganz wenig Cu für Zn in den äußersten Partien, a:b:c = 0.648:1:0.832; neben prismatischen Kristallen treten auch solche von disphenoidischem Habitus auf. **Aracoxen** (Kobell, 1850) ist eine arsenathaltige Varietät von Descloizit. **Turanit** (Nenadkevich, 1909) ist chemisch und auch strukturell (nach Pulveraufnahmen, Frondel, 1948) ähnlich Mottramit. Vesbin ist identisch mit Mottramit (Zambonini und Carobbi, 1927). „ $\beta$ -Duftit“ (C. Guillemin, 1956) ist Duftit mit wenig Ca für Pb.

1) T. Deans & J. D. C. McConnell, Min. Mag. **30**. 1955. 681.

2) H. Strunz, Z. Krist. **96**. 1937. 7; Zbl. Min. 1938. 59.

3) P. Kokkoros, Z. Krist. **99**. 1938. 38. — F. Machatschki, Z. Krist. **103**. 1941. 221.

4) G. Hägele, N. Jb. Min. Beil.-Bd. **75**. 1939. 101.

5) W. E. Richmond, Am. Min. **25**. 1940. 441.

6) H. Strunz, Z. Krist. **101**. 1939. 496. — W. E. Richmond 1940, l. c. — M. M. Qurashi, W. H. Barnes & L. G. Berry, Am. Min. **38**. 1953. 557. — M. M. Qurashi & W. H. Barnes, Am. Min. **39**. 1954. 416 (Struktur); Canad. Min. **7**. 1963. 561 (Strukturverfeinerung).

7) W. E. Richmond 1940, l. c. ( $\text{D}_{2h}^6 - \text{Pnan}$ ).

8) C. Guillemin, Bull. Soc. Franç. Min. **79**. 1956. 246.

9) F. A. Bannister, Min. Mag. **23**. 1933. 376. — G. Hägele 1939, l. c. — W. H. Barnes & M. M. Qurashi, Am. Min. **37**. 1952. 407. — H. G. Bachmann, N. Jb. Min. Mh. 1953. 193.

10) H. Strunz 1939, l. c. — W. E. Richmond 1940, l. c. — D. M. Donaldson & W. H. Barnes, Am. Min. **40**. 1955. 580 (Struktur).

11) Siehe VII. C. 3.

\*) „Calciovoborhthit“ (Credner, 1848) hätte zwar Priorität, ist aber irreführend.

## 11.) Kirrolith-Brasilianit-Bayldonit-Gruppe.

<b>Tavistockit</b>	$\text{Ca}_3\text{Al}_2[\text{OH} \text{PO}_4]_3$	Orthorhombisch $\equiv \text{anarit}$
(Dana, 1868)		
<b>Kirrolith</b>	$\text{Ca}_3\text{Al}_2[\text{OH} \text{PO}_4]_3$	Orthorhombisch oder monoklin
(Blomstrand, 1868)		
<b>Brasilianit</b>	$\text{NaAl}_3[(\text{OH})_2 \text{PO}_4]_2$	Monoklin-prismat. $\text{C}_{2h}^5 - \text{P}2_1/\text{n}$
(Pough & Henderson, 1945)		$a_0 = 11.19 \quad b_0 = 10.08 \quad c_0 = 7.06^{11}$
		$a_0 : b_0 : c_0 = 1.110 : 1 : 0.700$
		$\beta = 97^\circ 22' \quad Z = 2$
<b>Lacroixit</b>	$\text{Na}_2\text{Ca}_2\text{Al}_3[(\text{OH}, \text{F})_8 \text{PO}_4]_3$	Monoklin?
(Slavik, 1914)	$\text{Na}_2\text{Ca}_2(\text{PO}_4)_3(\text{F}, \text{OH})$	$a : b : c = 0.796 : 1 : 1.568$

непопрелен.  
Am. min. 1922, 57, 11-12

- **Böggildit**  $\text{Na}_2\text{Sr}_2\text{Al}_2[\text{F}_9|\text{PO}_4]$  Monoklin-prismat.  $\text{C}_{2h}^5 - \text{P}2_1/c$   
 (Bögvad, 1952)  $a_0 = 5.24$   $b_0 = 10.48$   $c_0 = 18.52$   
 $a_0:b_0:c_0 = 0.500:1:1.768$   
 $\beta = 107^\circ 35'$   $Z = 4^2$

**Bialith** (Buttgenbach, 1929) ist angeblich ein Mg-haltiger Tavistockit.  $\approx$  *gabennit*

<sup>1</sup>) C. S. Hurlbut & E. J. Weichel, Am. Min. **31**. 1946. 507.

<sup>2</sup>) C. K. Möller, Medd. om Grönland **137**. 1956. 6.

12.) Palermoit-Reihe. Rhombisch-dipyramidal,  $\text{D}_{2h}^{20} - \text{Cccm}$ . Wahrscheinlich isotyp<sup>3</sup>).

- Palermoit**  $\text{SrAl}_2[\text{OH}|\text{PO}_4]_2$  (?)  $a_0 = 15.79$   $b_0 = 7.31$   $c_0 = 11.53$   
 (Mrose, 1953)  $a_0:b_0:c_0 = 2.160:1:1.577$   $Z = 8^1$
- Carminit**  $\text{PbFe}_2^{++}[\text{OH}|\text{AsO}_4]_2$   $a_0 = 16.59$   $b_0 = 7.58$   $c_0 = 12.29$   
 (Sandberger, 1850)  $a_0:b_0:c_0 = 2.189:1:1.621$   
 $Z = 8^2$

Anhang:

- **Bayldonit**  $\text{PbCu}_3[\text{OH}|\text{AsO}_4]_2 \cdot \frac{1}{2}\text{O}$  Monoklin  
 (Church, 1865)  $a_0 = 5.03$   $b_0 = 5.97$   $c_0 = 6.93^4$   
 $a_0:b_0:c_0 = 0.843:1:1.161$   
 $\beta = 103^\circ$   $Z = 1$
- **Vésigniëit**  $\text{BaCu}_3[\text{OH}|\text{VO}_4]_2$  Vielleicht isotyp mit Bayldonit<sup>5</sup>  
 (Guillemin, 1955)

<sup>1</sup>) M. E. Mrose, Am. Min. **38**. 1953. 354. Mit 3.70  $\text{Li}_2\text{O}$ , 1.56  $\text{Na}_2\text{O}$ , 0.88  $\text{CaO}$ . – Hier  $a_0$  und  $b_0$  vertauscht.

<sup>2</sup>) A. Rosenzweig & J. J. Finney, Am. Min. **44**. 1959. 663. – J. J. Finney, Am. Min. **48**. 1963. 1 (Struktur).

<sup>3</sup>) H. Strunz, N. Jb. Min. Mh. 1960. 49.

<sup>4</sup>) C. Guillemin, Bull. Soc. Franç. Min. **79**. 1956. 64.

<sup>5</sup>) C. Guillemin, C. R. Acad. Sci. Paris **240**. 1955. 2331 (Erstbeschreibung und röntgenographischer Vergleich mit Bayldonit und „Kolovratit“).

13.) Crandallit-Reihe. Meist ditrigonal-skalenoedrisch. Pseudokubisch.

- **Crandallit**  $\text{CaAl}_3\text{H}[(\text{OH})_6|\text{(PO}_4)_2]$   $\text{C}_{2v}^5 - \text{R}3\text{m}$   
 (Loughlin & Schaller, 1917)  $a_0 = 6.99$   $c_0 = 16.13^1$   
 $c_0/a_0 = 2.308$   
 $a_{\text{rh}} = 6.72$   $\alpha' = 62^\circ 40'$   $Z = 1$
- Goyazit**  $\text{SrAl}_3\text{H}[(\text{OH})_6|\text{(PO}_4)_2]$   $\text{D}_{3d}^5 - \text{R}\bar{3}\text{m}$   
 (Damour, 1884)  $a_0 = 6.98$   $c_0 = 16.54^2$   
 $c_0/a_0 = 2.370$   
 $a_{\text{rh}} = 6.83$   $\alpha' = 61^\circ 28'$   $Z = 1$
- Gorceixit**  $\text{BaAl}_3\text{H}[(\text{OH})_6|\text{(PO}_4)_2]$   $c/a = ?$   
 (Hussak, 1906)

<b>Plumbogummit</b>	$\text{PbAl}_3\text{H}[(\text{OH})_6   (\text{PO}_4)_2]$	$c/a = ?$
(de Laumont, 1819)		
<b>Waylandit</b>	$(\text{Bi}, \text{Ca})\text{Al}_3[(\text{OH})_6   (\text{PO}_4)_2]$	$D_{3d}^5 - R\bar{3}m$
(v. Knorring & Mrose, 1962)		
		$a_0 = 6.96 \quad c_0 = 16.26^3$
		$c_0/a_0 = 2.336 \quad Z = 3$
<b>Florencit</b>	$\text{CeAl}_3[(\text{OH})_6   (\text{PO}_4)_2]$	$a_0 = 6.76 \quad c_0 = 16.55^4$
(Hussak & Prior, 1899)		
		$c_0/a_0 = 2.448 \quad Z = 3$
<b>Dussertit</b>	$\text{BaFe}_3^{\cdot\cdot}\text{H}[(\text{OH})_6   (\text{AsO}_4)_2]$	$a_0 = 7.40 \quad c_0 = 17.48^5$
(Barthoux, 1925)		
		$c_0/a_0 = 2.362 \quad Z = 3$
		$a_{rh} = 7.23 \quad \alpha = 61^\circ 37' \quad Z = 1$
<b>Lusungit</b>	$(\text{Sr}, \text{Pb})\text{Fe}_3^{\cdot\cdot\cdot}\text{H}[(\text{OH})_6   (\text{PO}_4)_2]$	$D_{3d}^5 - R\bar{3}m$
(Van Wambeke, 1958)		
		$a_0 = 7.04 \quad c_0 = 16.80^6$
		$c_0/a_0 = 2.836 \quad Z = 3$
		$a_{rh} = 6.92 \quad \alpha = 61^\circ 12' \quad Z = 1$

Es besteht Homöotypie mit den Mineralien der Alunit-Beudantit-Gruppe; die letzteren könnten auch hierher gestellt werden. Stiepelmannit (Ramdohr & Thilo, 1940) ist Florencit mit einem gewissen (Y, Yb)-Gehalt.

Ein unbenanntes Mineral,  $\sim (\text{Ca}, \text{Sr}, \text{Pb})_2\text{Al}_7[(\text{OH})_{16} | (\text{PO}_4)_3] \cdot 3 \text{H}_2\text{O}$ , Pulverdiagramm ähnlich Crandallit, wohl triklin mit  $a_0 = 7.01$ ,  $b_0 = 9.82$ ,  $c_0 = 9.70$ ,  $\alpha = 103^\circ 10'$ ,  $\beta = 91^\circ 14'$ ,  $\gamma = 90^\circ 34'$ , ist aus tonigen Sedimenten von Bajo de Santa Fe, Guatemala, bekannt geworden<sup>7)</sup>.

<sup>1)</sup> E. S. Larsen, Am. Min. **27**. 1942. 288 für „Deltait“. — Vgl. D. McConnell 1942. — R. Pulou, M. Orliac & L. Capdecombe, Congr. Intern. de Crist. Paris 1954.

<sup>2)</sup> B. Goßner, Z. Krist. **96**. 1937. 488. — D. McKie, Min. Mag. **33**. 1962. 281 (d-Werte, Abhängigkeit von Zelldimensionen, Optik und Dichte vom Chemismus).

<sup>3)</sup> O. v. Knorring & M. E. Mrose, Geol. Soc. Am. Meeting 1962, Progr. 156 A.

<sup>4)</sup> P. Ramdohr & E. Thilo, Zbl. Min. 1940 (für Florencit von Klein-Spitzkopje = „Stiepelmannit“). — D. McKie, 1962, l. c.

<sup>5)</sup> K. Walenta, Tscherm. Min. Petr. Mitt. (im Druck).

<sup>6)</sup> L. Van Wambeke, Bull. Soc. Belg. Geol. **67**. 1958. 162.

<sup>7)</sup> U. M. Cowgill, G. E. Hutchinson & O. Joensuu, Am. Min. **48**. 1963. 1144.

#### 14.) Apatit-Pyromorphit-Gruppe. Hexagonal-dipyramidal,

$C_{6h}^2 - P6_3/m$ .  $Z = 2$ . Isotypie.

##### a) Apatit-Reihe<sup>1)</sup>:

<b>Apatit</b>	$\text{Ca}_5[\text{F}   (\text{PO}_4)_3]$	$a_0 = 9.39 \quad c_0 = 6.89 \quad c_0/a_0 = 0.734$
(Werner, 1786)		
<b>Hydroxyl-Apatit</b>	$\text{Ca}_5[\text{OH}   (\text{PO}_4)_3]$	$a_0 = 9.42 \quad c_0 = 6.94 \quad c_0/a_0 = 0.737$
(Burri & al., 1935 <sup>1a)</sup> )		
<b>Chlor-Apatit</b>	$\text{Ca}_5[\text{Cl}   (\text{PO}_4)_3]$	$a_0 = 9.54 \quad c_0 = 6.86 \quad c_0/a_0 = 0.719$
(Rammelsberg, 1860)		
<b>Oxy-Apatit</b>	$\text{Ca}_{10}[\text{O}   (\text{PO}_4)_6]$	$a_0 = 9.40 \quad c_0 = 6.94 \quad c_0/a_0 = 0.739$
(Rogers, 1912)		

- **Carbonat-Apatit**  $\text{Ca}_5[\text{F} | (\text{PO}_4, \text{CO}_3\text{OH})_3]$   $a_0 = 9.36$   $c_0 = 6.90$   $c_0/a_0 = 0.737$   
(Brauns, 1916)
- **Belovit**  $\text{Sr}_5[\text{OH} | (\text{PO}_4)_3]$   $a_0 = 9.62$   $c_0 = 7.12$   $c_0/a_0 = 0.740^{1b)}$   
(Borodin & Kazakova, 1954)

b) Svabite<sup>2)</sup>:

- **Svabite**  $\text{Ca}_5[\text{F} | (\text{AsO}_4)_3]$   $a_0 = 9.75$   $c_0 = 6.92$   $c_0/a_0 = 0.716$   
(Sjögren, 1891)

c) Reihe der Silikat-Apatite<sup>3)</sup>:

- **Ellestadit**  $\text{Ca}_5[\text{OH} | (\text{SiO}_4, \text{SO}_4)_3]$   $a_0 = 9.55$   $c_0 = 6.92$   $c_0/a_0 = 0.725$   
(McConnell, 1937)
- **Wilkeit**  $\text{Ca}_5[(\text{F}, \text{O}) | (\text{PO}_4, \text{SiO}_4, \text{SO}_4)_3]$   $a_0 = 9.50$   $c_0 = 6.92$   $c_0/a_0 = 0.728$   
(Eakle & Rogers, 1914)
- **Britholith**  $(\text{Na}, \text{Ce}, \text{Ca})_5[\text{F} | (\text{SiO}_4, \text{PO}_4)_3]$   $a_0 = 9.63$   $c_0 = 7.03$   $c_0/a_0 = 0.730$   
(Winther, 1900)

d) Pyromorphit-Reihe<sup>4)</sup>:

- **Hydroxyl-Pyromorphit**  $\text{Pb}_5[\text{OH} | (\text{PO}_4)_3]$   $a_0 = 9.89$   $c_0 = 7.28$   $c_0/a_0 = 0.736^{4a)}$
- **Pyromorphit**  $\text{Pb}_5[\text{Cl} | (\text{PO}_4)_3]$   $a_0 = 9.97$   $c_0 = 7.32$   $c_0/a_0 = 0.734$   
(Hausmann, 1813)
- **Oxy-Pyromorphit**  $\text{Pb}_{10}[\text{O} | (\text{PO}_4)_6]$   $a_0 = 9.84$   $c_0 = 2 \times 7.43^{4a)}$   
(synthetisch)  $c_0/a_0 = 2 \times 0.775$
- **Mimetesit**  $\text{Pb}_5[\text{Cl} | (\text{AsO}_4)_3]$   $a_0 = 10.26$   $c_0 = 7.44$   $c_0/a_0 = 0.725$   
(Beudant, 1832)
- **Vanadinit**  $\text{Pb}_5[\text{Cl} | (\text{VO}_4)_3]$   $a_0 = 10.33$   $c_0 = 7.35$   $c_0/a_0 = 0.711$   
(Kobell, 1838)

e) Achrematit

- **Achrematit**  $\text{Pb}_5[\text{Cl}_{<1} | (\text{AsO}_4, \text{WO}_4)_3]$   $a_0 = \text{---}$   $c_0 = \text{---}$   $c_0/a_0 = \text{---}$   
(Mallet, 1875)

Zu a): Varietäten von Apatit sind: **Dehrnit** (Larsen & Shannon, 1930), mit geringem Na-Gehalt,  $a_0 = 9.33$ ,  $c_0 = 6.88$ ,  $c_0/a_0 = 0.737$ ; **Lewistonit** (Larsen & Shannon, 1930), mit geringem K-Gehalt,  $a_0 = 9.37$ ,  $c_0 = 6.90$ ,  $c_0/a_0 = 0.736$ ; **Strontium-(Fluor)-Apatit** von Libby-Montana, hat 46.3% CaO, 11.6% SrO,  $a_0 = 9.41$ ,  $c_0 = 6.91$ ,  $c_0/a_0 = 0.734$ ; **Mangan-Apatit** (Siewert, 1874) mit mehreren Prozent MnO,  $a_0 = 9.35$ ,  $c_0 = 6.81$ ,  $c_0/a_0 = 0.728$ ; **Manganhydroxyl-Apatit** (Mason, 1941) (von Varuträsk)  $a_0 = 9.56$ ,  $c_0 = 6.74$ ,  $c_0/a_0 = 0.705$ ; **Manganoxy-Apatit (Mangan-Voelckerit, Quensel, 1937)**,  $a_0 = 9.36$ ,  $c_0 = 6.84$ ,  $c_0/a_0 = 0.731$ . **Dahlit** (Brögger & Bäckström, 1888) ist nach den Untersuchungen von McConnell als Oxy-Carbonat-Apatit aufzufassen,  $a_0 = 9.43$ ,  $c_0 = 6.89$ ,  $c_0/a_0 = 0.731$ . Im

Belovit sind neben 33.60% SrO u. a. rund 11%  $\text{Ce}_2\text{O}_3$ , 7%  $\text{La}_2\text{O}_3$ , 6%  $\text{Nd}_2\text{O}_3$ , 2%  $\text{Pr}_2\text{O}_3$  und 3.60%  $\text{Na}_2\text{O}$  enthalten; ein Yttrium-haltiger Apatit von Naegi, Japan, hat 10.65%  $\text{Y}_2\text{O}_3$ ,  $a_0 = 9.40$ ,  $c_0 = 6.86$ ,  $c_0/a_0 = 0.730^{1c}$ . Synthetisch wurden von R. Klement die reinen Cd-, Sr-, Ba- und Pb-Hydroxylapatite dargestellt.

**Kollophan** ist mikrokristalliner, meist  $\text{CO}_3$  und Fluor enthaltender Apatit und tritt als Hauptbestandteil der **Phosphorite** auf, die ihrerseits aus mehreren Mineralarten bestehende Sedimentgesteine sind.

Zu b): — — —

Zu c): **Abukumalit** (Hata, 1938) wird nach F. Machatschki ein Yttererden-silikat-Apatit sein:  $(\text{Y, Th, Ca})_5[(\text{F, O})](\text{SiO}_4, \text{PO}_4, \text{AlO}_4)_3$ ; auch Beckelith und Lessingit, beide  $(\text{Ca, Ce, La, Nd})_5[(\text{O, OH, F})](\text{SiO}_4)_3$ , sind mit Apatit isotyp (siehe VIII A' 9).

Zu d): **Strontiumarsen-Apatit** (Fermorit, Prior & Smith, 1910),  $a_0 = 9.62$ ,  $c_0 = 7.01$ ,  $c_0/a_0 = 0.729$ ; **Calcium-Pyromorphit**  $\leftarrow$  **Polysphärit**, Breithaupt, 1832); **Phosphor-Mimetesit**  $\leftarrow$  **Kampylit**, Breithaupt, 1841),  $a_0 = 10.16$ ,  $c_0 = 7.41$ ,  $c_0/a_0 = 0.729$ ; **Calciumbarium-Mimetesit**  $\leftarrow$  **Hedyphan**, Breithaupt, 1830),  $a_0 = 9.99-10.16$ ,  $c_0 = 7.14-7.36$ ,  $c_0/a_0 = 0.706-0.726$ ; **Arsen-Vanadinit** (Endlicht, Muhlenberg, 1885). Bellit (siehe VI E3),  $(\text{Pb, Ag})_5[\text{Cl}](\text{CrO}_4, \text{AsO}_4, \text{SiO}_4)_3$ , und wahrscheinlich auch Achrematit,  $\text{Pb}_5[\text{Cl}_{<1}](\text{AsO}_4, \text{MoO}_4)_3$ , gehören zur Pyromorphit-Reihe im weiteren Sinn.

1) Zur Struktur der Apatitgruppe (SB. 2. 99): St. Náray-Szabó, Z. Krist. 75. 1930. 387. — M. Mehmel, Z. Krist. 75. 1930. 323; Z. phys. Chem. 15 A. 1931. 223. — S. B. Hendricks, M. E. Jefferson & V. M. Mosley, Z. Krist. 81. 1932. 352. — J. W. Gruner & D. McConnell, Z. Krist. 97. 1937. 208. — Bale, Am. J. Roentg. Rad. Therapy 43. 1940. 735. — S. B. Hendricks & W. L. Hill, Science 96. 1942. 255. — C. A. Beevers & D. B. McIntyre, Min. Mag. 27. 1946. 254. — Ferner: C. Burri, J. Jakob, R. L. Parker & H. Strunz, Schweiz. Min. Petr. Mitt. 15. 1935. 327. — D. McConnell, Am. Min. 23. 1938. 1; Am. J. Sci. 36. 1938. 296. — E. B. Sandell, M. H. Hey & D. McConnell, Min. Mag. 25. 1939. 395. — B. Mason, Geol. Fören. Förh. 63. 1941. 279. — P. Dihn & R. Klemm, Z. Elektrochem. 48. 1942. 331. — E. S. Larsen, M. H. Fletscher & E. A. Cisney, Am. Min. 37. 1952. 656. — D. McConnell, Am. Min. 37. 1952. 295. — Z. S. Altschuler, E. A. Cisney & I. H. Barlow, Am. Min. 33. 1953. 328. — F. E. Wickman, Geol. Fören. Förh. 76. 1954. 495. — A. S. Posner, A. Perloff & A. F. Diorio, Acta Cryst. 11. 1958. 308.

<sup>1a)</sup> Damour, 1856: „Hydro-Apatit“.

<sup>1b)</sup> L. S. Borodin & M. E. Kazakowa, Doklady Akad. USSR 96. 1954. 613. — A. S. Efimov, S. M. Kravchenko & Z. V. Vasileva, Doklady Akad. Wiss. USSR. 142. 1962. 439 (Strontium-Apatit).

<sup>1c)</sup> K. Omori & H. Konno, Am. Min. 47. 1962. 1191.

<sup>2)</sup> O. H. Ödman, Sver. geol. unders. Afh. Arsbok 44. 1950 (SR. 13. 1950. 310).

<sup>3)</sup> D. McConnell, Am. Min. 22. 1937. 977. — F. Machatschki, Zbl. Min. 1939. 161. — M. R. Hughson & J. G. Sen Gupta, Am. Min. 49. 1964. 937.

<sup>4)</sup> G. Aminoff & A. L. Parsons, Geol. Fören. Förh. 49. 1927. 438. — F. Zambonini & A. Ferrari, Att. Acc. Lincei 7. 1928. 283. — M. Mehmel, 1931, l. c. — S. B. Hendricks, M. E. Jefferson & V. M. Mosley 1932, l. c. — A. K. Temple (Blei-hydroxyl-Apatit), Trans. Roy. Soc. Edinburgh 63. 1955/56. 85. — J. Trotter & W. H. Barnes, Canad. Min. 6. 1958. 161 (Strukturverfeinerung). — H. Wondratschek, N. Jb. Min. Abh. 99. 1963. 113 (Synthesen, Kristallchemie). — M. Müller, Helv. Chim. Acta 30. 1947. 2069 (für synthet. Material). — Vgl. D. McConnell, 1938, l. c.

<sup>4a)</sup> H. Wondratschek, N. Jb. Min. Abh. 99. 1963. 113.

## 15.) Georgiadesit-Sahlinit-Atelestit-Gruppe.

<b>Georgiadesit</b>	$\text{Pb}_3[\text{Cl}_3 \text{AsO}_4]$	Monoklin
(Lacroix & de Schulten, 1907)		$a:b:c = 1.7675:1:1.5438 \quad \beta = 102^\circ 33\frac{1}{2}'$
<b>Sahlinit</b>	$\text{Pb}_{14}[\text{Cl}_4 \text{O}_9 \text{(AsO}_4)_2]$	Monoklin
(Aminoff, 1934)		
<b>Atelestit</b>	$\text{Bi}_2[\text{O} \text{OH} \text{AsO}_4]$	Monoklin-prismatisch $\text{C}_{2h}^2 - \text{P}2_1/\text{m}$
(Breithaupt, 1832)		$a_0 = 7.01 \quad b_0 = 7.46 \quad c_0 = 11.03^2)$
		$a_0:b_0:c_0 = 0.940:1:1.479 \quad \beta = 109^\circ 56\frac{1}{2}'$
		$Z = 4$

<sup>1)</sup> Ch. Palache in Dana 2. 1951. 791.

<sup>2)</sup> E. Fischer, Heidelberger Beitr. Min. Petr. 5. 1956. 113 (Aufstellung Busz, 1889). – K. B. Culver & L. G. Berry, Canad. Min. 7. 1963. 547 ( $a_0 = 10.88$ ,  $b_0 = 7.42$ ,  $c_0 = 6.98$ ,  $\beta = 107^\circ 13'$ ,  $\text{C}_{2h}^3 - \text{P}2_1/\text{a}$ ).

## C.) Wasserhaltige Phosphate, Arsenate und Vanadate ohne fremde Anionen

## 1.) Faheyit.

<b>Faheyit</b>	$(\text{Mn, Mg, Na})\text{Fe}_2^{\text{---}}\text{Be}_2[\text{PO}_4]_4 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$	Hexagonal
(Lindberg & Murata, 1952)		$a_0 = 9.43 \quad c_0 = 16.0^1)$
		$c_0/a_0 = 1.697 \quad Z = 3$

<sup>1)</sup> M. L. Lindberg & K. J. Murata, Am. Min. 38. 1953. 263. – M. L. Lindberg, Am. Min. 49. 1964. 395.

## 2.) Huréaulith-Reihe.

• <b>Huréaulith</b>	$(\text{Mn, Fe}^{\text{---}})_5\text{H}_2[\text{PO}_4]_4 \cdot 4 \text{H}_2\text{O}$	Monoklin-prismat. $\text{C}_{2h}^4 - \text{P}2/\text{c}$
(Alluaud, 1825)		$a_0 = 17.42 \quad b_0 = 9.12 \quad c_0 = 9.50^1)$
		$a_0:b_0:c_0 = 1.910:1:1.042$
		$\beta = 96^\circ 40' \quad Z = 4$
Fe-Huréaulith <sup>2)</sup>	$\text{Fe}_5^{\text{---}}\text{H}_2[\text{PO}_4]_4 \cdot 4 \text{H}_2\text{O}$	Monoklin
(synthetisch)		
<b>Sainfeldit</b>	$\text{Ca}_5\text{H}_2[\text{AsO}_4]_4 \cdot 4 \text{H}_2\text{O}$	Monoklin-prismatisch $\text{C}_{2h}^6 - \text{C}2/\text{c}$
(Pierrot, 1963)		$a_0 = 18.64 \quad b_0 = 9.81 \quad c_0 = 10.12^3)$
		$a_0:b_0:c_0 = 1.900:1:1.032$
		$\beta = 97^\circ \quad Z = 4$

Mit Huréaulith sind Baldaufit, Palait, Pseudopalait und Wenzelit identisch<sup>1a)</sup>. **Salmonsit** (Lacroix, 1912) ist ein Ferri-Hydroxyl-Huréaulith,  $(\text{Mn, Fe}^{\text{---}})_5\text{H}_2[\text{PO}_4]_4 \cdot 4 \text{H}_2\text{O}$ ; sein Röntgenbild ist unscharf, aber ähnlich dem von Huréaulith. Ca-Huréaulith soll  $\text{Mn}_5\text{Ca}[\text{PO}_4]_4 \cdot 4 \text{H}_2\text{O}$  sein<sup>1b)</sup>.

<sup>1)</sup> J. D. McCullough in Murdoch, Am. Min. 23. 1943. 19. – D. J. Fisher, Am. Min. 49. 1964. 398 ( $\text{C}_{2h}^6 - \text{C}2/\text{c}$ ,  $a_0 = 17.64$ ,  $b_0 = 9.13$ ,  $c_0 = 9.49$ ,  $\beta = 96^\circ 30'$ ; Li-Huréaulith von Black Hills mit 2.1%  $\text{Li}_2\text{O}$ ).



<sup>1a)</sup> Vgl. H. Strunz, N. Jb. Min. Mh. 1954. 166.

<sup>1b)</sup> A. Volborth, Suomen Geologinen Seura 1954. Nr. 2. 5.

<sup>2)</sup> A. Neuhaus, E. Jumpertz & M. Gebhardt, Z. Elektrochem. **66**. 1962. 593.

<sup>3)</sup> R. Pierrot, Bull. Soc. Franç. Min. Crist. **87**. 1964. 169.

### 3.) Scholzit-Volborthit-Gruppe.

<b>Scholzit</b> (Strunz, 1949)	$\text{CaZn}_2[\text{PO}_4]_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	Rhombisch-dipyramidal $D_{2h}^5 - \text{Pbmm}$ ( $D_{2h}^{16} - \text{Pbnm}$ ) $a_0 = 17.14$ $b_0 = 22.19$ $c_0 = 6.61^1$ $a_0 : b_0 : c_0 = 0.772 : 1 : 0.298$ $Z = 12$
<b>Fervanit</b> (Hess & Henderson, 1931)	$\text{Fe}^{III}[\text{VO}_4] \cdot \text{H}_2\text{O}$	Monoklin (?) $a_0 = 9.02$ $b_0 = ?$ $c_0 = 6.65$ $\beta = 103^\circ 20'^2$
<b>Volborthit</b> (Hess, 1837)	$\text{Cu}_3[\text{VO}_4]_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$	Monoklin (?)

**Usbekit** (Fersman, 1925) ist wahrscheinlich mit Volborthit identisch.

<sup>1)</sup> H. Strunz & Ch. Tennyson, Z. Krist. **107**. 1956. 318.

<sup>2)</sup> M. Ross, Am. Min. **44**. 1959. 322.

### 4.) Phosphoferrit-Reihe. Rhombisch-dipyramidal, $D_{2h}^{14} - \text{Pcnb}$ .

<b>Phosphoferrit</b> (Laubmann & Steinmetz, 1920)	$(\text{Fe}^{II}, \text{Mn})_3[\text{PO}_4]_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$	$a_0 = 8.66$ $b_0 = 10.02$ $c_0 = 9.41^1$ $a_0 : b_0 : c_0 = 0.864 : 1 : 0.939$ $Z = 4$
<b>Reddingit</b> (Brush & Dana, 1878)	$(\text{Mn}, \text{Fe}^{II})_3[\text{PO}_4]_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$	$a_0 = 8.71$ $b_0 = 10.08$ $c_0 = 9.49^2$ $a_0 : b_0 : c_0 = 0.864 : 1 : 0.941$ $Z = 4$

Mit **Landesit** (Berman & Gonyer, 1930) werden Oxydationsprodukte von Phosphoferrit und Reddingit bezeichnet mit der wahrscheinlichen Formel  $(\text{Mn}, \text{Fe}^{III})_{<3}[\text{PO}_4]_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ ; sie geben ähnliche Pulverdiagramme wie Phosphoferrit und Reddingit<sup>2a)</sup>.

<sup>1)</sup> Ch. Tennyson, N. Jb. Min. Abh. **87**. 1954. 185. — P. Eversheim & W. Kleber, Acta Cryst. **6**. 1953. 215. — Raumgruppe nach M. E. Mrose, in Kleber & Donnay, Z. Krist. **115**. 1961. 161. — I. Flachsbart, Z. Krist. **118**. 1963. 327 (Struktur).

<sup>2)</sup> C. W. Wolfe, Am. Min. **25**. 1940. 752. — Ch. Tennyson, 1954, l. c.

<sup>2a)</sup> M. E. Mrose, priv. Mitt. 1954. — Vgl. P. B. Moore, Am. Min. **49**. 1964. 1122.

### 5.) Klinovariscit-Variscit-Gruppe.

Es besteht Isodimorphie, wobei wahrscheinlich aus den Mineralien der monoklinen Reihe durch eine Raumgitter-Verzwilligung nach (100) die Mineralien der orthorhombischen Reihe hervorgehen<sup>2)</sup>.

a) Klinovariscit-Reihe. Monoklin-prismatisch,  $C_{2h}^2 - P 2_1/m$ .

<b>Klinovariscit*</b> )	$Al[PO_4] \cdot 2 H_2O$	$a_0 = 5.16 \quad b_0 = 9.47 \quad c_0 = 8.47^1)$ $a_0:b_0:c_0 = 0.545:1:0.894$ $\beta \sim 90^\circ \quad Z = 4$
<b>Klinostrengit</b>	$Fe^{III}[PO_4] \cdot 2 H_2O$	$a_0 = 5.29 \quad b_0 = 9.77 \quad c_0 = 8.73^2)$ $a_0:b_0:c_0 = 0.541:1:0.894$ $\beta = 90^\circ 36' \quad Z = 4$
(Bruhns & Busz, 1890; <b>Phosphosiderit</b> )		
<b>Sterrettit</b>	$Sc[PO_4] \cdot 2 H_2O$	$a_0 = 5.45 \quad b_0 = 10.25 \quad c_0 = 8.93^{2a})$ $a_0:b_0:c_0 = 0.532:1:0.871$ $\beta = 90^\circ 45' \quad Z = 4$
(Larsen & Montgomery, 1940)		

b) Variscit-Reihe. Rhombisch-dipyramidal,  $D_{2h}^{15} - Pcab$ .

<b>Variscit</b>	$Al[PO_4] \cdot 2 H_2O$	$a_0 = 9.87 \quad b_0 = 9.57 \quad c_0 = 8.52^3)$ $a_0:b_0:c_0 = 1.031:1:0.890 \quad Z = 8$
(Breithaupt, 1837)		
<b>Strengit</b>	$Fe^{III}[PO_4] \cdot 2 H_2O$	$a_0 = 10.08 \quad b_0 = 9.87 \quad c_0 = 8.67^4)$ $a_0:b_0:c_0 = 1.021:1:0.878 \quad Z = 8$
(Nies, 1877)		
<b>Mansfieldit</b>	$Al[AsO_4] \cdot 2 H_2O$	$a_0 = 10.10 \quad b_0 = 9.66 \quad c_0 = 8.72^5)$ $a_0:b_0:c_0 = 1.046:1:0.903 \quad Z = 8$
(Allen & Fahey, 1945)		
<b>Skorodit</b>	$Fe^{III}[AsO_4] \cdot 2 H_2O$	$a_0 = 10.28 \quad b_0 = 10.00 \quad c_0 = 8.90^6)$ $a_0:b_0:c_0 = 1.028:1:0.890 \quad Z = 8$
(Breithaupt, 1818)		

**Redondit** (Shepard, 1869) ist Fe-haltiger Variscit. **Klinobarrandit** (McConnell, 1940) und **Barrandit** (Zepharovich, 1867) sind Al-haltiger Klinostrengit bzw. Strengit. Ein **Phospho-Skorodit** (Schadlun & Nesterova, 1947) vom Südural ergab 26.12%  $As_2O_5$  und 16.03%  $P_2O_5^{6a)}$ . **Callainit** (Dana, 1892),  $Al[PO_4]$  mit  $2\frac{1}{2} H_2O$ , ist vermutlich mit Variscit identisch. „Callainit“ von Montebras ist nach McConnell (1942) lediglich ein Gemenge von Wavellit und Türkis.

<sup>1)</sup> D. McConnell, Am. Min. **25**. 1940. 719.

<sup>2)</sup> H. Strunz & K. v. Sztrókey, Zbl. Min. 1939. 272. — D. McConnell, Am. Min. **24**. 1939. 636; 1940, l. c.

<sup>2a)</sup> M. E. Mrose & B. Wappner, Am. Min. Soc. Program 1959 Meeting, 90 A.

<sup>3)</sup> D. McConnell 1940, l. c.

<sup>4)</sup> P. Kokkoros, Pract. Acad. Athènes **13**. 1938. 337. — D. McConnell 1940, l. c.

<sup>5)</sup> W. Kleber & K. L. Weiner, N. Jb. Min. Abh. **90**. 1958. 253. — Vgl. K. Walenta, N. Jb. Min. Mh. 1963. 79.

<sup>6)</sup> H. Strunz, Z. Krist. **99**. 1938. 513. — P. Kokkoros 1938, l. c. — D. McConnell 1940, l. c. — R. Kiriyaama & K. Sakurai, X-Rays **5**. 1949. 85 (Struktur, SR. **12**. 251).

<sup>6a)</sup> T. N. Schadlun & Y. S. Nesterova, Mem. Soc. Russe Min. **76**. 1947. 212.

<sup>\*</sup>) Metavariscit, Larsen & Schaller, 1925.

6.) Ludlamit-Hopeit-Parahopeit-Gruppe.

<b>Ludlamit</b>	$Fe_2[PO_4]_2 \cdot 4 H_2O$	Monoklin-prismatisch $C_{2h}^5 - P 2_1/c$
(Field, 1877)		$a_0 = 9.25 \quad b_0 = 4.65 \quad c_0 = 10.45^1)$ $a_0:b_0:c_0 = 1.989:1:2.247$ $\beta = 100^\circ 30' \quad Z = 2$

<b>Phosphophyllit</b> (Laubmann & Steinmetz, 1920)	$Zn_2Fe[PO_4]_2 \cdot 4 H_2O$	Monoklin-prismatisch $C_{2h}^5 - P 2_1/c$ $a_0 = 10.25$ $b_0 = 5.09$ $c_0 = 10.51^2)$ $a_0 : b_0 : c_0 = 2.014 : 1 : 2.065$ $\beta = 120^\circ 15'$ $Z = 2$
<b>Hopeit</b> (Brewster, 1823)	$Zn_3[PO_4]_2 \cdot 4 H_2O$	Rhomb.-dipyramidal $D_{2h}^{16} - Pmcn$ $a_0 = 18.36$ $b_0 = 5.04$ $c_0 = 10.64^3)$ $a_0 : b_0 : c_0 = 3.643 : 1 : 2.111$ $Z = 4$
<b>Lindackerit</b> (Haidinger, 1853)	$(Cu, H_2)_3[AsO_4]_2 \cdot 4 H_2O$	Monoklin $a_0 = 3.95$ $b_0 = 8.02$ $c_0 = 6.28^4)$ $a_0 : b_0 : c_0 = 0.493 : 1 : 0.783$ $\beta = 100^\circ 30'$ $Z = 2$
<b>Trichalcit</b> (Hermann, 1858)	$Cu_3[AsO_4]_2 \cdot 5 H_2O (?)$	Orthorhombisch $a_0 = 26.95$ $b_0 = 5.58$ $c_0 = 10.36^5)$ $a_0 : b_0 : c_0 = 4.830 : 1 : 1.857$
<b>Parahopeit</b> (Spencer, 1907)	$Zn_3[PO_4]_2 \cdot 4 H_2O$	Triklin-pinakoidal $C_1^1 - P\bar{1}$ $a_0 = 5.77$ $b_0 = 7.55$ $c_0 = 5.30^6)$ $a_0 : b_0 : c_0 = 0.764 : 1 : 0.702$ $Z = 1$ $\alpha = 93^\circ 17\frac{1}{2}'$ $\beta = 91^\circ 55'$ $\gamma = 91^\circ 19'$
<b>Anapait</b> (Sachs, 1902)	$Ca_2Fe[PO_4]_2 \cdot 4 H_2O$	Triklin-pinakoidal $C_1^1 - P\bar{1}$ $a_0 = 6.42$ $b_0 = 6.89$ $c_0 = 5.87^7)$ $a_0 : b_0 : c_0 = 0.932 : 1 : 0.852$ $Z = 1$ $\alpha = 101^\circ 34\frac{1}{2}'$ $\beta = 104^\circ 05\frac{1}{2}'$ $\gamma = 71^\circ 03\frac{1}{2}'$

Die Aufstellung von Ludlamit, Phosphophyllit und Hopeit ist so gewählt, daß bei allen die vollkommene Spaltbarkeit parallel (100) verläuft, wobei die  $b_0$ - und  $c_0$ -Achsen einander entsprechen und eine „Raumgitter-Verzwilligung“ nach (100) monoklin-orthorhombisch zum Ausdruck kommt (Ludlamit  $2 a_0 \cdot \cos 30^\circ 15' = 17,71 \text{ \AA}$ , Phosphophyllit  $2 a_0 \cdot \cos 10^\circ 30' = 18,19 \text{ \AA}$ ;  $a_0$  von Hopeit =  $18,36 \text{ \AA}$ ). Eine makroskopische Verzwilligung nach (100) ist in der Tat bei Phosphophyllit bekannt und an Ludlamitkristallen von Hagendorf beobachtbar.

Fabregat<sup>7a)</sup> verwendete bei der Strukturbestimmung von Anapait die Aufstellung:  $a_0 = 9.88$ ,  $b_0 = 6.30$ ,  $c_0 = 8.04$ ,  $\alpha = 95^\circ 34'$ ,  $\beta = 98^\circ 20'$ ,  $\gamma = 68^\circ 06'$ ,  $Z = 2$ .

**Hibbenit** (Phillips, 1916), angeblich  $Zn_7[OH](PO_4)_2 \cdot 6 H_2O$ , ist sehr ähnlich Hopeit, möglicherweise ein Gemenge von Hopeit und Spencerit (Fron del, 1948).

<sup>1)</sup> T. Ito & H. Mori, Acta Cryst. 4. 1951. 412 (Struktur). – C. W. Wolfe, Am. Min. 34. 1949. 94.

<sup>2)</sup> C. W. Wolfe, Am. Min. 25. 1940. 787. Die Aufstellung mit doppelt so großer B-zentrierter Elementarzelle zeigt Beziehungen zu Klinostrengit (H. Strunz, Naturwiss. 30. 1942). – W. Kleber, F. Liebau & E. Piatkowiak, Acta Cryst. 14. 1961. 795 (Struktur).

<sup>3)</sup> C. W. Wolfe 1940, l. c. – F. Liebau, Chemie d. Erde 22. 1962. 430 (Struktur; Bestätigung der inneren Verzwilligung).

<sup>4</sup>) C. Guillemin, Bull. Soc. Franç. Min. **79**. 1956. 37.

<sup>5</sup>) C. W. Wolfe, 1940, l. c. — Vgl. die Gitterkonstanten mit Tirolit (C. Guillemin, 1956, l. c.).

<sup>6</sup>) C. W. Wolfe, 1940, l. c.

<sup>7</sup>) C. W. Wolfe, 1940, l. c. — I. M. Rumanova & M. N. Znamenskaya, Kristallografiya **5**. 1960. 681 (Struktur).

<sup>7a</sup>) F. J. Fabregat, Diss. Univ. Barcelona 1948 (andere Aufstellung, Struktur, SR. **13**. 315).

### 7.) Newberyit-Steigerit-Gruppe (mit 3 H<sub>2</sub>O pro RO<sub>4</sub>).

• <b>Newberyit</b> (vom Rath, 1879)	MgH[PO <sub>4</sub> ]·3 H <sub>2</sub> O	Rhombisch-dipyramidal D <sub>2h</sub> <sup>15</sup> —Pbca a <sub>0</sub> = 10.06 b <sub>0</sub> = 10.56 c <sub>0</sub> = 9.83 <sup>1</sup> a <sub>0</sub> :b <sub>0</sub> :c <sub>0</sub> = 0.953:1:0.939 Z = 8
<b>Koninckit</b> (Cesàro, 1884)	Fe <sup>+++</sup> [PO <sub>4</sub> ]·3 H <sub>2</sub> O	Faserige Kügelchen. Orthorhombisch (?)
• <b>Steigerit</b> (Henderson, 1935)	Al[VO <sub>4</sub> ]·3 H <sub>2</sub> O	Monoklin (?) a <sub>0</sub> = 12.92 b <sub>0</sub> = ? c <sub>0</sub> = 10.98 β = 121° 13' <sup>2</sup> )
<b>Metaschoderit</b> (Hausen, 1960)	Al[(P, V)O <sub>4</sub> ]·3 H <sub>2</sub> O	Monoklin a <sub>0</sub> = 9.2 b <sub>0</sub> = 14.9 c <sub>0</sub> = 11.4 <sup>3</sup> )

Im Koninckit von Richelle, Belgien, sind 4% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> enthalten, im „Mn-Koninckit“ aus dem Turkestangebirge 3% Mn<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. **Forbesit** (Kenngott, 1868) ist kryptokristallines (Ni, Co)H[AsO<sub>4</sub>] mit 3 bis 4 H<sub>2</sub>O.

<sup>1</sup>) H. Strunz & D. Eichelsdörfer, 1956 (für Newberyit vom Originalfundort Skipton Caves b. Ballarat, Austral.) — S. Pollmann, Wiss. Z. Humboldt-Univ. Berlin 1957 (a<sub>0</sub> = 10.286, b<sub>0</sub> = 10.691, c<sub>0</sub> = 9.988, für Newberyit von Mejillones, Chile).

<sup>2</sup>) M. Ross, Am. Min. **44**. 1959. 322.

<sup>3</sup>) D. M. Hausen, Am. Min. **47**. 1962. 637.

### 8.) Richmondit-Schoderit-Gruppe (mit 4 H<sub>2</sub>O pro RO<sub>4</sub>).

<b>Richmondit</b> (Kenngott, 1866)	Al[PO <sub>4</sub> ]·4 H <sub>2</sub> O	?
<b>Schoderit</b> (Hausen, 1960)	Al[(P, V)O <sub>4</sub> ]·4 H <sub>2</sub> O	Monoklin a <sub>0</sub> = 9.2 b <sub>0</sub> = 15.8 c <sub>0</sub> = 11.4 a <sub>0</sub> :b <sub>0</sub> :c <sub>0</sub> = 0.582:1:0.722 β = 101° Z = 2 <sup>1</sup> )

<sup>1</sup>) D. M. Hausen, Bull. Geol. Soc. Am. **71**. 1960. 1883 (P:V ≈ 1:1). — Am. Min. **47**. 1962. 637.

### 9.) Bobierit-Vivianit-Gruppe.

Unterteilung in Bobierit-Reihe und Vivianit-Reihe, wobei die Mineralien der ersteren ein doppelt so großes b<sub>0</sub> haben als diejenigen der Vivianit-Reihe; für erstere ist die Raumgruppe C<sub>2h</sub><sup>5</sup>, für letztere C<sub>2h</sub><sup>3</sup>.

a) Bobierit-Reihe. Monoklin-prismatisch,  $C_{2h}^5 - P2_1/c$ .

**Bobierit**  $Mg_3[PO_4]_2 \cdot 8 H_2O$   $a_0 = 9.97$   $b_0 = 27.71$   $c_0 = 4.65^1$   
(Dana, 1868)  $a_0 : \frac{1}{2}b_0 : c_0 = 0.720 : 1 : 0.336$

$$\beta = 104^\circ 01' \quad Z = 4$$

**Hörnesit**  $Mg_3[AsO_4]_2 \cdot 8 H_2O$   $a : \frac{1}{2}b : c = 0.7676 : 1 : 0.3591^2$   
(Haidinger, 1895)  $\beta = 104^\circ 25'$

**Mangan-Hörnesit**  $(Mn, Mg)_3[AsO_4]_2 \cdot 8 H_2O$   
(Gabrielson, 1951)  $a_0 = 10.38$   $b_0 = 28.09$   $c_0 = 4.77^3$   
 $a_0 : \frac{1}{2}b_0 : c_0 = 0.739 : 1 : 0.340$   
 $\beta = 105^\circ 40' \quad Z = 4$

b) Vivianit-Reihe. Monoklin-prismatisch,  $C_{2h}^3 - C2/m$ .

• **Vivianit**  $Fe_3^{++}[PO_4]_2 \cdot 8 H_2O$   $a_0 = 10.08$   $b_0 = 13.43$   $c_0 = 4.70^4$   
(Werner, 1817)  $a_0 : b_0 : c_0 = 0.751 : 1 : 0.350$   
 $\beta = 104^\circ 30' \quad Z = 2$

**Parasymplesit**  $Fe_3^{++}[AsO_4]_2 \cdot 8 H_2O$   $a_0 = 10.25$   $b_0 = 13.48$   $c_0 = 4.71^5$   
(Ito & al., 1954)  $a_0 : b_0 : c_0 = 0.760 : 1 : 0.349$   
 $\beta = 103^\circ 50' \quad Z = 2$

• **Erythrin**  $Co_3[AsO_4]_2 \cdot 8 H_2O$   $a_0 = 10.20$   $b_0 = 13.37$   $c_0 = 4.74^6$   
(Beudant, 1832)  $a_0 : b_0 : c_0 = 0.763 : 1 : 0.355$   
(Kobaltblüte)  $\beta = 105^\circ 01' \quad Z = 2$

• **Annabergit**  $Ni_3[AsO_4]_2 \cdot 8 H_2O$   $a_0 = 10.14$   $b_0 = 13.31$   $c_0 = 4.71^6$   
(Brooke & Miller, 1852)  $a_0 : b_0 : c_0 = 0.762 : 1 : 0.354$   
(Nickelblüte)  $\beta = 104^\circ 45' \quad Z = 2$

• **Köttigit**  $Zn_3[AsO_4]_2 \cdot 8 H_2O$   $a_0 = 10.13$   $b_0 = 13.34$   $c_0 = 4.71^7$   
(Dana, 1850)  $a_0 : b_0 : c_0 = 0.759 : 1 : 0.353$   
 $\beta = 103^\circ 50' \quad Z = 2$

Anhang:

• **Symplesit**  $Fe_3^{++}[AsO_4]_2 \cdot 8 H_2O$  Triklin-pinakoidal  $C_1^1 - P\bar{1}$   
(Breithaupt, 1837)  $a_0 = 7.87$   $b_0 = 9.41$   $c_0 = 4.72^7$   
 $a_0 : b_0 : c_0 = 0.836 : 1 : 0.502 \quad Z = 1$   
 $\alpha = 99^\circ 55' \quad \beta = 97^\circ 22\frac{1}{2}' \quad \gamma = 105^\circ 57\frac{1}{2}'$

Parasymplesit und Symplesit sind dimorph, „Symplesit“ wurde für das von Krenner 1887 beschriebene Material beibehalten<sup>5a</sup>). • **Cabrerit** (Dana, 1868) ist eine Varietät von Annabergit mit 4.64–9.29% MgO, „Kobalt-Cabrerit“ (Meixner, 1951) ist Erythrin mit wohl ganz wenig MgO<sup>6a</sup>). **Ferrisymplesit** (Walker & Parsons, 1924) steht dem Symplesit nahe, soll aber die Formel  $Fe_3^{+++}[O_{1\frac{1}{2}} | (AsO_4)_2] \cdot 8 H_2O$ , wahrscheinlicher  $Fe_3^{+++}[(OH)_3 | (AsO_4)_2] \cdot 5 H_2O$ , besitzen mit  $OH + H_2O$  gleich 8 (entsprechend 8  $H_2O$  im Symplesit).

<sup>1</sup> T. F. W. Barth, Am. Min. 22. 1937. 325.

<sup>2</sup> Zambonini 1919

- 3) O. Gabrielson, Ark. Min. Geol. **1**. 1951. 333.  
 4) H. Mori & T. Ito, Acta Cryst. **3**. 1950. 1 (Struktur, SR. **13**. 308). — Vgl. Barth 1937, l. c.  
 5) H. Mori & T. Ito 1950, l. c. (Struktur, SR. **13**. 307).  
 6a) T. Ito, H. Minato & K. Sakurai, Proc. Jap. Acad. **30**. 1954. 318.  
 6) T. F. W. Barth 1937, l. c.  
 6a) Vgl. H. Meixner, N. Jb. Min. Mh. 1950. 169; 1951. 17.  
 7) C. W. Wolfe, Am. Min. **25**. 1940. 800. — T. Ito & H. Mori, Journ. Fac. Sci. Tokio **9**. 1954. 201. (Struktur).

10.) Rößlerit-Reihe. Monoklin-prismatisch,  $C_{2h}^6$  —  $C2/c$ . Isotypie.

**Phosphorrößlerit**  $MgH[PO_4] \cdot 7H_2O$   $a_0 = 6.61$   $b_0 = 25.41$   $c_0 = 11.37^1$   
 (Friedrich & Robitsch, 1939)  $a_0:b_0:c_0 = 0.260:1:0.448$

$$\beta = 94^\circ 56' \quad Z = 8$$

**Rößlerit**  $MgH[AsO_4] \cdot 7H_2O$   $a_0 = 6.73$   $b_0 = 25.92$   $c_0 = 11.61^2$   
 (Blum, 1861)  $a_0:b_0:c_0 = 0.259:1:0.448$

$$\beta = 95^\circ 23' \quad Z = 8$$

<sup>1)</sup> G. Hägele & F. Machatschki, Zbl. Min. 1939. 297.

<sup>2)</sup> E. Fischer, Chemie d. Erde **20**. 1960. 162.

11.) Fairfieldit-Roselith-Gruppe.

Roselith und Brandtit sind isotyp mit Kröhnkit  $Na_2Cu[SO_4]_2 \cdot 2H_2O$ .

a) Fairfieldit-Reihe. Triklin-pinakoidal,  $C_1^1$  —  $P\bar{1}$ . \*

**Collinsit**  $Ca_2(Mg, Fe)[PO_4]_2 \cdot 2H_2O$   
 (Poitevin, 1927)

$$a_0 = 5.71 \quad b_0 = 6.73 \quad c_0 = 5.39^1$$

$$a_0:b_0:c_0 = 0.848:1:0.801 \quad Z = 1$$

$$\alpha = 96^\circ 48' \quad \beta = 107^\circ 16\frac{1}{2}' \quad \gamma = 104^\circ 32' (?)$$

\* **Messelit**  $Ca_2(Fe, Mn)[PO_4]_2 \cdot 2H_2O$   
 (Muthmann, 1890)

Nach Pulveraufnahmen vom Originalmaterial isotyp mit Fairfieldit<sup>2)</sup>

o **Fairfieldit**  $Ca_2(Mn, Fe)[PO_4]_2 \cdot 2H_2O$   
 (Brush & Dana, 1879)

$$a_0 = 5.78 \quad b_0 = 6.57 \quad c_0 = 5.48^3$$

$$a_0:b_0:c_0 = 0.880:1:0.834 \quad Z = 1$$

$$\alpha = 102^\circ 05' \quad \beta = 109^\circ 42' \quad \gamma = 90^\circ 05\frac{1}{2}'$$

\* **Talmessit**  $Ca_2Mg[AsO_4]_2 \cdot 2H_2O$   
 (Bariand & Herpin, 1960)

$$a_0 = 5.89 \quad b_0 = 7.69 \quad c_0 = 5.56$$

$$a_0:b_0:c_0 = 0.766:1:0.723$$

$$\alpha = 112^\circ 38' \quad \beta = 70^\circ 49' \quad \gamma = 119^\circ 25^4)$$

$\beta$ -**Roselith**  $\beta$ - $Ca_2(Co, Mg)[AsO_4]_2 \cdot 2H_2O$  Triklin

(Frondel, 1955)

Isotyp mit Fairfieldit<sup>5)</sup>

Messelit ist häufig von Anapaït innig und parallel orientiert umwachsen<sup>2a)</sup>.

b) Roselith-Reihe. Monoklin-prismatisch,  $C_{2h}^5$  —  $P2_1/c$ .

• **Roselith**  $\alpha$ - $Ca_2Co[AsO_4]_2 \cdot 2H_2O$   $a_0 = 5.61$   $b_0 = 12.83$   $c_0 = 5.61^6$   
(Lévy, 1824)  $a_0:b_0:c_0 = 0.437:1:0.437$

$$\beta = 100^\circ 45' \quad Z = 2$$

**Brandtit**  $Ca_2Mn[AsO_4]_2 \cdot 2H_2O$   $a_0 = 5.66$   $b_0 = 12.83$   $c_0 = 5.66^6$   
(Nordenskiöld, 1888)  $a_0:b_0:c_0 = 0.441:1:0.441$

$$\beta = 99^\circ 30' \quad Z = 2$$

• **Pikropharmakolith** (Stromeyer, 1819), ist entweder  $(Ca, Mg)_3[AsO_4]_2 \cdot 6H_2O$ , monoklin mit  $a_0 \sim 21$ ,  $b_0 = 13.5$ ,  $c_0 = 6.74$ ,  $\beta \sim 140^{7a}$  oder  $Ca_4(Mg, Co, Ni)H_2[AsO_4] \cdot 10H_2O$ , triklin<sup>7b</sup>).

<sup>1</sup>) C. W. Wolfe, Am. Min. **25**. 1940. 738.

<sup>2</sup>) Vgl. C. Frondel, Am. Min. **40**. 1955. 828 („Neomesselit“).

<sup>2a</sup>) F. Čech & K. Pádera, Chemie d. Erde **19**. 1958. 436.

<sup>3</sup>) C. W. Wolfe 1940, l. c.

<sup>4</sup>) P. Bariand & P. Herpin, Bull. Soc. Franç. Min. Christ. **83**. 1960. 118. — Vgl. R. Pierrot, Bull. Soc. Franç. Min. Crist. **87**. 1964. 169 (= „Belovit“, Nefedov 1953)

<sup>5</sup>) C. Frondel 1955, l. c.

<sup>6</sup>) C. W. Wolfe 1940, l. c.

<sup>7a</sup>) R. Pierrot, Bull. Soc. Franç. Min. Crist. **84**. 1961. 391.

<sup>7b</sup>) E. Fischer, Chemie d. Erde **20**. 1960. 162.

## 12.) Struvit-Reihe.

• **Struvit**  $NH_4Mg[PO_4] \cdot 6H_2O$  Rhombisch-pyramidal  $C_{2v}^7$  —  $Pmn2_1$   
(Ulex, 1846)  $a_0 = 6.98$   $b_0 = 6.10$   $c_0 = 11.20^1$

$$a_0:b_0:c_0 = 1.144:1:1.841 \quad Z = 2$$

„Kaliumstruvit“  $KMg[PO_4] \cdot 6H_2O$  Rhombisch-pyramidal  
(synthetisch)  $a:b:c = 1.1168:1:1.800$

„Arsenstruvit“  $NH_4Mg[AsO_4] \cdot 6H_2O$  Rhombisch-pyramidal  $C_{2v}^7$  —  $Pmn2_1$   
(synthetisch)  $a_0 = 7.02$   $b_0 = 6.15$   $c_0 = 11.16^2$

$$a_0:b_0:c_0 = 1.141:1:1.815 \quad Z = 2$$

<sup>1</sup>) C. W. Wolfe in Dana **2**. 1951. 715. — Vgl. R. F. González u. Mitarb. 1955, l. c.

<sup>2</sup>) R. Salvia, Anal. Soc. Españ. Fis. Quim. **31**. 1933. 822. — Vgl. M. J. Garrido, Bol. Soc. Geol. Port. **4**. 1944. 13. — R. F. González & J. López de Lerma, sowie R. F. González & S. García-Blanco, An. Real. Soc. Españ., Fis. Quim. Ser. A **51**. 1955. 19 bzw. 29 (Struktur).

## 13.) Hannayit-Chudobait-Gruppe.

• **Taranakit**  $K_3Al_5H_6[PO_4]_8 \cdot 18H_2O$  Hexagonal-rhomboedrisch  $D_{3d}^6$  —  $R\bar{3}c(?)$   
(Hector, 1865)  $a_0 = 8.71$   $c_0 = 96.1$   $Z = 6^1$

**Hannayit**  $(NH_4)_2Mg_3H_4[PO_4]_4 \cdot 8H_2O$  Triklin-pinakoidal  $C_1^1$  —  $P\bar{1}$ .

(vom Rath, 1878)  $a_0 = 7.70$   $b_0 = 11.51$   $c_0 = 6.70^2$

$$a_0:b_0:c_0 = 0.669:1:0.582$$

$$\alpha = 70^\circ 0' \quad \beta = 99^\circ 48' \quad \gamma = 115^\circ 48'$$

- Schertelit**  $(\text{NH}_4)_2\text{MgH}_2[\text{PO}_4]_2 \cdot 4 \text{H}_2\text{O}$  Rhombisch-dipyramidal  $D_{2h}^{15} - \text{Pbca}$   
(Mac Ivor, 1902)  $a_0 = 11.47$   $b_0 = 23.63$   $c_0 = 8.62^2$   
 $a_0:b_0:c_0 = 0.485:1:0.365$   $Z = 8$
- Chudobait**  $(\text{Na}, \text{K})(\text{Mg}, \text{Zn})_2\text{H}[\text{AsO}_4]_2 \cdot 4 \text{H}_2\text{O}$   
(Strunz, 1960) Triklin-pinakoidal  $C_1^1 - \text{P}\bar{1}$   
 $a_0 = 7.69$   $b_0 = 11.37$   $c_0 = 6.59$   
 $a_0:b_0:c_0 = 0.676:1:0.580$   
 $\alpha = 115^\circ 10'$   $\beta = 95^\circ 54'$   $\gamma = 94^\circ 06'$   $Z = 2^3$
- Stercorit**  $(\text{NH}_4)\text{NaH}[\text{PO}_4] \cdot 4 \text{H}_2\text{O}$  Triklin-pseudomonoklin  
(Herepath, 1850)  $a:b:c = 2.908:1:1.859$   $\beta = 98^\circ 30'$
- Dittmarit** (Mac Ivor, 1887), orthorhombisch, ist vielleicht  $(\text{NH}_4)\text{Mg}_3\text{H}_2[\text{PO}_4]_3 \cdot 8 \text{H}_2\text{O}$ .

<sup>1)</sup> J. P. Smith & W. E. Brown, Am. Min. **44**. 1959. 138.

<sup>2)</sup> A. W. Frazier, J. R. Lehr & J. P. Smith, Am. Min. **48**. 1963. 635; für synthet. Kristalle.

<sup>3)</sup> H. Strunz, N. Jb. Min. Mh. 1960. 1.

#### 14.) Haidingerit-Brushit-Gruppe.

##### a) Haidingerit.

- Haidingerit**  $\text{CaH}[\text{AsO}_4] \cdot \text{H}_2\text{O}$  Rhombisch-dipyramidal  $D_{2h}^{11} - \text{Pcmb}$   
(Turner, 1827)  $a_0 = 6.95$   $b_0 = 16.14$   $c_0 = 7.93$   
 $a_0:b_0:c_0 = 0.430:1:0.491$   $Z = 8^1$

b) Brushit-Reihe. Monoklin. Isotypie mit Gips\*). Die Aufstellung entspricht derjenigen von Gips nach W. F. de Jong & J. Bouman (1938).

- Brushit**  $\text{CaH}[\text{PO}_4] \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$  Monoklin-sphenoidisch  $C_2^3 - A2$   
(Moore, 1864)  $a_0 = 5.89$   $b_0 = 15.18$   $c_0 = 6.38^2$   
 $a_0:b_0:c_0 = 0.388:1:0.420$   
 $\beta = 117^\circ 28'$   $Z = 4$
- Pharmakolith**  $\text{CaH}[\text{AsO}_4] \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$  Monoklin-sphenoidisch  $C_2^3 - A2$   
(Karsten, 1800)  $a_0 = 6.01$   $b_0 = 15.43$   $c_0 = 6.30^3$   
 $a_0:b_0:c_0 = 0.389:1:0.408$   
 $\beta = 114^\circ 47'$   $Z = 4$
- Weinschenkit**  $(\text{Y}, \text{Er})[\text{PO}_4] \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$  Monoklin-prismatisch  $C_{2h}^6 - A2/n$   
(Laubmann, 1922)  $a_0 = 5.47$   $b_0 = 15.15$   $c_0 = 6.29^4$   
 $a_0:b_0:c_0 = 0.361:1:0.415$   
 $\beta = 113^\circ 24'$   $Z = 4$

\*) F. Halla, Z. Krist. **30**. 1931. 349.

<sup>1)</sup> E. Fischer, Chemie d. Erde **20**. 1960. 162.

<sup>2)</sup> W. L. Hill & S. B. Hendricks, Ind. Eng. Chem. **28**. 1936. 441. - C. A. Beevers, Acta Cryst. **11**. 1958. 273 (Struktur,  $a_0 = 5.81$ ,  $b_0 = 15.18$ ,  $c_0 = 6.24$ ,  $\beta = 116^\circ 25'$  für synthetische Kristalle).



<sup>3)</sup> Nach B. Goßner, Fortschr. Min. **21**. 1937. 34.

<sup>4)</sup> H. Strunz, Naturwiss. **30**. 1942. 64. — G. F. Claringbull & M. H. Hey, Min. Mag **30**. 1953. 211 (Churchit). — Vgl. auch M. Fleischer, Am. Min. **39**. 1954. 851.

### 15.) Vladimirit-Raueenthalit-Gruppe.

<b>Vladimirit</b> (Nefedov, 1953)	$\text{Ca}_3[\text{AsO}_4]_2 \cdot 4 \text{H}_2\text{O}$	Monoklin $a_0 = 5.81 \quad b_0 = 10.19 \quad c_0 = 22.75^1)$ $a_0 : b_0 : c_0 = 0.570 : 1 : 2.233$ $\beta = 112^\circ 41' \quad Z = ?$
<b>Raueenthalit</b> (Pierrot, 1964)	$\text{Ca}_3[\text{AsO}_4]_2 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$	Triklin (?) Nadelachse $6.18^2)$

Zwischen Pharmakolith und Vladimirit besteht offenbar die Beziehung:  $a_0 \sim a_0$ ,  $\frac{2}{3} b_0 \sim b_0$ ,  $d_{(001)} \sim \frac{1}{4} d_{(001)}$ . — **Guerinit** (Nefedov, 1961) soll  $\text{Ca}_5\text{H}_2[\text{AsO}_4]_4 \cdot 9 \text{H}_2\text{O}$  sein.

<sup>1)</sup> E. J. Nefedov, Geologie **4**. 1955. 528. — R. Pierrot, Bull. Soc. Franç. Min. Crist. **87**. 1964. 169 (neue Formel  $\text{Ca}_5\text{H}_2(\text{AsO}_4)_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$ ).

<sup>2)</sup> R. Pierrot, 1964, l.c.

### 16.) Brackebuschit-Gruppe.

<b>Brackebuschit</b> (Döring, 1880)	$\text{Pb}_2(\text{Mn, Fe})[\text{VO}_4]_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$	Monoklin $C_{2h}^2$ — $P 2_1/m$ (?) $a_0 = 8.94 \quad b_0 = 6.17 \quad c_0 = 7.71^1)$ $a_0 : b_0 : c_0 = 1.449 : 1 : 1.250$ $\beta = 111^\circ 47' \quad Z = 2$
--	--	--

**Gamagarit** (deVilliers, 1943),  $\text{Ba}_2(\text{Fe, Mn})[\text{VO}_4]_2 \cdot \frac{1}{2} \text{H}_2\text{O}$ , monoklin,  $\beta = 117^\circ 20'$ , stammt aus den Manganerzen von Postmasburg und ist vielleicht mit Brackebuschit verwandt. **Pintadoit** (Hess & Schaller, 1914), vielleicht  $\text{CaH}[\text{VO}_4] \cdot 4 \text{H}_2\text{O}$ , und **Delrioit** (Thompson & Sherwood, 1959), vielleicht  $\text{SrCaH}_2[\text{VO}_4]_2 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$ , sind Ausblühungen auf Sandstein.

<sup>1)</sup> L. G. Berry & A. R. Graham, Am. Min. **33**. 1948. 489. — W. H. Barnes & M. M. Qurashi, Am. Min. **37**. 1952. 407. — D. M. Donaldson & W. H. Barnes, Am. Min. **40**. 1955. 597 (Struktur).

## D.) Wasserhaltige Phosphate, Arsenate und Vanadate mit fremden Anionen

### 1.) Moraesit-Roscherit-Gruppe. Isotypie Moraesit-Bearsit.

<b>Moraesit</b> (Lindberg & al., 1953)	$\text{Be}_2[\text{OH}   \text{PO}_4] \cdot 4 \text{H}_2\text{O}$	Monoklin $C_s^4$ — Ce oder $C_{2h}^6$ — $C 2/c$ $a_0 = 8.55 \quad b_0 = 36.90 \quad c_0 = 7.13^1)$ $a_0 : b_0 : c_0 = 0.232 : 1 : 0.193$ $\beta = 97^\circ 41' \quad Z = 12$
---	---	---

<b>Bearsit</b> $\text{Be}_2[\text{OH}   \text{AsO}_4] \cdot 4 \text{H}_2\text{O}$ (Kopchenova & al., 1962)	Monoklin $a_0 = 8.55$ $b_0 = 36.90$ $c_0 = 7.13^2$ $a_0:b_0:c_0 = 0.232:1:0.193$ $\beta = 97^\circ 49'$ $Z = 12$
<b>Roscherit</b> $(\text{Ca}, \text{Mn}, \text{Fe})\text{Be}[\text{OH}   \text{PO}_4] \cdot \frac{2}{3} \text{H}_2\text{O}$ (Slavik, 1914)	Monoklin prismatisch $C_{2h}^6 - C2/c$ $a_0 = 15.88$ $b_0 = 11.90$ $c_0 = 6.59^3$ $a_0:b_0:c_0 = 1.334:1:0.554$ $\beta = 94^\circ 42'$ $Z = 12$

**Glucin** (Grigoriev, 1963),  $\text{BaBe}_4[(\text{OH})_2 | \text{PO}_4]_2 \cdot 0.5 \text{H}_2\text{O}$ , bildet Konkretionen nadeliger Kriställchen mit paralleler Auslöschung<sup>4</sup>).

<sup>1</sup>) M. L. Lindberg, W. T. Pecora & A. L. de M. Barbosa, *Am. Min.* **38**. 1953. 1126.

<sup>2</sup>) E. V. Kopchenova & G. A. Sidorenko, *Zapiski Vses. Min. Obshch.* **91**. 1962. 442.

<sup>3</sup>) M. L. Lindberg, *Am. Min.* **43**. 1958. 824 (von Greifenstein in Sachsen).

<sup>4</sup>) N. A. Grigoriev, *Zapiski Vses. Min. Obshch.* **92**. 1963. 691 (d-Werte).

## 2.) Tagilit-Euchroit-Gruppe (mit 1 OH pro $\text{RO}_4$ ).

<b>Tagilit</b> $\text{Cu}_2[\text{OH}   \text{PO}_4] \cdot \text{H}_2\text{O}$ (?) (Hermann, 1846)	Monoklin
<b>Spencerit</b> $\text{Zn}_2[\text{OH}   \text{PO}_4] \cdot 1\frac{1}{2} \text{H}_2\text{O}$ (Walker, 1916)	Monoklin-prismatisch $C_{2h}^4 - P2/c$ $a_0 = 10.54$ $b_0 = 5.33$ $c_0 = 11.3$ $a_0:b_0:c_0 = 1.878:1:2.120^1$ $\beta = 116^\circ 47'$ $Z = 2$
<b>Legrandit</b> $\text{Zn}_2[\text{OH}   \text{AsO}_4] \cdot \text{H}_2\text{O}^{2a,2b)}$ (Drugman & Hey, 1932)	Monoklin-prismatisch $C_{2h}^5 - P2_1/c$ $a_0 = 12.72$ $b_0 = 7.92$ $c_0 = 10.20^2$ $a_0:b_0:c_0 = 1.606:1:1.288$ $\beta = 104^\circ 25'$ $Z = 8$
<b>Euchroit</b> $\text{Cu}_2[\text{OH}   \text{AsO}_4] \cdot 3 \text{H}_2\text{O}$ (Breithaupt, 1823)	Rhombisch-disphenoidisch $D_2^4 - P2_12_12_1$ $a_0 = 10.07$ $b_0 = 10.52$ $c_0 = 6.12^3$ $a_0:b_0:c_0 = 0.957:1:0.582$ $Z = 4$

<sup>1</sup>) I. Flachsbart & H. Niebsch, *Naturwiss.* **45**. 1958. 437.

<sup>2</sup>) J. Drugman & M. H. Hey, *Min. Mag.* **23**. 1932. 175.

<sup>2a</sup>) J. J. Finney, *Am. Min.* **48**. 1963. 1255.

<sup>2b</sup>) P. E. Desautels & R. S. Clarke, *Am. Min.* **48**. 1963. 1258.

<sup>3</sup>) L. G. Berry, *Am. Min.* **36**. 1951. 484. — G. Giuseppetti, *Per. Min. (Roma)* **32**. 1963. 131 (Struktur).

## 3.) Vauxit-Metavauxit-Gruppe.

<b>Vauxit</b> $\text{Fe} \cdot \text{Al}_2[\text{OH}   \text{PO}_4]_2 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$ (Gordon, 1922)	Triklin-pinakoidal $C_1^1 - P\bar{1}$ $a_0 = 9.09$ $b_0 = 11.57$ $c_0 = 6.15^1$ $a_0:b_0:c_0 = 0.786:1:0.532$ $Z = 2$ $\alpha = 98^\circ 52'$ $\beta = 92^\circ 22'$ $\gamma = 107^\circ 42\frac{1}{2}'$
---	---

<b>Metavauxit</b> $\text{Fe}^{++}\text{Al}_2[\text{OH} \text{PO}_4]_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$	Monoklin-prismatisch $C_{2h}^5 - P 2_1/c$
(Gordon, 1927)	$a_0 = 10.23$ $b_0 = 9.59$ $c_0 = 6.94^1)$ $a_0:b_0:c_0 = 1.067:1:0.724$ $\beta = 98^\circ 02'$ $Z = 2$
<b>Stewartit</b> $\text{MnFe}_2^{+++}[\text{OH} \text{PO}_4]_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$	Triklin, pseudomonoklin
(Schaller, 1912)	$a_0 = 2 \times 5.23$ $b_0 = 10.77$ $c_0 = 7.25^2)$ $a_0:b_0:c_0 = 0.971:1:0.673$ $Z = 2$ $\alpha = 90^\circ 35'$ $\beta = 109^\circ 58'$ $\gamma = 71^\circ 21'$
<b>Pseudolaueit</b> $\text{MnFe}_2^{+++}[\text{OH} \text{PO}_4]_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$	Monoklin-prismatisch
(Strunz, 1956)	$a_0 = 9.57$ $b_0 = 7.45$ $c_0 = 10.16^3)$ $a_0:b_0:c_0 = 1.285:1:1.364$ $\beta = 104^\circ 40'$ $Z = 2$

1) E. W. Nuffield in Dana 2. 1951. 974.

2) D. R. Peacor, Am. Min. 48. 1963. 913.

3) H. Strunz, Naturwiss. 43. 1956. 128.

4.) Gordonit-Reihe. Isotypie. Triklin-pinakoidal,  $C_1^1 - P\bar{1}$ .

<b>Gordonit</b> $\text{MgAl}_2[\text{OH} \text{PO}_4]_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$	$a_0 = 5.26$ $b_0 = 10.51$ $c_0 = 6.98^1)$
(Larsen & Shannon, 1930)	$a_0:b_0:c_0 = 0.500:1:0.664$ $Z = 1$ $\alpha = 109^\circ 27'$ $\beta = 110^\circ 57\frac{1}{2}'$ $\gamma = 71^\circ 40\frac{1}{2}'$
<b>Paravauxit</b> $\text{Fe}^{++}\text{Al}_2[\text{OH} \text{PO}_4]_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$	$a_0 = 5.24$ $b_0 = 10.54$ $c_0 = 6.97^2)$
(Gordon, 1922)	$a_0:b_0:c_0 = 0.497:1:0.661$ $Z = 1$ $\alpha = 107^\circ 32'$ $\beta = 110^\circ 23'$ $\gamma = 72^\circ 09'$
<b>Sigloit</b> $\text{Fe}^{+++}\text{Al}_2[\text{O} \text{PO}_4]_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$	$a_0 = 5.26$ $b_0 = 10.52$ $c_0 = 7.06$
(Hurlbut & Honea, 1962)	$a_0:b_0:c_0 = 0.499:1:0.671$ $Z = 1$ $\alpha = 106^\circ 58'$ $\beta = 111^\circ 30'$ $\gamma = 69^\circ 30'^3)$
<b>Laueit</b> $\text{MnFe}_2^{+++}[\text{OH} \text{PO}_4]_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$	$a_0 = 5.28$ $b_0 = 10.66$ $c_0 = 7.14^4)$
(Strunz, 1954)	$a_0:b_0:c_0 = 0.495:1:0.676$ $Z = 1$ $\alpha = 107^\circ 55'$ $\beta = 110^\circ 59'$ $\gamma = 71^\circ 07'$

1) E. S. Larsen, Am. Min. 27. 1942. 295.

2) E. W. Nuffield in Dana 2. 1951. 974.

3) C. S. Hurlbut &amp; R. Honea, Am. Min. 47. 1962. 1.

4) H. Strunz, Naturwiss. 41. 1954. 256.

5.) Strunzit-Beraunit-Gruppe (mit 1 bis  $1\frac{1}{2}$  OH pro  $\text{RO}_4$ ).

<b>Kryshanovskit</b> $\text{MnFe}_2^{+++}[\text{OH} \text{PO}_4]_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$	Monoklin <sup>1)</sup>
(Ginzburg, 1950)	
<b>Strunzit</b> $\text{MnFe}_2^{+++}[\text{OH} \text{PO}_4]_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	Monoklin-prismatisch $C_{2h}^6 - C 2/c$
(Fron del, 1957)	$a_0 = 9.80$ $b_0 = 18.06$ $c_0 = 7.34^2)$ $a_0:b_0:c_0 = 0.543:1:0.406$ $\beta = 100^\circ 10'$ $Z = 4$

<b>Kakoxen</b> (Steinmann, 1825)	$\text{Fe}_4^{2+}[(\text{OH} \text{PO}_4)_3] \cdot 12\text{H}_2\text{O}$	Hexagonal $a_0 = 7.92$ $c_0 = 10.5^3$ $c_0/a_0 = 1.325$ $Z = 1$
<b>Bermanit</b> (Hurlbut, 1936)	$(\text{Mn}^{2+}, \text{Mg})_5(\text{Mn}^{3+}, \text{Fe}^{3+})_8[(\text{OH})_5   (\text{PO}_4)_4]_2 \cdot 15 \text{H}_2\text{O}$	Rhombisch-dipyramidal $a_0 = 6.26$ $b_0 = 8.94$ $c_0 = 19.65^4$ $a_0:b_0:c_0 = 0.700:1:2.198$ $Z = 1$
<b>Beraunit</b> (Breithaupt, 1841)	$\text{Fe}_3^{2+}[(\text{OH})_3   (\text{PO}_4)_2] \cdot 2\frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$	Monoklin-prismatisch $C_{2h}^6 - C2/c$ $a_0 = 20.59$ $b_0 = 5.15$ $c_0 = 19.23^5$ $a_0:b_0:c_0 = 3.998:1:3.734$ $\beta = 94^\circ 06'$ $Z = 8$

**Eleonorit** (Nies, 1877) ist mit Beraunit identisch (Bertrand, 1881; Dana, 1892), **Tinticit** (Stringham, 1946), ungefähr  $\text{Fe}_3[(\text{OH})_3 | (\text{PO}_4)_2] \cdot 3 \text{H}_2\text{O}$ , soll ein selbständiges Mineral sein<sup>6</sup>). **Diadochit** (Breithaupt, 1837), auch „**Geldiadochit**“ genannt, ist röntgenamorph und hat die ungefähre Zusammensetzung  $\text{Fe}_4[(\text{OH})_4 | (\text{PO}_4, \text{SO}_4)_3] \cdot 13 \text{H}_2\text{O}$ ; **Destinezit** (Forir & Jorissen, 1880), von annähernd gleicher Zusammensetzung wie Diadochit, ist monoklin. **Pitticit** (Hausmann, 1813) (Arseneisensinter), amorph, soll  $\text{Fe}_{20}^{2+}[(\text{OH})_{24} | (\text{AsO}_4, \text{PO}_4, \text{SO}_4)_{13}] \cdot 9 \text{H}_2\text{O}$  sein; **Ganomatit** (Breithaupt, 1832) (**Gänsekötigerz**), ein Fe-Arsenat mit Ag- und Co-Gehalten, ist gleichfalls röntgenamorph.

<sup>1</sup>) A. I. Ginzburg, Doklady Akad. Wiss. USSR **72**. 1950. 762.

<sup>2</sup>) C. Frondel, N. Jb. Min. Mh. 1957. 222; J. M. Correia Neves, Memórias e Notícias Nr. 50, Coimbra 1960 (Formel mit 6 H<sub>2</sub>O).

<sup>3</sup>) S. G. Gordon, Am. Min. **35**. 1950. 132.

<sup>4</sup>) C. S. Hurlbut, Am. Min. **21**. 1936. 656.

<sup>5</sup>) E. Fischer, Heidelb. Beitr. Min. Petr. **5**. 1956. 204.

<sup>6</sup>) B. Stringham, Am. Min. **47**. 1962. 1187.

#### 6.) Souzalith-Wavellit-Gruppe.

<b>Souzalith</b> (Pecora & Fahey, 1947)	$(\text{Mg}, \text{Fe}^{2+})_3(\text{Al}, \text{Fe}^{3+})_4[(\text{OH})_3   (\text{PO}_4)_2]_2 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$	Monoklin (?) <sup>1</sup>
<b>Wavellit</b> (Babington, 1805)	$\text{Al}_3[(\text{OH})_3   (\text{PO}_4)_2] \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$	Rhombisch-dipyramidal $D_{2h}^{16} - \text{Pcmm}$ $a_0 = 9.62$ $b_0 = 17.34$ $c_0 = 6.99^2$ $a_0:b_0:c_0 = 0.555:1:0.403$ $Z = 4$ $c_0 = \text{Faserachse}$
<b>Gutsevichit</b> (Ankinovich, 1959)	$(\text{Al}, \text{Fe})_3[(\text{OH})_3   ((\text{P}, \text{V})\text{O}_4)_2] \cdot 8 \text{H}_2\text{O}^3$ ?	
<b>Kingit</b> (Norrish & al., 1956)	$\text{Al}_3[(\text{OH})_3   (\text{PO}_4)_2] \cdot 9 \text{H}_2\text{O}^4$ ?	

<sup>1</sup>) W. T. Pecora & J. J. Fahey, Am. Min. **34**. 1949. 83.

<sup>2</sup>) S. G. Gordon, Am. Min. **35**. 1950. 132. — Vgl. W. Jansen, Z. Krist. **85**. 1933, 239. — V. Caglioti, Min. Abs. **7**. 1938. 88.

<sup>3)</sup> E. A. Ankinovich, Sbornik Nauk Trudy Kasak. Gornomet. Inst. **18**. 1959. 125.

<sup>4)</sup> K. Norrish, L. E. R. Rogers & R. E. Shapter, Min. Mag. **31**. 1957. 351.

7.) Childrenit-Reihe (mit 2OH pro RO<sub>4</sub>). Orthorhombisch, D<sub>2h</sub><sup>18</sup>—Bbam (C<sub>2v</sub><sup>17</sup>—Bba2). Isotypie.

**Childrenit** (Fe<sup>2+</sup>, Mn)Al[(OH)<sub>2</sub> | PO<sub>4</sub>]<sub>2</sub>·H<sub>2</sub>O

(Brooke, 1823)

a<sub>0</sub> = 10.38 b<sub>0</sub> = 13.36 c<sub>0</sub> = 6.91

a<sub>0</sub>:b<sub>0</sub>:c<sub>0</sub> = 0.777:1:0.517 Z = 8<sup>1)</sup>

**Eosphorit** (Mn, Fe<sup>2+</sup>)Al[(OH)<sub>2</sub> | PO<sub>4</sub>]<sub>2</sub>·H<sub>2</sub>O

(Brush & Dana, 1878)

a<sub>0</sub> = 10.45 b<sub>0</sub> = 13.49 c<sub>0</sub> = 6.93

a<sub>0</sub>:b<sub>0</sub>:c<sub>0</sub> = 0.775:1:0.514 Z = 8<sup>2)</sup>

**Childro-Eosphorit** (Strunz & Fischer, 1957), von Hagendorf, ist eine Varietät mit Fe:Mn = 1:1, a<sub>0</sub> = 10.41, b<sub>0</sub> = 13.42, c<sub>0</sub> = 6.92, a<sub>0</sub>:b<sub>0</sub>:c<sub>0</sub> = 0.776:1:0.515<sup>3)</sup>. Die morphologische und Röntgen-Symmetrie dieser Mineralien ist D<sub>2h</sub> oder C<sub>2v</sub>; die optische Symmetrie ist davon abweichend nach monoklin oder triklin deformiert, wohl als Folge einer Diadochie sehr unterschiedlich großer Ionen in einem sehr empfindlichen Gitter. **Oxychildrenit**<sup>4)</sup>, aus einem Pegmatit von Ostkasakistan, gibt ein ähnliches Pulverdiagramm wie Childrenit und ist wohl (Fe<sup>3+</sup>, Mn<sup>3+</sup>, Mn<sup>2+</sup>)Al[(O, OH)<sub>2</sub> | PO<sub>4</sub>]<sub>2</sub>·H<sub>2</sub>O.

<sup>1)</sup> W. H. Barnes, Am. Min. **34**. 1949. 12. — W. H. Barnes & V. C. Shore, Am. Min. **36**. 1951. 509.

<sup>2)</sup> C. S. Hurlbut, Am. Min. **35**. 1950. 793. — A. W. Hanson, Acta Cryst. **13**. 1960. 384 (Struktur, a<sub>0</sub> = 10.52, b<sub>0</sub> = 13.60, c<sub>0</sub> = 6.97).

<sup>3)</sup> H. Strunz & M. Fischer, N. Jb. Min. Mh. 1957. 78.

<sup>4)</sup> A. I. Ginzburg & N. V. Voronkova, Doklady Akad. Wiss. USSR **71**. 1950. 145.

8.) Türkis-Reihe. Triklin-pinakoidal, C<sub>i</sub><sup>1</sup>—P<sub>1</sub>. Isotypie.

**Türkis** CuAl<sub>6</sub>[(OH)<sub>2</sub> | PO<sub>4</sub>]<sub>4</sub>·4H<sub>2</sub>O a<sub>0</sub> = 7.48 b<sub>0</sub> = 9.95 c<sub>0</sub> = 7.69<sup>1)</sup>

(ca. 1550)

a<sub>0</sub>:b<sub>0</sub>:c<sub>0</sub> = 0.752:1:0.773 Z = 1

α = 111° 39' β = 115° 23' γ = 69° 26'

**Faustit** ZnAl<sub>6</sub>[(OH)<sub>2</sub> | PO<sub>4</sub>]<sub>4</sub>·4H<sub>2</sub>O

(Erd & al., 1953)

Pulverdiagramm analog Türkis<sup>2)</sup>

**Coeruleolaktit** CaAl<sub>6</sub>[(OH)<sub>2</sub> | PO<sub>4</sub>]<sub>4</sub>·4H<sub>2</sub>O

(Petersen, 1871)

Pulverdiagramm analog Türkis<sup>3)</sup>

**Chalkosiderit** CuFe<sub>6</sub><sup>3+</sup>[(OH)<sub>2</sub> | PO<sub>4</sub>]<sub>4</sub>·4H<sub>2</sub>O

(Ullmann, 1814)

a<sub>0</sub> = 7.68 b<sub>0</sub> = 10.20 c<sub>0</sub> = 7.90<sup>4)</sup>

a<sub>0</sub>:b<sub>0</sub>:c<sub>0</sub> = 0.753:1:0.775 Z = 1

α = 112° 29' β = 115° 18' γ = 69° 00'

**Planerit** (Hermann, 1862) ist offenbar ein Mischkristall Türkis-Coeruleolaktit<sup>5)</sup>; **Rashleighit** (Russel, 1948) und **Alumo-Chalkosiderit** (Jahn & Gruner,

1933) sind Mischkristalle zwischen Türkis und Chalkosiderit mit Al:Fe = 2:1.3<sup>6)</sup> und 1:2<sup>6a)</sup>.

<sup>1)</sup> A. R. Graham, Univ. Toronto, Stud. Geol. Ser. 1948. 39.

<sup>2)</sup> R. C. Erd, M. D. Foster & P. D. Proctor, Am. Min. 38. 1953. 964.

<sup>3)</sup> E. Fischer, Beitr. Min. Petr. 6. 1958. 182.

<sup>4)</sup> A. R. Graham, 1948, l. c.

<sup>5)</sup> Vgl. D. C. McConnell, Am. Journ. Sci. 240. 1942. 649. — E. Fischer, 1958, l. c. — F. Čech, P. Povondra & E. Slánský, N. Jb. Min. Abh. 96. 1961. 1.

<sup>6)</sup> A. Russel, Min. Mag. 23. 1948. 353.

<sup>6a)</sup> A. Jahn & E. Gruner, Min. Mag. 23. 1933. 624.

9.) Akrochordit-Tirolit-Gruppe (mit ungefähr 2 OH pro RO<sub>4</sub>).

**Chenevixit** Cu<sub>2</sub>Fe<sub>2</sub>[(OH)<sub>2</sub> | AsO<sub>4</sub>]<sub>2</sub> · H<sub>2</sub>O Kristallform?

(Adam, 1866)

a<sub>0</sub> = 12.3 b<sub>0</sub> = 15.4 c<sub>0</sub> = 10.7<sup>1)</sup>

α = β = γ = 90°

**Akrochordit** (Mn, Mg)<sub>5</sub>[(OH)<sub>2</sub> | AsO<sub>4</sub>]<sub>2</sub> · 5 H<sub>2</sub>O

(Flink, 1922)

Monoklin

**Arthurit** Cu<sub>2</sub>Fe<sub>4</sub>[(OH)<sub>7</sub> | (AsO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>] · 6 H<sub>2</sub>O Monoklin

(Davis & Hey, 1964)

a<sub>0</sub> = 10.09 b<sub>0</sub> = 9.62 c<sub>0</sub> = 5.55<sup>2)</sup>

a<sub>0</sub>:b<sub>0</sub>:c<sub>0</sub> = 1.047:1:0.576

β = 92° 12' Z = 1

**Tirolit** Ca<sub>2</sub>Cu<sub>9</sub>[(OH)<sub>10</sub> | (AsO<sub>4</sub>)<sub>4</sub>] · 10 H<sub>2</sub>O Rhomb.-dipyramidal D<sub>2h</sub><sup>5</sup>—Pmma(?)

(Haidinger, 1845)

a<sub>0</sub> = 10.50 b<sub>0</sub> = 54.71 c<sub>0</sub> = 5.50<sup>3)</sup>

(Kupferschaum)

a<sub>0</sub>:b<sub>0</sub>:c<sub>0</sub> = 0.192:1:0.102 Z = 4

<sup>1)</sup> H. Villaroel, Bull. Soc. Franç. Min. Crist. 37. 1964. 626.

<sup>2)</sup> D. J. Davis & M. H. Hey, Min. Mag. 33. 1964. 937.

<sup>3)</sup> L. G. Berry, Am. Min. 33. 1948. 193. — Vgl. die Gitterkonstanten mit Trichalcit!

10.) Delvauxit-Veszelyit-Gruppe (mit 3 OH pro RO<sub>4</sub>).

**Liskeardit** Al<sub>2</sub>[(OH)<sub>3</sub> | AsO<sub>4</sub>] · 2<sup>1</sup>/<sub>2</sub> H<sub>2</sub>O Krustenförmig

(Maskelyne, 1878)

**Bolivarit** Al<sub>2</sub>[(OH)<sub>3</sub> | PO<sub>4</sub>] · 5 H<sub>2</sub>O Röntgenamorph<sup>1)</sup>

(Navarro & Barea, 1921)

**Delvauxit** Fe<sub>2</sub><sup>+++</sup>[(OH)<sub>3</sub> | PO<sub>4</sub>] · 3<sup>1</sup>/<sub>2</sub> H<sub>2</sub>O Gelförmig

(Dumont, 1838)

**Veszelyit** (Cu, Zn)<sub>3</sub>[(OH)<sub>3</sub> | PO<sub>4</sub>] · 2 H<sub>2</sub>O Monoklin-prismatisch C<sub>2h</sub><sup>5</sup>—P2<sub>1</sub>/a

(Schrauf, 1874)

a<sub>0</sub> = 9.84 b<sub>0</sub> = 10.17 c<sub>0</sub> = 7.48<sup>2)</sup>

a<sub>0</sub>:b<sub>0</sub>:c<sub>0</sub> = 0.9675:1:0.7355

β = 103° 25' Z = 4

**Haemafibrit** Mn<sub>3</sub>[(OH)<sub>3</sub> | AsO<sub>4</sub>] · H<sub>2</sub>O Orthorhombisch

(Igelström, 1884)

a:b:c = 0.5261:1:1.502

**Picit** (Nies, 1880) ist wahrscheinlich mit Delvauxit identisch und gleichfalls gelförmiger Entstehung (Frondel, 1951). Arakawait und Kipushit sind nach Zsivny (1930) mit Veszelyit identisch; PO<sub>4</sub> kann z. T. durch AsO<sub>4</sub> ersetzt sein.

**Rusakovit** (Ankinovich, 1960), ungefähr  $\text{Fe}_6^{3+}[(\text{OH})_9|((\text{V}, \text{P})\text{O}_4)_2] \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ , bildet orangefelbe schwach doppelbrechende Aggregate<sup>3)</sup>.

1) R. van Tassel, *Min. Mag.* **32**. 1960. 419.

2) L. G. Berry, *Am. Min.* **33**. 1948. 750.

3) E. A. Ankinovich, *Zapiski, Vses, Min. Obshch.* **89**. 1960. 440.

11.) Lirokonit-Evansit-Gruppe (mit mehr als 3–4 OH pro  $\text{RO}_4$ ).

**Chalkophyllit**  $(\text{Cu}, \text{Al})_3[(\text{OH})_4|(\text{AsO}_4, \text{SO}_4)] \cdot 6\text{H}_2\text{O}$

(Breithaupt, 1841)

Ditrigonal-skalenoedrisch  $D_{3d}^5 - R\bar{3}m$

$a_0 = 10.77$   $c_0 = 57.51$

$c_0/a_0 = 5.340$   $Z = 18$

$a_{rh} = 20.49$   $\alpha = 30^\circ 40'$   $Z = 6^1$ )

**Lirokonit**  $\text{Cu}_2\text{Al}[(\text{OH})_4| \text{AsO}_4] \cdot 4\text{H}_2\text{O}$

(Mohs, 1820; Haidinger, 1825)

(Linsenerz)

Monoklin-prismatisch  $C_{2h}^6 - I2/a$

$a_0 = 12.70$   $b_0 = 7.57$   $c_0 = 9.88^2$ )

$a_0:b_0:c_0 = 1.678:1:1.305$

$\beta = 91^\circ 23'$   $Z = 4$

**Evansit**  $\text{Al}_3[(\text{OH})_6| \text{PO}_4] \cdot 6\text{H}_2\text{O}$

(Forbes, 1864)

Gelförmig

**Rosieresit** (Lacroix, 1910) ist vielleicht ein Pb- und Cu-haltiger Evansit.

1) L. G. Berry & H. R. Steacy, *Am. Min.* **32**. 1947. 196; vgl. auch M. Federico 1953.

2) L. G. Berry & T. Davis, *Am. Min.* **32**. 1947. 196; L. G. Berry, *Am. Min.* **36**. 1951. 484. – G. Giuseppetti, A. Coda, F. Mazzi & C. Tadini, *Rend. Soc. Min. Ital.* **18**. 1962. 305. *Per. Min. (Roma)* **31**. 1962. 19 (Struktur).

12.) Overit-Morinit-Gruppe.

**Minyulit**  $\text{KAl}_2[(\text{OH}, \text{F})|(\text{PO}_4)_2] \cdot 4\text{H}_2\text{O}$

(Simpson & Le Mesurier, 1933)

Rhombisch-pyramidal  $C_{2v}^1 - Pmm2$

$a_0 = 9.37$   $b_0 = 9.76$   $c_0 = 5.53^1$ )

$a_0:b_0:c_0 = 0.960:1:0.565$   $Z = 2$

**Overit**  $\text{Ca}_3\text{Al}_8[(\text{OH})_3|(\text{PO}_4)_4]_2 \cdot 15\text{H}_2\text{O}$

(Larsen, 1938)

Rhomb.-dipyramidal  $D_{2h}^{21} - Bm\bar{a}m$

$a_0 = 14.78$   $b_0 = 18.78$   $c_0 = 7.13^2$ )

$a_0:b_0:c_0 = 0.787:1:0.380$   $Z = 2$

**Montgomeryit**  $\text{Ca}_4\text{Al}_5[(\text{OH})_5|(\text{PO}_4)_6] \cdot 11\text{H}_2\text{O}$

(Larsen, 1940)

Monoklin-prismatisch  $C_{2h}^6 - C2/c$

$a_0 = 10.01$   $b_0 = 24.15$   $c_0 = 6.26^2$ )

$a_0:b_0:c_0 = 0.4145:1:0.259$

$\beta = 91^\circ 28'$   $Z = 2$

**Morinit**  $\text{Ca}_2\text{NaAl}_2[(\text{F}, \text{OH})_5|(\text{PO}_4)_2] \cdot 2\text{H}_2\text{O}$

(Lacroix, 1891)

Monoklin-prismatisch  $C_{2h}^{12} - P2_1/m$

$a_0 = 9.46$   $b_0 = 10.69$   $c_0 = 5.445^3$ )

$a_0:b_0:c_0 = 0.885:1:0.509$

$\beta = 105^\circ 27\frac{1}{2}'$   $Z = 2$

Morinit geht bei ca. 400 °C in eine Substanz mit Apatitstruktur, bei ca. 800 °C mit Whitlockitstruktur über<sup>3a)</sup>.

Weniger bekannte Mineralien dieser Gruppe sind: **Englishit** (Larsen & Shannon, 1930),  $K_2Ca_4Al_8[(OH)_{10}|(PO_4)_8] \cdot 9 H_2O$ , monoklin (?); **Lehiit** (Larsen & Shannon, 1930), optisch zweiachsig,  $Na_2Ca_5Al_8[(OH)_{12}|(PO_4)_8] \cdot 6 H_2O$ ; **Isoklas** (Sandberger, 1870),  $Ca_2[OH|PO_4] \cdot 2 H_2O$ , monoklin (?).

<sup>1)</sup> L. J. Spencer, F. A. Bannister, M. H. Hey & H. Bennett, *Min. Mag.* **26**. 1943. 309.

<sup>2)</sup> E. S. Larsen, *Am. Min.* **25**. 1940. 315.

<sup>3)</sup> D. J. Fisher & J. J. Runner, *Am. Min.* **43**. 1958. 585.

<sup>3a)</sup> D. J. Fisher & A. Volborth, *Am. Min.* **45**. 1960. 645.

### 13.) Wardit-Reihe. Isotypie.

- **Wardit**  $NaAl_3[(OH)_4|(PO_4)_2] \cdot 2 H_2O$  Tetragonal-trapezoedrisch  
(Davison, 1896)  $D_4^+ - P4_12_12$   
 $a_0 = 7.04 \quad c_0 = 18.88 \quad c_0/a_0 = 2.682^1)$   
 $Z = 4$
- **Cyrilovit**  $NaFe_3^{III}[(OH)_4|(PO_4)_2] \cdot 2 H_2O$  Tetragonal-trapezoedrisch  
(Novotny & Stanek, 1953)  $D_4^+ - P4_12_12$   
 $a_0 = 7.32 \quad c_0 = 19.4 \quad c_0/a_0 = 2.650^2)$   
 $Z = 4$
- Millisit**  $(Na, Ca)Al_3[(OH, O)_4|(PO_4)_2] \cdot 2 H_2O$  Tetragonal  
(Larsen & Shannon, 1930)  $a_0 = 7.00 \quad c_0 = 19.07 \quad c_0/a_0 = 2.724^3)$   
 $Z = 4$
- Pallit**  $Ca(Al, Fe^{III})_3[(OH)_3O|(PO_4)_2] \cdot 2 H_2O$  Tetragonal  
(Capdecemme & Pulou, 1954)  $a_0 = 7.0 \quad c_0 = 19.2 \quad c_0/a_0 = 2.74^4)$   
 $Z = 4$

<sup>1)</sup> C. S. Hurlbut, *Am. Min.* **37**. 1952. 849 (Formel). – E. S. Larsen, *Am. Min.* **27**. 1942. 292 (Gitterkonst.). – H. Heritsch, *Tscherm. Min. Petr. Mitt.* **5**. 1955. 246 (Raumgruppe).

<sup>2)</sup> M. Novotny & J. Stanek, *Acta Acad. Sci. Moravo-Siles.* **25**. 1953. 325. – M. L. Lindberg & W. T. Pecora, *Science* **120**. 1954. 1074 („Avelinoit“). – H. Strunz, *N. Jb. Min., Mh.* 1956. 187. – M. L. Lindberg, *Am. Min.* **42**. 1957. 204. – M. Fleischer, *Am. Min.* **42**. 1957. 586.

<sup>3)</sup> J. P. Owens, Z. S. Altschuler & R. Berman, *Am. Min.* **45**. 1960. 547.

<sup>4)</sup> L. Capdecemme & R. Pulou, *C. R. Acad. Sci. Paris* **239**. 1954. 288.

### 14.) Leukophosphit-Santafeit-Gruppe.

- Leukophosphit**  $K(Fe, Al)_2[OH|(PO_4)_2] \cdot 2 H_2O$  Monoklin-prismatisch  $C_{2h}^5 - P2_1/n$   
(Simpson, 1932)  $a_0 = 9.73 \quad b_0 = 9.60 \quad c_0 = 9.69$   
 $a_0:b_0:c_0 = 1.013:1:1.009$   
 $\beta = 102^\circ 16' \quad Z = 4^1)$



**Santafeit**  $\text{Na}_2(\text{Mn}^{++}, \text{Ca}, \text{Sr})_6\text{Mn}_3^{+++}[(\text{OH})_8 | ((\text{V}, \text{As})\text{O}_4)_6] \cdot 4 \text{H}_2\text{O}$   
 (Sun & Weber, 1957) Orthorhombisch  $\text{D}_2^5 - \text{C}222_1$   
 $a_0 = 9.25 \quad b_0 = 6.33 \quad c_0 = 30.00$   
 $a_0 : b_0 : c_0 = 1.461 : 1 : 4.739 \quad Z = 2^2$

**Xanthoxen** (Laubmann & Steinmetz, 1920), soll  $\text{Ca}_2\text{Fe}^{+++}[\text{OH} | (\text{PO}_4)_2] \cdot 1\frac{1}{2} \text{H}_2\text{O}$  sein (Palermo-Mine); es ist allerdings nicht sicher, ob dieser mit dem Original-Xanthoxen vom Hühnerkobel übereinstimmt. **Calcioferrit** (Blum, 1858), monoklin (?),  $(\text{Ca}, \text{Mg})_3(\text{Fe}^{+++}, \text{Al})_3[(\text{OH})_3 | (\text{PO}_4)_4] \cdot 8 \text{H}_2\text{O}$ ; **Mitridatit** (Dvoichenko, 1914),  $\sim \text{Ca}_3\text{Fe}_4^{+++}[(\text{OH})_6 | (\text{PO}_4)_4] \cdot 2 \text{H}_2\text{O} \cdot n \text{ aq.}$ , erdiges hellgrünes Umwandlungsprodukt des Vivianits, aus den Eisenerzvorkommen von Kamysch-Burun, Halbinsel Kertsch; **Borickyit** (Dana, 1868), amorph,  $\text{CaFe}_4^{+++}[(\text{OH})_8 | (\text{PO}_4)_2] \cdot 3 \text{H}_2\text{O}$ ; **Foucherit** (Lacroix, 1910), amorph, ungefähr  $\text{Ca}(\text{Fe}^{+++}, \text{Al})_4[(\text{OH})_6 | (\text{PO}_4)_2] \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$ ; **Arsenosiderit** (Dufrenoy, 1842),  $\text{Ca}_3\text{Fe}_4[\text{OH} | \text{AsO}_4]_4 \cdot 4 \text{H}_2\text{O}$ ; **Yukonit** (Tyrell & Graham, 1913), amorph,  $\text{CaFe}_{2,33}^{+++}[(\text{OH})_3 | (\text{AsO}_4)_2] \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$ . **Richellit** (Cesàro & Despret, 1883), etwa  $\text{Ca}_3\text{Fe}_{10}^{+++}[(\text{OH}, \text{F})_3 | (\text{PO}_4)_2]_4 \cdot n \text{H}_2\text{O}$ , amorph, gibt nach Erhitzung auf  $500^\circ \text{C}$  ein Pulverdiagramm ähnlich Lipscombit,  $a_0 = 5.18, c_0 = 12.61^3$ ).

<sup>1)</sup> M. L. Lindberg, Am. Min. **42**. 1957. 214. – J. P. Smith & W. E. Brown, Am. Min. **44**. 1959. 138.

<sup>2)</sup> M.-S. Sun & R. H. Weber, Am. Min. **43**. 1958. 677.

<sup>3)</sup> D. McConnell, Am. Min. **48**. 1963. 300.

15.) Pharmakosiderit-Reihe. Kubisch-hex'tetraedrisch,  $\text{T}_d^1 - \text{P}\bar{4}3\text{m}$ . Isotypie.

„Alumopharmakosiderit“  $\text{KAl}_4[(\text{OH})_4 | (\text{AsO}_4)_3] \cdot 8 \text{H}_2\text{O}$   
 (synthetisch)  $a_0 = 7.79^1$

**Pharmakosiderit**  $\text{KFe}_4^{+++}[(\text{OH})_4 | (\text{AsO}_4)_3] \cdot 6-7 \text{H}_2\text{O}$   
 (Hausmann, 1813)  $a_0 = 7.98 \quad Z = 1^1$

<sup>1)</sup> G. Hägele & F. Machatschki, Fortschr. Min. **21**. 1937. 77. – J. Zemann, Tschem. Min. Petr. Mitt. **1**. 1948. 1 ( $a_0 = 7.74$  bzw.  $7.93$ ; Struktur, SR. **11**. 405).

16.) Lavendulan-Reihe. Isotypie. Rhombisch-dipyramidal.

**Sampleit**  $\text{CaNaCu}_5[\text{Cl} | (\text{PO}_4)_4] \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$   
 (Hurlbut, 1942)  $a_0 = 9.72 \quad b_0 = 38.48 \quad c_0 = 9.67^1$   
 $a_0 : b_0 : c_0 = 0.253 : 1 : 0.251 \quad Z = 8$

**Lavendulan**  $(\text{Ca}, \text{Na})_2\text{Cu}_5[\text{Cl} | (\text{AsO}_4)_4] \cdot 4-5 \text{H}_2\text{O}$   
 (Breithaupt, 1837)  $a_0 = 9.73 \quad b_0 = 41.0 \quad c_0 = 9.85^2$   
 $a_0 : b_0 : c_0 = 0.237 : 1 : 0.240 \quad Z = 8$

**Zinklavendulan**  $(\text{Ca}, \text{Na})_2(\text{Zn}, \text{Cu})_5[\text{Cl} | (\text{AsO}_4)_4] \cdot 4-5 \text{H}_2\text{O}$   
 (Strunz, 1959)  $a_0 = 9.87 \quad b_0 = 38.7 \quad c_0 = 9.99^3$   
 $a_0 : b_0 : c_0 = 0.255 : 1 : 0.258 \quad Z = 8$

<sup>1)</sup> C. S. Hurlbut, Am. Min. **27**. 1942. 586.

<sup>2)</sup> C. Guillemin, Bull. Soc. Franç. Min. **79**. 1956. 43.

<sup>3)</sup> H. Strunz, Fortschr. Min. **37**. 1960. 87.

17.) Chlorotil-Reihe. Hexagonal,  $C_{6h}^2 - P6_3/m$  oder  $C_6^5 - P6_3^1$ ). Isotypie, wahrscheinlich begrenzte diadoche Substitution (Cu, Bi) auf der zwei-zähligen Punktlage.

**Chlorotil**  $(Cu, Fe, ?)_2Cu_{12}[(OH, H_2O)_{12}|(AsO_4)_6] \cdot 6 H_2O^{1a)}$   
(Frenzel, 1875)  $a_0 = 13.61$   $c_0 = 5.90$

$$c_0/a_0 = 0.434 \quad Z = 1^1)$$

**Mixit**  $(Bi^{3+}, Fe^{3+}, ZnH, CaH)Cu_{12}[(OH)_{12}|(AsO_4)_6] \cdot 6 H_2O^{2a)}$   
(Schrauf, 1879)  $a_0 = 13.84$   $c_0 = 5.96$

$$c_0/a_0 = 0.431 \quad Z = 1^2)$$

<sup>1)</sup> K. Walenta, N. Jb. Min. Mh. 1960. 223.

<sup>1a)</sup> Die Berechnung der einzigen vorliegenden Analyse führt zur Formel  $Cu_9[(H_2O)_{12}|(AsO_4)_6] \cdot 6 H_2O$ ; obige Formel wurde in Anlehnung an die Mixit-Formel aufgestellt.

<sup>2)</sup> A. Pabst (1948) in Dana II. 1957. 943 (für Mixit von Tintic). – P. Kokkoros, Tscherm. Min. Petr. Mitt. 3. 1952. 943 ( $a_0 = 13.62$ ,  $c_0 = 5.92$ ,  $c_0/a_0 = 0.435$ , für Mixit von Laurion). – K. Walenta, 1960, l. c. ( $a_0 = 13.63$ ,  $c_0 = 5.90$ ,  $c_0/a_0 = 0.433$ , für Mixit von der Grube Anton, Schwarzwald).

<sup>2a)</sup> H. Strunz, 1961 (berechnet aus Gitterkonstanten, Dichte und 4 Analysen; steht nicht im Widerspruch zu den Punktzähligkeiten der Raumgruppe).

18.) Tsumebit-Walpurgin-Gruppe.

**Tsumebit**  $Pb_2Cu[(OH)_3|PO_4] \cdot 3 H_2O$  Monoklin-prismatisch  
(Busz, 1912)  $a_0 = 7.86$   $b_0 = 5.81$   $c_0 = 8.63$

$$a_0 : b_0 : c_0 = 1.353 : 1 : 1.485$$

$$\beta = 112^\circ \quad Z = 2^1)$$

**Arsenobismit**  $Ca_2Bi_4[OH]_2(AsO_4)_2 \cdot 2 H_2O(?)$  Kryptokristallin *уточн. с микроскопом*  
(Means, 1916)

**Phosphat-Walpurgin** Mit Walpurgin isotypes  
(Melkov, 1946) Phosphat-Mineral<sup>2)</sup>

**Walpurgin**  $[(BiO)_4|UO_2|(AsO_4)_2] \cdot 3 H_2O$   
(Weisbach, 1871) Triklin  $C_1^1 - P\bar{1} (?)$   
 $a_0 = 7.13$   $b_0 = 10.44$   $c_0 = 5.49^3)$   
 $a_0 : b_0 : c_0 = 0.638 : 1 : 0.525 \quad Z = 1$   
 $\alpha = 101^\circ 40' \quad \beta = 110^\circ 49' \quad \gamma = 88^\circ 17'$

<sup>1)</sup> H. Strunz & Ch. Tennyson, unpubl.

<sup>2)</sup> V. G. Melkov, 1946; cf. M. V. Soboleva & I. A. Pudovkina, Handbuch der Uran-mineralien, Moskau 1957.

<sup>3)</sup> H. T. Evans, Am. Min. 35. 1950. 1021. – Formel nach E. Fischer, N. Jb. Min. Mh. 1945/48. 44.

19.) Torbernit–Meta-Torbernit–Gruppe (Uranglimmer).

Aus Uranylgruppen  $[UO_2]^{2+}$  und Tetraedern  $[PO_4]^{3-}$  bzw.  $[AsO_4]^{3-}$  bestehende koordinativ stabile Schichten  $[UO_2|PO_4]^{1-}$  von tetragonaler Symmetrie\*) und zweidimensional unendlicher Ausdehnung werden durch

Kationen  $H^+$  bzw.  $H_3O^+$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $Fe^{2+}$ ,  $Cu^{2+}$ ,  $Ba^{2+}$  usw. relativ locker zusammengehalten (J. Beintema, 1938), so daß glimmerartige Spaltbarkeit resultiert: „Uranglimmer“. In den Zwischenschichträumen befindet sich neben den Kationen in lockerer Bindung relativ viel Quellungs-Wasser, und zwar sind aus den Naturvorkommen zwei bevorzugte Hydratstufen bekannt: a) die Uranite mit ca. 10  $H_2O$  pro Formeleinheit\*), der Symmetrie  $D_{4h}^{17} - I4/mmm$  und  $c_0 \sim 20 \text{ \AA}$ ; — b) die Meta-Uranite mit ca. 8  $H_2O$  pro Formeleinheit, der Symmetrie  $D_{4h}^7 - P4/nmm^*$  und  $c_0 < 10 \text{ \AA}$ ; — c) Durch Erhitzen auf 70–100 °C entstehen aus den Uraniten und Meta-Uraniten die nur experimentell bekannten wasserfreien „Para-Uranite“. Während der Übergang Uranit  $\rightleftharpoons$  Meta-Uranit reversibel verläuft, ist der weitere Übergang Meta-Uranit  $\rightarrow$  Para-Uranit offenbar irreversibel (vgl. Hallimond, 1916/1920, Beintema, 1938, Frondel, 1951). Durch Einwirkung von n-Alkylammonium-Ionen, z. B. n-Octylammonium, erfolgt eindimensionale innerkristalline Quellung wie etwa im Montmorillonit (A. Weiss, K. Hartl & U. Hofmann, 1957\*\*).

19a) Torbernit-Reihe. Ditetragonal-dipyramidal,  $D_{4h}^{17} - I4/mmm^*$ ).

<b>Sabugalit</b>	$(AlH)_{0,5}[UO_2 PO_4]_2 \cdot 10H_2O$	$a_0 = 6.96$	$c_0 = 19.3^1$
(Frondel, 1951)		$c_0/a_0 = 2.773$	$Z = 1$
<b>Saléicit</b>	$Mg[UO_2 PO_4]_2 \cdot 10H_2O$	$a_0 = 6.98$	$c_0 = 19.81^2$
(Thoreau & Vaes, 1932)		$c_0/a_0 = 2.839$	$Z = 2$
„ <b>Bassetit</b> “	$Fe[UO_2 PO_4]_2 \cdot 10-12H_2O$	$a_0 = -$	$c_0 = -^3$
(Hallimond, 1915)		$c/a = 2.89$	
<b>Torbernit</b>	$Cu[UO_2 PO_4]_2 \cdot 10(12-8)H_2O$	$a_0 = 7.06$	$c_0 = 20.5^4$
(Werner, 1786)		$c_0/a_0 = 2.904$	$Z = 2$
Na-Autunit	$Na_2[UO_2 PO_4]_2 \cdot 10(?)H_2O$	$a_0 = -$	$c_0 = -$
<b>Uramphit</b>	$(NH_4)_2[UO_2 PO_4]_2 \cdot xH_2O(?)$	$a_0 = -$	$c_0 = -$
(Nekrasova, 1957)			
<b>Autunit</b>	$Ca[UO_2 PO_4]_2 \cdot 10(12-10)H_2O$	$a_0 = 7.00$	$c_0 = 20.67^5$
(Brooke & Miller, 1852)		$c_0/a_0 = 2.953$	$Z = 2$
<b>Uranocircit</b>	$Ba[UO_2 PO_4]_2 \cdot 10H_2O$	$a_0 = 7.01$	$c_0 = 20.46^6$
(Weisbach, 1877)		$c_0/a_0 = 2.919$	$Z = 2$
Synthetisch	$(AlH)_{0,5}[UO_2 AsO_4]_2 \cdot 10H_2O$	$a_0 = 7.15$	$c_0 = 20.19^{6a}$
		$c_0/a_0 = 2.824$	
<b>Novačekit</b>	$Mg[UO_2 AsO_4]_2 \cdot 10H_2O$	$a_0 = 7.16$	$c_0 = 20.19^{7a}$
(Frondel, 1951)		$c_0/a_0 = 2.820$	$Z = 2$
<b>Kahlerit</b>	$Fe[UO_2 AsO_4]_2 \cdot 12H_2O$	$a_0 = 14.30$	$c_0 = 21.97^8$
(Meixner, 1953)		$c_0/a_0 = 1.536$	
<b>Zeunerit</b>	$Cu[UO_2 AsO_4]_2 \cdot 10(16-10)H_2O$	$a_0 = 7.18$	$c_0 = 21.06^9$
(Henmi, 1957)		$c_0/a_0 = 2.933$	$Z = 2$

<b>Uranospinit</b> (Weisbach, 1873)	$\text{Ca}[\text{UO}_2   \text{AsO}_4]_2 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$	$a_0 = 7.15 \quad c_0 = 20.61^{9a}$ $c_0/a_0 = 2.882$
<b>Natrium-Uranospinit</b>	$\text{Na}_2[\text{UO}_2   \text{AsO}_4]_2 \cdot n \text{H}_2\text{O}$	$a_0 = 7.18 \quad c_0 = 21.92^{10a}$ $c_0/a_0 = 3.053$
<b>Kirchheimerit</b>	$\text{Co}[\text{UO}_2   \text{AsO}_4]_2 \cdot n \text{H}_2\text{O}$	$a_0 = 14.29 \quad c_0 = 21.92^{10b}$ $c_0/a_0 = 1.534$
<b>Heinrichit</b> (Gross & al., 1958 <sup>10</sup> )	$\text{Ba}[\text{UO}_2   \text{AsO}_4]_2 \cdot 10-12 \text{H}_2\text{O}$	$a_0 = 7.13 \quad c_0 = 20.56^{10c}$ $c_0/a_0 = 2.884$

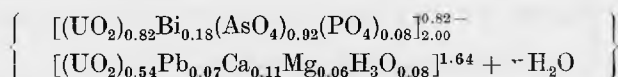
**Fritzscheit** (Breithaupt, 1865) ist wohl eine Mn- und  $\text{VO}_4$ -haltige Varietät von Autunit; **Uranospathit** (Hallimond, 1915) angeblich  $\text{Cu}[\text{UO}_2 | (\text{As}, \text{P})\text{O}_4]_2 \cdot \sim 12 \text{H}_2\text{O}$  mit  $\text{As}:\text{P} \sim 2:1^{12}$ , soll nach Hallimond (1954) ähnlich Bassetit sein.

19b) Meta-Torbernit-Reihe. Ditetragonal-dipyramidal,  $D_{4h}^7$  —  $P4/nmm^*$ ).

Synthetisch	$(\text{H}_3\text{O})_2[\text{UO}_2   \text{PO}_4]_2 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$	$a_0 = 6.90 \quad c_0 = 7.12^{11}$ $c_0/a_0 = 1.032 \quad Z = 1$
<b>Meta-Bassetit</b>	$\text{Fe}[\text{UO}_2   \text{PO}_4]_2 \cdot 8 \text{H}_2\text{O}$	Monoklin $a_0 = 6.98 \quad b_0 = 17.07 \quad c_0 = 7.01$ $a_0:b_0:c_0 = 0.409:1:0.411$ $\beta = 90^\circ 32' \quad Z = 2$ Pseudotetragonal $a_0 = 7.0 \quad c_0 = 17.07$ $c_0/a_0 = 2.439 \quad Z = 2^{12}$
<b>Meta-Torbernit</b>	$\text{Cu}[\text{UO}_2   \text{PO}_4]_2 \cdot 8 \text{H}_2\text{O}$	$a_0 = 6.98 \quad c_0 = 17.41^3$ $c_0/a_0 = 1.239 \quad Z = 1$
<b>Na-Meta-Autunit</b> (Chernikov & al., 1957)	$\text{Na}_2[\text{UO}_2   \text{PO}_4]_2 \cdot 8 \text{H}_2\text{O}$	$a_0 = 6.97 \quad c_0 = 8.69^{13a}$ $c_0/a_0 = 1.245 \quad Z = 1$
<b>Meta-Uramphit</b> (Nekrasova, 1957)	$(\text{NH}_4)_2[\text{UO}_2   \text{PO}_4]_2 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}^{13b}$	?
<b>Meta-Autunit</b>	$\text{Ca}[\text{UO}_2   \text{PO}_4]_2 \cdot 6-2 \text{H}_2\text{O}$	Tetragonal $D_4^5$ — $P4_22$ $a_0 = 19.78 \quad c_0 = 16.92^{14a}$ $c_0/a_0 = 0.855$ Pseudozelle: $D_{4h}^7$ — $P4/nmm$ $a_0 = 6.99 \quad c_0 = 8.44^{14}$ $c_0/a_0 = 1.207 \quad Z = 1$
<b>Meta-Uranocircit</b> (früher „Uranocircit“ <sup>44</sup> )	$\text{Ba}[\text{UO}_2   \text{PO}_4]_2 \cdot 8 \text{H}_2\text{O}$	$a_0 = 6.96 \quad c_0 = 8.53^{15}$ $c_0/a_0 = 1.225 \quad Z = 1$
<b>Meta-Ankoleit</b> (Gallagher & Atkin, 1963)	$\text{K}_2[\text{UO}_2   \text{PO}_4]_2 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$	$a_0 = 6.99 \quad c_0 = 8.89^{16a}$ $c_0/a_0 = 1.271 \quad Z = 1$
<b>Trägerit</b> (Weisbach, 1871)	$(\text{H}_3\text{O})_2[\text{UO}_2   \text{AsO}_4]_2 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$	$a_0 = 7.16 \quad c_0 = 8.80^{16a}^{17}$ $c_0/a_0 = 1.230 \quad Z = 1$

<b>Meta-Novačekit</b>	$\text{Mg}[\text{UO}_2   \text{AsO}_4]_2 \cdot 4 \text{H}_2\text{O}$	$a_0 = 7.12 \quad c_0 = 8.60^{16}$ $c_0/a_0 = 1.209 \quad Z = 1$
<b>Meta-Kahlerit</b> (Walenta, 1958)	$\text{Fe}[\text{UO}_2   \text{AsO}_4]_2 \cdot 8 \text{H}_2\text{O}$	$a_0 (a_0') = 7.16^{18a}$ $c_0 (c_0') = 8.62$
<b>Meta-Kirchheimerit</b> (Walenta, 1958)	$\text{Co}[\text{UO}_2   \text{AsO}_4]_2 \cdot 8 \text{H}_2\text{O}$	$a_0 (a_0') = 7.15^{18a}$ $c_0 (c_0') = 8.62$
<b>Meta-Zeunerit</b> (bisher z. T. „Zeunerit“)	$\text{Cu}[\text{UO}_2   \text{AsO}_4]_2 \cdot 8 \text{H}_2\text{O}$	$a_0 = 7.11 \quad c_0 = 17.38^{18}$ $c_0/a_0 = 1.238 \quad Z = 1$
<b>Meta-Na-Uranospinit</b> (Kopchenova & al., 1957)	$\text{Na}_2[\text{UO}_2   \text{AsO}_4]_2 \cdot 8 \text{H}_2\text{O}$	$a_0 = 7.12 \quad c_0 = 8.61^{17a}$ $c_0/a_0 = 1.209 \quad Z = 1$
<b>Meta-Uranospinit</b>	$\text{Ca}[\text{UO}_2   \text{AsO}_4]_2 \cdot 8 \text{H}_2\text{O}$	$a_0 = 7.19 \quad c_0 = 8.81^{17}$ $c_0/a_0 = 1.225 \quad Z = 1$
<b>Meta-Heinrichit</b> (Gross & al., 1958)	$\text{Ba}[\text{UO}_2   \text{AsO}_4]_2 \cdot 8 \text{H}_2\text{O}$	$P4_222, P4_2/m$ oder $P4_2$ $a_0 = 7.07 \quad c_0 = 17.74^{17b}$ $c_0/a_0 = 2 \times 1.255 \quad Z = 2$
<b>Abernathyit</b> (Thompson & al., 1956)	$\text{K}_2[\text{UO}_2   \text{AsO}_4]_2 \cdot 8 \text{H}_2\text{O}$	$a_0 = 7.17 \quad c_0 = 9.08^{19}$ $c_0/a_0 = 1.266 \quad Z = 1$
Synthetisch	$(\text{NH}_4)_2[\text{UO}_2   \text{AsO}_4]_2 \cdot 8 \text{H}_2\text{O}$	$a_0 = 7.21 \quad c_0 = 8.85^{17}$ $c_0/a_0 = 1.227 \quad Z = 1$
Synthetisch	$\text{Pb}[\text{UO}_2   \text{PO}_4]_2 \cdot 8 \text{H}_2\text{O}$	$a_0 = 6.93 \quad c_0 = 8.57^{20}$ $c_0/a_0 = 1.237 \quad Z = 1$

Für **Trögerit** ist die Formel



mit  $a_0 = 2 \cdot 6.99$ ,  $c_0 = 4 \cdot 8.48$  im lufttrockenem Zustand und  $a_0 = 7.04$ ,  $c_0 = 8.39$  nach Trocknung bei  $210^\circ\text{C}^{21}$ ).

**Prjevalskit** (Kruglov, 1946),  $\text{Pb}[\text{UO}_2 | \text{PO}_4]_2 \cdot 4 \text{H}_2\text{O}$ , ist nicht näher bekannt<sup>20a</sup>).  
**Sincosit** (Schaller, 1922),  $\text{Ca}[\text{V}(\text{OH})_2 | \text{PO}_4]_2 \cdot 3 \text{H}_2\text{O}$ , tetragonal, ist wahrscheinlich isotyp mit Meta-Autunit. Ein Sr-haltiger Meta-Autunit mit 1,4% SrO und 6,5  $\text{H}_2\text{O}$  pro Formeleinheit, besitzt  $a_0 = 6.97$ ,  $c_0 = 8.47^{14b}$ ).

### 19c) Para-Uranit-Reihe.

„Para-Autunit“ ( $> 70^\circ\text{C}$ )	$\text{Ca}[\text{UO}_2   \text{PO}_4]_2$	Orthorhombisch-pseudo-tetragonal $D_{2h}^1 - \text{Pmmm}$ $a_0 = 6.46 \quad b_0 = 6.98 \quad c_0 = 8.67^{22}$ $a_0 : b_0 : c_0 = 0.925 : 1 : 1.242 \quad Z = 1$
--	--	---

\*) Abweichende Eigenschaften sind bei den betreffenden Mineralien angegeben.

\*\*) A. Weiss, K. Hartl & U. Hofmann, Z. Naturforsch. **12**. 1957. 351 (innerkristalline Quellung).

<sup>1)</sup> C. Frondel, Am. Min. **36**. 1951. 671 (Sabugalit). – C. Guillemin & R. Pierrot, Bull. Soc. Franç. Min. **79**. 1956. 179. – K. Walenta, Fortschr. Min. 1964 (synthet. mit  $16 \text{H}_2\text{O}$ :  $a_0 = 6.97$ ,  $c_0 = 2 \times 13.215$ ).

- <sup>2)</sup> M. E. Mrose, *Am. Min.* **35**. 1950. 525 (Saléit).
- <sup>3)</sup> A. F. Hallimond, *Min. Mag.* **30**. 1954. 353 (Bassetit).
- <sup>4)</sup> S. Goldsztaub, *Bull. Soc. Franç. Min.* **55**. 1932. 7. (Torbernit).
- <sup>5)</sup> J. Beintema, *Rec. trav. chim. Pays-Bas* **57**. 1938. 155 (Autunit, . . ., Struktur, SB. 6. 24). – G. W. Leo, *Am. Min.* **45**. 1960. 99 (DTA etc.). – Y. Takano, *Am. Min.* **46**. 1961. 812.
- <sup>6)</sup> K. Walenta, *Jh. Geol. Landesamt Baden-Württemberg* **6**. 1964. 113. – Vgl. G. Donnay & J. D. H. Donnay, *US. Geol. Surv. TEI-507*. 1955 ( $a_0 = 6.98$ ,  $c_0 = 16.85$ ,  $D_4^5 - P4_222$ ). – E. W. Nuffield & J. H. Milne, *Am. Min.* **38**. 1953. 476 (synthet. „Uranocircit“:  $a_0 = 6.96$ ,  $c_0 = 17.57$ ). – J. Beintema 1938, l. c.
- <sup>6a)</sup> K. Walenta, *Fortschr. Min.* 1964 (synthet. mit  $16 \text{ H}_2\text{O}$ :  $a_0 = 7.15$ ,  $c_0 = 2 \times 13.54$ ).
- <sup>7)</sup> C. Frondel, *Am. Min.* **36**. 1951. 680 (Novačekit).
- <sup>7a)</sup> K. Walenta, *Tschem. Min. Petr. Mitt.* **9**. 1964. 109. („Novačekit I“, mit  $12 \text{ H}_2\text{O}$ :  $a_0 = 14.30$ ,  $c_0 = 22.00$ ; „Novačekit II“, mit  $10 \text{ H}_2\text{O}$ :  $a_0 = 7.10$ ,  $c_0 = 20.03$ ).
- <sup>8)</sup> K. Walenta, *Tschem. Mitt.* 1964, l. c. (für synthet. Kristalle).
- <sup>9)</sup> R. Berman, *Am. Min.* **42**. 1957. 905 (für synthet. Kristalle). – K. Henmi, *Min. Journ. (Japan)* **2**. 1957. 134 ( $a_0 = 7.19$ ,  $c_0 = 20.7$  für Zeunerit von Suisho-yama). – K. Walenta, *Tschem. Mitt.* 1964, l. c. ( $a_0 = 7.18$ ,  $c_0 = 20.79$ ).
- <sup>9a)</sup> K. Walenta, *Tschem. Mitt.* 1964, l. c.
- <sup>10)</sup> **Arsenuranocircit**, Belova, 1958 (vgl. *Min. Tabellen*, 3. Aufl. 1957. S. 253).
- <sup>10a)</sup> K. Walenta, *Fortschr. Min.* 1964 (für synthet. Kristalle).
- <sup>10b)</sup> K. Walenta, *Tschem. Mitt.* 1964, l. c. (für synthet. Kristalle).
- <sup>10c)</sup> K. Walenta, *Jh. Geol. Landesamt*, 1964, l. c.
- <sup>11)</sup> A. Weiss, K. Hartl & U. Hofmann, *Z. Naturforsch.* **12**. 1957. 669:  $a_0 = 6.90$ ,  $c_0 = 17.12$ . – Vgl. V. Ross, *Am. Min.* **40**. 1955. 917.
- <sup>12)</sup> C. Frondel, *Min. Mag.* **30**. 1954. 343 (Bassetit, Metabassetit). – Vgl. A. F. Hallimond 1954, l. c.
- <sup>13)</sup> Donnay & Donnay 1955, l. c.:  $P4_2/n$ . – M. Ross, H. T. Evans & D. E. Appleman, *Am. Min.* **49**. 1964. 1603:  $a_0 = 6.969$ ,  $c_0 = 17.306$ ,  $P4/n$  (Struktur).
- <sup>13a)</sup> A. A. Chernikov, O. V. Krutetskaya & N. I. Orgaov, *Atomnaya Energiya* **3**. 1957. 135. – K. Walenta, *Fortschr. Min.* 1964 (wahrscheinlich mit  $6 \text{ H}_2\text{O}$ :  $a_0 = 7.04$ ,  $c_0 = 8.46$ ).
- <sup>13b)</sup> Z. A. Nekrasova, *Voprosy geol. urana, Atomisdat*, 1957, 67.
- <sup>14)</sup> J. Beintema 1938, l. c. (Struktur, SB. 6. 25). – Y. Takano, *Am. Min.* **46**. 1961. 812.
- <sup>14a)</sup> M. Ross, *Am. Min.* **48**. 1963. 1389. – Vgl. Donnay & Donnay 1955, l. c.:  $a_0 = 19.82$ ,  $c_0 = 8.49$ . – H. Brichard & H. Bresseur, *Bull. Soc. Franç. Min. Crist.* **81**. 1958. 4.
- <sup>14b)</sup> A. Volborth, *Am. Min.* **44**. 1959. 702.
- <sup>15)</sup> J. Beintema 1938, l. c. – Vgl. E. W. Nuffield & J. H. Milne 1953, l. c. – K. Walenta, *Jh. Geol. Landesamt Baden-Württemberg* **6**. 1964. 113 („Meta-Uranocircit I“, mit  $8 \text{ H}_2\text{O}$ :  $a_0 = 6.94$ ,  $c_0 = 17.65$ ; „Meta-Uranocircit II“ mit  $6 \text{ H}_2\text{O}$ :  $a_0 = 9.81 = 6.94 \cdot 1.2$ ,  $c_0 = 16.83^3$ ).
- <sup>15a)</sup> M. J. Gallagher & D. Atkin, 1963 (mit Ba bzw. Ca z. T. für K).
- <sup>16)</sup> G. Donnay & J. D. H. Donnay 1955, l. c. – K. Walenta, *Tschem. Mitt.* 1964, l. c.
- <sup>16a)</sup> „Hydrogen-Uranospinit“, Ausstellung der USSR-Delegation in Genf 1955 (Ref. *Am. Min.* **41**. 1956. 816). – Vgl. M. Ross & H. T. Evans, *Am. Min.* **47**. 1962. 202 (Formel mit Hydroniumion ( $\text{H}_3\text{O}^{1+}$ )).
- <sup>17)</sup> M. E. Mrose, *Am. Min.* **38**. 1953. 1159. – A. Weiss, K. Hartl & U. Hofmann, *Z. Naturforsch.* **12**. 1957. 669. – K. Walenta, *Tschem. Mitt.* 1964, l. c. ( $a_0 = 7.14$ ,  $c_0 = 17.00$  für Meta-Uranospinit mit  $6 \text{ H}_2\text{O}$ ). – K. Walenta, *Fortschr. Min.* 1964 ( $a_0 = 7.12$ ,  $c_0 = 17.48$  für synthet. Hydrogenuranospinit).
- <sup>17a)</sup> E. V. Kopchenova & K. V. Skvortsova, *Doklady Akad. Nauk USSR* **114**. 1957. 634.
- <sup>17b)</sup> E. B. Gross, A. S. Corey, R. S. Mitchell & K. Walenta, *Am. Min.* **43**. 1958. 1134.
- <sup>18)</sup> Donnay & Donnay 1955, l. c. – M. Ross, H. T. Evans & D. E. Appleman, 1964, l. c.:  $a_0 = 7.12$ ,  $c_0 = 17.45$ . – K. Walenta, *Tschem. Mitt.* 1964, l. c. ( $a_0 = 7.12$ ,  $c_0 = 17.40$ ).
- <sup>18a)</sup> K. Walenta, *Tschem. Mitt.* 1964, l. c.

<sup>19)</sup> M. E. Thompson, B. Ingram & E. B. Gross, Am. Min. **41**. 1956. 82. – M. Ross & H. T. Evans, 1962, l. c. Am. Min. **49**. 1964. 1578:  $a_0 = 7.176$ ,  $c_0 = 18.126$  (Struktur). – K. Walenta, Fortschr. Min. 1964 (mit  $6H_2O$ :  $a_0 = 7.12$ ,  $c_0 = 17.68$ ).

<sup>20)</sup> V. Ross, Am. Min. **41**. 1956. 915.

<sup>20a)</sup> Ausstellung der USSR-Delegation in Genf (Ref. Am. Min. **41**. 1956. 816).

<sup>21)</sup> A. Weiss, F. Taborszki, K. Hartl & E. Tröger, Z. Naturforsch. **12**. 1957. 356.

<sup>22)</sup> J. Beintema 1938, l. c. (Name hier neu). – Y. Takano, Am. Min. **46**. 1961. 812:  $a_0 = 6.55$ ,  $b_0 = 7.05$ ,  $c_0 = 8.16$ .

20.) Phosphuranylit-Reihe. Isotypie\*). Dewindtit ist vielleicht mit Renardit identisch\*\*). Blättrig nach (100), linealförmig gestreckt nach c [001].

**Phosphuranylit**  $Ca[(UO_2)_4|(OH)_4|(PO_4)_2] \cdot 8H_2O$   
(Genth, 1879) Orthorhombisch Bmmb (Bmb2)  
 $a_0 = 15.85$   $b_0 = 17.42$   $c_0 = 13.76^1$ )  
 $a_0:b_0:c_0 = 0.910:1:0.790$   $Z = 6$

**Berginit**  $Ba[(UO_2)_4|(OH)_4|(PO_4)_2] \cdot 8H_2O$   
(Bültemann & Moh, 1959) Orthorhombisch Bmmb  
 $a_0 = 16.2$   $b_0 = 17.7$   $c_0 = 13.9^2$ )  
 $a_0:b_0:c_0 = 0.915:1:0.785$

**Renardit**  $Pb[(UO_2)_4|(OH)_4|(PO_4)_2] \cdot 8H_2O$   
(Schoep, 1928) Orthorhombisch Bmmb  
 $a_0 = 16.01$   $b_0 = 17.5$   $c_0 = 13.7^3$ )  
 $a_0:b_0:c_0 = 0.915:1:0.783$   $Z = 6$

**Dewindtit**  $Pb[(UO_2)_4|(OH)_4|(PO_4)_2] \cdot 8H_2O$  (?)  
(Schoep, 1922)  $a_0 = 16.00$   $b_0 = 17.62$   $c_0 = 13.66^4$ )  
 $a_0:b_0:c_0 = 0.908:1:0.775$   $Z = 6$

**Arsenuranylit**  $Ca[(UO_2)_4|(OH)_4|(AsO_4)_2] \cdot 6H_2O$   
(Belova, 1958)  $a_0 = 15.40$   $b_0 = 17.40$   $c_0 = 13.77^5$ )  
 $a_0:b_0:c_0 = 0.885:1:0.791$   $Z = 6$

Anhang:

**Parsonsit**  $Pb_2[UO_2|(PO_4)_2] \cdot 2H_2O$  Monoklin  
(Schoep, 1923)  $a_0 = \text{—}$   $b_0 = \text{—}$   $c_0 = 6.8^6$ )

**Dumontit**  $Pb_2[(UO_2)_3|(OH)_4|(PO_4)_2] \cdot 3H_2O$   
(Schoep, 1924) Monoklin  $C_{2h}^2 - P2_1/m$  oder  $C_2^2 - P2_1$   
 $a_0 = 8.16$   $b_0 = 16.73$   $c_0 = 7.02$   
 $a_0:b_0:c_0 = 0.488:1:0.420$   
 $\beta = 110^\circ$   $Z = 2^7$ )

**Hügelit**  $Pb_2[(UO_2)_3|(OH)_4|(AsO_4)_2] \cdot 3H_2O^{8a}$  Monoklin  
(Dürrfeld, 1913/14)  $a:b:c = 0.490:1:0.384$   
 $\beta = 119^\circ 48'^8$ )

Vielleicht gehört auch **Ferghanit** (Antipov, 1908) hierher, etwa  $LiH[(UO_2)_4|(OH)_4|(VO_4)_2] \cdot 2H_2O$  und orthorhombisch.

\*) C. Frondel, Am. Min. **35**. 1950. 756.

\*\*) C. Bignand, J. Goni & C. Guillemin, Bull. Soc. Franç. Min. **77**. 1954. 1299.

1) D. D. Hogarth & E. W. Nuffield, Am. Min. **39**. 1954. 444. (Formel nach Bignand u. Mitarb., l. c.).

2) V. Ross, Am. Min. **41**. 1956. 915. — H. W. Bültemann & G. H. Moh, N. Jb. Min. Mh. 1959. 232 (d-Werte).

3) C. Frondel & F. Cuttitta, Am. Min. **39**. 1954. 448.

4) D. D. Hogarth & E. W. Nuffield 1954, l. c. — C. Frondel & F. Cuttitta finden für Dewindtit  $a_0 = 16.07$ ,  $b_0 = 17.50$ ,  $c_0 = 13.62$  (1954, l. c.).

5) L. N. Belova, Zapiski Vses. Min. Obshch. **87**. 1958. 589.

6) C. Frondel, Am. Min. **35**. 1950. 245. — V. Ross, 1956, l. c. (Synthesen).

7) J. Thoreau, M. van Meerssche & J. Protas, Bull. Soc. Franç. Min. Crist. **81**. 1958. 63. — V. Ross, Am. Min. **41**. 1956. 915:  $a_0 = 8.57$ ,  $b_0 = 11.01$ ,  $c_0 = 6.93$ .

8) V. Dürrfeld, Z. Krist. **51**. 1913. 278.

8a) K. Walenta & W. Wimmenauer, Jh. Geol. Landesamt Baden-Württemberg **4**. 1961. 7.

21.) Carnotit-Tujamunit-Gruppe.  $[V_2O_8]$ -Strukturen. Nach neueren Untersuchungen ist in den folgenden Uranyl-Vanadaten das V mit 5 Sauerstoffen in Form einer trigonalen Dipyramide koordiniert; je 2 Dipyramiden sind über eine gemeinsame Kante zu einer Divanadat-Gruppe verknüpft.  $[UO_2]^{2+}$  und  $[V_2O_8]^{6-}$  bilden gemeinsame Schichten  $[(UO_2)_2 | V_2O_8]^{2-}$  parallel der Basis. Zwischen den Schichten befinden sich die Kationen und  $H_2O$ .

**Vanuralit**  $Al[OH | (UO_2)_2 | V_2O_8] \cdot 8 H_2O$  Monoklin-prismatisch  
(Branche & al., 1963)  $a_0 = 10.44$   $b_0 = 8.56$   $c_0 = 20.35^1$   
 $a_0 : b_0 : c_0 = 1.220 : 1 : 2.377$   
 $\beta = 103^\circ$   $Z = 4$

**Sengierit**  $Cu_2[(OH)_2 | (UO_2)_2 | V_2O_8] \cdot 6 H_2O$   
(Vaes & Kerr, 1949) Monoklin-prismatisch  $C_{2h}^5 - P 2_1/a$   
 $a_0 = 10.62$   $b_0 = 8.10$   $c_0 = 10.11^2$   
 $a_0 : b_0 : c_0 = 1.311 : 1 : 1.248$   
 $\beta = 103^\circ 40'$   $Z = 2$

**Natron-Carnotit**  $Na_2[(UO_2)_2 | V_2O_8] \cdot n H_2O$  Monoklin  
(Synthetisch)  $a_0 = 10.39$   $b_0 = 8.39$   $c_0 = 6.14$   
 $1.238 : 1 : 0.732$   
 $\beta = 100^\circ 10'$   $Z = 2^3$

**Carnotit**  $K_2[(UO_2)_2 | V_2O_8] \cdot 3 H_2O$  Monoklin-prismatisch  $C_{2h}^5 - P 2_1/a$   
(Friedel & Cumenge, 1899)  $a_0 = 10.47$   $b_0 = 8.41$   $c_0 = 6.91^4$   
 $a_0 : b_0 : c_0 = 1.245 : 1 : 0.822$   
 $\beta = 103^\circ 40'$   $Z = 2$

**Tujamunit**  $Ca[(UO_2)_2 | V_2O_8] \cdot 5 - 8^{1/2} H_2O$  Orthorhombisch  
(Nenadkevich, 1912)  $a_0 = 10.63$   $b_0 = 8.36$   $c_0 = 20.40^5$   
 $a_0 : b_0 : c_0 = 1.272 : 1 : 2.440$

**Meta-Tujamunit**  $Ca[(UO_2)_2 | V_2O_8] \cdot 3 - 5 H_2O$  Rhombisch-dipyramidal  
(Weeks & Thompson, 1954)  $D_{2h}^{16} - Pnam$  oder  $C_{2v}^9 - Pna 2$   
 $a_0 = 10.63$   $b_0 = 8.36$   $c_0 = 16.96^6$   
 $a_0 : b_0 : c_0 = 1.272 : 1 : 2.029$



**Francevillit** (Ba, Pb)[(UO<sub>2</sub>)<sub>2</sub> | V<sub>2</sub>O<sub>8</sub>] · 5 H<sub>2</sub>O

(Branche &amp; al., 1957)

Rhombisch-dipyramidal D<sub>2h</sub><sup>16</sup>-Pbmna<sub>0</sub> = 10.59 b<sub>0</sub> = 8.44 c<sub>0</sub> = 16.60<sup>7</sup>)a<sub>0</sub>:b<sub>0</sub>:c<sub>0</sub> = 1.255:1:1.967

Synthetisch wurden auch Tl-, Rb- und Cs-Carnotite hergestellt; diese sind isotyp mit Carnotit, während die synthetische Ca-Verbindung ebenso wie Tujamunit orthorhombisch kristallisiert.

<sup>1</sup>) G. Branche, P. Bariand, F. Chantret, R. Pouget & A. Rimsky, Compt. Rend. Acad. Sci. **256**. 1963. 5374.

<sup>2</sup>) G. Donnay & J. D. H. Donnay, Am. Min. **39**. 1954. 323. — C. Guillemin, Bull. Soc. Franç. Min. **79**. 1956. 257 (Formel).

<sup>3</sup>) P. B. Barton, Am. Min. **43**. 1958. 799.

<sup>4</sup>) Donnay & Donnay 1954, l. c. — J. Sundberg & L. G. Sillén, Ark. Kemi **1**. 1949. 337: c<sub>0</sub> = 10.43, b<sub>0</sub> = 8.40, a<sub>0</sub> = 6.59, β = 104° 12' (für wasserfreie synthetische Kristalle, Struktur, SR. **12**. 255); D. E. Appleman & H. T. Evans, Acta Cryst. **10**. 1957. 765 (gleiche Gitterkonstanten, jedoch andere Struktur wie die von Sundberg & Sillén; synthet. Cs<sub>2</sub>[UO<sub>2</sub> | VO<sub>4</sub>]<sub>2</sub>).

<sup>5</sup>) T. W. Stern, L. R. Stieff, M. N. Girhard & R. Meyrowitz, Am. Min. **41**. 1956. 187. — Vgl. J. W.-Frondel (1949) in Dana **2**. 1951. 1045.

<sup>6</sup>) G. Donnay & J. D. H. Donnay 1954, l. c. — US. Geol. Surv. TEI-507. 1955. — Vgl. A. D. Weeks & M. E. Thompson, U. S. Geol. Surv. Bull. **1009-B**. 1954. 37.

<sup>7</sup>) G. Branche, M. E. Ropert, F. Chantret, B. Morignat & R. Pouget, C. R. Acad. Sci. **245**. 1957. 89. — P. Bariand & A. Rimsky, Bull. Soc. Franç. Min. Crist. **86**. 1963. XXXIX (hier a und b vertauscht).

## E.) Verbindungen, die vom Inselftetraedertypus abweichen (?)

1.) Chervetit.

**Chervetit** Pb<sub>2</sub>V<sub>2</sub>O<sub>7</sub>

(Bariand &amp; al., 1963)

Monoklin-prismatisch C<sub>2h</sub><sup>5</sup> — P 2<sub>1</sub>/aa<sub>0</sub> = 13.47 b<sub>0</sub> = 7.32 c<sub>0</sub> = 6.95<sup>1</sup>)a<sub>0</sub>:b<sub>0</sub>:c<sub>0</sub> = 1.840:1:0.949

β = 107° 25' Z = 4

Chervetit ist möglicherweise mit Lopezit K<sub>2</sub>[Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub>] strukturverwandt.

<sup>1</sup>) P. Bariand, F. Chantret, R. Pouget & A. Rimsky, Bull. Soc. Franç. Min. Crist. **86**. 1963. 117.

2.) Rossit-Hewetit-Gruppe. Die Strukturen von Rossit und Metarossit, Hewetit und Metahewetit sind bekannt; V ist mit 5 Sauerstoffen in Form einer verzerrten trigonalen Dipyramide koordiniert.

**Rossit** Ca[V<sub>2</sub>O<sub>6</sub>] · 4 H<sub>2</sub>O

(Hess &amp; Foshag, 1926)

Triklin-pinakoidal C<sub>1</sub><sup>1</sup> — P Ia<sub>0</sub> = 8.53 b<sub>0</sub> = 7.015 c<sub>0</sub> = 8.56<sup>1</sup>)a<sub>0</sub>:b<sub>0</sub>:c<sub>0</sub> = 1.216:1:1.220 Z = 2

α = 78° 28' β = 103° 23' γ = 65° 02'

<b>Metarossit</b>	$\text{Ca}[\text{V}_2\text{O}_6] \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (Foshag & Hess, 1927)	Triklin $C_i^1 - P\bar{1} (?)$ $a_0 = 6.215$ $b_0 = 7.065$ $c_0 = 7.77^2)$ $a_0 : b_0 : c_0 = 0.880 : 1 : 1.100$ $\alpha = 92^\circ 58'$ $\beta = 96^\circ 39'$ $\gamma = 105^\circ 47'$ $Z = 2$
<b>Hewettit</b>	$\text{CaV}_6\text{O}_{16} \cdot 9 \text{H}_2\text{O}$ (Hillebrand & al., 1914)	Monoklin-prismatisch $C_{2h}^1 - P2/m$ $a_0 = 12.56$ $b_0 = 3.61$ $c_0 = 11.47^3)$ $a_0 : b_0 : c_0 = 3.479 : 1 : 3.177$ $\beta = 97^\circ$ $Z = 1$
<b>Metahebettit</b>	$\text{CaV}_6\text{O}_{16} \cdot 3 \text{H}_2\text{O}$ (Hillebrand & al., 1914)	Monoklin-prismatisch $C_{2h}^3 - A2/m$ $a_0 = 12.25$ $b_0 = 3.61$ $c_0 = 2 \times 9.27^3)$ $a_0 : b_0 : c_0 = 3.393 : 1 : 5.136$ $\beta = 118^\circ$ $Z = 2$
<b>Barnesit</b>	$\text{Na}_2\text{V}_6\text{O}_{16} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ (Ross, 1959)	Monoklin $a_0 = 12.18$ $b_0 = 3.61$ $c_0 = 7.80^4)$ $a_0 : b_0 : c_0 = 3.374 : 1 : 2.161$ $\beta = 95^\circ 00'$ $Z = 1$
<b>Grantsit</b>	$(\text{Na}, \text{Ca})_2\text{V}_6\text{O}_{16} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ (Weeks, Lindberg, Meyrowitz, 1961)	Monoklin $C2/m$ (Cm, C2) $a_0 = 12.41$ $b_0 = 3.60$ $c_0 = 17.54^5)$ $a_0 : b_0 : c_0 = 3.280 : 1 : 4.872$ $\beta = 95^\circ 15'$ $Z = 2$
<b>Hendersonit</b>	$\text{Ca}_2\text{V}^{4+}\text{V}_8^{5+}\text{O}_{24} \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ (Lindberg, Weeks & al., 1962)	Orthorhombisch $D_{2h}^{16} - Pnma (?)$ $a_0 = 12.40$ $b_0 = 3 \times 3.59$ $c_0 = 18.92^6)$ $a_0 : b_0/3 : c_0 = 3.454 : 1 : 5.270$ $Z = 4$
<b>Fernandinit</b>	$\text{CaV}_2^{4+}\text{V}_{10}^{5+}\text{O}_{30} \cdot 14 \text{H}_2\text{O} (?)$ (Schaller, 1915)	Orthorhombisch (?) $a_0 = 11.69$ $b_0 = 3.67$ $c_0 = ?^7)$
<b>Corvusit</b>	$\text{V}_2^{4+}\text{V}_{12}^{5+}\text{O}_{34} \cdot n\text{H}_2\text{O}$ (Henderson & Hess, 1933)	Orthorhombisch (?) $a_0 = 11.6$ $b_0 = 3.65$ $c_0 = ?^7)$

Hewettit, Metahebettit, Barnesit, Grantsit, Fernandinit und Corvusit bilden Fasern nach  $b$  [010] mit  $b_0 = 3.6-3.7$ ,  $a_0 = 11.6-12.4$  und  $\beta \approx 95^\circ$ .

Mit Hewettit ist wahrscheinlich Alait identisch<sup>8)</sup>; ein Natrium-Hewettit soll die Formel  $(\text{Na}, \text{K})_2\text{V}_6\text{O}_{16} \cdot 9\text{H}_2\text{O}$  besitzen und gleichfalls monoklin kristallisieren<sup>9)</sup>.

<sup>1)</sup> F. R. Ahmed & W. H. Barnes, *Canad. Min.* **7**. 1963. 713 (Struktur).

<sup>2)</sup> W. H. Barnes & M. M. Qurashi, *Am. Min.* **37**. 1952. 407. - C. H. Kelsey & W. H. Barnes, *Canad. Min.* **6**. 1960. 448 (Struktur).

<sup>3)</sup> M. M. Qurashi, *Canad. Min.* **6**. 1961. 647 (Reversible Umwandlung Hewettit-Metahebettit). - H. G. Bachmann & W. H. Barnes, *Canad. Min.* **7**. 1962. 219 (Struktur für  $\text{NaCa}_{0.5}\text{V}_6\text{O}_{16} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ). - H. G. Bachmann, *Beitr. Min. Petr.* **3**. 1962. 210 (Vergleich mit  $\text{V}_2\text{O}_5$ ).

<sup>4)</sup> W. H. Barnes & M. M. Qurashi, 1952, l. c. (für „Metahebettit“). - Vgl. M. Ross, 1959, l. c. - A. D. Weeks, D. R. Ross und R. F. Marvin, *Am. Min.* **43**. 1963. 1187.

<sup>5)</sup> A. D. Weeks, M. L. Lindberg, A. H. Truesdell & R. Meyrowitz, Am. Min. **49**. 1964. 1511 (hier  $a_0$  und  $b_0$  vertauscht).

<sup>6)</sup> M. L. Lindberg, A. D. Weeks, M. E. Thompson, D. P. Elston & R. Meyrowitz, Am. Min. **47**. 1962. 1252 (hier  $b_0$  und  $c_0$  vertauscht).

<sup>7)</sup> M. Ross, Am. Min. **44**. 1959. 322.

<sup>8)</sup> C. Frondel, priv. Mitt. 1956. — Vgl. S. 194.

<sup>9)</sup> A. D. Weeks & M. E. Thompson, U. S. Geol. Surv. Bull. **1009-B**. 1954. 57.

### 3.) Pascoit-Hummerit-Gruppe.

**Sherwoodit**  $\text{Ca}_3[\text{V}_8\text{O}_{22}] \cdot 15 \text{H}_2\text{O}$  Ditetragonal-dipyramidal  $D_{4h}^{19} - I4/amd$   
(Thompson & al., 1958)  $a_0 = 27.8$   $c_0 = 13.8$   $c_0/a_0 = 0.496^1$

$Z = 16$

**Pascoit**  $\text{Ca}_3[\text{V}_{10}\text{O}_{28}] \cdot 16 \text{H}_2\text{O}$  Monoklin-prismatisch  $C_{2h}^3 - C2/m$   
(Hillebrand, Mervin & Wright, 1914)  $a_0 = 16.89$   $b_0 = 10.20$   $c_0 = 10.91^2$   
 $a_0:b_0:c_0 = 1.656:1:1.070$

$\beta = 93^\circ 20'$   $Z = 2$

**Hummerit**  $\text{K}_2\text{Mg}_2[\text{V}_{10}\text{O}_{28}] \cdot 16 \text{H}_2\text{O}$  Triklin-pinakoidal  $C_1 - P\bar{1}$   
(Weeks, Cisney & Sherwood, 1950)  $a_0 = 10.81$   $b_0 = 11.01$   $c_0 = 8.85^2$   
 $a_0:b_0:c_0 = 0.982:1:0.804$

$\alpha = 106^\circ 04'$   $\beta = 107^\circ 49'$   $\gamma = 65^\circ 40'$

$Z = 1$

**Rauvit**  $\text{Ca}[(\text{UO}_2)_2|\text{V}_{10}\text{O}_{28}] \cdot 16 \text{H}_2\text{O}^3$  Feinkristalline Krusten mit sehr unterschiedlichen physikalischen Eigenschaften.  
(Hess, 1922)

**Uvanit**  $[(\text{UO}_2)_2|\text{V}_6\text{O}_{17}] \cdot 15 \text{H}_2\text{O}$  Orthorhombisch (?)  
(Hess & Schaller, 1914)

**Melanovanadit**  $\text{Ca}_2\text{V}_{10}\text{O}_{25} \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$  Triklin, pseudomonoklin  
(Lindgren, 1921)  $a_0 = 7.97$   $b_0 = 16.86$   $c_0 = 9.81^4$   
 $a_0:b_0:c_0 = 0.473:1:0.582$

$\alpha = 87^\circ 55'$   $\beta = 90^\circ 45'$   $\gamma = 92^\circ 30'$

$Z = 2$

<sup>1)</sup> G. Donnay in M. E. Thompson, C. H. Roach & R. Meyrowitz, Am. Min. **43**. 1958. 749.

<sup>2)</sup> H. T. Evans, M. E. Mrose & R. Marvin, Am. Min. **40**. 1955. 314.

<sup>3)</sup> Nach einer Analyse von A. D. Weeks & M. E. Thompson, U. S. Geol. Surv. Bull. **1009-B**. 1954.

<sup>4)</sup> W. H. Barnes & M. M. Qurashi, Am. Min. **37**. 1952. 407.

## VIII.

# Klasse der Silikate

### Übersicht:

#### A.) Abteilung der Nesosilikate

Mit Kationen in tetraedrischer Koordination:

- 1.) Phenakit-Reihe  $\text{Be}_2[\text{SiO}_4]$ .

Mit Kationen in oktaedrischer Koordination:

- 2.) Olivin-Reihe  $\text{Mg}_2[\text{SiO}_4]$ .  
3.) Monticellit-Reihe  $\text{CaMg}[\text{SiO}_4]$ .  
4.)  $\text{Ca}_2\text{SiO}_4$ -Gruppe  $\text{Ca}_2[\text{SiO}_4]$ .

Mit Kationen in oktaedrischer und hexaedrischer Koordination (usw.):

- 5.) Granat-Reihe  $\text{Ca}_3\text{Al}_2[\text{SiO}_4]_3$ .  
6.) Zirkon-Reihe  $\text{Zr}[\text{SiO}_4]$ .  
7.) Huttonit  $\text{Th}[\text{SiO}_4]$ .  
8.) Eulytin  $\text{Bi}_4[\text{SiO}_4]_3$ .

Die Anordnung entspricht der zunehmenden Größe der Kationen-Radien.

#### A'.) Abteilung der Neso-Subsilikate

Mit Kationen in tetraedrischer Koordination (usw.):

- 1.) Euklas-Hodgkinsonit-Gruppe  $\text{AlBe}[\text{OH} \mid \text{SiO}_4]$ .  
2.)  $\text{Al}_2\text{SiO}_5$ -Gruppe  $\text{Al}_2[\text{O} \mid \text{SiO}_4]$ .

Mit Kationen in oktaedrischer Koordination (usw.):

- 3.) Topas-Stauroolith-Gruppe  $\text{Al}_2[\text{F}_2 \mid \text{SiO}_4]$ .  
4.) Norbergit-Alleghanyit-Gruppe  $\text{Mg}_3[(\text{OH}, \text{F})_2 \mid \text{SiO}_4]$ .  
5.) Braunit-Långbanit-Gruppe  $\text{Mn}_4^{\text{IV}}\text{Mn}_3^{\text{III}}[\text{O}_8 \mid \text{SiO}_4]$ .  
6.) Spurrit-Afwillit-Gruppe  $\text{Ca}_5[\text{CO}_3 \mid (\text{SiO}_4)_2]$ .  
7.) Titanit-Reihe  $\text{CaTi}[\text{O} \mid \text{SiO}_4]$ .  
8.) Steenstrupin-Cerit-Gruppe  $\text{Na}_2\text{Ce}(\text{Mn}, \text{Ta}, \text{Fe}, \dots)_2\text{H}_2[(\text{Si}, \text{P})\text{O}_4]_3$ .  
9.) Beckelith-Reihe  $\text{Ca}_3(\text{Ce}, \text{La}, \text{Nd})_4[\text{O} \mid \text{SiO}_4]_3$ .  
10.) Chloritoid-Gruppe  $\text{Fe}_2\text{AlAl}_3[(\text{OH})_4 \mid \text{O}_2 \mid (\text{SiO}_4)_2]$ .  
11.) Murmanit-Reihe  $\text{Na}_2\text{MnTi}_3[\text{SiO}_4]_4 \cdot 8 \text{H}_2\text{O}$ .

Nesosilikate mit  $\text{BO}_3$  und  $\text{BO}_4$ :

- 12.) Datolith-Gruppe  $\text{CaB}[\text{OH} \mid \text{SiO}_4]$ .  
 13.) Dumortierit-Grandidierit-Gruppe  
 $(\text{Al}, \text{Fe})_7[\text{O}_3 \mid \text{BO}_3 \mid (\text{SiO}_4)_3]$ .

Uranylilikate:

- 14.) Uranophan-Gruppe  $\text{CaH}_2[\text{UO}_2 \mid \text{SiO}_4]_2 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$ .  
 15.) Weeksit-Gruppe  $\text{K}_2[(\text{UO}_2)_2 \mid (\text{Si}_2\text{O}_5)_3] \cdot 4 \text{H}_2\text{O}$ .

Die Reihenfolge entspricht erstens der zunehmenden Größe der Kationen-Radien, zweitens der relativen Menge der zusätzlichen Anionen.

### B.) Abteilung der Sorosilikate

Ohne tetraederfremde Anionen:

- 1.) Thortveitit-Reihe  $\text{Sc}_2[\text{Si}_2\text{O}_7]$ .  
 2.) Melilith-Reihe  $(\text{Ca}, \text{Na})_2(\text{Al}, \text{Mg})[(\text{Si}, \text{Al})_2\text{O}_7]$ .  
 3.) Aminoffit-Melinophan-Gruppe  $\text{Ca}_2(\text{Be}, \text{Al})[\text{Si}(\text{Si}, \text{Al})\text{O}_7] \cdot \text{H}_2\text{O}$ .  
 4.) Rankinit-Barysilit-Gruppe  $\text{Ca}_3[\text{Si}_2\text{O}_7]$ .

Mit tetraederfremden Anionen:

- 5.) Lawsonit-Ilvait-Gruppe  $\text{CaAl}_2[(\text{OH})_2 \mid \text{Si}_2\text{O}_7] \cdot \text{H}_2\text{O}$ .  
 6.) Cuspidin-Tilleyit-Gruppe  $\text{Ca}_4[(\text{F}, \text{OH})_2 \mid \text{Si}_2\text{O}_7]$ .  
 7.) Hemimorphit-Klinoedrit-Gruppe  
 $\text{Zn}_4[(\text{OH})_2 \mid \text{Si}_2\text{O}_7] \cdot \text{H}_2\text{O}$ .  
 8.) Astrophyllit-Reihe  $(\text{K}_2, \text{Na}_2, \text{Ca})(\text{Fe}, \text{Mn})_4(\text{Ti}, \text{Zr})[\text{OH} \mid \text{Si}_2\text{O}_7]_2$ .  
 9.) Wöhlerit-Lävenit-Gruppe  $\text{Ca}_2\text{NaZr}[(\text{F}, \text{OH}, \text{O})_2 \mid \text{Si}_2\text{O}_7]$ .  
 10.) Götzenit-Mosandrit-Gruppe  $(\text{Ca}, \text{Na})_3(\text{Ti}, \text{Ce})_{<1}[\text{F}_2 \mid \text{Si}_2\text{O}_7]$ .  
 11.) Seidozerit-Lamprophyllit-Gruppe  $\text{Na}_4\text{MnTi}(\text{Zr}, \text{Ti})_2[\text{O} \mid (\text{F}, \text{OH}) \mid \text{Si}_2\text{O}_7]_2$ .  
 12.) Yoshimurait-Reihe  $(\text{Ba}, \text{Sr})_2\text{Mn}_2(\text{Ti}, \text{Fe})[(\text{OH}, \text{Cl})_2 \mid (\text{S}, \text{P}, \text{Si})\text{O}_4 \mid \text{Si}_2\text{O}_7]$ .  
 13.) Nasonit-Gruppe  $\text{Pb}_6\text{Ca}_4[\text{Cl}_2 \mid (\text{Si}_2\text{O}_7)_3]$ .  
 14.) Melanotekit-Reihe  $\text{Pb}_2\text{Fe}_2^{***}[\text{O} \mid \text{Si}_2\text{O}_7]$ .

Mit  $\text{SiO}_4$  neben  $\text{Si}_2\text{O}_7$ :

- 15a) Epidot-Reihe  $\text{Ca}_2(\text{Fe}^{***}, \text{Al})\text{Al}_2[\text{O} \mid \text{OH} \mid \text{SiO}_4 \mid \text{Si}_2\text{O}_7]$ ;  
 15b) Zoisit  $\text{Ca}_2\text{Al}_3[\text{O} \mid \text{OH} \mid \text{SiO}_4 \mid \text{Si}_2\text{O}_7]$ ;  
 15c) Ardennit  $\text{Mn}_4\text{MnAl}_5[\text{O}_2 \mid (\text{OH})_2 \mid (\text{V}, \text{As})\text{O}_4 \mid \text{SiO}_4 \mid (\text{Si}_2\text{O}_7)_2]$ .  
 16.) Vesuvian-Zunyt-Gruppe  $\text{Ca}_{10}(\text{Mg}, \text{Fe})_2\text{Al}_4[(\text{OH})_4 \mid (\text{SiO}_4)_5 \mid (\text{Si}_2\text{O}_7)_2]$ .  
 17.) Gruppe der unklassifizierten Sorosilikate.

### C.) Abteilung der Cyclosilikate

Mit Dreieringen  $[\text{Si}_3\text{O}_9]^{6-}$ :

- 1.) Benitoit-Gruppe  $\text{BaTi}[\text{Si}_3\text{O}_9]$ .  
 2.) Katapleit-Gruppe  $\text{Na}_2\text{Zr}[\text{Si}_3\text{O}_9] \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ .  
 3.) Cappelenit-Gruppe  $(\text{Ba}, \dots)_3(\text{Y}, \dots)_6[(\text{BO}_3)_6 \mid \text{Si}_3\text{O}_9]$ .

Mit Doppel-Dreierketten  $[\text{Si}_6\text{O}_{15}]^{6-}$ :

4.) Dalyit-Elpidit-Gruppe  $\text{K}_2\text{Zr}[\text{Si}_6\text{O}_{15}]$ .

Mit Viererringen  $[\text{Si}_4\text{O}_{12}]^{8-}$ :

5.) Baotit-Axinit-Gruppe  $\text{Ba}_4(\text{Ti}, \text{Nb})_8[\text{Cl} | \text{O}_{16} | \text{Si}_4\text{O}_{12}]$ .

Mit Doppel-Viererringen  $[\text{Si}_8\text{O}_{20}]^{8-}$ :

Ekanit  $\text{K}(\text{Ca}, \text{Na})_2\text{Th}[\text{Si}_8\text{O}_{20}]$ .

Mit Sechserketten  $[\text{Si}_6\text{O}_{18}]^{12-}$ :

6.) Beryll-Gruppe  $\text{Al}_2\text{Be}_3[\text{Si}_6\text{O}_{18}]$ .

7.) Combeit-Lovozerit-Gruppe  $\text{Na}_2\text{Zr}[\text{Si}_6\text{O}_{12}(\text{OH})_6] \cdot 0.5 \text{NaOH}$ .

8.) Turmalin-Reihe  $\text{NaMg}_3\text{Al}_6[(\text{OH})_{1+3} | (\text{BO}_3)_3 | \text{Si}_6\text{O}_{18}]$ .

9.) Dioptas-Gruppe  $\text{Cu}_6[\text{Si}_6\text{O}_{18}] \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$ .

Mit Doppel-Sechserketten  $[\text{Si}_{12}\text{O}_{30}]^{12-}$ :

10.) Milarit-Gruppe  $\text{KCa}_2\text{AlBe}_2[\text{Si}_{12}\text{O}_{30}] \cdot 1/2 \text{H}_2\text{O}$ .

#### D.) Abteilung der Inosilikate

Mit Zweierketten  $[\text{Si}_2\text{O}_6]_{\infty}^{4-}$ :

1.) Klinopyroxene:

1 a) Klinoenstatit-Reihe  $\text{Mg}_2[\text{Si}_2\text{O}_6]$ ;

1 b) Diopsid-Reihe  $\text{CaMg}[\text{Si}_2\text{O}_6]$ ;

1 c) Augit-Reihe ...

1 d) Spodumen-Reihe  $\text{LiAl}[\text{Si}_2\text{O}_6]$ .

2.) Orthopyroxene: Enstatit-Reihe  $\text{Mg}_2[\text{Si}_2\text{O}_6]$ .

3.) Karpholith-Ramsayit-Gruppe  $\text{MnAl}_2[(\text{OH})_4 | \text{Si}_2\text{O}_6]$ .

Mit Doppel-Zweierketten (Bändern)  $[\text{Si}_4\text{O}_{11}]_{\infty}^{6-}$ :

4.) Klinoamphibole:

4 a) Cumingtonit-Reihe  $(\text{Fe}, \text{Mg})_7[\text{OH} | \text{Si}_4\text{O}_{11}]_2$ ;

4 b) Aktinolith-Reihe  $\text{Ca}_2(\text{Mg}, \text{Fe})_5[\text{OH} | \text{Si}_4\text{O}_{11}]_2$ ;

4 c) Hornblende-Reihe ...

4 d) Glaukophan-Reihe ...

5.) Orthoamphibole: Anthophyllit-Reihe  $(\text{Mg}, \text{Fe})_7[\text{OH} | \text{Si}_4\text{O}_{11}]_2$ .

6.) Aenigmatit-Gruppe ...

Mit Dreierketten  $[\text{Si}_3\text{O}_9]_{\infty}^{6-}$ :

7.) Wollastonit-Gruppe  $\text{Ca}_3[\text{Si}_3\text{O}_9]$

8.) Foshagit  $\text{Ca}_4[(\text{OH})_2 | \text{Si}_3\text{O}_9]$

9.) Tobermorit-Okenit-Gruppe  $\text{Ca}_5\text{H}_2[\text{Si}_3\text{O}_9]_2 \cdot 4 \text{H}_2\text{O}$ .

Mit Doppel-Dreierketten  $[\text{Si}_6\text{O}_{17}]_{\infty}^{10-}$ :

10.) Xonotlit  $\text{Ca}_5[(\text{OH})_2 | \text{Si}_6\text{O}_{17}]$ .

Mit Fünferketten  $[\text{Si}_5\text{O}_{15}]_{\infty}^{10-}$ :

11.) Rhodonit-Reihe  $\text{CaMn}_4[\text{Si}_5\text{O}_{15}]$ .

Mit Sechserketten  $[\text{Si}_6\text{O}_{18}]_{\infty}^{12-}$ :



Mit Siebenerketten  $[\text{Si}_7\text{O}_{21}]_{\infty}^{14-}$ :

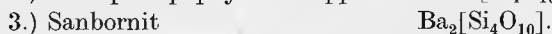


Mit zylindrischen Ketten  $[\text{Si}_8\text{O}_{20}]_{\infty}^{8-}$ :

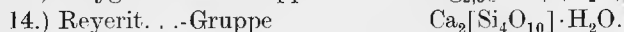
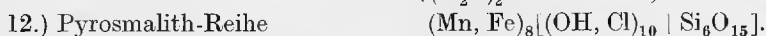
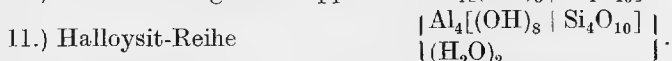
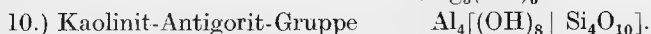
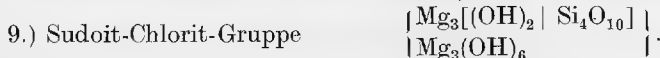
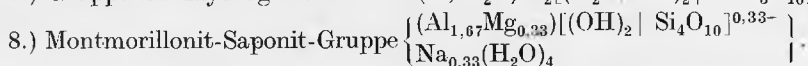
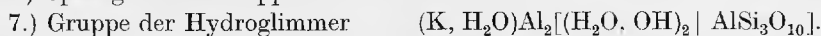
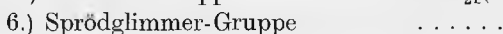
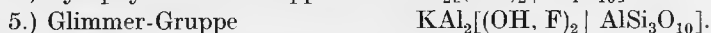


### E.) Abteilung der Phyllosilikate

Mit tetragonalen oder pseudotetragonalen Schichtstrukturen:

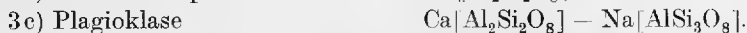
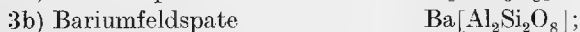
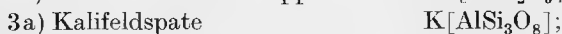
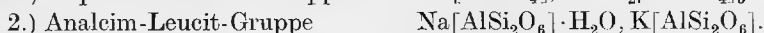
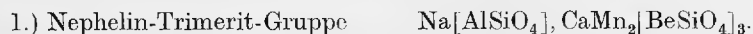


Mit pseudohexagonalen und hexagonalen Schichtstrukturen:

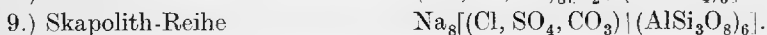
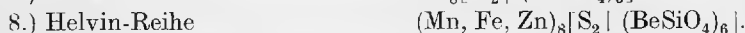
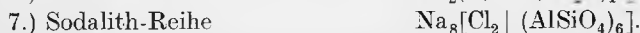
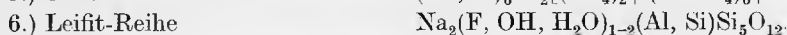
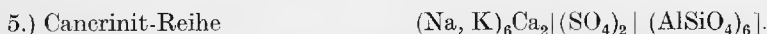


### F.) Abteilung der Tektosilikate

Ohne fremde Anionen:



Mit fremden Anionen:



Mit Zeolithwasser:

10.) Natrolith. . .-Gruppe	$\text{Na}_2[\text{Al}_2\text{Si}_3\text{O}_{10}] \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$ .
11.) Laumontit. . .-Gruppe	$\text{Ca}[\text{AlSi}_2\text{O}_6]_2 \cdot 4 \text{H}_2\text{O}$ .
12.) D'Achiardit. . .-Gruppe	$(\text{K}, \text{Na}, \text{Ca}_{0,5})_5[\text{Al}_5\text{Si}_{19}\text{O}_{48}] \cdot 12 \text{H}_2\text{O}$ .
13.) Heulandit . . .-Gruppe	$\text{Ca}[\text{Al}_2\text{Si}_6\text{O}_{16}] \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$ .
14.) Phillipsit. . .-Gruppe	$(\text{Ca}, \text{K}_2)_{2-3}[\text{Al}_5(\text{Al}, \text{Si})\text{Si}_9\text{O}_{30}] \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$ .
15.) Chabasit. . .-Gruppe	$(\text{Na}_2, \text{Ca})[\text{Al}_2\text{Si}_4\text{O}_{12}] \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$ .
16.) Faujasit-Paulingit-Gruppe	$\text{Na}_2\text{Ca}[\text{Al}_3\text{Si}_4\text{O}_{12}]_2 \cdot 16 \text{H}_2\text{O}$ .

## A.) Abteilung der Nesosilikate (Inselstrukturen)

1.) Phenakit-Reihe. Trigonal-rhomboedrisch,  $\text{C}_{3i}^2 - \text{R}\bar{3}$ . Isotypie. Zum gleichen Typus gehören  $\text{Be}_2[\text{GeO}_4]$ ,  $\text{Zn}_2[\text{GeO}_4]$ ,  $\text{Li}_2[\text{BeF}_4]$ ,  $\text{Li}_2[\text{MoO}_4]$ ,  $\text{Li}_2[\text{WO}_4]$ ,  $\text{LiAl}[\text{GeO}_4]$ ,  $\text{LiGa}[\text{GeO}_4]$  und  $\text{Ge}_3\text{N}_4$ . Be usw. besitzen tetraedrische Viererkoordination, sind jedoch nicht mit Si diadoch.

<b>Phenakit</b>	$\text{Be}_2[\text{SiO}_4]$	$a_0 = 12.45$	$c_0 = 8.23$	$c_0/a_0 = 0.662$	$Z = 18$
(Nordenskiöld, 1833)		$a_{\text{rh}} = 7.70$	$\alpha = 108^\circ 01'$	$Z = 6^1$	
<b>Willemitt</b>	$\text{Zn}_2[\text{SiO}_4]$	$a_0 = 13.96$	$c_0 = 9.34$	$c_0/a_0 = 0.669$	$Z = 18$
(Lévy, 1830)		$a_{\text{rh}} = 8.64$	$\alpha = 107^\circ 46'$	$Z = 6^1$	
<b>Eukryptit</b>	$\text{LiAl}[\text{SiO}_4]$	$a_0 = 13.53$	$c_0 = 9.04$	$c_0/a_0 = 0.668$	$Z = 18$
(Brush & Dana, 1880)		$a_{\text{rh}} = 8.37$	$\alpha = 107^\circ 52'$	$Z = 6^2$	

**Troostit** (Shepard, 1832) ist eine Varietät von Willemitt, in welcher ca.  $1/5$  des Zn atomar durch Mn ersetzt ist,  $a_0 = 14.24$ ,  $c_0 = 9.64^{1a}$ ; das reine  $\text{Mn}_2[\text{SiO}_4]$  hat Olivinstruktur. Im  $\text{Be}[\text{SiO}_4]$  und  $\text{Zn}[\text{SiO}_4]$  kann Si vollständig durch Ge ersetzt werden, dagegen ist Zn nur z. T. durch Be ersetzbar<sup>1b</sup>).

Eukryptit ist die bis  $972^\circ\text{C}$  beständige Tieftemperaturmodifikation, in welcher Li und Al auf beide Punktlagen des Be wohl entweder geordnet oder statistisch verteilt sein können. Die oberhalb  $972^\circ\text{C}$  beständige Hochtemperaturmodifikation des  $\text{Li}[\text{AlSiO}_4]$  besitzt Tektosilikatstruktur und ist als Mineral bisher nicht bekannt.

<sup>1)</sup> W. L. Bragg & W. H. Zachariasen, Z. Krist. **72**. 1930. 518 (Struktur, SB. **1**. 356; **2**. 517).

<sup>1a)</sup> C. Gottfried, N. Jb. Min. **55A**. 1927. 393.

<sup>1b)</sup> Th. Hahn, H. Bielen, W. Eysel & F. Weber, Chem. d. Erde **22**. 1962. 173 (Polymorphie und Mischkristallbildung).

<sup>2)</sup> R. Roy, D. M. Roy & E. F. Osborn, Journ. Am. Ceram. Soc. **33**. 1950. 152 (Dimorphie des  $\text{LiAl}[\text{SiO}_4]$ ); - H. G. F. Winkler, Acta Cryst. **6**. 1953. 99 und Heidelb. Beitr. Min. Petr. **4**. 1954. 233 (Struktur). - Nach M. E. Mrose ist die Raumgruppe von synthetischem Eukryptit  $\text{D}_{3d}^5 - \text{R}3\text{m}$ . Am. Min. **38**. 1953. 353. - C. S. Hurlbut, Am. Min. **47**. 1962. 557 (für Eukryptit von Bikita:  $\text{C}_{3i}^2 - \text{R}3$ ,  $a_0 = 13.48$ ,  $c_0 = 9.01$ ).

2.) Olivin-Reihe. Rhombisch-dipyramidal,  $\text{D}_{2h}^{16} - \text{Pmcn}$ . Umfassend Forsterit-Fayalit-Tephroit und deren Mischkristalle. Isotypie. Mg usw. besitzen oktaedrische Sechserkoordination.

Zum gleichen Typus gehören Chrysoberyll  $\text{Al}_2[\text{BeO}_4]$ , Triphylin  $\text{LiFe}[\text{PO}_4]$ ,  $\alpha\text{-Na}_2[\text{BeF}_4]$  und Sinhalit  $\text{MgAl}[\text{BO}_4]$ , gleiche Struktur besitzen auch



die synthetischen Verbindungen  $\text{Co}_2[\text{SiO}_4]^4$ ,  $\text{Ni}_2[\text{SiO}_4]$  und die Tieftemperatur-Modifikation  $\alpha\text{-Ca}_2[\text{SiO}_4]$  sowie  $\text{Ca}_2[\text{GeO}_4]$  und weitere Germanate<sup>1b)</sup>; im Monticellit sind Ca und Mg auf die beiden Punktlagen des Mg nicht statistisch, sondern geordnet verteilt.

Die kristallographische Orientierung erfolgte analog den Mineralien der Norbergit- und Hodgkinsonit-Gruppe<sup>1a)</sup>.

<b>Forsterit</b>	$\text{Mg}_2[\text{SiO}_4]$	$a_0 = 6.00$	$b_0 = 4.78$	$c_0 = 10.28^1$
(Lévy, 1824)		$a_0:b_0:c_0 = 1.255:1:2.151$ Z = 4		
<b>Olivin</b>	$(\text{Mg, Fe})_2[\text{SiO}_4]$	$a_0 = 6.01$	$b_0 = 4.78$	$c_0 = 10.30^1$
(Werner, 1790)		$a_0:b_0:c_0 = 1.257:1:2.155$ Z = 4		
<b>Hortonolith</b>	$(\text{Fe, Mg})_2[\text{SiO}_4]$	$a_0 = 6.07$	$b_0 = 4.79$	$c_0 = 10.34^2$
(Brush, 1869)		$a_0:b_0:c_0 = 1.268:1:2.159$ Z = 4		
<b>Fayalit</b>	$\text{Fe}_2[\text{SiO}_4]$	$a_0 = 6.17$	$b_0 = 4.81$	$c_0 = 10.61^1$
(Gmelin, 1840)		$a_0:b_0:c_0 = 1.283:1:2.206$ Z = 4		
<b>Eisenknebelit</b>	$(\text{Fe, Mn})_2[\text{SiO}_4]$	$a_0 = \text{—}$	$b_0 = \text{—}$	$c_0 = \text{—}$
(Döbereiner, 1818)		$a_0:b_0:c_0 = \text{—}$		
<b>Knebelit</b>	$(\text{Mn, Fe})_2[\text{SiO}_4]$	$a_0 = \text{—}$	$b_0 = \text{—}$	$c_0 = \text{—}$
(Döbereiner, 1817)		a:b:c = ? : 1 : 2.141		
<b>Tephroit</b>	$\text{Mn}_2[\text{SiO}_4]$	$a_0 = 6.23$	$b_0 = 4.87$	$c_0 = 10.64^3$
(Breithaupt, 1823)		$a_0:b_0:c_0 = 1.279:1:2.185$ Z = 4		

Varietäten: Im **Talasskit** (Nikitin, 1936), mit 12 Gew.-%  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , sind wahrscheinlich 2  $\text{Fe}^{+++}$  z. T. für 3  $\text{Fe}^{++}$  vorhanden. **Chrysolith** (Wallerius, 1747) nennt man Olivin von Edelsteinqualität, **Peridot** (d'Argenville, 1755) gelegentlich den gesteinsbildenden Olivin. **Roepperit** (Brush, 1872) ist ein Zn- und Mg-haltiger Eisenknebelit  $(\text{Fe, Mn, Zn, Mg})_2[\text{SiO}_4]$ .  $\text{Fe}_2\text{SiO}_4$  nimmt bei ca. 600 °C und 40000 bar Druck Spinellstruktur an<sup>5)</sup>,  $\text{Ni}_2\text{SiO}_4$  bei 650 °C und 18000 bar<sup>5a)</sup>.

<sup>1)</sup> F. Rinne, Z. Krist. **59**. 1924. 230; F. Rinne, J. Leonhardt & H. Hentschel, Z. Krist. **59**. 1924. 548 (Gitterkonstanten). — W. L. Bragg & G. B. Brown, Z. Krist. **63**. 1926. 538 (Struktur, SB. **1**. 352). — K. Hanke & J. Zemmann, Naturwiss. **50**. 1963. 91 (Strukturverfeinerung für Olivin). — K. Hanke, N. Jb. Min. Mh. **1963**. 192 (Strukturverfeinerung für Fayalit). — H. S. Yoder & Th. G. Sahama, Am. Min. **42**. 1957. 475 (X-Ray determinative-curve).

<sup>1a)</sup> Min. Tab. 1941/49. — Th. G. Sahama, Ann. Acad. Fennicae A III. 1953. 1.

<sup>1b)</sup> A. Durif-Varambon, Bull. Soc. Min. Crist. **82**. 1959. 285. — H. Strunz & P. Jakob, N. Jb. Min. Mh. **1960**. 78. — W. Eysel & Th. Hahn, N. Jb. Min. Mh. **1963**. 137 (Polymorphie und Mischkristallbildung).

<sup>2)</sup> H. Winchell, Am. Cryst. Ass. Abstr. 1950.

<sup>3)</sup> H. O'Daniel & L. Tscheischwili, Z. Krist. **105**. 1944. 273.

<sup>4)</sup> P. Gallitelli & M. Cola, Rend. Soc. Min. Ital. **11**. 1955. 352. — Vgl. C. W. F. T. Pistorius, N. Jb. Min. Mh. **1963**. 30.

<sup>5)</sup> A. E. Ringwood, Am. Min. **44**. 1959. 659.

<sup>5a)</sup> A. E. Ringwood, Geochim. Cosmochim. Acta. **26**. 1962. 457.

3.) Monticellit-Reihe. Symmetrie und Struktur analog Olivin; Ca und Mg sind jedoch auf gittergeometrisch verschiedene Punktlagen geordnet

verteilt; Diadochie (Mg, Fe, Mn), die großen Kationen Ca und Pb können offenbar leichter durch Mg, Fe, Mn vertreten werden als umgekehrt. Zum gleichen Strukturtypus gehört synthetisches  $\text{NaLi}[\text{BeF}_4]^{5)}$ .

**Monticellit**  $\text{CaMg}[\text{SiO}_4]$   $a_0 = 6.38$   $b_0 = 4.83$   $c_0 = 11.10^{1)}$

(Brooke, 1831)  $a_0 : b_0 : c_0 = 1.321 : 1 : 2.298$   $Z = 4$

**Kirschsteinit**  $\text{CaFe}[\text{SiO}_4]$   $a_0 = 6.42$   $b_0 = 4.86$   $c_0 = 11.13^2)$

(Sahama & Hytönen, 1957)  $a_0 : b_0 : c_0 = 1.321 : 1 : 2.290$   $Z = 4$

**Glaucochroit**  $\text{CaMn}[\text{SiO}_4]$   $a_0 = 6.50$   $b_0 = 4.92$   $c_0 = 11.14^3)$

(Penfield & Warren, 1899)  $a_0 : b_0 : c_0 = 1.321 : 1 : 2.264$   $Z = 4$

Anhang:

**Larsenit**  $\text{PbZn}[\text{SiO}_4]$  Orthorhombisch  $D_{2h}^7$  — Pnam (?Pna)

(Palache, Bauer & Berman, 1928).  $a_0 = 8.23$   $b_0 = 18.94$   $c_0 = 5.06$

$a_0 : b_0 : c_0 = 0.435 : 1 : 0.267$   $Z = 8^4)$

**Calcium-Larsenit** (Palache, Bauer & Berman, 1928) soll als **Esperit** (Moore & Ribbe, 1964) bezeichnet werden, es ist ein selbständiges Mineral (Ca, Pb)  $\text{Zn}[\text{SiO}_4]$ , monoklin.  $P2_1/n$ ,  $a_0 = 2 \cdot 8.81$ ,  $b_0 = 8.27$ ,  $c_0 = 2 \cdot 15.26$ , und strukturell nicht mit Larsenit verwandt<sup>5)</sup>. Als Schlackenprodukt kennt man  $\text{CaFe}[\text{SiO}_4]$ ,  $a : b : c = 1.324 : 1 : 2.290$ , als Kunstprodukt  $\text{CaCo}[\text{SiO}_4]$ ,  $a_0 = 6.39$ ,  $b_0 = 4.81$ ,  $c_0 = 11.06^6)$ . **Merwinit** (Larsen & Foshag, 1921),  $\text{Ca}_3\text{Mg}[\text{SiO}_4]_2$ , kristallisiert monoklin. Mit Merwinit ist synthetisches  $\text{Na}_3\text{Li}[\text{BeF}_4]_2$  isotyp<sup>7)</sup>.

<sup>1)</sup> G. B. Brown & J. West, Z. Krist. **66**. 1927. 154 (Struktur, SB. 1. 406).

<sup>2)</sup> Th. G. Sahama & K. Hytönen, Min. Mag. **31**. 1957. 698. — Am. Min. **43**. 1958. 862.

<sup>3)</sup> H. O'Daniel & L. Tscheischwili, Z. Krist. **105**. 1944. 273. — J. H. O'Mara, Am. Min. **36**. 1951. 918.

<sup>4)</sup> F. G. Layman, Am. Min. **42**. 1957. 910. — Gibt ein von Monticellit abweichendes Pulverdiagramm, H. Neumann, priv. Mitt. 1956.

<sup>5)</sup> P. B. Moore & P. H. Ribbe, 1964.

<sup>6)</sup> M. Cola, Rend. Soc. Min. Ital. **11**. 1955. 349.

<sup>7)</sup> W. Jahn, Z. anorg. Chem. **276**. 1954. 113; **277**. 1954. 274. — Nach T. Hahn kristallisiert  $\text{NaLi}(\text{BeF}_4)$  im Phenakit-Typus (vgl. Gruppe 4, Fußnote 6).

4.)  $\text{Ca}_2\text{SiO}_4$ -Gruppe. Vier Modifikationen\*); während die  $\alpha$ -Modifikation von den drei weiteren Modifikationen wesentlich verschieden ist, geht offenbar  $\gamma'$  aus  $\beta$  durch eine Raumbgitterverzwilligung hervor,  $\gamma$  aus  $\gamma'$  durch Übergang der pseudohexagonalen Symmetrie in hexagonale Symmetrie. Aufstellung analog Olivin und den Mineralien der Norbergit-Gruppe.

„Alit“ $\text{Ca}_3[\text{O}/\text{SiO}_4]$	„Silicoglasurit“ $\gamma\text{-Ca}_2\text{SiO}_4$	Rankinit $\text{Ca}_3[\text{Si}_2\text{O}_7]$	Cyclowollastonit $\beta\text{-CaSiO}_3$
	Bredigit $\gamma'\text{-Ca}_2\text{SiO}_4$		
	Larnit $\beta\text{-Ca}_2\text{SiO}_4$		
	Wollastonit-2M $\alpha'\text{-CaSiO}_3$		
	„Calcio-Olivin“ $\alpha\text{-Ca}_2\text{SiO}_4$		Wollastonit-1T $\alpha\text{-CaSiO}_3$

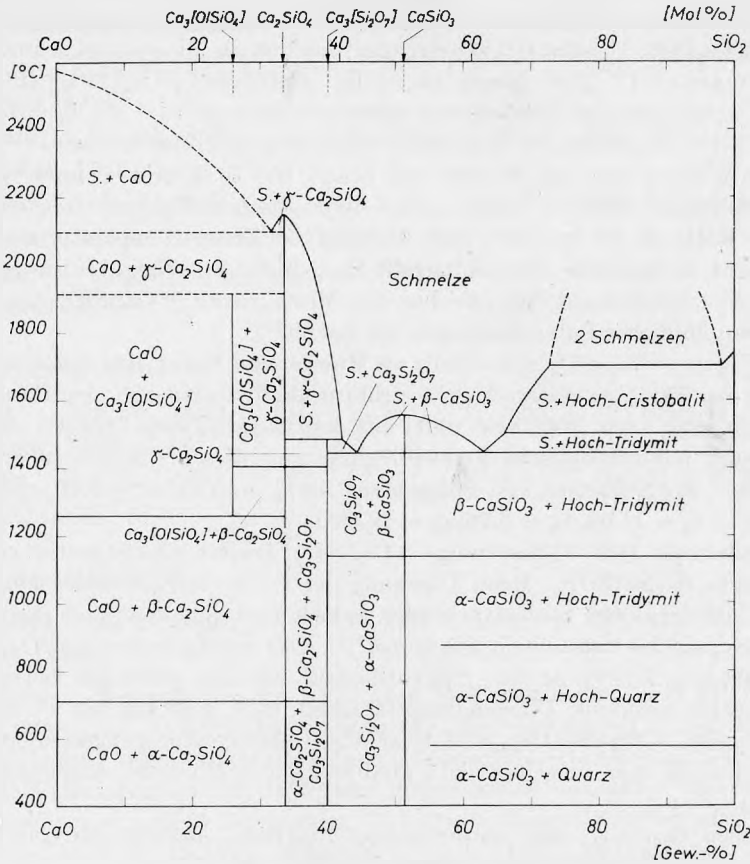


Fig. 94. Phasendiagramm des binären Systems CaO - SiO<sub>2</sub> (Rankin 1911/15, Greig 1927, Eitel 1954; in abgeänderter Bezeichnungsweise)

„Calcio-Olivin“ (synthetisch)	$\alpha$ -Ca <sub>2</sub> [SiO <sub>4</sub> ]	Rhombisch-dipyramidal D <sub>2h</sub> <sup>10</sup> — Pmcn a <sub>0</sub> = 6.79 b <sub>0</sub> = 5.07 c <sub>0</sub> = 11.30 <sup>1)</sup> a <sub>0</sub> :b <sub>0</sub> :c <sub>0</sub> = 1.339:1:2.229 Z = 4
<b>Larnit</b> (Tilley, 1929)	$\beta$ -Ca <sub>2</sub> [SiO <sub>4</sub> ]	Monoklin-prismatisch C <sub>2h</sub> <sup>15</sup> — P2 <sub>1/n</sub> a <sub>0</sub> = 5.48 b <sub>0</sub> = 6.76 c <sub>0</sub> = 9.28 <sup>2)</sup> a <sub>0</sub> :b <sub>0</sub> :c <sub>0</sub> = 0.811:1:1.373 β = 94° 33' Z = 4
<b>Bredigit</b> (Tilley, 1948)	$\gamma'$ -Ca <sub>2</sub> [SiO <sub>4</sub> ]	Rhombisch-dipyramidal D <sub>2h</sub> <sup>12</sup> — Pmnn a <sub>0</sub> = 10.93 b <sub>0</sub> = 6.75 c <sub>0</sub> = 18.41 <sup>3)</sup> a <sub>0</sub> :b <sub>0</sub> :c <sub>0</sub> = 1.619:1:2.727 Z = 16
„Silico-Glaserit“ (synthetisch)	$\gamma$ -Ca <sub>2</sub> [SiO <sub>4</sub> ]	Ditrigonal-skalenoedrisch D <sub>3d</sub> <sup>3</sup> — P $\bar{3}m$ 1 a <sub>0</sub> = 5.46 c <sub>0</sub> = 6.76 b <sub>0</sub> = 9.21 <sup>3)</sup> 4) c <sub>0</sub> /a <sub>0</sub> = 1.238 Z = 2

Die bei Zimmertemperatur und bis 675 °C beständige Tieftemperaturmodifikation  $\alpha$ -Ca<sub>2</sub>[SiO<sub>4</sub>] besitzt Olivinstruktur<sup>1)</sup> und ist als Mineral bisher unbekannt. „Silicocarnotit“ (der Name ist völlig irreführend), Ca<sub>5</sub>[SiO<sub>4</sub> | (PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>], in Schlacken vorkommend, kristallisiert orthorhombisch mit  $a_0 = 6.7$ ,  $b_0 = 15.4$ ,  $c_0 = 10.1$ ,  $Z = 4^{1a)}$ ; er dürfte eine dem Olivin homöotype Struktur besitzen.

Larnit kennt man als Mineral von Scawt Hill in Antrim County<sup>2a)</sup>; in der Zementindustrie spielt er wegen seiner hydraulischen Eigenschaften eine herrschende Rolle. Er ist von 675–1420 °C stabil, bei Zimmertemperatur metastabil. Es besteht strukturelle Verwandtschaft zu  $\alpha$ -K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub><sup>2)</sup>. „Nagelschmidtit“, in Schlacken vorkommend, ist offenbar ein Mischkristall  $\beta$ -Ca<sub>2</sub>[SiO<sub>4</sub>]-Ca<sub>1.5</sub>[PO<sub>4</sub>]; er gibt ein ähnliches Pulverdiagramm wie Larnit<sup>2b)</sup>.

Bredigit,  $\gamma'$ -Ca<sub>2</sub>[SiO<sub>4</sub>], gleichfalls als Mineral von Scawt Hill bekannt<sup>3a)</sup>, synthetisch bei 750 °C existierend, geht strukturell offenbar durch eine Raumgitter-Verzwilligung nach (100) bzw. (001) aus dem Larnit-Typus hervor<sup>2)</sup>, der in der Tat häufig polysynthetische Verzwilligung nach diesen Flächen aufweist. Für „Bredigit“ aus Schlacken von Spiegeleisen ist  $a_0 = 10.91$ ,  $b_0 = 6.76$ ,  $c_0 = 18.41$ ; bei 750 °C:  $a_0 = 11.08$ ,  $b_0 = 6.76$ ,  $c_0 = 18.55^3)$ .

Das oberhalb 1450 °C beständige  $\gamma$ -Ca<sub>2</sub>[SiO<sub>4</sub>] besitzt eine Struktur vom Glaserit-Typus, K<sub>3</sub>Na[SO<sub>4</sub>]<sub>2</sub>. Beim Übergang der  $\gamma'$ - in die  $\gamma$ -Modifikation bleiben die Gitterdimensionen fast unverändert, jedoch wird die ausgeprägt pseudohexagonale Symmetrie tatsächlich hexagonal<sup>2)3)</sup>. Das synthetische Ca<sub>7</sub>[PO<sub>4</sub> | SiO<sub>4</sub>]<sub>2</sub>,  $a_0 = 5.39$ ,  $c_0 = 7.11^{4a)}$ , ist mit „Silico-Glaserit“ offenbar gleichfalls isotyp.

Es besteht reversible Umwandlungsfähigkeit, z. B. geht aus der  $\gamma'$ - die strukturverwandte  $\beta$ -Modifikation, und zwar durch geringe Anregungsenergie, jedoch die strukturell sehr verschiedene  $\alpha$ -Modifikation durch hohe Anregungsenergie hervor<sup>5)</sup>.

Zwischen Ca<sub>2</sub>[SiO<sub>4</sub>] und synthetischem Na<sub>2</sub>[BeF<sub>4</sub>] besteht Isotypie in allen Modifikationen<sup>6)</sup>; mit Ca<sub>2</sub>[GeO<sub>4</sub>] begrenzte Mischbarkeit<sup>6a)</sup>.

\*) M. A. Bredig, Journ. Phys. Chem. **46**. 1942. 747. Journ. Am. Ceram. Soc. **33**. 1950. 188. – G. Trömmel & H. Möller, Naturwiss. **36**. 1949. 88. Fortschr. Min. **28**. 1949. 80.

<sup>1)</sup> H. O'Daniel & L. Tschewschwili, Z. Krist. **104**. 1942. 124 (Isotypie mit Olivin). – D. S. Belyankin & V. V. Lapin, Doklady Akad. Wiss. USSR **51**. 1946. 705.

<sup>1a)</sup> D. P. Riley & E. R. Segnit, Min. Mag. **28**. 1949. 496.

<sup>2)</sup> C. M. Midgley, Acta Cryst. **5**. 1952. 307. – <sup>2a)</sup> C. E. Tilley, Min. Mag. **22**. 1929. 77. J. D. C. McConnell, Min. Mag. **30**. 1955. 672. – <sup>2b)</sup> E. R. Segnit, Min. Mag. **29**. 1950. 173.

<sup>3)</sup> A. M. B. Douglas, Min. Mag. **29**. 1952. 875. – <sup>3a)</sup> C. E. Tilley & H. C. G. Vincent, Min. Mag. **28**. 1948. 255. – J. D. C. McConnell, 1955, l. c.

<sup>4)</sup> Van Valkenburg & McMurdie, Journ. Res. Nat. Bur. Stand. **38**. 1947. 415.  $a_0 = 5.47$ ,  $c_0 = 7.18$ . – <sup>4a)</sup> M. A. Bredig, Am. Min. **28**. 1943. 594.

<sup>5)</sup> H. Saalfeld, N. Jb. Min. Mh. 1953. 82.

<sup>6)</sup> T. Hahn, N. Jb. Min. Abh. **86**. 1953. 1.

<sup>6a)</sup> W. Eysel und T. Hahn, N. Jb. Min. Mh. 1963. 137.

5.) Granat-Reihe. Kubisch-hex'oktaedrisch, O<sub>11</sub><sup>10</sup>–Ia3d. Isotypie, auch mit Berzeliit Ca<sub>2</sub>NaMg<sub>2</sub>[AsO<sub>4</sub>]<sub>3</sub>, Kryolithionit Na<sub>3</sub>Al<sub>2</sub>[LiF<sub>4</sub>]<sub>3</sub> sowie den synthetischen Y<sub>3</sub>Al<sub>2</sub>[AlO<sub>4</sub>]<sub>3</sub><sup>8)</sup>, Y<sub>3</sub>Fe<sub>2</sub>[FeO<sub>4</sub>]<sub>3</sub><sup>8a)</sup> u. a., sowie vielen Germanat-Granaten<sup>8b)</sup>.

## 5a) Aluminium-Granate:

<b>Pyrop</b> (Werner, 1803)	$\text{Mg}_3\text{Al}_2[\text{SiO}_4]_3$	$a_0 = 11.53^{1a)}$	$Z = 8$	Mit $\text{Fe}^{++}$ z. T. für Mg
<b>Almandin</b> (Agricola, 1546)	$\text{Fe}_3^{++}\text{Al}_2[\text{SiO}_4]_3$	$a_0 = 11.52^1)$	$Z = 8$	Mit Mn z. T. für $\text{Fe}^{++}$
<b>Spessartin</b> (Beudant, 1832)	$\text{Mn}_3\text{Al}_2[\text{SiO}_4]_3$	$a_0 = 11.61^1)$	$Z = 8$	Mit $\text{Fe}^{++}$ und $\text{Fe}^{+++}$
<b>Grossular</b> (Werner, 1811)	$\text{Ca}_3\text{Al}_2[\text{SiO}_4]_3$	$a_0 = 11.85^{1b)}$	$Z = 8$	Mit $\text{Fe}^{+++}$ z. T. für Al

## 5b) Ferri-Granate:

<b>Calderit</b> (Fermor, 1909)	$\text{Mn}_2\text{Fe}_2^{++}[\text{SiO}_4]_2$	$a_0 = 11.82^2)$	$Z = 8$	Mit Ca z. T. für Mn
<b>Andradit</b> (Dana, 1868)	$\text{Ca}_3\text{Fe}_2^{++}[\text{SiO}_4]_3$	$a_0 = 12.04^1)$	$Z = 8$	Mit Al z. T. für $\text{Fe}^{+++}$

## 5c) Chrom-Granate:

<b>Uwarowit</b> (Hess, 1832)	$\text{Ca}_3\text{Cr}_2^{++}[\text{SiO}_4]_3$	$a_0 = 11.97^1)$	$Z = 8$	Mit Al z. T. für $\text{Cr}^{+++}$
---------------------------------	---	------------------	---------	------------------------------------

Varietäten: **Hessonit** (Haüy, 1822), ein Fe-Grossular ( $a_0 = 11.91^1)$ ); **Aplom** (Haüy, 1801), ein Al-Andradit; **Grandit** (Fermor, 1909) soll in der Mitte zwischen Grossular und Andradit stehen; **Topazolith** (Bonvoisin, 1806) und **Demantoid** (Nordenskiöld, 1878) sind grünlichgelbe Varietäten von Andradit; **Melanit** (Werner, 1800) ist dunkler, Ti-haltiger Andradit, wohl mit NaTi für  $\text{CaFe}^{+++}$  ( $a_0 = 12.05-12.16^3)$ . **Hibschit** (Cornu, 1905) (Plazolith, Hydrogrossular) ist  $\text{Ca}_3\text{Al}_2[(\text{Si}, \text{H}_4)\text{O}_4]_3$ ,  $a_0 = 12.02-12.16$ , in welchem etwa  $\frac{1}{3}$  der  $[\text{SiO}_4]$ -Tetraeder durch  $[\text{OH}]_4$  ersetzt sind<sup>4)</sup>. **Yttrium-Granat** (Yttergranat, Bergemann, 1854) enthält Y zum Teil für Ca, vielleicht in gekoppelter Vertretung  $\text{CaSi}-\text{YAl}$ .

5d)  $\text{Ti}^{+++}$ -, Zr- und V-Granate:

Hypothetisch	$\text{Mg}_3\text{Ti}_2^{+++}[\text{SiO}_4]_2$	$a_0 = \text{—}$
„Imanit“ <sup>**</sup> )	$\text{Ca}_3\text{Ti}_2^{+++}[\text{SiO}_4]_3$	$a_0 = \text{—}$
<b>Kimzeyit</b> (Milton & Blade, 1958)	$\text{Ca}_3\text{Zr}_2[\text{Al}_2\text{SiO}_{12}]$	$a_0 = 12.46^5)$
<b>Goldmanit</b> (Moench & Meyrowitz, 1964)	$\text{Ca}_3\text{V}_2^{+++}[\text{SiO}_4]_3$	$a_0 = 12.01^6)$ Mit (Al, $\text{Fe}^{+++}$ ) z. T. für $\text{V}^{+++}$

Im Kimzeyit ist etwa  $\frac{1}{3}$  des Zr durch Ti ersetzt und ein Teil des Al durch  $\text{Fe}^{+++}$ .

Synthetische Granate: Pyrop ( $a_0 = 11.459$ ), Almandin ( $a_0 = 11.526$ ), Spessartin ( $a_0 = 11.621$ ), Grossular ( $a_0 = 11.851$ ), Andradit ( $a_0 = 12.048^7)$ ; Grossular ( $a_0 = 11.85$ ), Andradit ( $a_0 = 12.04$ ). Melanit ( $a_0 = 12.09^7a)$ ; Uwarowit ( $a_0 = 12.00^7b)$ .

Germanat-Granate:  $\text{Ca}_3\text{Al}_2 [\text{GeO}_4]_3$  ( $a_0 = 12.12$ ),  $\text{Ca}_3\text{Ga}_2 [\text{GeO}_4]_3$  ( $a_0 = 12.25$ ),  $\text{Ca}_3\text{Cr}_2 [\text{GeO}_4]_3$  ( $a_0 = 12.27$ ),  $\text{Ca}_3\text{Fe}_2 [\text{GeO}_4]_3$  ( $a_0 = 12.30$ ).<sup>8b)</sup>

\*) Schlackenprodukt; kein Mineral, isotrop,  $n = 1.905$ . A. V. Rudneva, Akad. Wiss. USSR. 1958. 285.

<sup>1)</sup> G. Menzer, Z. Krist. **63**. 1926. 157; **69**. 1928. 300 (Struktur, SB. I. 363.)

<sup>1a)</sup> A. Zemann & J. Zemann, Acta Cryst. **14**. 1961. 835 (Strukturverfeinerung für Pyrop). – Vgl. J. Zemann, Beitr. Min. Petr. **8**. 1962. 180. – L. Born & J. Zemann, Beitr. Min. Petr. **10**. 1964. 2 (Gitterenergetische Berechnungen an Granaten).

<sup>1b)</sup> S. C. Abrahams & S. Geller, Acta Cryst. **11**. 1958. 437 (Strukturverfeinerung für Grossular).

<sup>2)</sup> F. H. S. Vermaas, Min. Mag. **29**. 1952. 946.

<sup>3)</sup> O. Zedlitz, Zbl. Min. 1933. 225; 1935. 68.

<sup>4)</sup> A. Pabst, Am. Min. **22**. 1937. 861. – D. S. Belyankin & V. P. Petrow, Am. Min. **26**. 1941. 450. – C. O. Hutton, Trans. Proc. Roy. Soc. New Zealand **73**. 1943. 714. – Vgl. M. Fleischer, Am. Min. **29**. 1944. 247

<sup>5)</sup> Ch. Milton, B. L. Ingram & L. V. Blade, Am. Min. **46**. 1961. 533.

<sup>6)</sup> R. H. Moench & R. Meyrowitz, Am. Min. **49**. 1964. 644.

<sup>7)</sup> B. J. Skinner, Am. Min. **41**. 1956. 428.

<sup>7a)</sup> Chr. Michel-Lévy, Bull. Soc. Franç. Min. **79**. 1956. 124.

<sup>7b)</sup> S. Geller & C. E. Miller, Am. Min. **44**. 1959. 445. – Zu Synthesen und Mischbarkeit vgl. auch A. L. Gentile & R. Roy, Am. Min. **45**. 1960. 701.

<sup>8)</sup> H. S. Yoder & M. L. Keith, Am. Min. **36**. 1951. 519. – H. W. Jaffe, Am. Min. **36**. 1951. 133.

<sup>8a)</sup> S. Geller & M. A. Gilleo, Acta Cryst. **10**. 1957. 239, 787. – A. L. Gentile & R. Roy, Am. Min. **45**. 1960. 701.

<sup>8b)</sup> A. Tauber, E. Banks & H. Kedesdy, Acta Cryst. **11**. 1958. 893. – H. Strunz & B. Contag, N. Jb. Min. Mh. 1960. 47.

### Zr-, Ti-, Nb-, Bi-Silikate

6.) Zirkon-Reihe. Isotypie. Ditetragonal-dipyramidal,  $D_{4h}^{19}-I_4/amd$ . Unbegrenzte Diadochie (Zr, Th); U vermag im Uranothorit nur bis zu etwa 50 At.-% Th zu ersetzen; infolge Hydratation kann ein Teilersatz von  $\text{SiO}_4$  durch  $(\text{OH})_4$  erfolgen. –  $\text{Th}[\text{SiO}_4]$  ist dimorph bekannt: Thorit-Huttonit.

<b>Zirkon</b>	$\text{Zr}[\text{SiO}_4]$	$a_0 = 6.59$ $c_0 = 5.94^1)$
(Werner, 1783)		$c_0/a_0 = 0.901$ $Z = 4$
<b>Thorit</b>	$\text{Th}[\text{SiO}_4]$	$a_0 = 7.03$ $c_0 = 6.25^2)$
(Berzelius, 1829)		$c_0/a_0 = 0.889$ $Z = 4$
<b>Uranothorit</b>	$(\text{Th}, \text{U})[\text{SiO}_4]$	$a_0 = 7.12$ $c_0 = 6.32^3)$
(Collier, 1880)		$c_0/a_0 = 0.888$ $Z = 4$
<b>Thorogummit</b>	$(\text{Th}, \text{U})[(\text{SiO}_4, (\text{OH})_4)]$	$a_0 = 7.07-7.08$ $c_0 = 6.26-6.28^4)$
(Hidden & Mackintosh, 1889)		$c_0/a_0 = 0.886-0.887$ $Z = 4$
<b>Coffinit</b>	$\text{U}[\text{SiO}_4]$	$a_0 = 6.94$ $c_0 = 6.31^5)$
(Stern & Stieff, 1953)		$c_0/a_0 = 0.909$ $Z = 4$

Varietäten: **Hyacinth** ist ein intensiv rotbrauner, **Jargon** ein blaßstrohgelber Zirkon, beide von Edelsteinqualität. Viele Zirkone enthalten mehrere Prozent Hafnium und Thorium an Stelle von Zirkonium<sup>1a)</sup>. Durch den radioaktiven Zerfall des Thoriums sind solche Zirkone häufig isotropisiert und undurchsichtig geworden

(**Malakon**, Scheerer, 1844); Thorit und Uranothorit sind fast stets isotropisiert, während die orangefarbene Varietät **Orangit** (Krantz, 1851) noch einigermaßen kristallin und durchsichtig bis durchscheinend ist. **Naegit** (Wada, 1904) ist ein Zirkon mit Y, Nb, Ta, Th und U. **Wisaksonit** (Druif, 1948) ist metamikter Uranothorit<sup>3a)</sup>. — Von Zirkon gibt es auch eine gelförmige Varietät (Semenov, 1960).

Im Coffinit können einzelne  $[\text{SiO}_4]$ -Tetraeder durch  $[\square(\text{OH})_4]$  vertreten werden, wobei  $\square$  eine Leerstelle bedeutet. **Nenadkevit** (Polikarpova, 1956) ist offenbar mit Coffinit identisch; **Bilibinit** (Buryanova, 1958) ist wahrscheinlich metamikter Coffinit.

Zirkon und Thorit sind mit Xenotim  $\text{Y}[\text{PO}_4]$  isotyp. Mischkristalle sind: **Oyamalith** (Kimura, 1925), (Zr, . . .)  $[(\text{Si}, \text{P})\text{O}_4]$ , mit ca. 18% seltenen Erden, und **Auerlith** (Hidden & Mackintosh, 1888), (Th, . . .)  $[(\text{Si}, \text{P})\text{O}_4]$ , deren Phosphatkomponenten bis zu etwa 15% molekular ausmachen; identisch damit sind wahrscheinlich **Yamaguchilith** (Hata, 1938) (4%  $\text{P}_2\text{O}_5$ ) und **Nogizawalith** (Kawai, 1949). **Alvit** (Forbes & Dahll, 1855) ist eine Varietät von Zirkon mit Hafniumoxid bis 6%, Thorium und seltenen Erden.

<sup>1)</sup> L. Vegard, Norske Vid. Akad. Skr. **11**. 1925 (Struktur, SB. **1**. 345.). — H. D. Holland & D. Gottfried, Acta Cryst. **8**. 1955. 291 (Verhalten gegenüber Korpuskularstrahlen). — I. R. Krstanovic, Acta Cryst. **11**. 1958. 896 (Strukturverfeinerung).

<sup>1a)</sup> Vgl. A. A. Levinson & R. A. Borup, Am. Min. **45**. 1960. 562.

<sup>2)</sup> S. Bonatti & P. Gallitelli, Mem. Soc. Toscana Sci., Nat. Ser. **57**. 1950. — L. H. Fuchs, Am. Min. **43**. 1958. 367 (synthet.  $\text{ThSiO}_4$ ,  $a_0 = 7.14$ ,  $c_0 = 6.33$ ).

<sup>3)</sup> A. Pabst, Am. Min. **36**. 1951. 557.

<sup>3a)</sup> C. O. Hutton, Am. Min. **39**. 1954. 825.

<sup>4)</sup> C. Frondel, Am. Min. **38**. 1953. 1007. — Vgl. K. Henmi, Journ. Geol. Soc. Japan. **57**. 1951. 345.

<sup>5)</sup> A. D. Weeks & M. E. Thompson, Am. Min. **39**. 1954. 1037. — L. R. Stieff, T. W. Stern & A. M. Sherwood, Science **121**. 1955. 608; Am. Min. **41**. 1956. 675. — L. H. Fuchs & E. Gebert, Am. Min. **43**. 1958. 243 (synthet.  $\text{USiO}_4$ ,  $a_0 = 6.99$ ,  $c_0 = 6.26$ ).

7.) **Huttonit**.  $\text{Th}[\text{SiO}_4]$  ist dimorph: Thorit und Huttonit; ersterer kristallisiert im Zirkontypus, letzterer im Monazittypus<sup>1)</sup>.

<b>Huttonit</b>	$\text{Th}[\text{SiO}_4]$	Monoklin-prismatisch $C_{2h}^5 - P 2_1/n$
(Pabst, 1950)		$a_0 = 6.80$ $b_0 = 6.96$ $c_0 = 6.54^1)$
		$a_0 : b_0 : c_0 = 0.977 : 1 : 0.940$ $\beta = 104^\circ 55'$ $Z = 4$

<sup>1)</sup> A. Pabst, Am. Min. **36**. 1951. 60.

8.) **Eulytin**.

<b>Eulytin</b>	$\text{Bi}_4[\text{SiO}_4]_3$	Kubisch-hex'tetraedrisch $T_d^6 - I\bar{4}3d$
(Breithaupt, 1827)		$a_0 = 10.29$ $Z = 4^1)$

Mit Eulytin ist **Agricolit** (Frenzel, 1873) identisch<sup>2)</sup>.

<sup>1)</sup> G. Menzer, Z. Krist. **78**. 1931. 136 (Struktur, SB. **2**. 122).

<sup>2)</sup> G. Menzer in H. Strunz, Min. Tab. 1941. 223. — C. Frondel, Am. Min. **28**. 1943. 536. — G. Menzer, Z. Krist. **106**. 1945. 34.

### A'.) Abteilung der Neso-Subsilikate

1.) Euklas-Hodgkinsonit-Gruppe. Euklas ist homöotyp mit Väyrynenit  $\text{MnBe}[(\text{OH}, \text{F}) | \text{PO}_4]$ . Hodgkinsonit zeigt strukturelle Verwandtschaft zu Willemit  $\text{Zn}_2[\text{SiO}_4]$ .

**Euklas**  $\text{Al}^{[6]}\text{Be}^{[4]}[\text{OH} | \text{SiO}_4]$  Monoklin-prismatisch  $\text{C}_{2h}^5 - \text{P}2_1/c$   
(Haüy, 1702)  $a_0 = 4.63$   $b_0 = 14.27$   $c_0 = 4.76$   
 $a_0 : b_0 : c_0 = 0.324 : 1 : 0.337$   
 $\beta = 100^\circ 16'$   $Z = 4^1$

**Hodgkinsonit**  $\text{Mn}^{[6]}\text{Zn}^{[4]}_2[(\text{OH})_2 | \text{SiO}_4]$   
(Palache & Schaller, 1913) Monoklin-prismatisch  $\text{C}_{2h}^5 - \text{P}2_1/a$   
 $a_0 = 8.17$   $b_0 = 5.31$   $c_0 = 11.76^2$   
 $a_0 : b_0 : c_0 = 1.538 : 1 : 2.214$   
 $\beta = 95^\circ 28'$   $Z = 4$

**Beryllit** (Kuzmenko, 1954),  $\text{Be}_3[(\text{OH})_2 | \text{SiO}_4] \cdot \text{H}_2\text{O}$ , wahrscheinlich orthorhombisch.

<sup>1)</sup> J. Bischoff & B. E. Warren, Z. Krist. **86**. 1933. 292 (Struktur, SB. **3**. 148). – Vgl. B. Goßner & F. Mußgnug, Z. Krist. **70**. 1929. 171.

<sup>2)</sup> P. J. Rentzeperis, Acta Cryst. **11**. 1958. 448; Z. Krist. **119**. 1963. 117 (Struktur).

2.)  $\text{Al}_2\text{SiO}_5$ -Gruppe. Polymorphie; in allen 3 Strukturen ist 1 Al pro Formeleinheit oktaedrisch von 6 O umgeben, das andere Al besitzt im Sillimanit die Koordinationszahl 4, im Andalusit 5 und im Cyanit 6. Sillimanit enthält Tetraederketten  $[\text{AlSiO}_5]$  und kann auch zu den Inosilikaten gestellt werden. – Andalusit ist isotyp mit Libethenit-Adamin.

**Sillimanit**  $\text{Al}^{[6]}\text{Al}^{[4]}[\text{O} | \text{SiO}_4]$  Rhombisch-dipyramidal  $\text{D}_{2h}^{16} - \text{Pbnm}$   
(Bowen, 1824)  $a_0 = 7.44$   $b_0 = 7.60$   $c_0 = 5.75^1$   
 $a_0 : b_0 : c_0 = 0.979 : 1 : 0.757$   $Z = 4$

**Andalusit**  $\text{Al}^{[6]}\text{Al}^{[5]}[\text{O} | \text{SiO}_4]$  Rhombisch-dipyramidal  $\text{D}_{2h}^{12} - \text{Pnmm}$   
(Delamétherie, 1789)  $a_0 = 7.78$   $b_0 = 7.92$   $c_0 = 5.57^2$   
 $a_0 : b_0 : c_0 = 0.982 : 1 : 0.703$   $Z = 4$

**Cyanit**  $\text{Al}^{[6]}\text{Al}^{[6]}[\text{O} | \text{SiO}_4]$  Triklin-pinakoidal  $\text{C}_1^1 - \text{P}\bar{1}$   
(Werner, 1789)  $a_0 = 7.10$   $b_0 = 7.74$   $c_0 = 5.57^3$   
(Disthen, Haüy, 1801)  $a_0 : b_0 : c_0 = 0.917 : 1 : 0.720$   
 $\alpha = 90^\circ 05\frac{1}{2}'$   $\beta = 101^\circ 02'$   
 $\gamma = 105^\circ 44\frac{1}{2}'$   $Z = 4$

Synthetisch ist im System  $\text{Al}_2\text{O}_3 - \text{SiO}_2 - \text{H}_2\text{O}$  eine neue Phase festgestellt worden, die wahrscheinlich eine vierte Modifikation von  $\text{Al}_2\text{SiO}_5$  darstellt; orthorhombisch,  $\text{D}_{2h}^9 - \text{Pbam}$ ,  $a_0 = 7.55$ ,  $b_0 = 8.27$ ,  $c_0 = 5.66^4$ .



Anhang:

**Mullit**  $\text{Al}_4^{[6]}\text{Al}_4^{[4]}[\text{O}_3(\text{O}_{0,5}, \text{OH}, \text{F})] \text{Si}_3\text{AlO}_{16}]$ 

(Bowen, Greig &amp; Zies, 1924) Orthorhombisch

$$a_0 = 7.50 \quad b_0 = 7.65 \quad c_0 = 5.75^5) \quad Z = 1$$

Homöotyp mit Sillimanit

**Yoderit**  $(\text{Al}, \text{Mg}, \text{Fe})_2[(\text{O}, \text{OH})] \text{SiO}_4]$ 

(McKie &amp; Radford, 1959)

Monoklin  $C_2^2 - P2_1$  oder  $C_{2h}^2 - P2_1/m$ 

$$a_0 = 8.10 \quad b_0 = 5.78 \quad c_0 = 7.28 \quad \beta = 106^\circ$$

$$a_0 : b_0 : c_0 = 1.402 : 1 : 1.259 \quad Z = 4^6)$$

Sillimanit-Mullit-, „Pragit“ sollen eine gemeinsame Subzelle besitzen<sup>7)</sup>:

	$a'_0 = 7.4$	$b'_0 = 7.6$	$c'_0 = 2.9$
Sillimanit $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{SiO}_2$	$a_0 = 7.4$	$b_0 = 7.6$	$c_0 = 2 \times c'_0$
Mullit $1.5 \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{SiO}_2$	$a_0 = 3 \times a'_0$	$b_0 = 8 \times b'_0$	$c_0 = 6 \times c'_0$
„Pragit“ $2 \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{SiO}_2$	$a_0 = -$	$b_0 = -$	$c_0 = 2 \times c'_0$

(nur synthetisch)

Varietäten: **Chiastolith** (Karsten, 1800), ein Andalusit mit dunkel pigmentiertem Kern; **Mangan-Andalusit** (Bäckström, 1896), rot, enthält  $\text{Mn}_2\text{O}_3$ ; **Viridin** (Klemm, 1911), grün, enthält  $\text{Mn}_2\text{O}_3$  und  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  ( $a_0 = 7.808$ ,  $b_0 = 5.920$ ,  $c_0 = 5.567$ )<sup>2a)</sup>.

<sup>1)</sup> W. H. Taylor, Z. Krist. **68**. 1928. 503 (Struktur, SB. 2. 112). – S. Durovic & S. Davidova, Acta Cryst. **15**. 1962. 1051 (Verfeinerung der Parameter). – Ch. W. Burnham, Z. Krist. **118**. 1963. 127 (Strukturverfeinerung).

<sup>2)</sup> W. H. Taylor, Z. Krist. **71**. 1929. 205 (Struktur, SB. 2. 110). – Ch. W. Burnham & M. J. Buerger, Z. Krist. **115**. 1961. 269 (Strukturverfeinerung, vgl. W. H. Taylor, Z. Krist. **115**. 1961. 314).

<sup>2a)</sup> O. H. Ödman, Sverig. Geol. Unders. Årsbok. **44**. 1950. 1 (SR. 13. 369).

<sup>3)</sup> St. Náray-Szabó, W. H. Taylor & W. W. Jackson, Z. Krist. **71**. 1929. 117 (Struktur, SB. 2. 109). – Ch. W. Burnham, Z. Krist. **118**. 1963. 337 (Strukturverfeinerung).

<sup>4)</sup> S. Aramaki & R. Roy, Am. Min. **48**. 1963. 1322.

<sup>5)</sup> W. H. Taylor, 1928, l. c. – Vgl. R. W. G. Wyckoff, J. W. Greig & N. L. Bowen, Am. J. Sci. **11**. 1926. 459 ( $c_0 = 2.85$ ). – R. Roy & S. Aramaki, 1961 ( $a_0 = 7.58$ ,  $b_0 = 7.68$ ,  $c_0 = 2.88$ ). – R. Sadanaga, M. Tokonami & Y. Takeuchi, Acta Cryst. **15**. 1962. 65 (Strukturvergleich Mullit-Sillimanit-Andalusit). – Ch. W. Burnham, Am. Min. Soc. Meeting 1963. 27 A ( $a_0 = 7.58$ ,  $b_0 = 7.69$ ,  $c_0 = 2.89$ , Pbam).

<sup>6)</sup> D. McKie & A. J. Radford, Min. Mag. **32**. 1959. 282. – S. G. Fleet & H. D. Megaw, Acta Cryst. **15**. 1962. 721 (Struktur).

<sup>7)</sup> S. A. Agrell & J. V. Smith, Acta Cryst. **10**. 1957. 761.

## 3.) Topas-Stauroolith-Sapphirin-Gruppe. Heterotypie.

**Topas**  $\text{Al}_2[\text{F}_2] \text{SiO}_4]$  Rhombisch-dipyramidal  $D_{2h}^{16} - \text{Pbnm}$   
 (de Boodt, 1636)  $a_0 = 4.65 \quad b_0 = 8.80 \quad c_0 = 8.40^1)$   
 $a_0 : b_0 : c_0 = 0.528 : 1 : 0.955 \quad Z = 4$

<b>Staurolith</b>	$2\text{FeO} \cdot \text{AlOOH} \cdot 4\text{Al}_2[\text{O}   \text{SiO}_4]$	Monoklin-pseudo-orthorhombisch
(Delam�etherie, 1792)		$C_{2h}^3 - C2/m$
		$a_0 = 7.82 \quad b_0 = 16.52 \quad c_0 = 5.63^2)$
		$a_0 : b_0 : c_0 = 0.473 : 1 : 0.341$
		$\beta = 90^\circ \quad Z = 2$
<b>Sapphirin</b>	$\text{Mg}_2\text{Al}_4[\text{O}_6   \text{SiO}_4]$	Monoklin-prismatisch $C_{2h}^5 - P2_1/c$
(Giesecke, 1819)		$a_0 = 11.26 \quad b_0 = 14.46 \quad c_0 = 9.95^3)$
		$a_0 : b_0 : c_0 = 0.779 : 1 : 0.688$
		$\beta = 125^\circ 20' \quad Z = 8$

**Lusakit** (Skerl & Bannister, 1934) ist eine Co-haltige Varietät von Staurolith ( $a_0 = 7.88$ ,  $b_0 = 16.65$ ,  $c_0 = 5.66$ ). Im Sapphirin kann sowohl nach den bekannten Analysen als auch nach den Synthesen von Keith und Schairer<sup>3a)</sup> sowie von Kuzel<sup>3)</sup> offenbar ca.  $\frac{1}{8}$  des  $[\text{SiO}_4]$  durch  $[\text{AlO}_4]$  ersetzt sein.

Wenig gut bekannt sind: **Kosmochlor** (Laspeyres, 1897),  $\text{Fe}_2\text{Al}_3\text{Cr}_9[\text{O}_3 | (\text{SiO}_4)_9]$ , **Fraipontit** (Cesàro, 1927),  $\text{Zn}_8\text{Al}_4[(\text{OH})_8 | (\text{SiO}_4)_5] \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ , **Angaralith** (Meister, 1910),  $(\text{Mg}, \text{Ca})_2(\text{Al}, \text{Fe}''')_{10}[\text{O}_5 | (\text{SiO}_4)_6]$ .

<sup>1)</sup> N. A. Alston & J. West, Z. Krist. **69**. 1928. 149 (Struktur, SB. 2. 116).

<sup>2)</sup> St. N ray-Szab  & K. Sasvari, Acta Cryst. **11**. 1958. 862.

<sup>3)</sup> H.-J. Kuzel, N. Jb. Min. Mh. 1961. 68. - D. McKie, Min. Mag. **33**. 1963. 635 (gelber Sapphirin von Tanganyika hat  $b_0 = 28.6$ ).

<sup>3a)</sup> M. L. Keith & J. F. Schairer, Journ. Geol. **60**. 1952. 181.

#### Anhang:

<b>Papagoit</b>	$\text{CaCuAlH}_2[\text{OH}   (\text{SiO}_4)_2]$	Monoklin-prismatisch $C_{2h}^3 - C2/m$
(Hutton & Vlisidis, 1960)		$a_0 = 12.91 \quad b_0 = 11.48 \quad c_0 = 4.69$
		$a_0 : b_0 : c_0 = 1.124 : 1 : 0.408$
		$\beta = 100^\circ 38' \quad Z = 4^1)$

<sup>1)</sup> C. O. Hutton & A. C. Vlisidis, Am. Min. **45**. 1960. 599.

4.) Norbergit-Alleghanyit-Gruppe. Homöotypie. Enge Verwandtschaft zu Olivin. Isotypie Alleghanyit-Chondrodit; Leukophoenicit-Humit; Sonolith-Klinohumit.

<b>Norbergit</b>	$\text{Mg}_3[(\text{OH}, \text{F})_2   \text{SiO}_4]$	Rhombisch-dipyramidal $D_{2h}^{16} - \text{Pmcn}$
(Geijer, 1926)		$a_0 = 8.74 \quad b_0 = 4.71 \quad c_0 = 10.22^1)$
		$a_0 : b_0 : c_0 = 1.856 : 1 : 2.170 \quad Z = 4$
<b>Chondrodit</b>	$\text{Mg}_5[(\text{OH}, \text{F})_2   (\text{SiO}_4)_2]$	Monoklin-prismatisch $C_{2h}^5 - P2_1/c$
(d'Ohsson, 1817)		$a_0 = 7.89 \quad b_0 = 4.74 \quad c_0 = 10.29^1)$
		$a_0 : b_0 : c_0 = 1.665 : 1 : 2.171 \quad \beta = 109^\circ 02'$
		$Z = 2$

**Humit**  $\text{Mg}_7[(\text{OH}, \text{F})_2 | (\text{SiO}_4)_3]$  Rhombisch-dipyramidal  $D_{2h}^{16} - \text{Pmcn}$   
(Bournon, 1813)  $a_0 = 20.90$   $b_0 = 4.75$   $c_0 = 10.25^1$

$$a_0 : b_0 : c_0 = 4.400 : 1 : 2.158 \quad Z = 4$$

**Klinohumit**  $\text{Mg}_9[(\text{OH}, \text{F})_2 | (\text{SiO}_4)_4]$  Monoklin-prismatisch  $C_{2h}^5 - P 2_1/c$   
(Des Cloizeaux, 1876)  $a_0 = 13.71$   $b_0 = 4.75$   $c_0 = 10.29^1$

$$a_0 : b_0 : c_0 = 2.886 : 1 : 2.166 \quad \beta = 100^\circ 50'$$

$$Z = 2$$

**Titan-Klinohumit**<sup>1a)</sup> ist eine Varietät mit 2–3%  $\text{TiO}_2$  in diadocher Vertretung 1 Ti für 2 Mg,  $a_0 = 13.63$ ,  $b_0 = 4.80$ ,  $c_0 = 10.12$ ,  $\beta = 101^\circ 44'$ <sup>1b)</sup>.

Synthetisch kennt man auch das Ca-Analogon zu Chondrodit,  $\text{Ca}_5[(\text{OH})_2 | (\text{SiO}_4)_2]$ , monoklin-prismatisch,  $C_{2h}^5 - P 2_1/c$ ,  $a_0 = 8.94$ ,  $b_0 = 5.05$ ,  $c_0 = 11.42$ ,  $\beta = 109^\circ 18'$ <sup>1c)</sup>.

**Alleghanyit**  $\text{Mn}_5[(\text{OH})_2 | (\text{SiO}_4)_2]$  Monoklin-prismatisch  $C_{2h}^5 - P 2_1/c$   
(Ross & Kerr, 1932)  $a_0 = 8.3$   $b_0 = 4.86$   $c_0 = 10.46^2$

$$a_0 : b_0 : c_0 = 1.708 : 1 : 2.152$$

$$\beta = 109^\circ 08' \quad Z = 2$$

**Leukophoenicit**  $\text{Mn}_7[(\text{OH})_2 | (\text{SiO}_4)_3]$  Orthorhombisch  
(Penfield & Warren, 1899)  $a_0 = -$   $b_0 = -$   $c_0 = -$

**Sonolith**  $\text{Mn}_9[(\text{OH}, \text{F})_2 | (\text{SiO}_4)_4]$  Monoklin-prismatisch  $C_{2h}^5 - P 2_1/c$   
(Yoshinaga, 1963)  $a_0 = 14.33$   $b_0 = 4.88$   $c_0 = 10.66^3$

$$a_0 : b_0 : c_0 = 2.936 : 1 : 2.184$$

$$\beta = 100^\circ 34' \quad Z = 2$$

**Chapmanit** (Walker, 1924),  $\text{SbFe}_2[\text{OH} | (\text{SiO}_4)_2]$ , und **Bismutoferrit** (Frenzel, 1871),  $\text{BiFe}_2[\text{OH} | (\text{SiO}_4)_2]$ , sind isotyp<sup>4)</sup>.

<sup>1)</sup> W. H. Taylor & J. West, Proc. Roy. Soc. **117** A. 1928. 517; Z. Krist. **70**. 1929. 461 (Struktur, SB. **2**. 119). – Th. G. Sahama, Ann. Acad. Fennicae A III. 1953. 1 (Morphologie usw.). – A. v. Valkenburg, Am. Min. **40**. 1955. 339 (Synthese).

<sup>1a)</sup> „Titanolivin“ (Damour, 1879); „Titanhydroklinohumit“ (Zambonini, 1919).

<sup>1b)</sup> W. T. Huang, Am. Min. **42**. 1957. 686.

<sup>1c)</sup> E. R. Buckle & H. F. W. Taylor, Am. Min. **43**. 1958. 818.

<sup>2)</sup> W. Campbell Smith, F. A. Bannister & M. H. Hey, Min. Mag. **27**. 1944. 33.

<sup>3)</sup> M. Yoshinaga, Mem. Fac. Sci. Kyushi Univ., Ser. D, Geol. **14**. 1963. 1.

<sup>4)</sup> Ch. Milton, J. M. Axelrod & B. Ingram, Bull. Geol. Soc. Am. **68**. 1957. 1769. – Vgl. F. Cech & P. Povondra, Acta Univ. Carol. Geol. **2**. 1963. 97.

5.) Braunit-Långbanit-Gruppe. Braunit und Långbanit sind offenbar zwei Modifikationen der gleichen chemischen Verbindung; die Braunitstruktur ist verwandt mit  $\text{Mn}_2\text{O}_3$  bzw. Bixbyit.

Zwischen Dixenit und McGovernit besteht offenbar Homöotypie.

**Braunit**  $\text{Mn}^{\text{II}}\text{Mn}^{\text{III}}[\text{O}_8 | \text{SiO}_4]$  Tetragonal-skalenoedrisch  $D_{2d}^{10} - \bar{1}4c 2$   
(Haidinger, 1831)  $a_0 = 9.52$   $[\text{110}]_0 = 13.33$   $c_0 = 18.68^1$

$$c_0/a_0 = 1.962 \quad Z = 8$$

<b>Långbanit</b> $\text{Mn}^{++}\text{Mn}^{++++}[\text{O}_8   \text{SiO}_4]$ (Flink, 1877)	Dihexagonal-dipyramidal $D_{6h}^1 - P6/mmm$ $a_0 = 11.56$ $c_0 = 11.11^2$ $c_0/a_0 = 0.961$ $Z = 6$
<b>Dixenit</b> $\text{Mn}_5\text{As}_2 \cdot [\text{O}_6   \text{SiO}_4] \cdot \text{H}_2\text{O}$ (Flink, 1920)	Rhomboedrisch $a_0 = 8.22$ $c_0 = 37.44$ $c_0/a_0 = 4.555^3$ $a_{rh} = 13.36$ $\alpha = 35^\circ 48'$ $Z = 3$
<b>Mcgovernit</b> $\text{Mn}_9\text{Zn}_2\text{Mg}_4[\text{O}   (\text{OH})_{14}   (\text{AsO}_4)_2   (\text{SiO}_4)_2]$ (Palache & Bauer, 1927)	Ditrigonal-skalenoedrisch $D_{3d}^6 - R\bar{3}c(?)$ $a_0 = 8.22$ $c_0 = 205.5$ $Z = 6$ $a_{rh} = 68.7$ $\alpha = 6^\circ 52'$ $Z = 2^4$
<b>Yeatmanit</b> $(\text{Mn}, \text{Zn})_{16}\text{Sb}_2[\text{O}_{13}   (\text{SiO}_4)_4]$ (Palache, Bauer & Berman, 1937)	Triklin-pseudorhombisch $a_0 = 9.05$ $b_0 = 11.58$ $c_0 = 5.53^5$ $a_0 : b_0 : c_0 = 0.782 : 1 : 0.478$ $\alpha = 103^\circ 49'$ $\beta = 101^\circ 45'$ $\gamma = 87^\circ 12'$ $Z = 1$
<b>Katoptrit</b> $\text{Mn}_{14}\text{Sb}_2(\text{Al}, \text{Fe})_4[\text{O}_{21}   (\text{SiO}_4)_2]$ (Flink, 1917)	Monoklin $a : b : c = 0.7922 : 1 : 0.4899$ $\beta = 101^\circ 03'$

**Orientit** (Hewett & Shannon, 1921),  $\text{Ca}_4\text{Mn}_4^{++}[\text{SiO}_4]_5 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ , ist orthorhombisch,  $a : b : c = 0.672 : 1 : 0.396^6$ .

<sup>1)</sup> A. Byström & B. Mason, Ark. Kem. Min. Geol. **16** B. 1943. Nr. 15 (Struktur, SR. **9**. 251). — Vgl. G. Aminoff, Kungl. Svenska Vetensk. Akad. Handl. **9**. 1931. 14. — G. Switzer, Am. Min. **23**. 1938. 649.

<sup>2)</sup> O. Kraus & F. Mußnug, Zbl. Min. 1942. 12. — Vgl. Zbl. Min. 1942. 133.

<sup>3)</sup> K. Johansson, in F. E. Wickman, Geol. Fören. Förh. **72**. 1950. 64.

<sup>4)</sup> B. J. Wuensch, Am. Min. **45**. 1960. 937.

<sup>5)</sup> Ch. Palache, L. H. Bauer & H. Berman, Am. Min. **23**. 1938. 527.

<sup>6)</sup> Ch. B. Sclar, Am. Min. **46**. 1961. 226 (Optik, d-Werte).

6.) Spurrut-Afwillit-Gruppe. Heterotypie. Die Strukturen von Bultfonteinit und Afwillit sind bekannt; bei der Entwässerung von Afwillit entstehen orientierte Einkristalle von  $\alpha\text{-Ca}_2[\text{SiO}_4]^{9a}$ .

a)

Synthetisch	$\text{Ca}_2[\text{OH}   \text{SiO}_3\text{OH}]$	Rhombisch-disphenoidisch $D_2^1 - P2_12_12_1$ $a_0 = 9.34$ $b_0 = 9.22$ $c_0 = 10.61$ $Z = 8^1$
„Alit“ (synthetisch)	$\text{Ca}_3[\text{O}   \text{SiO}_4]$	Monoklin-domatisch $C_2^3 - Cm$ $a_0 = 33.08$ $b_0 = 7.07$ $c_0 = 18.56^2$ $\beta = 94^\circ 10'$ $Z = 18$ Pseudohexagonal $a_0 = 7.0$ $c_0 = 25.0$ $Z = 9$

- Spurrit**  $\text{Ca}_5[\text{CO}_3 | (\text{SiO}_4)_2]$  Monoklin-prismatisch  $C_{2h}^5 - P 2_1/a$   
(Wright, 1908)  $a_0 = 10.49$   $b_0 = 6.705$   $c_0 = 14.16^3$   
 $a_0 : b_0 : c_0 = 1.565 : 1 : 2.112$   
 $\beta = 101^\circ 19'$   $Z = 4$
- Thaumasit**  $\text{Ca}_3\text{H}_2[\text{CO}_3 | \text{SO}_4 | \text{SiO}_4] \cdot 13 \text{H}_2\text{O}$   
(Nordenskiöld, 1878) Hexagonal-pyramidal  $C_6^0 - C 6_3$   
 $a_0 = 10.92$   $c_0 = 10.31^4$   
 $c_0/a_0 = 0.944$   $Z = 2$
- Latiumit**  $\text{Ca}_6(\text{K}, \text{Na})_2\text{Al}_4[(\text{O}, \text{CO}_3, \text{SO}_4) | (\text{SiO}_4)_6] (?)$   
(Tilley & Henry, 1952) Monoklin  
 $a_0 = 12.12$   $b_0 = 5.13$   $c_0 = 10.80^5$   
 $a_0 : b_0 : c_0 = 2.363 : 1 : 2.105$   $\beta = 108^\circ$   
 $Z = 1$
- Harkerit**  $\text{Ca}(\text{Mg}, \text{Al})[(\text{Si}, \text{BH})\text{O}_4] \cdot \text{CaCO}_3$   
(Tilley, 1948) Kubisch  $a_0 = 29.53$   $Z = 24^6$
- Roebingit**  $\text{PbCa}_3\text{H}_6[\text{SO}_4 | (\text{SiO}_4)_3]$  oder  $\text{PbSO}_4 \cdot 3 \text{CaH}_2[\text{SiO}_4]$   
(Penfield & Foote, 1897) Orthorhombisch (?)  
 $a_0 = 8.3$   $b_0 = 13.1$   $c_0 = 12.65^7$   
 $a_0 : b_0 : c_0 = 0.633 : 1 : 0.966$   $Z = 4$
- b)
- Hillebrandit**  $\text{Ca}_2[\text{SiO}_4] \cdot \text{H}_2\text{O}$  Monoklin-pseudorhombisch  $C_{2h}^6 - P 2_1/a$   
(Wright, 1908)  $a_0 = 16.60$   $b_0 = 7.26$   $c_0 = 11.85^8$   
 $\alpha = \beta = \gamma = 90^\circ$   $Z = 12$
- Afwillit**  $\text{Ca}_3[\text{SiO}_3\text{OH}]_2 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$  Monoklin-domatisch  $C_s^1 - Cc$   
(Parry & Wright, 1925)  $a_0 = 16.27$   $b_0 = 5.63$   $c_0 = 13.23^9$   
 $\beta = 134^\circ 48'$   $Z = 4$
- Bultfontein**  $\text{Ca}_2[\text{F} | \text{SiO}_3\text{OH}] \cdot \text{H}_2\text{O}$  Triklin-pseudorhombisch  
(Parry, Williams & Wright, 1932)  $a_0 = 10.99$   $b_0 = 8.18$   $c_0 = 5.67^{10}$   
 $\alpha = 93^\circ 57'$   $\beta = 91^\circ 19'$   $\gamma = 89^\circ 51'$

Für **Birunit** (Badalov & Golovanov, 1957),  $8.5 \text{CaSiO}_3 \cdot 8.5 \text{CaCO}_3 \cdot \text{CaSO}_4 \cdot 15 \text{H}_2\text{O}$ , optisch zweiachsig, sonst ähnlich Thaumasit, sind die Gitterkonstanten unbekannt<sup>4a)</sup>.

Latiumit, dessen Formel noch unsicher ist, läßt sich bezüglich der Gitterdimensionen als „CaAl-Chondrodit“ mit  $3/2 a_0$  auffassen. Roebingit kann vielleicht mit Anglesit verglichen werden.

<sup>1)</sup> L. Heller, Acta Cryst. 5. 1952. 724 (Struktur).

<sup>2)</sup> J. W. Jeffery, Acta Cryst. 5. 1952. 26 (Struktur und Beschreibung zweier weiterer Modifikationen).

<sup>3)</sup> J. V. Smith, I. L. Karle, H. Hauptmann & J. Karle, Acta Cryst. 13. 1960. 454 (Struktur).

<sup>4)</sup> G. Aminoff, Kungl. Svenska Vetensk. Akad. Handl. 11. 1933. 21. — E. Welin, Ark. Min. Geol. 2. 1956. 137 ( $a_0 = 10.95$ ,  $c_0 = 10.30$ ; Struktur). — Vgl. M. Pont-Altaba, Min. Mag. 32. 1960. 567.

<sup>4a)</sup> S. T. Badalov & I. M. Golovanov, Doklady Akad. Wiss. (Nauk) Usbekistan SSR. 12. 1957. 17.

<sup>5)</sup> C. E. Tilley & N. F. M. Henry, Min. Mag. 30. 1953. 39.

<sup>6)</sup> C. E. Tilley & N. F. M. Henry, Min. Mag. 29. 1951. 640.

<sup>7)</sup> H. Strunz, Min. Tab. 1957.

<sup>8)</sup> L. Heller, Min. Mag. 30. 1953. 150.

<sup>9)</sup> H. D. Megaw, Acta Cryst. 5. 1952. 477 (Struktur).

<sup>9a)</sup> H. F. W. Taylor, Acta Cryst. 3. 1955. 440 (Dehydratation). — H. E. Petch, N. Shepard & H. D. Megaw, Acta Cryst. 9. 1956. 29 (Infrarot-Spektrum).

<sup>10)</sup> H. D. Megaw & C. H. Kelsey, Am. Min. 40. 1955. 773. — Vgl. J. Murdoch, Am. Min. 40. 1955. 900. — E. J. McIver, Acta Cryst. 16. 1963. 551 (Struktur, Vergleich mit Afwillit).

### 7.) Titanit-Reihe. Isotypie.

<b>Titanit</b>	$\text{CaTi}[\text{O} \mid \text{SiO}_4]$	Monoklin-prismatisch $C_{2h}^6 - C2/c$
(Klaproth, 1795)		$a_0 = 6.56 \quad b_0 = 8.72 \quad c_0 = 7.44^1)$
		$a_0 : b_0 : c_0 = 0.752 : 1 : 0.853 \quad \beta = 119^\circ 43'$
		$Z = 4$
<b>Malayait</b>	$\text{CaSn}[\text{O} \mid \text{SiO}_4]$	Monoklin-prismatisch $C_{2h}^6 - C2/c$
(Alexander, 1964)		$a_0 = 6.66 \quad b_0 = 8.89 \quad c_0 = 7.15^2)$
		$a_0 : b_0 : c_0 = 0.749 : 1 : 0.804$
		$\beta = 113^\circ 20' \quad Z = 4$

Varietäten von Titanit sind: **Sphen** (Haüy, 1801), in Klüften aufgewachsene „keilförmige“ Kristalle; **Yttrotitanit** (Scheerer, 1844) oder **Keilhaut** (Erdmann, 1844) (Ca, Y, Ce)(Ti, Al, Fe<sup>+++</sup>)[O | SiO<sub>4</sub>]; **Grothit** (Dana, 1868), zwischen Titanit und Keilhaut stehend; **Greenovit** (Dufrenoy, 1840), rot, enthält MnO; Leukoxen, der als schmutzigweißer Reaktionssaum um Ilmenit und Rutil auftritt, besteht in der Hauptsache aus einem feinkörnigen oder feinfaserigen Titanit-aggregat.

Zinn-Titanit (Ramdohr, 1935), mit 10–25% SnO<sub>2</sub>, steht zwischen Titanit und Malayait.

### Anhang:

<b>Fersmanit</b>	$\text{Na}_4\text{Ca}_4\text{Ti}_4[(\text{O}, \text{OH}, \text{F})_3 \mid \text{SiO}_4]_3 (?)$	Monoklin
(Labuntzov, 1929)		$a : b : c = 0.9911 : 1 : 0.9961$
		$\beta = 97^\circ 16'$

<sup>1)</sup> W. H. Zachariasen, Z. Krist. 73. 1930. 7 (Struktur, SB. 2. 117).

<sup>2)</sup> J. B. Alexander (Am. Min. 46. 1961. 768; ohne Benennung); priv. Mitt. M. Fleischer 1964.

### 8.) Steenstrupin-Cerit-Gruppe.

<b>Steenstrupin</b>	$\text{Na}_2\text{Ce}(\text{Mn}, \text{Ta}, \text{Fe}, \dots)\text{H}_2[(\text{Si}, \text{P})\text{O}_4]_3$	Hexagonal
(Lorenzen, 1881)		$a_0 = 10.55 \quad c_0 = 45.58 \quad c_0/a_0 = 4.320^1)$
		$Z = 18$

**Cerit**  $(\text{Ca}, \text{Mg})_2(\text{SE})_8[\text{SiO}_4]_7 \cdot 3 \text{H}_2\text{O}$  Hexagonal  $D_{3d}^6 - R\bar{3}c$  od.  $C_{3v}^6 - R\bar{3}c$   
 (Hisinger & Berzelius, 1804)  $a_0 = 10.78$   $c_0 = 38.03^2$   
 $c_0/a_0 = 3.528$   $Z = 6$

**Thorosteenstrupin** (Kupriyanova & al., 1962) enthält Th anstelle der seltenen Erden<sup>3)</sup>.

Mit Cerit scheint **Törnebohmit** (Geijer, 1921), bisher  $(\text{Ce}, \text{La}, \text{Al})_3[\text{OH} | (\text{SiO}_4)_3]$ , monoklin, verwandt zu sein.

<sup>1)</sup> H. Strunz, N. Jb. Min. Mh. 1944. 244. — Vgl. F. Machatschki, Naturw. 31. 1943. 438.

<sup>2)</sup> J. J. Glass, H. T. Evans, M. K. Carron & F. A. Hildebrand, Am. Min. 43. 1958. 460.

<sup>3)</sup> I. I. Kupriyanova, T. I. Stolyarova & G. A. Sidorenko, Zapiski Vses. Min. Obsheh. 91. 1962. 325.

### 9.) Beckelith-Reihe. Isotyp mit Apatit.

#### Beckelith

(Morozewicz,  
1904)

#### Lessingit

(Zilbermintz,  
1929)

$(\text{Ca}, \text{Ce}, \text{La}, \text{Nd})_5$

$[(\text{O}, \text{OH}, \text{F}) | (\text{SiO}_4)_3]$

Hexagonal  $C_{6h}^2 - P6_3/m$

(optisch pseudo-hexagonal)

$a_0 = 9.7$   $c_0 = 7.1^1$   $Z = 2$

Im Lessingit sind u. a. 3.5%  $(\text{Y}, \text{Er})_2\text{O}_3$  und 0.5% F vorhanden. **Cebollit** (Larsen & Schaller, 1914),  $\text{Ca}_3\text{Al}_2[(\text{OH})_4 | (\text{SiO}_4)_3]$  (?), bildet als Zersetzungsprodukt von Melilith weiße orthorhombische (?) Fasern.

**Erikrit**. (Böggild 1903) von Kola ist eine Pseudomorphose von wohl mindestens zwei Komponenten nach einem orthorhombisch-pseudo-hexagonalen Mineral mit  $a:b:c = 0.5755:1:1.5780$ ; Pauschalzusammensetzung etwa  $(\text{Na}, \text{Ca}, \text{Ce})_2(\text{Al}, \text{Ce}, \text{La}, \text{Nd})_3[\text{OH} | ((\text{Si}, \text{P})\text{O}_4)_3] \cdot \text{H}_2\text{O}$  mit Si:P ungefähr 1:1; eventuell war das Ausgangsmineral ein Erden-Silikatapatit; vielleicht lag ein Mineral ähnlich Rhabdophan bzw. Grayit vor. **Erikrit** von Grönland ist Monazit pseudomorph wahrscheinlich nach Eudialyt<sup>2)</sup>.

**Tritomit** (Weibye, 1849), trigonal mit  $c/a = 1.114$ , und **Spencit** (Fron del, 1961), nur xenomorph bekannt, sind zwei metamikte Borosilikate von Ce, Y, Ca etc., die beim Erhitzen neben einem glasigen Anteil eine Phase mit Apatitstruktur geben. Die Gesamtanalyse für Tritomit führt zur Formel  $(\text{Ce}, \text{La}, \text{Y}, \text{Th}, \text{Zr}, \dots)_{3.5-3.7}(\text{Si}, \text{B})_{2.8-3}(\text{O}, \text{OH}, \text{F})_{13}$ , für Spencit zu  $(\text{Y}, \text{Ca}, \text{Ce}, \text{La}, \text{Th}, \text{Al}, \dots)_{2.8-3.3}(\text{Si}, \text{B})_{3.4-3.9}(\text{O}, \text{OH}, \text{F})_{13}$ ; die aus Spencit erhaltene kristalline Phase hat  $a_0 = 9.32$ ,  $c_0 = 6.84 \text{ \AA}$  und die geschätzte Formel  $\text{Y}_3^{3+}(\text{Ce}, \text{Pr}, \text{Th})^{4+}\text{Ca}[\text{O} | \text{BO}_4(\text{SiO}_4)_2]^{3-}$ .

**Rowlandit** (Hidden, 1891), annähernd  $(\text{Y}, \text{Fe}, \text{Ce})_3[(\text{F}, \text{OH}) | (\text{SiO}_4)_2]$  ist gleichfalls metamikt; das nach dem Erhitzen erhaltene Pulverdiagramm entspricht keinem der bekannten Y-Silikate<sup>4)</sup>.

<sup>1)</sup> Vgl. P. Gay, Min. Mag. 31. 1957. 455. — Pulverdiagramme ganz analog Apatit bzw. Wilkeit und Britholith.

<sup>2)</sup> M. Danö & H. Sörensen, *Med. om Grönland* **162**. 1959. 1.

<sup>3)</sup> H. W. Jaffe & V. J. Molinski, *Am. Min.* **47**. 1962. 9.

<sup>4)</sup> C. Frondel, *Canad. Min.* **6**. 1961. 576.

10.) Chloritoid-Gruppe. Vollkommene Spaltbarkeit nach c(0001). Nach der Strukturbestimmung von Harrison & Brindley (1957) ist Chloritoid kein Schichtsilikat, sondern besitzt inselförmige SiO<sub>4</sub>-Tetraeder; es existiert eine triklone und eine monokline Strukturvariante, letztere mit doppelt so großer Elementarzelle.

**Magnesiumchloritoid** Mg<sub>2</sub>AlAl<sub>3</sub>[(OH)<sub>4</sub> | O<sub>2</sub> | (SiO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>]

(Halferdahl, 1961)

**Chloritoid** Fe<sub>2</sub>AlAl<sub>3</sub>[(OH)<sub>4</sub> | O<sub>2</sub> | (SiO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>]

(Rose, 1837) —1T: Triklin-pinakoidal C1

$$a_0 = 9.50 \quad b_0 = 5.48 \quad c_0 = 9.16^1)$$

$$a_0 : b_0 : c_0 = 1.734 : 1 : 1.671$$

$$\alpha = 96^\circ 53' \quad \beta = 101^\circ 49' \quad \gamma = 90^\circ 02'$$

$$Z = 2$$

—2M: Monoklin-prismatisch C<sub>2h</sub> — C2/c (Cc?)

$$a_0 = 9.52 \quad b_0 = 5.47 \quad c_0 = 18.19^2)$$

$$a_0 : b_0 : c_0 = 1.740 : 1 : 3.325$$

$$\beta = 101^\circ 39' \quad Z = 4$$

**Ottrelith** Mn<sub>2</sub>AlAl<sub>3</sub>[(OH)<sub>3</sub> | O<sub>2</sub> | (SiO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>]

(Dethier, 1819)

**Mavinit** (Rao, 1946) ist vielleicht Ferri-Chloritoid. Identisch mit Chloritoid sind: **Masonit** (Jackson, 1840), **Sismondin** (Delesse, 1843), **Newportit** (Shepard, 1852), **Venasquit** (Boubée, 1857), **Bliabergsit** (Igelström, 1896); identisch mit Ottrelith ist **Salmit** (Prost, 1883).

<sup>1)</sup> L. B. Halferdahl, *Journ. Petr.* **2**. 1961. 49 (Struktur, Gitterkonstanten für Chloritoid von Chibougamau, Quebec). — Vgl. L. van der Plas, Th. Hügi, M. H. Mladeck & E. Niggli, *Schweiz. Min. Petr. Mitt.* **38**. 1958. 237.

<sup>2)</sup> F. W. Harrison & G. W. Brindley, *Acta Cryst.* **10**. 1957. 77 (Struktur, Gitterkonstanten für Chloritoid von Ile de Croix). — Vgl. J. H. Milne, *Am. Min.* **34**. 1949. 442. — A. Hietanen, *Am. Min.* **36**. 1951. 859. — L. B. Halferdahl, 1961, l. c. — Ferner H. G. Bachmann, *Z. Krist.* **108**. 1956. 145 (Dehydratation).

11. Murmanit-Reihe. Glimmerartig vollkommene Spaltbarkeit nach (100).

**Murmanit** Na<sub>2</sub>MnTi<sub>3</sub>[SiO<sub>4</sub>]<sub>4</sub> · 8 H<sub>2</sub>O Triklin

(Fersman, 1923)

$$a_0 = 5.40 \quad b_0 = 7.00 \quad c_0 = 12.37^1)$$

$$a_0 : b_0 : c_0 = 0.771 : 1 : 1.767$$

$$\alpha = 101^\circ \quad \beta = 94^\circ \quad \gamma = 90^\circ$$



- Lomonossowit**  $\text{Na}_2\text{MnTi}_3[\text{SiO}_4]_4 \cdot 2 \text{Na}_3\text{PO}_4$  Triklin  
(Gerasimovsky, 1941)  $a_0 = 5.4$   $b_0 = 7.03$   $c_0 = 14.3^1$   
 $a_0:b_0:c_0 = 0.768:1:2.034$   
 $\alpha = 100^\circ$   $\beta = 96^\circ$   $\gamma = 90^\circ$
- $\beta$ -**Lomonossowit**  $\text{Na}_2\text{MnTi}_3[\text{SiO}_4]_4 \cdot \text{Na}_3\text{H}_3(\text{PO}_4)_2$   
(Gerasimovsky & Kazakova, 1962\*) Triklin  
 $a_0 = 5.28$   $b_0 = 7.05$   $c_0 = 14.50^1$   
 $a_0:b_0:c_0 = 0.750:1:2.057$   
 $\alpha = 102^\circ 24'$   $\beta = 96^\circ 50'$   $\gamma = 90^\circ$
- Epistolit**  $(\text{Na}, \text{Ca})(\text{Nb}, \text{Ti}, \text{Mg}, \text{Fe}, \text{Mn})[\text{OH}|\text{SiO}_4]$   
(Böggild, 1900) Monoklin-prismatisch  
 $a:b:c = 0.803:1:1.206$   $\beta = 105^\circ 15'^2$

Wenig bekannt ist **Kurumsakit** (Ankinowitsch, 1954),  $(\text{Zn}, \text{Ni}, \text{Cu})\text{Al}_8[(\text{VO}_4)_2|\text{SiO}_4]_5 \cdot 27 \text{H}_2\text{O}$ , wahrscheinlich orthorhombisch<sup>3</sup>).

\*) Metalomonossowit, Semenov, Organova & Kucharchik, 1961.

<sup>1</sup>) E. I. Semenov, N. I. Organova & M. V. Kucharchik, *Kristallografiya* **6**. 1961. 925. — Vgl. N. V. Belov & N. I. Organova, *Geochemistry* (engl. Übersetzung) 1962. 4. — A. D. Khalilov & E. S. Makarov, *Geochemistry* (engl. Übersetzung) 1963. 698.

<sup>2</sup>) O. B. Böggild, *Z. Krist.* **34**. 1901. 682. — Nach Semenov, Organova & Kucharchik, 1961, l. c., triklin,  $a_0 = 5.41$ ,  $b_0 = 7.12$ ;  $c_0$ ,  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  nicht bestimmt.

<sup>3</sup>) E. A. Ankinowitsch, *Isw. Kasakst. SSR, Geol. Ser.* **18**. 1954. 116.

### Nesosilikate mit $\text{BO}_3$ -Dreiecken bzw. $\text{BO}_4$ -Tetraedern usw.

12.) Datolith-Gruppe. Homöotypie. Im Datolith werden die  $\text{SiO}_4$ -Tetraeder durch  $\text{BO}_3\text{OH}$ -Tetraeder zu Schichten parallel  $c(001)$  mit ähnlicher Struktur wie im Apophyllit verbunden, doch wirkt sich dies weder in der Morphologie noch in der Spaltbarkeit aus. Datolith kann somit nicht als „Schichtsilikat“ angesprochen werden. — Isotypie Datolith — Herderit  $\text{CaBe}[\text{F}|\text{PO}_4]$ .

- Datolith**  $\text{CaB}^{14}[\text{OH}|\text{SiO}_4]$  Monoklin-prismatisch  $\text{C}_{2h}^5 - \text{P} 2_1/a$   
(Esmark, 1806)  $a_0 = 9.66$   $b_0 = 7.64$   $c_0 = 4.83^1$   
 $a_0:b_0:c_0 = 1.264:1:0.632$   $\beta = 90^\circ 09'$   
 $Z = 4$
- Homilit**  $\text{Ca}_2\text{FeB}_2[\text{O}|\text{SiO}_4]_2$  Monoklin-prismatisch  $\text{C}_{2h}^5 - \text{P} 2_1/a$   
(Paikjull, 1876)  $a_0 = 9.67$   $b_0 = 7.57$   $c_0 = 4.74^2$   
 $a_0:b_0:c_0 = 1.277:1:0.626$   $\beta = 90^\circ 22'$
- Gadolinit**  $\text{Y}_2\text{FeBe}_2[\text{O}|\text{SiO}_4]_2$  Monoklin-prismatisch  $\text{C}_{2h}^5 - \text{P} 2_1/a$   
(Klaproth, 1800)  $a_0 = 9.89$   $b_0 = 7.55$   $c_0 = 4.66^3$   
 $a_0:b_0:c_0 = 1.310:1:0.617$   
 $\beta = 90^\circ 33\frac{1}{2}'$   $Z = 2$

Das im Homilit und Gadolinit gegenüber Datolith zusätzlich vorhandene Fe — bei gleichen metrischen Konstanten — weist auf eine Homöotypie unter Besetzung vakanter Gitterorte hin.

**Bakerit** (Giles, 1903) ist eine Varietät von Datolith, in welcher ca.  $\frac{1}{4}$  der  $\text{SiO}_4$ -Tetraeder durch  $\text{BO}_3\text{OH}$  ersetzt sind<sup>1a)</sup>;  $a_0 = 9.60$ ,  $b_0 = 7.60$ ,  $c_0 = 4.82$ ,  $\beta = 90^\circ 12' 11''$ .

<sup>1)</sup> B. Goßner & F. Mußgnug, Z. Krist. **70**. 1936. 171. — T. Ito & H. Mori, Acta Cryst. **6**. 1953. 24 (Struktur). — P. W. Pavlov & N. V. Belov, Doklady Akad. Wiss. USSR **114**. 1957. 884 (Struktur).

<sup>1a)</sup> Ch. Palache, H. Berman & C. Frondel, Dana **2**. 1951. 363. — H. Kramer & R. D. Allen, Am. Min. **41**. 1956. 689. — <sup>1b)</sup> J. Murdoch, Am. Min. **47**. 1962. 919.

<sup>2)</sup> Ch. Tennyson 1956 (Homilit von Brevig, Norwegen).

<sup>3)</sup> R. L. Parker, F. de Quervain & E. Brandenberger, Schweiz. Min. Petr. Mitt. **20**. 1940. 11. — P. W. Pavlov & N. V. Belov, 1957, l. c. (Struktur).

### 13.) Dumortierit-Grandidierit-Gruppe. Heterotypie.

<b>Kornerupin</b>	$\text{Mg}_4\text{Al}_6[(\text{O},\text{OH})_2 \text{BO}_4 (\text{SiO}_4)_4]$	Rhombisch-dipyramidal $D_{2h}$ (Lorenzen, 1884)	$a_0 = 13.68$ $b_0 = 15.95$ $c_0 = 6.68^1$ $a_0:b_0:c_0 = 0.858:1:0.419$ $Z = 4$
<b>Paintit</b>	$5\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{Ca}_2[(\text{Si}, \text{BH})\text{O}_4]$	Hexagonal $P6_322$ ( $P6_3/m$ , $P6_3$ ) (Claringbull & al., 1956)	$a_0 = 8.725$ $c_0 = 8.46$ $c_0/a_0 = 0.970$ $Z = 2^2$
<b>Dumortierit</b>	$(\text{Al}, \text{Fe})_7[\text{O}_3 \text{BO}_3 (\text{SiO}_4)_3]$	Rhombisch-dipyramidal $D_{2h}^{16}$ —Pemm (Gonnard, 1881)	$a_0 = 11.79$ $b_0 = 20.21$ $c_0 = 4.70^3$ $a_0:b_0:c_0 = 0.583:1:0.233$ $Z = 4$
<b>Serendibit</b>	$(\text{Ca}, \text{Mg})_5(\text{AlO})_5[\text{BO}_3 (\text{SiO}_4)_3]$	Triklin (Prior & Coomaraswamy, 1902)	
<b>Grandidierit</b>	$(\text{Mg}, \text{Fe})\text{Al}_3[\text{O} \text{BO}_4 \text{SiO}_4]$	Orthorhombisch (Lacroix, 1902)	$a_0 = 10.88$ $b_0 = 10.335$ $c_0 = 5.76^{3a)}$ $a_0:b_0:c_0 = 1.053:1:0.557$ $Z = 4$
<b>Howlith</b>	$\text{Ca}_2[(\text{BOOH})_5 \text{SiO}_4]$	Monoklin-prismatisch $C_{2h}^6$ — $P2_1/c$ (Dana, 1868)	$a_0 = 12.93$ $b_0 = 9.34$ $c_0 = 8.60^4$ $a_0:b_0:c_0 = 1.384:1:0.921$ $\beta = 104^\circ 50'$
<b>Garrelsit</b>	$(\text{Ba}, \text{Ca})_2[(\text{BOOH})_3 \text{SiO}_4]$	Monoklin $C_{2h}^6$ — $A2/a$ ( $C_s^4$ — $Aa$ ) (Milton & al., 1955)	$a_0 = 13.43$ $b_0 = 8.45$ $c_0 = 14.61^5$ $a_0:b_0:c_0 = 1.589:1:1.729$ $\beta = 114^\circ 19'$ $Z = 8$

**Melanocerit** (Brögger, 1887), ungefähr  $\text{Na}_4\text{Ca}_{16}(\text{Y}, \text{La})_3(\text{Zr}, \text{Ce})_6[\text{F}_{12}|(\text{BO}_3)_3|(\text{SiO}_4)_{12}]$ , kristallisiert hexagonal ( $c/a = 1.2554$ ). **Karyocerit** (Brögger, 1890) ist dem Melanocerit ähnlich, besitzt aber einen höheren Th-Gehalt ( $c/a = 1.1845$ ).

<sup>1)</sup> M. H. Hey, B. W. Anderson & C. J. Payne, Min. Mag. **26**. 1941. 119. — J. P. Girault, Am. Min. **37**. 1952. 531. — B. Goßner & F. Mußgnug (1928) fanden für „Prismatin“ von

Waldheim etwas größere Gitterkonstanten. Die Formel ist nach Hey und Mitarbeitern  $(Al, Fe^{3+})_{20}(Mg, Fe^{2+})_{20}(Si, B, Al)_{18}O_{86}$  mit  $Z = 1$ . — H. Moenke, Silikattechnik **13**. 1962. 287 (Ultrarot-Nachweis von B in tetraedrischer Koordination). — Vgl. 3a).

<sup>2)</sup> G. F. Claringbull, M. H. Hey & C. J. Payne, Min. Mag. **31**. 1957. 420.

<sup>3)</sup> G. F. Claringbull & M. H. Hey, Min. Mag. **31**. 1958. 901.

<sup>3a)</sup> D. McKie, Min. Mag. **34**. 1965. 346 (Grandidierit von Sakatelo, Madagaskar).

<sup>4)</sup> J. Murdoch, Am. Min. **42**. 1957. 521. — H. Moenke, Silikattechnik **13**. 1962. 287 (Ultrarot-Nachweis von B in Dreier- und Viererkoordination).

<sup>5)</sup> Ch. Milton, J. M. Axelrod & F. S. Grimaldi, Am. Min. Soc. Progr. 1955. 73 A. C. L. Christ, Am. Min. **44**. 1959. 176 (Strukturverwandtschaft mit Datolith?).

### Familie der Uranyl-Silikate

Es handelt sich um Metall-Uranyl-Silikate mit  $UO_2:SiO_2 = 2:2$  in der Uranophan-Gruppe, mit  $UO_2:SiO_2 = 2:3$  in der Weeksitgruppe.

14.) Uranophan-( $\beta$ -Uranophan)-Gruppe.  $UO_2:SiO_2 = 2:2$ .

Die Mineralien der Uranophangruppe, mit sehr guter Spaltbarkeit nach  $a(100)$  und Längserstreckung nach  $b[010]$ , besitzen parallel (100) Schichten  $[UO_2 | SiO_4]^{2-}$ , die aus linearen  $UO_2$ -Ionen und  $SiO_4$  Tetraedern aufgebaut sind und die mit den Nachbarschichten durch  $Mg^{2+}$ ,  $Cu^{2+}$ ,  $Ca^{2+}$  usw. verknüpft werden<sup>2)</sup>. Während die Dimensionen innerhalb der Schichten sehr konstant sind ( $b_0 \sim 7.0$ ,  $c_0 \sim 6.6$ ), variieren die Schichtabstände  $d_{(100)}$  in Abhängigkeit von den Kationen und dem Wassergehalt.

**Sklodowskit**  $MgH_2[UO_2 | SiO_4]_2 \cdot 5 H_2O$  Monoklin-prismatisch  $C_{2h}^3 - C2/m$   
(Schoep, 1924)  $a_0 = 17.28$   $b_0 = 7.03$   $c_0 = 6.56^1$   
 $a_0:b_0:c_0 = 2.458:1:0.934$   
 $\beta = 105^\circ 53'$   $Z = 2$

**Cuprosklodowskit**  $CuH_2[UO_2 | SiO_4]_2 \cdot 5 H_2O$  Orthorhombisch (?)  
(Buttgenbach, 1933)  $a_0 = -$   $b_0 = 7.24$   $c_0 = -^2$

**Uranophan**  $CaH_2[UO_2 | SiO_4]_2 \cdot 5 H_2O$  Monoklin  $C_2^2 - P2_1$   
(Websky, 1853)  $a_0 = 15.97$   $b_0 = 7.07$   $c_0 = 6.68^3$   
 $a_0:b_0:c_0 = 2.259:1:0.945$   
 $\beta = 97^\circ 15'$   $Z = 2$

$\beta$ -**Uranophan**  $CaH_2[UO_2 | SiO_4]_2 \cdot 5 H_2O$  Monoklin-prismatisch  $C_{2h}^5 - P2_1/c$   
(nach Nováček, 1935)  $b_0 = 15.55$   $c_0 = 2 \times 7.005$   $a_0 = 6.64^4$   
 $b_0:c_0/2:a_0 = 2.220:1:0.948$   
 $\beta = 91^\circ$   $Z = 4$

**Kasolit**  $Pb_2[UO_2 | SiO_4]_2 \cdot 2 H_2O$  Monoklin-prismatisch  $C_{2h}^5 - P2_1/a$   
(Schoep, 1921)  $a_0 = 13.31$   $b_0 = 7.02$   $c_0 = 6.72^5$   
 $a_0:b_0:c_0 = 1.896:1:0.957$   
 $\beta = 104^\circ 42'$   $Z = 4$

**Boltwoodit** (Frondel & Ito, 1956), etwa  $K_2H_2[UO_2 | SiO_4]^{2-} \cdot 4 H_2O$ , gibt ein ähnliches Pulverdiagramm wie Sklodowskit und Kasolit<sup>6)</sup>, **Bariumuranophan**

scheint das Ba-Analogon zu  $\beta$ -Uranophan zu sein<sup>7</sup>); **Orlit**<sup>8</sup>) (Melkov & Sergejev, 1951), ein Blei-Uranyl-Silikat, soll gleichfalls mit Kasolit verwandt sein.

<sup>1</sup>) D. H. Gorman, *Canad. Min.* **6**. 1957. 52.

<sup>2</sup>) V. Billiet, *Natuurw. Tijdschr.* **18**. 1936. 284.  $b_0$  = Nadelachse.

<sup>3</sup>) D. K. Smith, J. W. Gruner & W. N. Lipscomb, *Am. Min.* **42**. 1957. 594 (Struktur). — D. H. Gorman & E. W. Nuffield, *Am. Min.* **40**. 1955. 634.

<sup>4</sup>) D. H. Gorman & E. W. Nuffield, 1955, l. c.

<sup>5</sup>) V. Billiet & W. F. de Jong, *Natuurw. Tijdschr.* **18**. 1936. 261.

<sup>6</sup>) R. M. Honea, *Am. Min.* **46**. 1961. 12.

<sup>7</sup>) L. N. Belova, 2. *Internat. Atomenergie. Conf. Genf*, 1958.

<sup>8</sup>) Ausstellung der USSR-Delegation in Genf 1955 (Ref. *Am. Min.* **41**. 1956. 816).

### 15.) Weeksit-Gruppe. $\text{UO}_2:\text{SiO}_2 = 2:3$ .

In der hier gewählten Aufstellung von Weeksit liegt ebenso wie bei den Uranophan-Mineralien eine nadelige Ausbildung nach  $b[010]$  vor;  $b_0$  und  $c_0$  sind gegenüber Uranophan verdoppelt. Haiweeit zeigt wie die Uranophanmineralien gute Spaltbarkeit nach  $a(100)$ ; alle drei Gitterkonstanten stimmen hier mit denen von Uranophan praktisch überein.

Das Verhältnis  $\text{UO}_2:\text{SiO}_2$  ist 2:3; nach Vorwegnahme des  $\text{UO}_2$  bleibt das Verhältnis  $\text{Si}:\text{O}:\text{OH}:\text{H}_2\text{O} = 6:13:4:2$  oder  $\text{Si}:(\text{O} + \text{OH} + \text{H}_2\text{O}) = 6:19$ . Eine Silikatformel mit  $\text{Si}(\text{O}, \text{OH})_4$ -Inseln, wie für die Uranophanmineralien, würde 6:24 erfordern. Die Weeksitmineralien können also weder  $\text{SiO}_4$ -Inseln noch  $\text{Si}_2\text{O}_7$ -Gruppen aufweisen; welche größeren Komplexe vorliegen, ist noch unbekannt.

Synthetisch  $\text{Na}_2[(\text{UO}_2)_2 | (\text{Si}_2\text{O}_5)_3] \cdot 4 \text{H}_2\text{O}$

Pulverdiagramm ähnlich Weeksit<sup>1)</sup>

**Weeksit**  $\text{K}_2[(\text{UO}_2)_2 | (\text{Si}_2\text{O}_5)_3] \cdot 4 \text{H}_2\text{O}$  Rhombisch-dipyramidal  $D_{2h}^6$  — P $\bar{m}$ n  
(Outerbridge & al., 1960)

$a_0 = 35.88$   $b_0 = 2 \cdot 7.10$   $c_0 = 2 \cdot 7.13$

$a_0:b_0:c_0 = 2.516:1:0.996$   $Z = 16^2$

**Haiweeit**  $\text{Ca}[(\text{UO}_2)_2 | (\text{Si}_2\text{O}_5)_3] \cdot 4 \text{H}_2\text{O}$

(McBurney & Murdoch, 1959)

Monoklin  $C_{2h}^+$  — P $2/c$  (?)

$a_0 = 15.44$   $b_0 = 7.05$   $c_0 = 7.10^3$

$a_0:b_0:c_0 = 2.190:1:1.007$

$\beta = 107^\circ 52'$   $Z = 2$

**Ranquilit**  $\text{Ca}[(\text{UO}_2)_2 | (\text{Si}_2\text{O}_5)_3] \cdot 12 \text{H}_2\text{O}$  (?)

(Abeledo & al., 1960)

Orthorhombisch

$a_0 = 17.64$   $b_0 = 18.48$   $c_0 = 14.28^4$

$a_0:b_0:c_0 = 0.955:1:0.773$   $Z = 8$

Anhang:

**Soddyit**  $(\text{UO}_2)_{15}^{2+}[(\text{OH})_{20} | \text{Si}_6\text{O}_{17}] \cdot 8 \text{H}_2\text{O}$  (?)

(Schoep, 1922)

Rhombisch-dipyramidal  $D_{2h}^{24}$  — Fddd

$a_0 = 8.32$   $b_0 = 11.21$   $c_0 = 18.71^5$

$a_0:b_0:c_0 = 0.742:1:1.669$   $Z = 3$

„Gastunit“ (Haberlandt & Schiener, 1951) ist ein ungenügend beschriebenes Calcium-Uranyl-Silikat; „Gastunit“ (Honea, 1959) ist identisch mit Weeksit. — Es besteht die Ansicht, daß das Pulverdiagramm von Haiweeit möglicherweise einem Gemenge von Ranquilit und Weeksit entspricht<sup>6)</sup>. **Ursilit** (Chernikov & al., 1957) ist  $(Ca, Mg)_2[(UO_2)_2 | Si_5O_{14}] \cdot 9-10 H_2O$ , zitronengelb<sup>7)</sup>.

<sup>1) 2)</sup> W. F. Outerbridge, M. H. Staatz, R. Meyrowitz & A. M. Pommer, Am. Min. 45. 1960. 39. Hier  $b_0$  und  $c_0$  vertauscht.

<sup>3)</sup> T. C. McBurney & J. Murdoch, Am. Min. 44. 1959. 839.

<sup>4)</sup> M. J. de Abeledo, M. R. de Benyacar & E. E. Galloni, Am. Min. 45. 1960. 1078.

<sup>5)</sup> D. H. Gorman, Am. Min. 37. 1952. 386.

<sup>6)</sup> M. J. de Abeledo, M. R. de Benyacar & E. E. Galloni, Bull. Soc. Franç. Min. Crist. 85. 1962. 317.

<sup>7)</sup> A. A. Chernikov, O. V. Krumetskaya & V. D. Sidelnikova, Voprosi Geologii Urana, 1957.

## B.) Abteilung der Sorosilikate

(Mit offenen Gruppen von  $SiO_4$ -Tetraedern)

Ohne tetraederfremde Anionen:

### 1.) Thortveitit-Reihe. Isotypie.

<b>Thortveitit</b> (Schetelig, 1911)	$Sc_2[Si_2O_7]$	Monoklin-prismatisch $C_{2h}^3$ — $C2/m$ $a_0 = 6.57$ $b_0 = 8.60$ $c_0 = 4.75^1)$ $a_0 : b_0 : c_0 = 0.764 : 1 : 0.552$ $\beta = 103^\circ 08'$ $Z = 2$
<b>Thalenit</b> (Benedicks, 1898)	$Y_2[Si_2O_7]$	Monoklin Analoges Pulverdiagramm wie Thortveitit <sup>2)</sup>

Im Thortveitit ist Scandium z. T. durch Yttrium ersetzt, auch durch Hf, Zr<sup>1a)</sup>. **Yttrialith** (Hidden & Mackintosh, 1889) ist ein Thalenit mit 6–10% ThO<sub>2</sub><sup>3)</sup>. **Befanamit** (Lacroix, 1923) ist ähnlich Thortveitit.

<sup>1)</sup> W. H. Zachariasen, Z. Krist. 73. 1930. 1 (Struktur, SB. 2. 124). — D. W. J. Cruickshank, H. Lynton & G. A. Barclay, Acta Cryst. 15. 1962. 491 (Bestätigung der Struktur mit Bindungswinkel O-Si-O = 180°).

<sup>1a)</sup> H. Bjørlykke, Norsk. Geol. Tidsskr. 14. 1934. 211. — A. A. Levinson & R. A. Borup, Am. Min. 45. 1960. 712.

<sup>2)</sup> C. Frondel, priv. Mitt. 1954.

<sup>3)</sup> T. Ueda & S. Nishimura, Journ. Geol. Soc. Japan 60. 1954. 131.

### 2.) Melilith-Reihe. Tetragonal-skalenoedrisch, $D_{2d}^3$ — $P\bar{4}_21m$ . Isotypie.

Die unmittelbar vor der eckigen Klammer stehenden Kationen Mg, Al, Fe, Be, Zn sind tetraedrisch von O umgeben, so daß Tetraederschichten entstehen; somit könnte auch die Zuordnung zu den Phyllosilikaten erfolgen. Isotypie mit synthetischem  $Na_2Li[Be_2F_7]^{1a)}$ ,  $CaYAl[Al_2O_7]$ ,  $CaLaGa[Ga_2O_7]$  u. a. <sup>1b)</sup>.

<b>Akermanit</b>	$\text{Ca}_2\text{Mg}[\text{Si}_2\text{O}_7]$	$a_0 = 7.84$	$c_0 = 5.01$	$c_0/a_0 = 0.639$	$Z = 2^1)$
(Vogt, 1884)					
„Eisenakermanit“	$\text{Ca}_2\text{Fe}[\text{Si}_2\text{O}_7]$	Tetragonal <sup>2)</sup>			
<b>Gehlenit</b>	$\text{Ca}_2\text{Al}[(\text{Si}, \text{Al})_2\text{O}_7]$	$a_0 = 7.71$	$c_0 = 5.11$	$c_0/a_0 = 0.663$	$Z = 2^3)$
(Fuchs, 1815)					
<b>Melilith</b>	$(\text{Ca}, \text{Na})_2(\text{Al}, \text{Mg})[(\text{Si}, \text{Al})_2\text{O}_7]$				
(Delam�etherie, 1796)					
		$a_0 = 7.74$	$c_0 = 5.02$	$c_0/a_0 = 0.648$	$Z = 2^4)$
<b>Gugiait</b>	$\text{Ca}_2\text{Be}[\text{Si}_2\text{O}_7]$	$a_0 = 7.48$	$c_0 = 5.04$	$c_0/a_0 = 0.674$	$Z = 2^5)$
(Peng & al., 1962)					
<b>Hardystonit</b>	$\text{Ca}_2\text{Zn}[\text{Si}_2\text{O}_7]$	$a_0 = 7.85$	$c_0 = 5.00$	$c_0/a_0 = 0.637$	$Z = 2^6)$
(Wolff, 1899)					
„Strontiogehlenit“	$\text{Sr}_2\text{Al}[\text{AlSiO}_7]$	$a_0 = 7.82$	$c_0 = 5.27$	$c_0/a_0 = 0.674$	$Z = 2^7)$
(synthetisch)					

<sup>1)</sup> K. W. Andrews 1948, l. c.; G. Ervin & E. F. Osborn 1949, l. c.

<sup>2a)</sup> H. O'Daniel & L. Tscheischwili, N. Jb. Min. Mh. 1945/48. 65.

<sup>1b)</sup> A. Durif & F. Forrat, Bull. Soc. Franç. Min. Crist. **81**. 1958. 107.

<sup>2)</sup> Nur als Schlackenprodukt bekannt.

<sup>3)</sup> F. Raaz, Akad. Wiss. Wien **139**. 1930. 645, an synthet. Kristallen (Struktur). – Vgl. K. W. Andrews, Min. Mag. **28**. 1948. 374; G. Ervin & E. F. Osborn, Am. Min. **34**. 1949. 717. – Vgl. O. H. J. Christie, 1962, l. c. – H. Bauer, N. Jb. Min. Mh. 1962. 127.

<sup>4)</sup> B. E. Warren, Z. Krist. **74**. 1930. 131 (Struktur). Vgl. O. Weiß, W. Cochran & W. F. Cole, Acta Cryst. I. 1948. 83; J. W. Smith, Am. Min. **38**. 1953. 643.

<sup>5)</sup> Chi-Jui Peng, R.-L. Tsao & Z.-R. Zou, Scientia Sinica **11**. 1962. 977. – O. H. J. Christie, Norsk. Geol. Tidsskr. **42**. 1962. 1 (Synthesen, Gitterkonstanten von Mischungsmitgliedern).

<sup>6)</sup> B. E. Warren & O. R. Trautz, Z. Krist. **75**. 1930. 525 (Struktur, SB. 2. 146).

<sup>7)</sup> C. Brisi & F. Abbatisa, Ann. Chim. (Roma) **50**. 1960. 1061. – Vgl. O. H. J. Christi, 1962, l. c.

### 3.) Aminoffit-Melinophan-Gruppe. Homöotypie (?).

<b>Aminoffit</b>	$\text{Ca}_2(\text{Be}, \text{Al})[\text{Si}(\text{Si}, \text{Al})\text{O}_7] \cdot \text{H}_2\text{O} (?)$				
(Hurlbut, 1937)					
		Tetragonal-dipyramidal $D_{4h}^{17} - I4/mmm$			
		$a_0 = 13.8$	$c_0 = 9.8$	$c_0/a_0 = 0.71$	$Z = 12^1)$
<b>Melinophan</b>	$(\text{Ca}, \text{Na})_2(\text{Be}, \text{Al})[\text{Si}_2\text{O}_6\text{F}]$				
(Scheerer, 1852)					
		Tetragonal ( $S_4^1 - P\bar{4}$ oder $D_{2d}^3 - P\bar{4}2_1m$ )			
		$a_0 = 10.60$	$c_0 = 9.90$	$c_0/a_0 = 0.934$	$Z = 8$
		$a'_0 = \frac{1}{2}a_0\sqrt{2} = 7.49$	$c'_0 = \frac{1}{2}c_0 = 4.95^2)$		
		$c'_0/a'_0 = 0.661$	$Z' = 2$		
<b>Leukophan</b>	$(\text{Ca}, \text{NaH})_2\text{Be}[\text{Si}_2\text{O}_6(\text{OH}, \text{F})] (?)$				
(Esmark, 1840)					
		Rhombisch-disphenoidisch ( $D_2^3 - P2_12_12 ?$ )			
		$a_0 = b_0 = 7.39$	$c_0 = 9.98^2)$		
		$a_0 : b_0 : c_0 = 1 : 1 : 1.350$	$Z = 4$		

Anhang:

**Bavenit**  $\text{Ca}(\text{BeH}_2, \text{AlH}, \text{Si})[\text{Si}_2\text{O}_7]$  Orthorhombisch  $D_{2h}^{17}$ —Cemm oder  
(Artini, 1901)  $D_{2v}^{12}$ —Ccm  $2_1$

$$a_0 = 4.95 \quad b_0 = 2 \times 11.53 \quad c_0 = 2 \times 9.67^3)$$

$$a_0 : b_0 : c_0 = 0.215 : 1 : 0.839 \quad Z = 4$$

**Barylith**  $\text{BaBe}_2[\text{Si}_2\text{O}_7]$  Orthorhombisch  $D_{2h}^{16}$ —Pcmm (oder  $D_{2h}^5$ —Pcmm)  
(Blomstrand, 1876)

$$a_0 = 4.64 \quad b_0 = 11.63 \quad c_0 = 9.81^4)$$

$$a_0 : b_0 : c_0 = 0.399 : 1 : 0.843 \quad Z = 4$$

Es besteht offenbar eine gewisse Verwandtschaft zu den Mineralien der Melilith-Reihe, z. B. ist  $c_0$  in der Melilith-Reihe  $\sim 5.0$ . in der Aminoffit . . .-Gruppe  $\sim 10.0$  Å.

<sup>1)</sup> C. S. Hurlbut, Geol. Fören. Förh. **59**. 1937. 290.

<sup>2)</sup> W. H. Zachariassen, Norsk. Geol. Tidsskr. **12**. 1931. 577.

<sup>3)</sup> G. F. Claringbull, Min. Mag. **25**. 1940. 495 (hier  $a_0$  und  $c_0$  vertauscht). — Ch. Tennyson, N. Jb. Min. **94**. 1960. 1253 (Bestätigung der Verdoppelungen, Raumgruppen). — G. Fagnani, Rend. Soc. Min. Ital. **18**. 1962. 53 (Wasserabgabe erst bei 950 °C).

<sup>4)</sup> E. R. Ygberg, Geol. Fören. Förh. **63**. 1941. 394. — J. C. Smith, Am. Min. **41**. 1956. 512.

4.) Rankinit-Barysilit-Gruppe. Heterotypie. Dimorphie Rankinit-Kilchoanit.

**Rankinit**  $\text{Ca}_3[\text{Si}_2\text{O}_7]$  Monoklin-prismatisch  $C_{2h}^5$ — $P2_1/a$   
(Tilley, 1942)

$$a_0 = 10.55 \quad b_0 = 8.88 \quad c_0 = 7.85^1)$$

$$a_0 : b_0 : c_0 = 0.842 : 1 : 0.884$$

$$\beta = 120^\circ 06' \quad Z = 4$$

**Kilchoanit**  $\text{Ca}_3[\text{Si}_2\text{O}_7]$  Orthorhombisch  $D_{2v}^{28}$ —Imam  
(Agrell & Gay, 1961) ( $C_{2v}^{22}$ —Ima 2)

$$a_0 = 11.42 \quad b_0 = 5.09 \quad c_0 = 21.95^2)$$

$$a_0 : b_0 : c_0 = 2.244 : 1 : 4.312 \quad Z = 8$$

Die Gitterkonstanten von Kilchoanit sind ähnlich Astrophyllit.

**Barysilit**  $\text{Pb}_3[\text{Si}_2\text{O}_7]$  Rhomboedrisch  
(Sjögren & Lindström, 1888)  $a_0 = 8.46 \quad c_0 = 38.3^{2a)}$

**Scherbakovit** (Eskova & Kazakova, 1954),  $(\text{K}, \text{Na}, \text{Ba})_3(\text{Ti}, \text{Nb})_2[\text{Si}_2\text{O}_7]_2$ , kristallisiert orthorhombisch mit  $a:b:c = 0.70:1:1.2^3)$ , **Batisit** (Kravchenko & Vlasova, 1959),  $\text{Na}_2\text{BaTi}_2[\text{Si}_2\text{O}_7]_2$ , ist isotyp mit Scherbakovit,  $a_0 = 10.43$ ,  $b_0 = 13.89$ ,  $c_0 = 8.08^4)$ . **Nenadkewitschit** (Kuzmenko & Kazakova, 1955),  $(\text{Na}, \text{K}, \text{Ca})(\text{Nb}, \text{Ti})[\text{Si}_2\text{O}_7] \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$ , ist orthorhombisch<sup>5)</sup>, **Keldyshit** (Gerasimovskii, 1962),  $\text{Na}_2\text{Zr}[\text{Si}_2\text{O}_7]$ , ist optisch zweiachsig<sup>6)</sup>.

<sup>1)</sup> K. M. Moody, Min. Mag. **30**. 1953. 79.

<sup>2)</sup> S. O. Agrell & P. Gay, Nature **189**. 1961. 743.

<sup>2a)</sup> F. P. Glasser, Am. Min. **49**. 1964. 1485 (Z = 3 für  $\text{Pb}_4\text{MnSi}_3\text{O}_{11}$ ).

<sup>3)</sup> E. M. Eskova & M. E. Kazakova, Doklady Akad. Nauk. USSR **99**. 1954. 837.

<sup>4)</sup> S. M. Kravchenko, E. V. Vlasova & N. G. Pinevich, Doklady Akad. Nauk. USSR. **133**. 1960. 657.

<sup>5)</sup> M. V. Kuzmenko & M. E. Kazakova, Doklady Akad. Nauk. USSR **100**. 1955. 1159.

<sup>6)</sup> V. I. Gerasimovskii, Doklady Akad. Nauk. USSR. **142**. 1962. 916.

## Mit tetraederfremden Anionen:

## 5.) Lawsonit-Ilvait-Gruppe. Homöotypie.

• <b>Lawsonit</b>	$\text{CaAl}_2[(\text{OH})_2   \text{Si}_2\text{O}_7] \cdot \text{H}_2\text{O}$	Rhombisch-pyramidal $D_{2h}^{17}$ — Ccmm
(Ransome, 1895)		$a_0 = 8.90$ $b_0 = 5.76$ $c_0 = 13.33^1)$
		$a_0 : b_0 : c_0 = 1.545 : 1 : 2.314$ $Z = 4$
• <b>Ilvait</b>	$\text{CaFe}_2^{\text{II}}\text{Fe}^{\text{III}}[(\text{OH}   \text{O}   \text{Si}_2\text{O}_7]$	Rhombisch-dipyramidal $D_{2h}^{16}$ — Pcmn
(Steffens, 1811)		$a_0 = 8.84$ $b_0 = 5.87$ $c_0 = 13.10^2)$
		$a_0 : b_0 : c_0 = 1.506 : 1 : 2.232$ $Z = 4$

Ilvait und Lawsonit besitzen eigenartigerweise gleiche Gitterkonstanten; es sieht so aus, als ob ein Ersatz von  $\text{Fe}_2^{\text{II}}\text{Fe}^{\text{III}}\text{OH}$  durch  $2(\text{Al} \cdot \text{H}_2\text{O})$  stattgefunden habe<sup>3)</sup>.  $a_0$  und  $b_0$  sind zudem genau so groß wie die entsprechenden Gitterkonstanten in der Epidotgruppe. Im Ilvait sind MnO-Gehalte bis ca. 10% vorhanden.

<sup>1)</sup> F. E. Wickman, Ark. Kem. Min. Geol. **25**. 1947. 1 (Struktur mit  $\text{Si}_2\text{O}_7$ -Gruppen, SR. **11**. 460). — Vgl. B. Goßner & F. Mußgnug, Zbl. Min. 1931. 419. — A. Pabst, Z. Krist. **112**. 1959. 53; **115**. 1961. 307. — Vgl. I. M. Rumanova & T. I. Skipetrova, Doklady Akad. Nauk. USSR. **124**. 1959. 324 (Strukturverbesserung, Raumgruppe).

<sup>2)</sup> B. Goßner & Ch. Reichel, Zbl. Min. 1932. 225. — P. Kokkoros, Naturwiss. **24**. 1936. 619. — Manganhaltiger Ilvait hat nach I. Gramling-Mende  $a_0 = 8.84$ ,  $b_0 = 5.88$ ,  $c_0 = 13.15$  (Zbl. Min. 1942. 107). — T. Ito, X-Ray-Studies on Polymorphism, Tokio 1950. 151 (Struktur mit  $\text{SiO}_4$ -Inseln, SR. **11**. 463). — N. V. Belov & V. I. Mokeeva, Akad. Wiss. USSR. **9**. 1954. 47 (Struktur mit  $\text{Si}_2\text{O}_7$ -Gruppen).

<sup>3)</sup> H. Strunz, Z. Krist. **96**. 1937. 504 (Homöotypie).

## 6.) Cuspidin-Tilleyit-Gruppe.

• <b>Cuspidin</b>	$\text{Ca}_4[(\text{F}, \text{OH})_2   \text{Si}_2\text{O}_7]$	Monoklin-prismatisch $C_{2h}^5$ — $P2_1/a$
(Scacchi, 1876)		$a_0 = 10.85$ $b_0 = 10.43$ $c_0 = 7.55^1)$
		$a_0 : b_0 : c_0 = 1.040 : 1 : 0.724$
		$\beta = 110^\circ 04'$
• <b>Rustumit</b>	$\text{Ca}_4[(\text{OH})_2   \text{Si}_2\text{O}_7]$	Monoklin-prismatisch $C_{2h}^6$ — $C2/c$
(Agrell, 1965)		$a_0 = 15.51$ $b_0 = 18.55$ $c_0 = 7.62^2)$
		$a_0 : b_0 : c_0 = 0.836 : 1 : 0.411$
		$\beta = 104^\circ 20'$ $Z = 10$
<b>Tilleyit</b>	$\text{Ca}_5[(\text{CO}_3)_2   \text{Si}_2\text{O}_7]$	Monoklin-prismatisch $C_{2h}^5$ — $P2_1/a$
(Larsen & Dunham, 1933)		$a_0 = 15.02_5$ $b_0 = 10.27$ $c_0 = 7.63^3)$
		$a_0 : b_0 : c_0 = 1.463 : 1 : 0.743$
		$\beta = 105^\circ 50'$ $Z = 4$
$\equiv$ <b>Foshallisit</b>	$\text{Ca}_3[\text{Si}_2\text{O}_7] \cdot 3 \text{H}_2\text{O}$	Orthorhombisch oder monoklin
(Chirvinsky, 1936)		



**Harstigit** (Flink, 1886), ungefähr  $(\text{Ca}, \text{Mn}, \text{Mg})_3\text{Al}_2[(\text{OH})_4 | (\text{Si}_2\text{O}_7)_3]$ , orthorhombisch mit  $a:b:c = 0.7141:1:1.0149$  und **Grothit** (Zambonini, 1913), ein Silikat von Al, Ca und Mn, orthorhombisch mit  $a:b:c = 0.4575:1:0.8484$ , sollen nach Groth und Mieleitner miteinander verwandt sein.

<sup>1)</sup> R. F. Smirnova, I. M. Rumanova & N. V. Belov, Mem. Soc. Russe Min. **34**. 1955. 159 (Struktur;  $\text{Si}_2\text{O}_7$ -Gruppen mit Längserstreckung parallel  $c_0 = 7.55$ ).

<sup>2)</sup> S. O. Agrell, Min. Mag. **34**. 1965. 1.

<sup>3)</sup> J. V. Smith, Acta Cryst. **6**. 1953. 9 (Struktur).

### 7.) Hemimorphit-Klinoedrit-Gruppe. Homöotypie.

<b>Hemimorphit</b>	$\text{Zn}_4[(\text{OH})_2   \text{Si}_2\text{O}_7] \cdot \text{H}_2\text{O}$	Rhombisch-pyramidal $C_{2v}^{20}$ —Imm 2
(Kenngott, 1853)		$a_0 = 10.72$ $b_0 = 8.40$ $c_0 = 5.12^{1)}$
(Kieselzinkerz)		$a_0:b_0:c_0 = 1.276:1:0.610$ $Z = 2$
<b>Klinoedrit</b>	$\text{Ca}_2\text{Zn}_2[(\text{OH})_2   \text{Si}_2\text{O}_7] \cdot \text{H}_2\text{O}$	Monoklin-domatisch
(Penfield & Foote, 1898)		$a_0 = 5.43$ $b_0 = 15.94$ $c_0 = 5.24^2)$
		$a_0:b_0:c_0 = 0.341:1:0.329$
		$\beta = 103^\circ 56'$ $Z = 2$

Die Gitterkonstanten von Hemimorphit und Klinoedrit zeigen enge gegenseitige Beziehungen:  $a_0\text{H.} \sim 2a_0\text{K.}$ ,  $b_0\text{H.} \sim \frac{1}{2}b_0\text{K.}$ ,  $c_0\text{H.} \sim c_0\text{K.}$  In der Aufstellung von Hemimorphit wurde ein Austausch der Achsen a und b vorgenommen, so daß jetzt die tafelige Ausbildung parallel a(100), die optische Achsenebene parallel b(010) verläuft. Die Struktur von Klinoedrit ist unbekannt, obige Strukturformel also nicht ganz gesichert.

Beim Erhitzen verliert Hemimorphit bei 550 °C das molekulare Wasser ohne wesentliche Änderung der Struktur, bei 725–760 °C das Hydroxylwasser unter Umwandlung in  $\beta\text{-Zn}_2\text{SiO}_4$ ; bei 960 °C entsteht Willemit ( $\alpha\text{-Zn}_2\text{SiO}_4$ ); in beiden Fällen mit gesetzmäßiger Orientierung zur Ausgangsstruktur<sup>1a)</sup>.

<sup>1)</sup> T. Ito & J. West, Z. Krist. **33**. 1932. 1 (Struktur, SB. 2. 125). — G. A. Barclay & E. G. Cox, Z. Krist. **113**. 1960. 23 (Struktur mit  $\angle \text{Si-O-Si} = 133^\circ$ ).

<sup>1a)</sup> H. F. W. Taylor, Am. Min. **47**. 1962. 932.

<sup>2)</sup> H. Strunz, Min. Tab. 1941. 182.

### 8.) Astrophyllit-Reihe. Isotypie.

<b>Astrophyllit</b>	$(\text{K}_2, \text{Na}_2, \text{Ca}) (\text{Fe}^{2+}, \text{Mn})_4(\text{Ti}, \text{Zr})[\text{OH}   \text{Si}_2\text{O}_7]_2$	
(Scheerer, 1854)		Triklin-pseudomonoklin
		$a_0 = 11.72$ $b_0 = 5.41$ $c_0 = 21.14^1)$
		$a_0:b_0:c_0 = 2.166:1:3.908$
		$\alpha = 90^\circ$ $\beta = 89^\circ$ $\gamma = 102^\circ 30'$ $Z = 4$
<b>Kupletskit</b>	$(\text{K}_2, \text{Na}_2, \text{Ca}) (\text{Mn}, \text{Fe}^{2+})_4(\text{Ti}, \text{Zr})[\text{OH}   \text{Si}_2\text{O}_7]_2$	
(Semenov, 1956)		Triklin
		Isotyp mit Astrophyllit <sup>2)</sup>

**Niobophyllit**  $(K, Na)(Fe, Mn)_4(Nb, Ti)[(OH, F) | Si_2O_7]_2$ 

(Nickel &amp; al., 1964)

Triklin

$$a_0 = 11.88 \quad b_0 = 5.39 \quad c_0 = 21.16^3)$$

$$a_0 : b_0 : c_0 = 2.204 : 1 : 3.926$$

$$\alpha = 87.7^\circ \quad \beta = 95.2^\circ \quad \gamma = 103.2^\circ$$

Nach einer vorläufigen Mitteilung besteht die Struktur von Astrophyllit aus  $SiO_4$ -Tetraedern und  $TiO_6$ -Oktaedern, die gemeinsam Schichten bilden<sup>1a)</sup>; danach wäre Astrophyllit an den Schluß der Nesosilikate zu stellen. Ebene der vollkommenen Spaltbarkeit für Astrophyllit ist (001).

Anhang:

• **Labuntsovit**  $(K, Na, Ba)(Ti, Nb) [(Si, Al)_2(O, OH)_7]_3 \cdot H_2O$ 

(Semenov &amp; Burova, 1955)

Monoklin-prismatisch

$$a_0 = 15.57 \quad b_0 = 13.75 \quad c_0 = 14.27^4)$$

$$a_0 : b_0 : c_0 = 1.132 : 1 : 1.038$$

$$\beta = 117^\circ$$

<sup>1)</sup> B. Goßner & E. Reindl, Zbl. Min. 1934. 161 (Winkel nach P. J. Woodrow, 1963).<sup>1a)</sup> P. J. Woodrow, Acta Cryst. 16. 1963. A 16. — Vgl. Peng & Ma, Scientia Sinica 12. 1963. 272 ( $C_{2h}^3$ -A2/m, Struktur mit  $(Si_4O_{12})_\infty$ -Ketten).<sup>2)</sup> E. I. Semenov, Doklady Akad. Wiss. USSR 108. 1956. 933 (isotyp mit Astrophyllit).<sup>3)</sup> E. H. Nickel, J. F. Rowland & D. J. Charette, Canad. Min. 8. 1964. 40 (dies ist eine A-zentrierte Zelle, die primitive Zelle hat  $a_0 = 5.39$ ,  $b_0 = 11.88$ ,  $c_0 = 11.66$ ,  $\alpha = 113.1^\circ$ ,  $\beta = 94.5^\circ$ ,  $\gamma = 103.1^\circ$ ).<sup>4)</sup> E. I. Semenov & T. A. Burova, Doklady Akad. Wiss. USSR. 101. 1955. 1113.

## 9.) Wöhlerit-Lävenit-Gruppe. Homöotypie.

**Wöhlerit**  $Ca_2NaZr[(F, OH, O)_2 | Si_2O_7]$ 

(Scheerer, 1843)

Monoklin  $C_{2h}^2$ —P2<sub>1</sub>/m (oder  $C_2^2$ —P2<sub>1</sub>?)

$$a_0 = 10.82 \quad b_0 = 10.28 \quad c_0 = 7.27^1)$$

$$a_0 : b_0 : c_0 = 1.053 : 1 : 0.707$$

$$\beta = 108^\circ 57' \quad Z = 4$$

• **Lävenit**  $(Na, Ca, Mn)_3Zr[(F, OH, O)_2 | Si_2O_7]$ 

(Brögger, 1885)

Monoklin

$$a_0 = 10.95 \quad b_0 = 10.01 \quad c_0 = 7.19^2)$$

$$a_0 : b_0 : c_0 = 1.094 : 1 : 0.718$$

$$\beta = 110^\circ 18' \quad Z = 4$$

• **Niocalit**  $Ca_3(Nb, Ca, Mg)[(O, F)_2 | Si_2O_7]$ 

(Nickel, 1956)

Monoklin  $C_{2h}^4$ —P2/a oder  $C_s^2$ —Pa

$$a_0 = 10.83 \quad b_0 = 10.42 \quad c_0 = 7.38^3)$$

$$a_0 : b_0 : c_0 = 1.038 : 1 : 0.708$$

$$\beta = 109^\circ 40' \quad Z = 4$$

**Hellandit**  $(Ca, Y, Er, Mn)_{<3}(Al, Fe)[(OH)_2 | Si_2O_7]$ 

(Brögger, 1903)

Monoklin-prismatisch

$$a : b : c = 2.0646 : 1 : 2.1507$$

$$\beta = 109^\circ 45'^4)$$

**Guarinit**  $\text{Ca}_2\text{NaZr}[(\text{F}, \text{O})_2 | \text{Si}_2\text{O}_7]$  Triklin-pseudomonoklin  
 (Guiscardi, 1857)  $a_0 = 10.93$   $b_0 = 10.31$   $c_0 = 7.33^5)$   
 $a_0:b_0:c_0 = 1.060:1:0.711$   
 $\alpha = 90^\circ 29'$   $\beta = 108^\circ 50'$   $\gamma = 90^\circ 08'$   $Z = 4$

Die Kristalle von Hellandit sind immer stark zersetzt, so daß Formel und Stellung dieses Minerals noch nicht mit Sicherheit anzugeben sind; mit  $\frac{1}{2} a$  und  $\frac{1}{3} c$  würde man ein dem Wöhlerit ganz entsprechendes Achsenverhältnis erhalten und mit obiger Formel sowohl den Analysen als auch dem hohen Zersetzungsgrad Rechnung tragen.

<sup>1)</sup> B. Goßner & O. Kraus, Z. Krist. **36**. 1933. 308.

<sup>2)</sup> B. Goßner & O. Kraus, Zbl. Min. 1934. 72 (für „Hiortdahlit“, Brögger, 1889).

<sup>3)</sup> E. H. Nickel, J. F. Rowland & J. A. Maxwell, Canad. Min. **6**. 1958. 264.

<sup>4)</sup> W. C. Brögger, Z. Krist. **42**. 1907. 417.

<sup>5)</sup> B. Goßner & O. Kraus 1934, l. c.

10.) Götzenit-Mosandrit-Gruppe. Homöotypie. Isotypie Rinkit-Mosandrit, Strukturverwandtschaft Rosenbuschit — Seidozerit. Strukturformeln z. T. nicht gesichert.

**Götzenit**  $(\text{Ca}, \text{Na})_3(\text{Ti}, \text{Ce}, \dots)_{<1}[\text{F}_2 | \text{Si}_2\text{O}_7]$   
 (Sahama & Hytönen, 1957) Triklin  
 $a_0 = 9.65$   $b_0 = 5.74$   $c_0 = 7.32$   
 $a_0:b_0:c_0 = 1.684:1:1.281$   
 $\alpha \neq 90^\circ$   $\beta = 101.1^\circ$   $\gamma = 101.3^\circ$   $Z = 2^1)$

• **Rinkit**  $(\text{Na}, \text{Ca}, \text{Ce})_3(\text{Ti}, \text{Ce})[(\text{F}, \text{OH}, \text{O})_2 | \text{Si}_2\text{O}_7]$   
 (Lorenzen, 1884) Monoklin, pseudorhombisch  
 $a_0 = 18.51$   $b_0 = 5.68$   $c_0 = 7.47$   
 $a_0:b_0:c_0 = 3.259:1:1.315$   
 $\beta = 91^\circ 13'$   $Z = 4^2)$

**Mosandrit**  $(\text{Ca}, \text{Na}, \text{Y})_3(\text{Ti}, \text{Zr}, \text{Ce})[(\text{F}, \text{OH}, \text{O})_2 | \text{Si}_2\text{O}_7]$   
 (Erdmann, 1841) Monoklin, pseudorhombisch  
 $a_0 = 18.41$   $b_0 = 5.64$   $c_0 = 7.43$   
 $a_0:b_0:c_0 = 3.264:1:1.317$   
 $\beta = 93^\circ 04'$   $Z = 4^3)$

• **Bafertisit**  $\text{BaFe}_2\text{Ti}[\text{O}_2 | \text{Si}_2\text{O}_7]$  Orthorhombisch  
 (Peng, 1959)  $a_0 = 10.98$   $b_0 = 5.36$   $c_0 = 7.55$  (?)  
 $a_0:b_0:c_0 = 2.048:1:1.409$   $Z = 2^4)$

Anhang:

**Rosenbuschit**  $(\text{Ca}, \text{Na})_6\text{Zr}(\text{Ti}, \text{Mn}, \text{Nb}, \dots)[(\text{F}, \text{O})_2 | \text{Si}_2\text{O}_7]_2$  Triklin  
 (Brögger, 1887)  $a_0 = 10.14$   $b_0 = 11.41$   $c_0 = 7.28^5)$   
 $a_0:b_0:c_0 = 0.889:1:0.638$   
 $\alpha = 91^\circ 21'$   $\beta = 99^\circ 38\frac{1}{2}'$   $\gamma = 111^\circ 54\frac{1}{2}'$   
 $Z = 2$

Mit Götzenit ist „Calciorinkit“ (Chirvinsky & Borneman-Starynkevich. in Fersman, 1937<sup>1a</sup>), mit Mosandrit ist „Johnstrupit“ (Brögger, 1890) identisch. Neuere Daten für Bafertisit:  $\text{BaFe}_2\text{Ti}[\text{O} | (\text{OH})_2 | \text{Si}_2\text{O}_7]$ , monoklin,  $a_0 = 10.60$ ,  $b_0 = 13.64$ ,  $c_0 = 12.47$ ,  $\beta = 119^\circ 30'$ ,  $Z = 8^{4a}$ ). Nach Neumann (1962) geben Götzenit und Rosenbuschit ganz ähnliche Pulverdiagramme und sollen das Ti- bzw. Zr-Endglied einer isomorphen Reihe sein<sup>5a</sup>).

<sup>1)</sup> Th. G. Sahama & K. Hytönen, Min. Mag. **31**. 1957. 503. – Th. G. Sahama, Am. Min. **45**. 1960. 221. – Hier  $b_0$  und  $c_0$  vertauscht. – Vgl. Yu. S. Slepnev, „Calciorinkit“, Izvest. Akad. Nauk. USSR, 1957. 63.

<sup>1a)</sup> A. E. Fersman, Mineralien der Chibina- und Lovozero-Tundren. – Lomonossow-Institut Akad. Wiss. USSR, 1937.

<sup>2)</sup> B. Goßner & O. Kraus, Zbl. Min. 1934. 72. – Li De-Juj, V. I. Simonov & N. V. Belov, Doklady Akad. Nauk. USSR, **162**. 1965. 1288 (P 2, 2, 2, Struktur).

<sup>3)</sup> B. Goßner & O. Kraus, 1934. l. c.

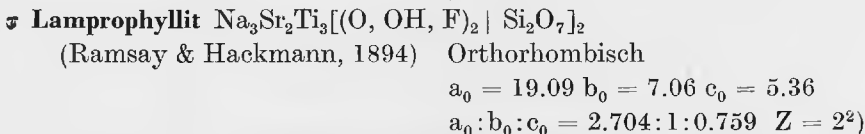
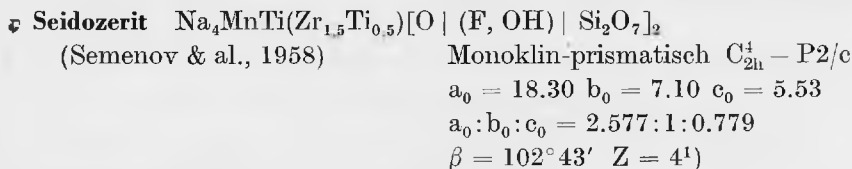
<sup>4)</sup> C.-J. Peng, Ti-chih K'ò-hsueh **10**. 1959. 289 (Am. Min. **45**. 1960. 754).

<sup>4a)</sup> V. J. Simonov, Acta Cryst. **26**. 1963. A 12. – Guan Ja-Sjan, V. J. Simonov & N. V. Belov, Doklady Akad. Nauk. **149**. 1963. 1416 (Struktur). – Vgl. Peng & Shen, Scientia Sinica **12**. 1963. 278 ( $C_{2h}^4 - P2_1/m$ ,  $a_0 = 10.98$ ,  $b_0 = 6.80$ ,  $c_0 = 5.36$ ,  $\beta = 94^\circ$ ; Struktur).

<sup>5)</sup> M. A. Peacock, Norsk. Geol. Tidsskr. **17**. 1937. 17. – Vgl. R. P. Shibaeva, V. J. Simonov & N. V. Belov, Kristallografiya **8**. 1963. 506 (Struktur, verwandt mit Seidozerit).

<sup>5a)</sup> H. Neumann, Norsk. Geol. Tidsskr. **42**. 1962. 179.

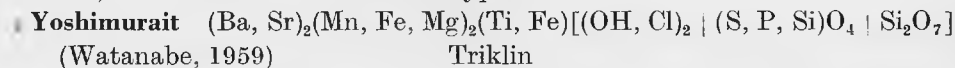
11.) Seidozerit-Lamprophyllit-Gruppe. Homöotypie mit Yoshimurait-Innelit.



<sup>1)</sup> E. I. Semenov, M. E. Kazakova & V. J. Simonov, Zapiski Vses, Min. Obshch. **87**. 1958. 590. – V. J. Simonov & N. V. Belov, Kristallografiya **4**. 1959. 163 (Struktur).

<sup>2)</sup> B. Goßner & K. Drechsler, Z. Krist. **91**. 1935. 494.

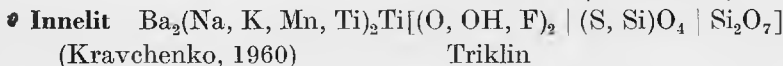
12.) Yoshimurait-Reihe. Isotypie.



$$a_0 = 14.71 \quad b_0 = 7.00 \quad c_0 = 5.39$$

$$a_0:b_0:c_0 = 2.101:1:0.770$$

$$\alpha = 90^\circ 12' \quad \beta = 93^\circ 30' \quad \gamma = 95^\circ 18' \quad Z = 2^1$$



$$a_0 = 14.76 \quad b_0 = 7.14 \quad c_0 = 5.38$$

$$a_0:b_0:c_0 = 2.076:1:0.754$$

$$\alpha \sim 90^\circ \quad \beta = 95^\circ \quad \gamma = 99^\circ \quad Z = 2^2$$

## Anhang:

<b>Haradait</b>	$\text{SrV}[\text{Si}_2\text{O}_7](?)\text{H}_2\text{O}$	Orthorhombisch
(Watanabe & al., 1963)		$a_0 = 14.64 \quad b_0 = 7.00 \quad c_0 = 5.31^3)$
		$a_0:b_0:c_0 = 2.091:1:0.759 \quad Z = 4$

<sup>1)</sup> T. Watanabe, Y. Takeuchi & J. Ito, Min. Journ. (Japan) **3**. 1961. 150 (hier andere Aufstellung). – Vgl. H. Strunz, N. Jb. Min. Mh. 1962. 260 (Formelberechnung).

<sup>2)</sup> S. M. Kravchenko, E. V. Vlasova, M. E. Kazakova, V. V. Ilkhin & K. K. Abrahev, Doklady Akad. Nauk. USSR. **141**. 1961. 1198 (hier andere Aufstellung).

<sup>3)</sup> T. Watanabe, A. Kato, J. Ito, T. Yoshimura, H. Mamoi & K. Fukuda, 1963.

## 13.) Nasonit-Gruppe. Vielleicht Isotypie.

<b>Nasonit</b>	$\text{Pb}_6\text{Ca}_4[\text{Cl}_2   (\text{Si}_2\text{O}_7)_3]$	Hexagonal $C_{6h}^2 - P6_3/m$ oder $C_6^h - P6_3$
(Penfield & Warren, 1899)		$a_0 = 10.08 \quad c_0 = 13.27 \quad c_0/a_0 = 1.316^1)$
		$Z = 2$

<b>Ganomolith</b>	$\text{Pb}_6\text{Ca}_4[(\text{OH})_2   (\text{Si}_2\text{O}_7)_3]$	Hexagonal (?)
(Nordenskiöld, 1876)		

## Anhang:

<b>Molybdophyllit</b>	$\text{Pb}_2\text{Mg}_2[(\text{OH})_2   \text{Si}_2\text{O}_7]$	Ditrigonal-skalenoedrisch (?)
(Flink, 1901)		$c_0/a_0 = 0.549$ (aus Laue-Aufnahmen) <sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> C. Frondel & L. H. Bauer, Am. Min. **36**. 1951. 534.

<sup>2)</sup> G. Aminoff, Geol. Fören. Förh. **40**. 1918. 923.

14.) Melanotekit-Reihe. Isotypie. Rhombisch-disphenoidisch,  $D_2^5 - C 222_1$ .

<b>Melanotekit</b>	$\text{Pb}_2\text{Fe}_2^{++}[\text{O}_2   \text{Si}_2\text{O}_7]$	$a_0 = 6.99 \quad b_0 = 11.05 \quad c_0 = 10.07$
(Lindström, 1880)		$a_0:b_0:c_0 = 0.634:1:0.913 \quad Z = 4^1)$
<b>Kentrolith</b>	$\text{Pb}_2\text{Mn}_2^{++}[\text{O}_2   \text{Si}_2\text{O}_7]$	$a_0 = 6.99 \quad b_0 = 11.06 \quad c_0 = 10.07$
(Damour & vom Rath, 1880)		$a_0:b_0:c_0 = 0.633:1:0.899 \quad Z = 4^1)$

<sup>1)</sup> O. Gabrielson, Arkiv Min. Geol. **3**. 1962. 141 (Struktur).

Mit  $\text{SiO}_4$ -Inseln und  $\text{Si}_2\text{O}_7$ -Gruppen:

15.) Epidot-Zoisit-Gruppe. Epidot ist monoklin, Zoisit orthorhombisch; Kristallgitter und Morphologie des Zoisit sind aus Epidot durch eine Raumgitterverzwilligung nach  $a(100)$  ableitbar. Dadurch wird vergleichbar  $(2a \cdot \sin \beta):b:c$  des Epidot mit  $a:b:c$  des Zoisit<sup>1a)</sup>.

In gleicher Weise sind Kristallgitter und Morphologie des Ardennit durch innere Verzwilligung nach  $c(001)$  aus Epidot ableitbar. Es wird  $a:b:(2c \cdot \sin \beta)$  des Epidot gleich  $a:b:c$  des Ardennit<sup>1a)</sup>.

In der Struktur von Epidot sind Inseln  $[\text{SiO}_4]$  und Gruppen  $[\text{Si}_2\text{O}_7]$  vorhanden.

15a) Epidot-Reihe. Isotypie.

- ♣ **Klinozoisit**  $\text{Ca}_2\text{Al}_3[\text{O}|\text{OH}|\text{SiO}_4|\text{Si}_2\text{O}_7]$   
(Weinschenk, 1896) Monoklin-prismatisch  $C_{2h}^2 - P2_1/m$   
 $a_0 = 8.94$   $b_0 = 5.61$   $c_0 = 10.23^1$   
 $a_0:b_0:c_0 = 1.594:1:1.824$   $\beta = 115^\circ$   $Z = 2$
- ♣ **Epidot**  $\text{Ca}_2(\text{Fe}^{2+}, \text{Al})\text{Al}_2[\text{O}|\text{OH}|\text{SiO}_4|\text{Si}_2\text{O}_7]$   
(Haüy, 1801) Monoklin-prismatisch  $C_{2h}^2 - P2_1/m$   
 $a_0 = 8.98$   $b_0 = 5.64$   $c_0 = 10.22^2$   
 $a_0:b_0:c_0 = 1.592:1:1.812$   $\beta = 115^\circ 24'$   $Z = 2$
- ♣ **Piemontit**  $\text{Ca}_2(\text{Mn}^{2+}, \text{Fe}^{2+})\text{Al}_2[\text{O}|\text{OH}|\text{SiO}_4|\text{Si}_2\text{O}_7]$   
(Kenngott, 1853) Monoklin-prismatisch  
 $a_0 = 8.90$   $b_0 = 5.69$   $c_0 = 10.16^3$   
 $a_0:b_0:c_0 = 1.564:1:1.786$   $\beta = 115^\circ 24'$   $Z = 2$
- ♣ **Allanit\***  $(\text{Ca}, \text{Ce})_2(\text{Fe}^{2+}, \text{Fe}^{3+})\text{Al}_2[\text{O}|\text{OH}|\text{SiO}_4|\text{Si}_2\text{O}_7]$   
(Thomson, 1810) Monoklin-prismatisch  $C_{2h}^2 - P2_1/m$   
 $a_0 = 8.98$   $b_0 = 5.75$   $c_0 = 10.23$   
 $a_0:b_0:c_0 = 1.562:1:1.779$   $\beta = 115^\circ 00'$   $Z = 2^4$

Varietäten: **Mangan-Epidot** ist ein Piemontit, in welchem Ca z. T. durch zweiwertiges Mangan vertreten wird; **Hancockit** (Penfield & Warren, 1899), gleichfalls isotyp mit Epidot, besitzt die Zusammensetzung  $(\text{Ca}, \text{Pb}, \text{Sr}, \text{Mn})_2(\text{Al}, \text{Fe}, \text{Mn})_3[\text{O}|\text{OH}|\text{SiO}_4|\text{Si}_2\text{O}_7]$ ; **Chrom-Epidot** (**Tawmawit**, Bleeck, 1907) enthält  $\text{Cr}^{3+}$ . **Sursassit** (Jakob, 1926) ist wahrscheinlich ein hydroxylierter Manganepidot, in welchem 1  $(\text{Fe}^{3+}, \text{Al})$  durch  $\text{H}_3$  unter Bildung von Wasserstoffbrücken ersetzt ist,  $\text{Mn}_2(\text{H}_3)\text{Al}_2[\text{O}|\text{OH}|\text{SiO}_4|\text{Si}_2\text{O}_7]^{3a}$ ,  $a_0 = 8.82$ ,  $b_0 = 5.84$ ,  $c_0 = 9.71$ ,  $\beta = 108^\circ 24'$  <sup>3b</sup>.

Eine Mg-reiche Varietät von Allanit („Magnesiumorthit“, Geijer, 1927),  $(\text{Ca}, \text{Ce})_2\text{MgAl}_2[\text{O}|\text{OH}|\text{SiO}_4|\text{Si}_2\text{O}_7]$ , mit 14%  $\text{MgO}$ , ist von der Östanmossa-Grube, Schweden, u. a., beschrieben worden. — **Nagatelith** (Imori, Yoshimura & Hata, 1931) ist eine Varietät von Allanit mit 6.5%  $\text{P}_2\text{O}_5$ ,  $(\text{Ca}, \text{Ce})_2(\text{Fe}^{2+}, \text{Fe}^{3+}, \text{Al})\text{Al}_2[\text{O}|\text{OH}|\text{SiO}_4|(\text{Si}, \text{P})_2\text{O}_7]$ .

15b) Zoisit.

- ♣ **Zoisit**  $\text{Ca}_2\text{Al}_3[\text{O}|\text{OH}|\text{SiO}_4|\text{Si}_2\text{O}_7]$   
(Werner, 1805) Rhombisch-dipyramidal  $D_{2h}^{16} - \text{Pnma}$   
 $a_0 = 16.24$   $b_0 = 5.58$   $c_0 = 10.10^5$   
 $a_0:b_0:c_0 = 2.879:1:1.791$   $Z = 4$

## 15c) Ardennit.

- **Ardennit**  $\text{Mn}_4\text{MnAl}_5[\text{O}_2 | (\text{OH})_2 | (\text{V}, \text{As})\text{O}_4 | \text{SiO}_4 | (\text{Si}_2\text{O}_7)_2] \cdot 2\text{H}_2\text{O}$   
 (Lasaulx & Bettendorf, 1872) Rhombisch-dipyramidal  $D_{2h}^{13} - \text{Pnmm}$   
 $a_0 = 8.74$   $b_0 = 5.84$   $c_0 = 18.60^6)$   
 $a_0 : b_0 : c_0 = 1.497 : 1 : 3.185$   $Z = 2$

\*) Orthit, Berzelius, 1818.

<sup>1)</sup> L. Waldbauer & D. C. McCann, Am. Min. **20**. 1935. 106.

<sup>1a)</sup> H. Strunz, Z. Krist. **92**. 1935. 402. (Dimorphie auf Grund innerer Verzwilligung).

<sup>2)</sup> B. Goßner & F. Mußnug, Z. Krist. **78**. 1931. 386. – T. Ito, X-Ray Studies on Polymorphism, Tokio 1950, 50 (Struktur mit  $\text{Si}_2\text{O}_7$ -Gruppen +  $\text{SiO}_4$ -Tetraedern, SR. **13**. 375). – N. V. Belov & I. M. Rumanova, Doklady Akad. Wiss. USSR **89**. 1953. 853 (Struktur mit  $\text{Si}_2\text{O}_7$ -Gruppen +  $\text{SiO}_4$ -Tetraedern). – T. Ito, N. Morimoto & R. Sadanaga, Acta Cryst. **7**. 1954. 53 (Bestätigung obiger Struktur). – N. V. Belov & I. M. Rumanova, Akad. Wiss. USSR. **9**. 1954. 103 (Bestätigung obiger Struktur).

<sup>3)</sup> A. M. Asklund, priv. Mitt. 1965.

<sup>3a)</sup> Min. Tab. 1965. – Vgl. E. W. Heinrich, Canad. Min. **7**. 1962. 291.

<sup>3b)</sup> R. L. Freed, Am. Min. **49**. 1964. 168.

<sup>4)</sup> T. Ueda, Mem. Coll. Sci. Univ. Kyoto **22**. 1955. 145 (Struktur). – Vgl. I. M. Rumanova & T. V. Nikolaeva, Kristallografiya **4**. 1959. 829 (Bestätigung der Struktur). – Zum Chemismus vgl. J. W. Frondel, Am. Min. **49**. 1964. 1159.

<sup>5)</sup> B. Goßner & Ch. Reichel, Zbl. Min. 1932. 225. – H. Strunz, Z. Krist. **92**. 1935. 402. – T. Ito 1950, l. c. (Struktur mit  $\text{Si}_2\text{O}_7$ -Gruppen +  $\text{SiO}_4$ -Tetraedern, SR. **13**. 376). – E. G. Fesenko, I. M. Rumanova & N. V. Belov, Doklady Akad. Wiss. USSR. **102**. 1955. 275 (Struktur mit  $\text{Si}_2\text{O}_7$ -Gruppen +  $\text{SiO}_4$ -Tetraedern).

<sup>6)</sup> B. Goßner & H. Strunz, Z. Krist. **83**. 1932. 415.

## Anhang:

- **Perrierit**  $\text{Ce}_4(\text{Fe}^{2+}, \text{Fe}^{3+}, \text{Ti})_3\text{Ti}_2[\text{O}_4 | \text{Si}_2\text{O}_7]_2$   
 (Bonatti & Gottardi, 1950) Monoklin-prismatisch  $C_{2h}^3 - C2/m$   
 $a_0 = 13.61$   $b_0 = 5.62$   $c_0 = 11.63^1)$   
 $a_0 : b_0 : c_0 = 2.422 : 1 : 2.069$   $\beta = 113^\circ 28'$   
 $Z = 2$
- **Tschevkinit**  $(\text{Ce}, \text{La})_2\text{Ti}_2[\text{O}_4 | \text{Si}_2\text{O}_7] (?)$   
 (Rose, 1839) Monoklin-prismatisch  $C_{2h}^3 - C2/m$   
 $a_0 = 13.56$   $b_0 = 5.82$   $c_0 = 23.94^2)$   
 $a_0 : b_0 : c_0 = 2.230 : 1 : 4.113$   
 $\beta = 113^\circ 04'$
- **Pumpellyit**  $\text{Ca}_2(\text{Mg}, \text{Fe}, \text{Mn}, \text{Al})(\text{Al}, \text{Fe}, \text{Ti})_2[(\text{OH}, \text{H}_2\text{O})_2 | \text{SiO}_4 | \text{Si}_2\text{O}_7] (?)$   
 (Palache & Vassar, 1925) Monoklin-prismatisch  $C_{2h}^3 - A2/m$   
 $a_0 = 8.81$   $b_0 = 5.94$   $c_0 = 19.14^3)$   
 $a_0 : b_0 : c_0 = 1.483 : 1 : 3.222$   $\beta = 97^\circ 36'$
- Lombaardit**  $(\text{SE}, \text{Ca})_2(\text{Fe}, \text{Mg}, \text{Mn})(\text{Al}, \text{Fe})_2[\text{O} | \text{OH} | \text{SiO}_4 | \text{Si}_2\text{O}_7]$   
 (Nel, Strauss & Wickman, 1949) Monoklin-prismatisch  $C_{2h}^1 - P2/m$   
 $a_0 = 18.24$   $b_0 = 5.61$   $c_0 = 16.13^4)$   
 $a_0 : b_0 : c_0 = 3.251 : 1 : 2.875$   
 $\beta = 115^\circ 30'$   $Z = 6$

Lombardit ist vielleicht eine polytype Strukturvariante von Allanit. Cerit, bisher als orthorhombisch bzw. monoklin und verwandt mit Allanit angesehen, scheint zu den Nesosilikaten zu gehören (s. S. 339).

<sup>1)</sup> S. Bonatti & G. Gottardi, Rend. Soc. Min. Ital. **9**. 1953. 242; **10**. 1954. 208. — G. Gottardi, Am. Min. **45**. 1960. 1 (Struktur).

<sup>2)</sup> H. W. Jaffe, H. T. Evans, jr. & R. W. Chapman, Am. Min. **41**. 1956. 474. — S. Bonatti, Am. Min. **44**. 1959. 115.

<sup>3)</sup> D. S. Coombs, Min. Mag. **30**. 1953. 113.

<sup>4)</sup> H. J. Nel, C. A. Strauss & F. E. Wickman, Mem. Geol. Surv. South Afr. **43**. 1949. 45. — H. Neumann & B. Nilssen, Norsk. Geol. Tidsskr. **42**. 1962. 277 (Formel).

#### 16.) Vesuvian-Zunyt-Gruppe. Heterotypie.

- **Vesuvian**  $\text{Ca}_{10}(\text{Mg}, \text{Fe})_2\text{Al}_4[(\text{OH})_4 | (\text{SiO}_4)_5 | (\text{Si}_2\text{O}_7)_2]$   
(Werner, 1795) Ditetragonal-dipyramidal  $D_{4h}^+$  —  $P4/mnc$   
 $a_0 = 15.66$   $c_0 = 11.85^1$   
 $c_0/a_0 = 0.757$   $Z = 4$   $c/a = 0.5372$
- **Zunyt**  $\text{Al}_{12}[\text{AlO}_4 | (\text{OH}, \text{F})_{18}\text{Cl} | \text{Si}_5\text{O}_{16}]$   
(Hillebrand, 1884) Kubisch-hex'tetraedrisch  $T_d^2$  —  $F\bar{4}3m$   
 $a_0 = 14.01$   $Z = 4^2$

Varietäten sind: **Mangan-Vesuvian**, **Chrom-Vesuvian**, **Beryllium-Vesuvian** ( $a_0 = 15.59$ ,  $c_0 = 11.81^{1a}$ ). Zunyt kann bis 12.50 Gew.-% Fluor enthalten („Dillnit“).

<sup>1)</sup> B. E. Warren & D. J. Modell, Z. Krist. **78**. 1931. 422 (Struktur, SB. **2**. 126). — Vgl. C. Gottfried 1930; F. Machatschki 1930; Takané 1933. — <sup>1a)</sup> C. S. Hurlbut, Am. Min. **40**. 1955. 118.

<sup>2)</sup> B. Goßner, 1927; L. Pauling, Z. Krist. **84**. 1933. 442 (Struktur, SB. **3**. 147). — Nach F. H. S. Vermaas ist für Zunyt von Postmasburg  $a_0 = 14.03$  (Am. Min. **37**. 1952. 960). — W. B. Kamb, Acta Cryst. **13**. 1960. 15, 24 (Strukturverfeinerung;  $a_0 = 13.87$  für Zunyt von der Zuny-Mine). — B. Turco, Bull. Soc. Franç. Min. Crist. **85**. 1962. 407 ( $a_0 = 13.93$  für Zunyt von Beni-Embarek, Algier).

#### 17.) Gruppe der unklassifizierten Sorosilikate, darunter eventuell z. T. Cyclo- oder Inosilikate.

- **Joaquinit**  $\text{NaBa}(\text{Ti}, \text{Fe})_3[\text{Si}_4\text{O}_{15}]$   
(Louderback, 1909) Orthorhombisch  
 $a_0 = 9.63$   $b_0 = 10.47$   $c_0 = 22.4^1$   
 $a_0:b_0:c_0 = 0.920:1:2.139$   $Z = 4$
- **Prehnit**  $\text{Ca}_2\text{Al}_2[(\text{OH})_2 | \text{Si}_3\text{O}_{10}]$   
(Werner, 1789) Rhombisch-pyramidal  $C_{2v}^+$  —  $P2cm$   
 $a_0 = 4.61$   $b_0 = 5.47$   $c_0 = 18.48^2$   
 $a_0:b_0:c_0 = 0.843:1:3.378$   $Z = 2$   
 $a:b:c = 0.8401:1:1.1536$
- **Canasit**  $(\text{Na}, \text{K})_5\text{Ca}_4[(\text{OH}, \text{F})_3 | \text{Si}_{10}\text{O}_{25}]$   
(Dorfman & al., 1959) Monoklin  $C_{2h}^3$  —  $C2/m$  (?)  
 $a_0 = 18.91$   $b_0 = 7.25$   $c_0 = 12.63^3$   
 $a_0:b_0:c_0 = 2.608:1:1.742$   $\beta = 112^\circ$   $Z = ?$



- Tuhualith**  $(\text{Na}, \text{K}, \text{Mn})_2\text{Fe}^{++}[(\text{Fe}^{+++}, \text{Al}, \text{Mg}, \text{Ti})\text{H}[(\text{Si}, \text{AlH})_8\text{O}_{20}]]$   
 (Marshall, 1932) Orthorhombisch  $D_{2h}^{18} - C_{mca}$  oder  $C_{2v}^{17} - C2ca$   
 $a_0 = 14.31$   $b_0 = 17.28$   $c_0 = 10.11^4$   
 $a_0:b_0:c_0 = 0.828:1:0.585$   $Z = 6$
- **Leukosphenit**  $\text{Ba}(\text{Na}, \text{Ca})_4\text{Ti}_3[\text{BO}_3 | \text{Si}_5\text{O}_{24}]$   
 (Flink, 1900) Monoklin  
 $a_0 = 9.76$   $b_0 = 16.69$   $c_0 = 7.10^5$   
 $a_0:b_0:c_0 = 0.584:1:0.425$   $\beta = 93^\circ 23'$   $Z = 2$
- Hyalotekit**  $(\text{Pb}, \text{Ca}, \text{Ba})_4\text{B}[\text{Si}_6\text{O}_{17}(\text{F}, \text{OH})]$   
 (Nordenskiöld, 1877) Kristallform?
- Didymolith**  $(\text{Ca}, \text{Mg}, \text{Fe})\text{Al}_2[\text{Si}_3\text{O}_{10}] (?) \equiv \text{peruvit}$   
 (Meister, 1908) Monoklin  
 $a:b:c = 0.5997:1:0.3077$   $\beta = 105^\circ 41'$
- Searlesit**  $\text{NaB}[\text{Si}_2\text{O}_6] \cdot \text{H}_2\text{O}$  Monoklin-sphenoidisch  $C_2^2 - P2_1$   
 (Larsen & Hicks, 1914)  $a_0 = 7.97$   $b_0 = 7.05$   $c_0 = 4.90^6$   
 $a_0:b_0:c_0 = 1.130:1:0.695$   
 $\beta = 93^\circ 57'$   $Z = 2$
- Zussmanit**  $\text{KFe}_{11}(\text{Mg}, \text{Mn})_2[\text{OH} | (\text{Si}_{5.5}\text{Al}_{0.5})\text{O}_{14}(\text{OH})_4]$   
 (Agrell, Bown & McKie, 1964) Trigonal-rhomboedrisch  $C_{3i}^2 - R3 (R3 ?)$   
 $a_0 = 11.66$   $c_0 = 18.69$   $c_0/a_0 = 2.461$   $Z = 9^7$

Zussmanit ist vielleicht ein Cyclo- oder Phyllosilikat, Spaltbarkeit nach (001) vollkommen.

Über die Strukturformeln der folgenden Mineralien kann ebenfalls nichts ausgesagt werden: **Janit** (Thugutt, 1933).  $(\text{Na}, \text{K}, \text{Ca})(\text{Fe}, \text{Al}, \text{Mg})[\text{Si}_2\text{O}_6] \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ; **Nordit** (Gerasimovsky, 1942), etwa  $\text{Na}_4(\text{Ce}, \text{La} \dots)_{1.5}(\text{Sr}, \text{Mn}, \text{Ca}, \text{Mg})_3\text{Si}_8\text{O}_{23}$ , orthorhombisch mit  $a:b:c = 0.730:1:0.527$ .

1) Ch. Palache & W. F. Foshag, Am. Min. 17. 1932. 308.

2) E. W. Nuffield, Univ. Toronto Stud. Geol. Ser. 48. 1943. 49. — B. Goßner & F. Mußgnug, Zbl. Min. 1931. 419.

3) M. D. Dorfman, D. D. Rogachev, Z. I. Goroshchenko & E. I. Uspenskaya, Trudy Min. Muzeya Akad. Nauk USSR 9. 1959. 158.

4) C. O. Hutton, Min. Mag. 31. 1956. 96 (Formel hier abgeändert).

5) H. Strunz, Min. Tab. 1957 (Leukosphenit von Narsarsuk/Grönland).

6) J. J. Fahey & J. M. Axelrod, Am. Min. 35. 1950. 1014.

7) S. O. Agrell, M. G. Bown & D. McKie, Min. Soc. Notice Nr. 130. 1964.

### C.) Abteilung der Cyclosilikate

(Mit Ringen von  $\text{SiO}_4$ -Tetraedern)

Mit Dreieringen  $[\text{Si}_3\text{O}_9]^{6-}$

1.) Benitoit-Gruppe. Homöotypie. Wohl isotyp mit Benitoit und Pabstit ist synthet.  $\text{BaTi}[\text{Ge}_3\text{O}_9]^{1a)}$ .

• **Benitoit**  $\text{BaTi}[\text{Si}_3\text{O}_9]$  Ditrigonal-dipyramidal  $D_{3h}^2 - P\bar{6}c2$   
(Louderback, 1907)  $a_0 = 6.61$   $c_0 = 9.73$   $c_0/a_0 = 1.472$   $Z = 2^1$ )

**Pabstit**  $\text{BaSn}[\text{Si}_3\text{O}_9]$  Ditrigonal-dipyramidal  
(Gross & al., 1964)  $a_0 = 6.71$   $c_0 = 9.83$   $c_0/a_0 = 1.465$   $Z = 2^2$ )

• **Wadeit**  $\text{K}_2\text{Zr}[\text{Si}_3\text{O}_9]$  Hexagonal-dipyramidal  $C_{6h}^2 - P6_3/m$   
(Wade & Prider, 1938)  $a_0 = 6.88$   $c_0 = 10.16$   $c_0/a_0 = 1.477$   $Z = 2^3$ )

**Cyclowollastonit**  $\text{Ca}_3[\text{Si}_3\text{O}_9]$  Triklin-pseudohexagonal

(Pseudowollastonit, ( $> 1126^\circ\text{C}$ ))

Lacroix, 1895)  $a_0 = 6.90$   $b_0 = 11.78$   $c_0 = 19.65^4$ )

$a_0:b_0:c_0 = 0.586:1:1.668$

$\alpha = \gamma = 90^\circ$   $\beta = 90^\circ 48'$   $Z = 8$

<sup>1)</sup> W. H. Zachariassen, Z. Krist. **74**. 1930. 139 (Struktur, SB. 2. 128).

<sup>1a)</sup> C. R. Robbins, J. Am. Ceram. Soc. **43**. 1960. 610.

<sup>2)</sup> E. B. Gross, J. E. N. Wainright & B. Evans, 1964 (Pabstit von Santa Cruz, Calif., mit  $\text{Sn}:\text{Ti} = 0.75:0.25$ ). - Synthet.  $\text{BaSn}[\text{Si}_3\text{O}_9]$  hat  $a_0 = 6.72$ ,  $c_0 = 9.85$ .

<sup>3)</sup> J. Sheerer, E. T. Robinson, J. T. Jefferies, Am. Min. **36**. 1951. 637. - D. E. Henshaw, Min. Mag. **30**. 1955. 585. - I. P. Tichonenkov, M. V. Kucharchik & Yu. A. Pyatenko, Doklady Akad. Nauk. USSR. **134**. 1960. 920 ( $a_0 = 6.94$ ,  $c_0 = 10.17$ ).

<sup>4)</sup> J. W. Jeffery & L. Heller, Acta Cryst. **6**. 1953. 807. an synthetischem Material; als Mineral in metamorphem Gestein SW-Persiens (McLintock, 1932). - W. Hilmer, Naturwiss. **45**. 1958. 238 (Zur Struktur).

2.) Katapleit-Gruppe. Homöotypie. Die Gitterkonstanten sind vergleichbar mit denen von Benitoit und Wadeit. Bei Eudialyt ist gegenüber Katapleit  $a_0$  verdoppelt und  $c_0$  verdreifacht.

• **Katapleit**  $\text{Na}_2\text{Zr}[\text{Si}_3\text{O}_9] \cdot 2\text{H}_2\text{O}$   
(Weibye & Sjögren, 1850) Dihexagonal-dipyramidal  $D_{6h}^1 - P6_3/mmc$   
 $a_0 = 7.40$   $c_0 = 10.07$   $c_0/a_0 = 1.361$   $Z = 2^1$ )

• **Eudialyt**  $(\text{Na}, \text{Ca}, \text{Fe})_6\text{Zr}[(\text{OH}, \text{Cl}) | (\text{Si}_3\text{O}_9)_2]$   
(Stromeyer, 1819) Ditrigonal-skalenoedrisch  $D_{3d}^5 - R\bar{3}m$   
 $a_0 = 14.34$   $c_0 = 30.21$   $c_0/a_0 = 2.107$   $Z = 12^2$ )

Anhang:

**Jagoit**  $\text{Pb}_8\text{Fe}_2^{3+}[(\text{Cl}, \text{O}) | \text{Si}_3\text{O}_9]_3$   
(Blix & al., 1957) Trigonal-rhomboedrisch  $C_{3i}^1 - P\bar{3}$   
oder trigonal-pyramidal  $C_3^1 - P3$   
 $a_0 = 8.65$   $c_0 = 33.5$   $c_0/a_0 = 3.87$   $Z = 3^3$ )

Katapleit ist bei gewöhnlicher Temperatur schwach monoklin deformiert; bei 139 °C wird er vollkommen hexagonal. **Calciumkatapleit** (Portnov, 1964),  $\text{CaZr}[\text{Si}_3\text{O}_9] \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$ , ist von Burpala, Baikal, bekannt geworden<sup>1a</sup>). **Eukolit** (Scheerer, 1874) ist ein Nb-haltiger Eudialyt; **Mesodialyt** (Fersman, 1922) steht zwischen beiden.

<sup>1)</sup> B. K. Brunowsky, Trav. Inst. Lomonossow 1953. 33. — Acta physicochim. USSR 5. 1936. 863 (Struktur, SB. 5. 24).

<sup>1a)</sup> A. M. Portnov, Doklady Akad. Nauk. USSR. 154. 1964. 607.

<sup>2)</sup> B. Goßner & F. Mußgnug, Zbl. Min. 1930. 81.

<sup>3)</sup> R. Blix, O. Gabrielson & F. E. Wickman, Arkiv Min. Geol. 2. 1957. 315.

### 3.) Cappelenit-Gruppe. Homöotypie (?).

**Cappelenit** (Ba, Ca, Ce, Na)<sub>3</sub>(Y, Ce, La)<sub>6</sub>[(BO<sub>3</sub>)<sub>6</sub> | Si<sub>3</sub>O<sub>9</sub>]

(Brögger, 1885)

Hexagonal

$c/a = 1.2903$

**Stillwellit** (Ce, La)<sub>3</sub>[B<sub>3</sub>O<sub>6</sub> | Si<sub>3</sub>O<sub>9</sub>]

(McAndrew & Scott, 1955)

Hexagonal ( $D_3^3$ — $P3, 12_1$ ,  $C_{3v}^4$ — $P3m1$ ,  $D_{3d}^3$ — $P\bar{3}m1$ )

$a_0 = 6.85$   $c_0 = 6.64$

$c_0/a_0 = 0.940$   $Z = 1^1$ )

Die Struktur von Stillwellit besteht wahrscheinlich aus Ringen Si<sub>3</sub>O<sub>9</sub> (wie im Benitoit) und zwischenliegenden Ringen B<sub>3</sub>O<sub>6</sub>.

<sup>1)</sup> J. McAndrew & T. R. Scott, Nature, 176, 1955. 509. — Vgl. P. Gay, Min. Mag. 31. 1957. 455. — A. A. Voronkov, N. G. Batalieva & Y. A. Pyatenko, Kristallografiya 9. 1964. 553.

### Mit Doppel-Dreierlingen [Si<sub>6</sub>O<sub>15</sub>]<sup>6-</sup>

4.) Dalyit-Elpidit-Gruppe. Elpidit und wahrscheinlich auch Dalyit besitzen Doppel-Dreierlinge [Si<sub>6</sub>O<sub>15</sub>], analog den Doppel-Sechserlingen von Milarit-Osumilith.

**Dalyit**

$\text{K}_2\text{Zr}[\text{Si}_6\text{O}_{15}]$  Triklin-pinakoidal  $C_2^1$  —  $P\bar{1}$

(van Tassel, 1952)

$a_0 = 7.51$   $b_0 = 7.73$   $c_0 = 7.00^1$ )

$a_0:b_0:c_0 = 0.972:1:0.906$

$\alpha = 106^\circ$   $\beta = 113^\circ 30'$   $\gamma = 99^\circ 30'$   $Z = 1$

**Elpidit**

$\text{Na}_2\text{Zr}[\text{Si}_6\text{O}_{15}] \cdot 3 \text{H}_2\text{O}$

(Lindström, 1894)

Rhombisch-pseudohexagonal

$a_0 = 7.33$   $b_0 = 14.47$   $c_0 = 7.07^2$ )

$a_0:b_0:c_0 = 0.507:1:0.489$   $Z = 2$

Überzelle mit  $a'_0 = 2 \cdot 7.33$

<sup>1)</sup> R. v. Tassel, Min. Mag. 29. 1952. 850.

<sup>2)</sup> H. Strunz, Min. Tab. 1957 (Elpidit von Narsarsuk/Grönland). — N. V. Belov 1957 (Strukturvorschlag).

Mit Viererringen  $[\text{Si}_4\text{O}_{12}]^{8-}$ 

## 5.) Baotit-Axinit-Gruppe.

Neptunit soll ein Kettensilikat mit  $[\text{O} | \text{Si}_4\text{O}_{11}]$  sein (Preisinger; Belov & al.); Baotit besteht aus  $\text{Si}_4\text{O}_{12}$ -Ringern, die durch (Ti, Nb)  $\text{O}_6$ -Oktaeder verbunden sind; auch für Axinit ergab die Strukturbestimmung die Anwesenheit von Ringen  $\text{Si}_4\text{O}_{12}$ .

- **Neptunit**  $\text{Na}_2\text{FeTi}[\text{Si}_4\text{O}_{12}]$  Monoklin-prismatisch  
(Flink, 1893)  $a_0 = 16.57$   $b_0 = 12.66$   $c_0 = 10.06^1$   
 $a_0 : b_0 : c_0 = 1.309 : 1 : 0.795$   
 $\beta = 115^\circ 38'$   $Z = 8$
- **Baotit**  $\text{Ba}_4(\text{Ti, Nb})_8[\text{Cl} | \text{O}_{16} | \text{Si}_4\text{O}_{12}]$  Tetragonal-dipyramidal  $C_{4h}^6 - I4_1/a$   
(Semenov, 1960\*)  $a_0 = 19.68$   $c_0 = 5.88$   $c_0/a_0 = 0.311^2$   
 $\beta = 115^\circ 38'$   $Z = 8$
- Muirit**  $\text{Ba}_5\text{CaTi}[\text{O}_4 | \text{Si}_4\text{O}_{12}] \cdot 3 \text{H}_2\text{O} (?)$  Tetragonal, P-Zelle  
(Alfors & al., 1965)  $a_0 = 13.94$   $c_0 = 5.59$   $c_0/a_0 = 0.401$   
 $Z = 2^3$
- Taramellit**  $\text{Ba}_2(\text{Fe}^{+++}, \text{Ti}, \text{Fe}^{++})_2[(\text{OH})_2 | \text{Si}_4\text{O}_{12}]$  Orthorhombisch  
(Tacconi, 1908)  $C_{2v}^7 - \text{Pmn}2_1$  oder  $D_{2h}^{13} - \text{Pmnm}$   
 $a_0 = 13.95$   $b_0 = 7.05$   $c_0 = 12.01^4$   
 $a_0 : b_0 : c_0 = 1.979 : 1 : 1.704$   $Z = 8$
- **Kainosit**  $\text{Ca}_2\text{Y}_2[\text{CO}_3 | \text{Si}_4\text{O}_{12}] \cdot \text{H}_2\text{O}$  Rhombisch-dipyramidal  $D_{2h}^{16} - \text{Pmnb}$   
(Nordenskiöld, 1886)  $a_0 = 12.93$   $b_0 = 14.30$   $c_0 = 6.73^5$   
 $a_0 : b_0 : c_0 = 0.904 : 1 : 0.520$   $Z = 4$
- **Axinit**  $\text{Ca}_2(\text{Fe, Mn})\text{AlAl}[\text{BO}_3 \text{OH} | \text{Si}_4\text{O}_{12}]$  Triklin-pinakoidal  $C_1^1 - P\bar{1}$   
(Haüy, 1797)  $a_0 = 7.15$   $b_0 = 9.16$   $c_0 = 8.96^6$   
 $a_0 : b_0 : c_0 = 0.779 : 1 : 0.978$   
 $\alpha = 88^\circ 04'$   $\beta = 81^\circ 36'$   $\gamma = 77^\circ 42'$   $Z = 2$
- **Tinzenit** (Jakob, 1923) ist eine Varietät von Axinit mit doppelt so viel MnO als durchschnittlich<sup>7</sup>).

\*) Peng, 1959: Pao-t'ou-k'uang.

<sup>1</sup>) B. Goßner & F. Mußgnug, Zbl. Min. 1928. 274.

<sup>2</sup>) E. J. Semenov, K. Ven-Sin & T. A. Kapitonova, Doklady Akad. Nauk. USSR 136. 1961. 915. - V. I. Simonov, Kristallografiya 5. 1960. 544 (Struktur). - Vgl. E. W. Heinrich, W. H. Boyer & F. A. Crowley, Am. Min. 47. 1962. 987 (Baotit von Montana:  $a_0 = 20.02$ ,  $c_0 = 6.006$ ).

<sup>3</sup>) J. T. Alfors, M. C. Stinson, R. A. Matthews & A. Pabst, Am. Min. 50. 1965. 314.

<sup>4</sup>) F. Mazzi, Rend. Soc. Min. Ital. 11. 1955. 354. - Atti. Soc. Tosc. Sci. Nat. 64. 1957. 237.

<sup>5</sup>) M. Rumanova & G. F. Volodina, Kristallografiya 6. 1961. 918. - G. F. Volodina, I. M. Rumanova & N. V. Belov, Doklady Akad. Wiss. USSR 149. 1963. 173 (Struktur). - Vgl. G. Pouliot, J. A. Maxwell & S. C. Robinson, Canad. Min. 8. 1964. 1.

<sup>6)</sup> T. Ito & Y. Takéuchi, *Acta Cryst.* **5**. 1952. 202 (Struktur). — M. A. Peacock, *Am. Min.* **22**. 1937. 588. — H. Moenke, *Silikatechnik* **13**. 1962. 287 (Ultrarot-Nachweis von B in tetraedrischer Koordination).

<sup>7)</sup> C. Milton, F. A. Hildebrand & A. M. Sherwood, *Am. Min.* **38**. 1953. 1148.

### Mit Doppel-Viererringen $[\text{Si}_8\text{O}_{20}]^{8-}$

- **Ekanit**  $\text{K}(\text{Ca}, \text{Na})_2\text{Th}[\text{Si}_8\text{O}_{20}]$  Ditetragonal-dipyram.  $D_{4h}^2$  —  $P4_1/mcc$   
(Mitchell, 1961)  $a_0 = 7.58$   $c_0 = 14.82$   
 $c_0/a_0 = 1.955$   $Z = 2^1$

<sup>1)</sup> N. I. Golovastikov & V. I. Mokeeva, *Doklady Akad. Nauk. USSR*, 1965 (nach Rekristallisation durch Erhitzung, Struktur mit Doppel-Viererringen). — Vgl. B. W. Anderson, G. F. Claringbull, R. J. Davis & K. Hill, *Nature*, 1961. 997.

### Mit Sechseringen $[\text{Si}_6\text{O}_{18}]^{12-}$

6.) Beryll-Gruppe. Homöotypie. Die Sechseringe im Beryll sind durch Be in tetraedrischer Koordinierung zu einem Gerüst verbunden; zum Unterschied gegenüber den Tektosilikaten ist jedoch das Al in Sechser-Koordination vorhanden; selbst im synthetischen  $\text{Al}_2\text{Mg}_3[\text{Si}_6\text{O}_{18}]$  ist nicht Al, sondern Mg (statt Be) in den Tetraedern.

- **Beryll**  $\text{Al}_2\text{Be}_3[\text{Si}_6\text{O}_{18}]$  Dihexagonal-dipyramidal  $D_{6h}^2$  —  $P6/mcc$   
 $a_0 = 9.23$   $c_0 = 9.19$   $c_0/a_0 = 0.996$   $Z = 2^1$   
 $c/a = 0.4989$   
Orthohexagonal (vergleichbar mit Cordierit):  
 $a_0 = 16.0$   $b_0 = 9.23$   $c_0 = 9.19$   $Z = 4$
- **Cordierit**  $\text{Mg}_2\text{Al}_3[\text{AlSi}_5\text{O}_{18}]$  Rhombisch-dipyramidal  $D_{2h}^{20}$  —  $Ccmm$   
(Lukas, 1813)  $a_0 = 17.13$   $b_0 = 9.80$   $c_0 = 9.35^2$   
 $a_0:b_0:c_0 = 1.748:1:0.954$   $Z = 4$
- Synthetisch  $\text{Fe}_2\text{Al}_3[\text{AlSi}_5\text{O}_{18}]$  Rhombisch-dipyramidal  $D_{2h}^{20}$  —  $Ccmm$   
 $a_0 = 17.065$   $b_0 = 9.73$   $c_0 = 9.29^{2a}$   
 $a_0:b_0:c_0 = 1.754:1:0.955$

- Indialith**  $\text{Mg}_2\text{Al}_3[\text{AlSi}_5\text{O}_{18}]$  Hexagonal  
(Miyashiro, (> 1455 °C)  $a_0 = 9.81$   $c_0 = 9.35$   $c_0/a_0 = 0.953$   $Z = 2^3$ )  
Iiyama, 1954)

Beryll kann in den Kanälen parallel der c-Achse zusätzlich  $\text{Li}^+$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Cs}^+$ ,  $\text{Ca}^{++}$ ,  $\text{Sc}^{+++}$ , auch  $\text{OH}^-$  und  $\text{F}^-$  enthalten, ein Beryll von Arizona enthält ca. 7%  $\text{Cs}_2\text{O}$ ;  $a_0 = 9.30$ ,  $c_0 = 9.20^{1a}$ .

Varietäten von Beryll sind: **Gosbenit** (farblos bis weiß), **Aquamarin** (meergrün bis blau), **Heliodor** (grünlichgelb bis gelb), **Smaragd** (grün), **Morganit** (rosenrot); **Cs-Beryll** (Penfield, 1888), **Sc-Beryll** (**Bazzit**, Artini, 1915) aus den Schweizeralpen besitzt die Gitterkonstanten  $a_0 = 9.50$ ,  $c_0 = 9.18^4$ .

**Eisen-Cordierit** ist eine Fe-haltige Varietät von Cordierit; mit **Pinit** (Werner, 1789) sind Pseudomorphosen glimmerartiger Mineralien, hauptsächlich Muskovit nach Cordierit zu bezeichnen. Manche „Cordierite“ haben sich als Osumilith erwiesen.

<sup>1)</sup> W. L. Bragg & J. West, Proc. Roy. Soc. **111A**. 1926. 691 (Struktur, SB. **1**. 305). — Vgl. N. V. Belov & R. G. Matweeva, Doklady Akad. Wiss. USSR **73**. 1950. 299 (SR. **13.37** 0).

<sup>1a)</sup> W. T. Schaller, R. E. Stevens & R. H. Jahns, Am. Min. **47**. 1962. 672.

<sup>2)</sup> B. Goßner & F. Mußnug, N. Jb. Min. 1928. 216. — A. Byström, Ark. Kem. Min. Geol. **15 B**. 1942. Nr. 12 (Struktur, SR. **9**. 258). — T. Iiyama, Min. Journ. (Japan) **1**. 1956. 372. — W. Schreyer & J. F. Schairer, Journ. Petr. **2**. 1961. 324 (Synthesen, Abhängigkeit der Struktur von Bildungsbedingungen).

<sup>2a)</sup> E. Eberhard, Z. Krist. **117**. 1962. 171 (auch  $\text{Mn}_2\text{Al}_3[\text{AlSi}_5\text{O}_{18}]$ , hexagonal,  $a_0 = 9.92$ ,  $c_0 = 9.30$ ).

<sup>3)</sup> A. Miyashiro & T. Iiyama, Proc. Jap. Acad. **30**. 1954. 746. — A. Miyashiro, Am. Journ. Sci. **255**. 1957. 43. — Vgl. V. Venkatesh, Am. Min. **39**. 1954. 636; Synthesen: F. B. Boyd sowie Schairer & Yagi 1952. — Vgl. W. Schreyer & J. F. Schairer, 1961, l. c.

<sup>4)</sup> F. Huttenlocher, Th. Hügi & W. Nowacki, Schweiz. Min. Petr. Mitt. **34**. 1954. 501. — G. Bergerhoff & W. Nowacki, Schweiz. Min. Petr. Mitt. **35**. 1955. 410. — G. Peyronel, Acta Cryst. **9**. 1956. 181:  $a_0 = 9.51$ ,  $c_0 = 9.11$  (Struktur).

### 7.) Combeit-Lovozerit-Gruppe.

**Combeit**  $\text{Na}_4\text{Ca}_3[\text{Si}_6\text{O}_{16}(\text{OH}, \text{F})_2]$  Hexagonal-rhomboedrisch  
(Sahama & Hytönen, 1957)  $a_0 = 10.43$   $c_0 = 13.14$   $c_0/a_0 = 1.260$   
 $Z = 3^1$ )

**Lovozerit**  $\text{Na}_2\text{Zr}[\text{Si}_6\text{O}_{12}(\text{OH})_6] \cdot 0.5 \text{NaOH}$   
(Gerasimovsky, 1939) Monoklin  $C_s^+$  — Cc (?)  
 $a_0 = 10.48$   $b_0 = 10.20$   $c_0 = 7.33$   
 $a_0 : b_0 : c_0 = 1.027 : 1 : 0.719$   
 $\beta = 92^\circ 30'$   $Z = 2^2$ )

**Traskit**  $\text{Ba}_5\text{Fe}^{2+}\text{Ti}[(\text{OH})_4 | \text{Si}_6\text{O}_{18}]$  Hexagonal  
(Alfors & al., 1965)  $a_0 = 17.88$   $c_0 = 12.30$   $c_0/a_0 = 0.688$   
 $Z = 6^3$ )

Lovozerit ist pseudo-hexagonal und besitzt nach Ilyuchin und Belov Ringe  $[\text{Si}_6(\text{O}, \text{OH})_{18}]$ .

<sup>1)</sup> Th. G. Sahama & K. Hytönen, Min. Mag. **31**. 1957. 503.

<sup>2)</sup> V. V. Ilyuchin & N. V. Belov, Kristallografiya **5**. 1960. 200 (Struktur).

<sup>3)</sup> J. T. Alfors, M. C. Stinson, R. A. Matthews & A. Pabst, Am. Min. **50**. 1965. 314.

8.) Turmalin-Reihe\*). Ditrigonal-pyramidal,  $C_{3v}^5$  — R 3m. Die Struktur<sup>1)</sup> besteht aus polaren Ringen  $\text{Si}_6\text{O}_{18}$  und planaren  $\text{BO}_3$ -Inseln, die durch Na, Mg, Al zusammengehalten werden; zusätzlich vorhandenes OH ermöglicht pseudooktaedrische Umgebung von Mg und Al.

**Elbait**  $\text{Na}(\text{Li}, \text{Al})_3\text{Al}_6[(\text{OH})_{1+3} | (\text{BO}_3)_3 | \text{Si}_6\text{O}_{18}]$   
(farblos, rosa, grün)  $a_0 = 15.84$   $c_0 = 7.10$   $c_0/a_0 = 0.448$   $Z = 3^2$ )  
(Vernadsky, 1913)

**Dravit**  $\text{NaMg}_3\text{Al}_6[(\text{OH})_{1+3} | (\text{BO}_3)_3 | \text{Si}_6\text{O}_{18}]$   
(braun bis braunschwarz)  $a_0 = 15.94$   $c_0 = 7.22$   $c_0/a_0 = 0.453$   $Z = 3^2$ )  
(Tschermak, 1883)

**Schörl**  $\text{NaFe}_3\text{Al}_6[(\text{OH})_{1+3} | (\text{BO}_3)_3 | \text{Si}_6\text{O}_{18}]$   
(schwarz)  $a_0 = 16.03$   $c_0 = 7.15$   $c_0/a_0 = 0.446$   $Z = 3^2$ )  
(Matthesius, 1524)

„Tsilaisit“  $\text{NaMn}_3\text{Al}_6[(\text{OH})_{1+3} | (\text{BO}_3)_3 | \text{Si}_6\text{O}_{18}]^3$

(hypothetisch)

(Kunitz, 1929)

**Uvit**  $\text{CaMg}_3(\text{Al}_5\text{Mg})[(\text{OH})_{1+3} | (\text{BO}_3)_3 | \text{Si}_6\text{O}_{18}]$

(dunkelbraun)

(Kunitz, 1929)

Die rhomboedrische Zelle besitzt  $a_{\text{rh}} \sim 9.5 \text{ \AA}$ ,  $\alpha \sim 113^\circ 55'$  mit  $Z = 1$ . — Mischbarkeit besteht zwischen Elbait—Schörl sowie Dravit—Schörl, nach den bisherigen Kenntnissen nicht zwischen Elbait—Dravit<sup>2)</sup>. Farbvarietäten sind: **Achroit** (farblos bis ganz zart grün; Hermann, 1845), **Rubellit** (rot; Kirwan, 1794), **Verdelith** (grün; Quensel & Gabrielson, 1939), **Indigolith** (blau; d'Andrada, 1800). Die Farbe ist nicht in allen Fällen kennzeichnend für die chemische Zusammensetzung.

### Anhang:

**Verplanckit**  $\text{Ba}_6\text{Mn}_3[(\text{OH})_6 | \text{Si}_6\text{O}_{18}] (?)$

(Alfors & al., 1965)

Hexagonal

$a_0 = 16.35$   $c_0 = 7.17$   $c_0/a_0 = 0.438^4$

\*) Singhalesisch: Turamali.

1) Strukturbestimmungen: M. J. Buerger, Ch. W. Burnham & D. R. Peacor, *Acta Cryst.* **15**. 1962. 583. — Vgl. R. Sadanaga, *J. Geol. Soc. Tokio* **53**. 1947. 52 (vorläufige Mitteilung). — G. E. Hamburger (Donnay) & M. J. Buerger, *Am. Min.* **33**. 1948. 532. — N. V. Belov & E. N. Belova, *Doklady Akad. Nauk. USSR*. **69**. 1949. 185; **75**. 1950. 807. — T. Ito, *X-Ray Studies on Polymorphism*, Tokio 1950. 134. — G. E. Donnay & M. J. Buerger, *Acta Cryst.* **3**. 1950. 379. — T. Ito & R. Sadanaga, *Acta Cryst.* **4**. 1951. 385.

2) Gitterkonstanten: W. Epprecht, *Schweiz. Min. Petr. Mitt.* **33**. 1953. 481.

3) W. Kunitz, *Chemie d. Erde* **4**. 1929. 208. — Vgl. auch: D. Němec, *Acta Acad. Sci. Moravo-Siles.* **25**. 1953. 401.

4) J. T. Alfors, M. C. Stinson, R. A. Matthews & A. Pabst, *Am. Min.* **50**. 1965. 314.

### 9.) Dioptas-Gruppe.

**Dioptas**  $\text{Cu}_6[\text{Si}_6\text{O}_{18}] \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$  Trigonal-rhomboedrisch  $C_{3i}^2 - R\bar{3}$

(Haüy, 1797)

$a_0 = 14.61$   $c_0 = 7.80$   $c_0/a_0 = 0.534$   $Z = 3^1$

**Chrysokoll** (Theophrastus, 372–286 v. Chr.),  $\text{CuSiO}_3 \cdot n \text{H}_2\text{O}$ , weitgehend röntgenamorph, tritt in nierigen und traubigen Formen sowie in Krusten und als erdiger Anflug auf; Die Formeln von **Shattuckit**<sup>2)</sup> (Schaller, 1915) und **Plancheit** (La Croix, 1908) sind noch nicht sicher bestimmt, Shattuckit soll rhombisch-dipyramidal sein,  $a_0 = 9.88$ ,  $b_0 = 19.82$ ,  $c_0 = 5.40^{2a}$ . **Ajoit** (Schaller & Vlisidis, 1958) ist etwa  $\text{Cu}_2\text{Al}[\text{OH} | \text{Si}_3\text{O}_9] \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$ .

$\text{Cu}_5(\text{SiO}_3)_4(\text{OH})_2$

1) H. G. Heide, K. Boll-Dornberger, E. Thilo & E. M. Thilo, *Acta Cryst.* **8**. 1955. 425 (Struktur). — Vgl. B. Goßner, *Zbl. Min.* 1927. 39. — N. V. Belov, W. P. Butusov & N. J. Golowastikov, *Doklady Akad. Wiss. USSR* **87**. 1952. 953 (Strukturvorschlag).

2) M.-S. Sun, *Am. Min.* **46**. 1961. 67 (Formel, d-Werte). — C. Guillemin & R. Pierrot, *Bull. Soc. Franç. Min. Crist.* **84**. 1961. 276. *Sci.*, **154**, 1966, 566; *Am. Min.* **51**, 1966, 266

2a) D. W. Newberg, *Am. Min.* **49**. 1964. 1234; *Am. Min.* **51**, 1966, 266.

### Mit Doppel-Sechseringen $[\text{Si}_{12}\text{O}_{30}]^{12-}$

10.) Milarit-Gruppe. Homöotypie. Milarit besitzt Doppelringe  $\text{Si}_{12}\text{O}_{30}$ ; diese sind durch Al und Be in tetraedrischer Koordination zu einem Tetraeder-Gerüst verbunden, es besteht jedoch keine Diadochie (Al, Be, Si).

<b>Milarit</b>	$\text{KCa}_2\text{AlBe}_2[\text{Si}_{12}\text{O}_{30}] \cdot \frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$
(Kenngott, 1870)	Dihexagonal-dipyramidal $D_{6h}^2$ — P 6/mcc $a_0 = 10.45$ $c_0 = 13.88$ $c_0/a_0 = 1.328$ $Z = 2^1$
<b>Osumilith</b>	$(\text{K}, \text{Na}, \text{Ca})(\text{Mg}, \text{Fe}^{2+})(\text{Al}, \text{Fe}^{2+}, \text{Fe}^{3+})_3[(\text{Si}, \text{Al})_{12}\text{O}_{30}] \cdot \text{H}_2\text{O}$
(Miyashiro, 1953)	Dihexagonal-dipyramidal $D_{6h}^2$ — P 6/mcc $a_0 = 10.17$ $c_0 = 14.34$ $c_0/a_0 = 1.410$ $Z = 2^2$
<b>Armenit</b>	$\text{BaCa}_2\text{Al}_3[\text{Al}_3\text{Si}_9\text{O}_{30}] \cdot 2\text{H}_2\text{O}^3$
(Neumann, 1939)	Dihexagonal-dipyramidal (?) $a_0 = 10.69$ $c_0 = 13.90$ $c_0/a_0 = 1.300$ $Z = 2^3$

Milarit und Armenit zeigen im optischen Verhalten Abweichungen von der hexagonalen Symmetrie.

<sup>1</sup>) N. V. Belov & T. N. Tarkhova. Doklady Akad. Wiss. USSR **69**. 1949. 365 (Struktur mit Doppelringen  $\text{Si}_{12}\text{O}_{30}$ ). — Akad. Wiss. USSR 1951. 83. — B. Goßner & F. Mußgnug. Zbl. Min. 1930. 220. — T. Ito, N. Morimoto & R. Sadanaga, Acta Cryst. **5**. 1952. 209 (Struktur mit Doppelringen  $\text{Si}_{12}\text{O}_{30}$ ).

<sup>2</sup>) A. Miyashiro, Proc. Acad. Japan. **29**. 1953. 321. — Am. Min. **41**. 1956. 104 (Struktur). — Vgl. G. Rossi, Rend. Soc. Min. Ital. **19**. 1963. 187.

<sup>3</sup>) Ch. Tennyson, N. Jb. Min. Abh. **94**. 1960. 1253.

## D.) Abteilung der Inosilikate (Kettenstrukturen)

### Mit Zweierketten $[\text{Si}_2\text{O}_6]^{4-}$

#### Pyroxen-Familie

Die Pyroxene sind isodimorph, und zwar treten sie in einer monoklinen und einer orthorhombischen Modifikation auf. Die allgemeine Formel ist  $\text{AB}[\text{Si}_2\text{O}_6]$ . Ist von den Kationen eines groß (wie Ca, Na), das andere mittelgroß (wie Mg, Fe), so ist die Struktur monoklin; sind beide mittelgroß, so ist die Struktur orthorhombisch und nur unter ganz bestimmten Bedingungen monoklin, so etwa bei Klinoenstatit und Klinoferrosilit.

Die orthorhombischen Strukturen entstehen aus den monoklinen durch eine Raumgitter-Verzwilligung nach  $a(100)$ . Diese Fläche ist an sich Zwillingsene, häufig sogar in lamellarer Wiederholung. Es ist von großem Interesse, daß aus reinen  $\text{CaMgSi}_2\text{O}_6$ -Schmelzen gebildeter Diopsid kaum verzwilligt ist, daß jedoch polysynthetische Verzwilligung in zunehmendem Grad auftritt, wenn der Mg-Gehalt der Schmelze gesteigert wird. Es erfolgt also gewissermaßen eine Annäherung an orthorhombische Symmetrie. — In analoger Weise kommen umgekehrt die Mg-reichen monoklinen Pigeonite vorzugsweise nur als Hochtemperaturbildungen bei rascher Abkühlung



zustande, also unter Bedingungen, bei denen Mg gewissermaßen einen größeren Ionenradius besitzt.

Die Aufstellung der Klinopyroxene ist diejenige nach Naumann (1828), die der Orthopyroxene nach Tschermak (1897).

Die Formeln sind meist idealisiert; so enthält z. B. Diopsid fast stets  $\text{Fe}^{2+}$ , Aegirin etwas  $\text{CaFe}^{2+}$  für  $\text{NaFe}^{3+}$  usw. Zur tatsächlichen Zusammensetzung vergleiche man die Zusammenstellungen der zahlreichen Analysen in Deer, Howie & Zussman, 1963\*).

\* W. A. Deer, R. A. Howie & J. Zussman, *Rock-forming Minerals*, 2. Chain Silicates. London 1963.

### 1.) Klinopyroxene. Monoklin-prismatisch. Isotypie.

#### 1a) Klinoenstatit-Reihe. $C_{2h}^5 - P2_1/c$ . $Z = 4$

**Klinoenstatit**  $\text{Mg}_2[\text{Si}_2\text{O}_6]$   $a_0 = 9.62$   $b_0 = 8.83$   $c_0 = 5.19^1)$   
 (Wahl, 1906)  $a_0:b_0:c_0 = 1.089:1:0.588$   
 $\beta = 108^\circ 21\frac{1}{2}'$

**Klinohypersthen**  $(\text{Mg}, \text{Fe})_2[\text{Si}_2\text{O}_6]$  —  
 (Wahl, 1906)

**Klinoferrosilit**  $\text{Fe}_2[\text{Si}_2\text{O}_6]$  —  
 (Bowen, 1935)

Klinoenstatit kennt man aus Meteoriten und aus einem Kimberlit von Mabuki in Tanganyika. Klinoferrosilit (auch Ferrosilit genannt) tritt nach Bowen (1935) in nadelförmigen Aggregaten in Obsidian-Lithophysen auf (in Obsidianen von Island, vom Naivasha-See in Kenya, Yellowstone-Park und aus Californien). **Pigeonit** (Winchell, 1900),  $(\text{Mg}, \text{Fe}, \text{Ca})_2[\text{Si}_2\text{O}_6]$ , mit  $(\text{Mg}, \text{Fe}):\text{Ca} \sim 7:1$ , besitzt die Gitterkonstanten:  $a_0 = 9.69-9.71$ ,  $b_0 = 8.92-8.96$ ,  $c_0 = 5.24-5.25$ ,  $\beta = 108^\circ 33'$ ), er leitet über zum Diopsid-Hedenbergit.

Synthetisch kennt man  $\text{Fe}_2[\text{Ge}_2\text{O}_6]$ ,  $a_0 = 9.56$ ,  $b_0 = 9.16$ ,  $c_0 = 5.21$ ,  $\beta = 102^\circ 20'$  und  $\text{Co}_2[\text{Ge}_2\text{O}_6]$ ,  $a_0 = 9.46$ ,  $b_0 = 9.03$ ,  $c_0 = 5.19$ ,  $\beta = 101^\circ 01'$ ).

<sup>1)</sup> H. Kuno & H. H. Hess, *Am. Journ. Sci.* **251**. 1953. 741. — Vgl. N. Morimoto, *Proc. Jap. Acad. Sci.* **32**. 1956. 750. — M. G. Bown & P. Gay, *Acta Cryst.* **10**. 1957. 440. — N. Morimoto, D. E. Appleman & H. T. Evans, *Z. Krist.* **114**. 1960. 120 (Struktur). — W. L. Brown, N. Morimoto & J. V. Smith, *Journ. Geol.* **69**. 1961. 609 (Struktur & Polymorphie).

<sup>2)</sup> P. Royen & W. Forwerg, *Z. anorg. Chem.* **326**. 1963. 113.

#### 1b) Diopsid-Reihe. $C_{2h}^6 - C2/c$ . $Z = 4$ .

**Diopsid**  $\text{CaMg}[\text{Si}_2\text{O}_6]$   $a_0 = 9.73$   $b_0 = 8.91$   $c_0 = 5.25^1)$   
 (d'Andrada, 1800)  $a_0:b_0:c_0 = 1.092:1:0.589$   $\beta = 105^\circ 50'$

**Hedenbergit**  $\text{CaFe}[\text{Si}_2\text{O}_6]$   $a_0 = 9.85$   $b_0 = 9.02$   $c_0 = 5.26^2)$   
 (Berzelius, 1819)  $a_0:b_0:c_0 = 1.092:1:0.583$   $\beta = 104^\circ 20'$

<b>Johannsenit</b>	$\text{CaMn}[\text{Si}_2\text{O}_6]$	$a_0 = 9.83$	$b_0 = 9.04$	$c_0 = 5.27^3)$
(Schaller, 1932)		$a_0 : b_0 : c_0 = 1.087 : 1 : 0.583 \quad \beta = 105^\circ$		
<b>Synthetisch</b>	$\text{CaNi}[\text{Si}_2\text{O}_6]$	$a_0 = 9.69$	$b_0 = 8.90$	$c_0 = 5.26^4)$
		$a_0 : b_0 : c_0 = 1.089 : 1 : 0.591 \quad \beta = 105^\circ 50'$		

Varietäten von Diopsid sind: **Chrom-Diopsid** (Dana, 1892) mit  $\text{Cr}^{+++}$ -Gehalten, **Lawrowit** (Kokscharov, 1867) mit  $\text{V}^{+++}$ -Gehalten, **Kokkolith** (Abildgaard, d'Andrada, 1800) mit Fe-Gehalten. **Ferro-Johannsenit** („ferroan-Johannsenit“; Allen & Fahey, 1953) enthält ca. 10% FeO.

Mischkristalle sind: **Salit** (d'Andrada, 1800) (tiefgrüner Pyroxen)  $\sim 2$  Diopsid + 1 Hedenbergit; **Ferro-Salit** (Hess, 1941)  $\sim 1$  Diopsid + 2 Hedenbergit; **Schefferit** (Michaelson, 1862)  $\sim$  Diopsid + Hedenbergit, mit Mangan für Calcium. **Jeffersonit** (Keating & Vanuxem, 1822) ist eine Zn-haltige Varietät von Schefferit.

Die Bezeichnung Diallag (Haüy, 1801) wird für Diopside und Augite verwendet, die eine sehr vollkommene Teilbarkeit nach (100) zeigen.

<sup>1)</sup> B. E. Warren & W. L. Bragg, Z. Krist. **69**. 1928. 168 (Struktur, SB. **2**. 130). – Vgl. R. W. G. Wyckoff & H. E. Merwin, Z. Krist. **62**. 1925. 540.

<sup>2)</sup> H. Kuno & H. H. Hess, Am. Journ. Sci. **251**. 1953. 741.

<sup>3)</sup> G. Schiavinato, Rend. Soc. Min. Ital. **9**. 1953. 210. – Vgl. C. O. Hutton, Am. Min. **41**. 1956. 581.

<sup>4)</sup> L. Gjessing, Norsk. Geol. Tidsskr. **20**. 1941. 265.

1c) Augit-Reihe.  $\text{C}_{2n}^6 - \text{C}2/\text{c}$ .  $Z = 4$ . (Al vertritt Si bis zu  $\sim 1/4$ , Ti ist vierwertig).

**Augit**  $(\text{Ca}, \text{Mg}, \text{Fe}^{++}, \text{Fe}^{+++}, \text{Ti}, \text{Al})_2[(\text{Si}, \text{Al})_2\text{O}_6]$   
(Werner, 1792)  $a_0 \sim 9.8$   $b_0 \sim 9.0$   $c_0 \sim 5.25$   $\beta \sim 105^\circ 1)$

**Fassait**<sup>2a)</sup>  $\text{Ca}(\text{Mg}, \text{Fe}^{+++}, \text{Al})[\text{Si}, \text{Al})_2\text{O}_6]$   
(Werner, 1817)  $a_0 \sim 9.7$   $b_0 \sim 8.86$   $c_0 \sim 5.26$   $\beta \sim 106^\circ 2)$

**Omphacit**  $(\text{Ca}, \text{Na})(\text{Mg}, \text{Fe}^{++}, \text{Fe}^{+++}, \text{Al})[\text{Si}_2\text{O}_6]$   
(Werner, 1815)  $a_0 = 9.66$   $b_0 = 8.82$   $c_0 = 5.228$   $\beta \sim 106^\circ 33' 3)$

Augit („Gemeiner Augit“, Ferro-Augit) hat eine große Variationsbreite im Mittelfeld des Dreiecks  $\text{CaSiO}_3 - \text{MgSiO}_3 - \text{FeSiO}_3$ , es existieren verschiedene Nomenklaturvorschläge<sup>1a)</sup>. – **Aegirin-Augit** (Rosenbusch, 1892) enthält  $\text{NaFe}^{+++}$ , **Titan-Augit** (Knop, 1892) im allgemeinen 3–5%  $\text{TiO}_2$ .

Omphacit ist dem Fassait ganz ähnlich, tritt aber stets nur körnig auf; er bildet z. B. mit Granat das Gestein Eklogit.

<sup>1)</sup> G. M. Brown, Am. Min. **45**. 1960. 15 (Chemismus und Gitterkonstanten).

<sup>1a)</sup> H. H. Hess, Am. Min. **26**. 1941. 573. – W. N. Benson, Trans. Roy. Soc. N. Zealand **74**. 1944. 71. – A. Poldervaart, Min. Mag. **23**. 1947. 159. – A. Poldervaart & H. H. Hess, Journ. Geol. **59**. 1951. 472.

<sup>2)</sup> Y. Sakata, Jap. Journ. Geol. Geogr. **28**. 1957. 161 (Gitterkonstanten der synthet. Mischkristalle  $\text{CaMgSi}_2\text{O}_6 - \text{CaAl}_2\text{SiO}_6$ ).

<sup>2a)</sup> Vgl. E. Tröger: „Über den Fassait und über die Einteilung der Klinopyroxene.“ – N. Jb. Min. Mh. 1951. 132.

<sup>3)</sup> J. Warner, Am. Min. **49**. 1964. 1461.

1d) Spodumen-Reihe.  $C_{2h}^6 - C 2/c$ .  $Z = 4$ .

<b>Spodumen</b>	$LiAl[Si_2O_6]$	$a_0 = 9.52$	$b_0 = 8.32$	$c_0 = 5.25^1)$
(d'Andrada, 1800)		$a_0:b_0:c_0 = 1.144:1:0.631 \quad \beta = 110^\circ 28'$		
<b>Jadeit</b>	$NaAl[Si_2O_6]$	$a_0 = 9.50$	$b_0 = 8.61$	$c_0 = 5.24^2)$
(Damour, 1863)		$a_0:b_0:c_0 = 1.103:1:0.609 \quad \beta = 107^\circ 26'$		
<b>Akmit</b> (braun)	$NaFe^{+++}[Si_2O_6]$	$a_0 = 9.66$	$b_0 = 8.79$	$c_0 = 5.26^3)$
(Berzelius, 1821)		$a_0:b_0:c_0 = 1.099:1:0.598 \quad \beta = 107^\circ 20'$		

Spodumene von Edelsteinqualität sind der grüne Cr-haltige **Hiddenit** (Smith, 1881) sowie der rosarote **Kunzit** (Baskerville, 1903).

**Aegirin** (Berzelius, 1835, grün, häufiger als Akmit) hat  $CaFe^{++}$  z. T. an Stelle von  $NaFe^{+++}$ ; die Gitterkonstanten sind mit denen von Akmit praktisch identisch.

**Blanfordit** (Fermor, 1906),  $(Na, Ca)(Fe^{+++}, Mg, Al, Mn)[Si_2O_6]$  ist eine Varietät von Akmit mit ca. 4%  $MnO^{3a)}$ .

Mischkristalle sind: **Diopsidjadeit (Mayait)**  $\sim 1$  Diopsid + 1 Jadeit; **Chloromelanit** (Damour, 1865)  $\sim 1$  Diopsid + 1 Jadeit + 1 Aegirin, dunkelgrün; **Urbanit** (Sjögren, 1892)  $\sim$  Diopsid + Aegirin.

Gleichfalls Kettenstruktur besitzt synthetisches  $Na_4[Si_2O_6]$ , orthorhombisch, pseudo-hexagonal,  $C_{2v}^{12} - Cmc$ ,  $a_0 = 10.43$ ,  $b_0 = 6.02$ ,  $c_0 = 4.81^4)$ , und wohl auch  $Li_4[Si_2O_6]$ , orthorhombisch,  $a_0 = 5.43$ ,  $b_0 = 9.41$ ,  $c_0 = 4.66^5)$ .

<sup>1)</sup> B. E. Warren & J. Biscoe, Z. Krist. **80**. 1931. 391 (Struktur, SB. 2. 131). - D. Roy & E. F. Osborn, Journ. Am. Ceram. Soc. **33**. 1950. 152 (d-Werte, Stabilität).

<sup>2)</sup> C. W. Wolfe, Am. Min. **40**. 1955. 248. - H. S. Yoder, Am. Journ. Sci. **243**. 1950. 312.

<sup>3)</sup> K.-H. Schüller, Beitr. Min. Petr. **6**. 1958. 112 (Synthesen Akmit-Ägirin). - Vgl. Warren & Biscoe, 1931, l. c.

<sup>3a)</sup> S. Kilpady, Proc. Nat. Inst. Sci. India **26**. 1960. 250.

<sup>4)</sup> A. Grund, Tscherm. Min. Petr. Mitt. **3**. 1953. 348. - A. Grund & M. Pizy, Acta Cryst. **5**. 1952. 837.

<sup>5)</sup> G. Donnay & J. D. H. Donnay, Am. Min. **33**. 1953. 163.

2.) Enstatit-Reihe (Orthopyroxene). Rhombisch-dipyramidal,  $D_{2h}^{15} - Pbca$ . Isotypie.  $Z = 8$ .

<b>Enstatit</b>	$Mg_2[Si_2O_6]$	$a_0 = 18.22$	$b_0 = 8.81$	$c_0 = 5.21^1)$
(Kenngott, 1855)		$a_0:b_0:c_0 = 2.068:1:0.590$		
<b>Bronzit</b>	$(Mg, Fe)_2[Si_2O_6]$	$a_0 = 18.20$	$b_0 = 8.86$	$c_0 = 5.20^2)$
(Karsten, 1807)		$a_0:b_0:c_0 = 2.062:1:0.588$		
<b>Hypersthen</b>	$(Fe, Mg)_2[Si_2O_6]$	$a_0 = 18.24$	$b_0 = 8.88$	$c_0 = 5.21^3)$
(Haüy, 1806)		$a_0:b_0:c_0 = 2.054:1:0.587$		

Enstatit enthält weniger als 5% FeO, Bronzit 5–13%, Hypersthen mehr als 13%. Über die Änderung der Zelldimensionen in Abhängigkeit von der Zusammensetzung vgl. H. H. Hess<sup>4)</sup> und R. A. Howie<sup>4a)</sup>. **Bastit** (Haidinger, 1845) oder **Schillerspat** werden Pseudomorphosen von Serpentin nach Bronzit genannt.

Synthetisch kennt man  $Mn_2[Ge_2O_6]$ , isotyp mit Enstatit,  $a_0 = 19.29$ ,  $b_0 = 9.25$ ,  $c_0 = 5.48^5$ ).

<sup>1)</sup> A. Byström, Ber. D. Keram. Ges. **24**. 1943. 2 (Struktur, SR. **9**. 254; Strukturvarianten).

<sup>2)</sup> K. Takané, Proc. Tohoku Imp. Acad. **8**. 1932. 308 (Struktur, SB. **2**. 134, 530).

<sup>3)</sup> B. E. Warren & D. J. Modell, Z. Krist. **75**. 1930. 1 (Struktur, SB. **2**. 134, 530). – T. Ito, X-Ray Studies on Polymorphism. Tokio 1950, 30.

<sup>4)</sup> H. H. Hess, Am. Journ. Sci. 1952. 173.

<sup>4a)</sup> R. A. Howie, Min. Soc. Am. Spec. Paper **1**. 1963. 213.

<sup>5)</sup> A. Tauber, J. A. Kohn, C. G. Whinfrey & W. D. Babbage, Am. Min. **48**. 1963. 555. – Vgl. P. Royen & W. Forweg, Z. anorg. Chem. **326**. 1963. 113.

3.) Karpholith-Ramsayit-Gruppe. Heterotypie. Die Strukturen sind bekannt.

<b>Ferrokapholith</b>	$FeAl_2[(OH)_4   Si_2O_6]$	Rhombisch-dipyramidal $D_{2h}^{22}$ -Ccca
(de Roever, 1951)		$a_0 = 13.77$ $b_0 = 20.18$ $c_0 = 5.11^1$ $a_0:b_0:c_0 = 0.682:1:0.253$ $Z = 8$
<b>Karpholith</b>	$MnAl_2[(OH)_4   Si_2O_6]$	Rhombisch-dipyramidal $D_{2h}^{22}$ -Ccca
(Werner, 1817)		$a_0 = 13.86$ $b_0 = 20.13$ $c_0 = 5.12^2$ $a_0:b_0:c_0 = 0.6885:1:0.2485$
<b>Ramsayit</b>	$Na_2Ti_2[O_3   Si_2O_6]$	Rhombisch-dipyramidal $D_{2h}^{14}$ -Pnca
(Fersman, 1922)		$a_0 = 14.26$ $b_0 = 8.57$ $c_0 = 5.09^3$ $a_0:b_0:c_0 = 1.664:1:0.594$ $Z = 4$
<b>Bertrandit</b>	$Be_4[(OH)_2   SiO_4   SiO_3]$	Rhombisch-pyramidal $C_{2v}^{12}$ -Ccm $2_1$
(Damour, 1883)		$a_0 = 15.22$ $b_0 = 8.69$ $c_0 = 4.54^4$ $a_0:b_0:c_0 = 1.751:1:0.522$ $Z = 4$

**Lorenzenit** (Flink, 1900) ist eine Varietät von Ramsayit, dessen Ti zu ca. 20% durch Zr ersetzt ist (Gerasimovski, 1935),  $a_0 = 14.53$ ,  $b_0 = 8.78$ ,  $c_0 = 5.24^{3a}$ .

Bertrandit soll  $Si_2O_7$ -Gruppen enthalten und strukturell ähnlich Hemimorphit sein<sup>4a</sup>).

<sup>1)</sup> W. P. de Roever, Am. Min. **36**. 1951. 736. – C. H. MacGillavry, W. L. Korst, E. J. Weichel Moore & H. J. van der Plas, Acta Cryst. **9**. 1956. 773 (Struktur).

<sup>2)</sup> H. Strunz, Z. Krist. **98**. 1938. 60. – Acta Cryst. **10**. 1957. 238.

<sup>3)</sup> N. V. Belov & L. M. Belyaew, Doklady Akad. Wiss. USSR **69**. 1949. 805 (Struktur mit Ketten  $Si_2O_6$ ; SR. **12**. 283). – R. F. Shurtz, Am. Min. **40**. 1955. 335 (Lorenzenit,  $a_0 = 14.42$ ,  $b_0 = 8.66$ ,  $c_0 = 5.18$ ).

<sup>3a)</sup> O. Kraus & F. Mußnug, Naturwiss. **29**. 1941. 182.

<sup>4)</sup> T. Ito & J. West, Z. Krist. **83**. 1932. 384 (Struktur, SB. **2**. 141).

<sup>4a)</sup> L. P. Soloveva & N. V. Belov, Doklady Akad. Wiss. USSR **140**. 1961. 685.

### Mit Doppel-Zweierketten (Bändern) $[Si_4O_{11}]_n^{6-}$

#### Amphibol-Familie

Für die Amphibole gibt es ebenso wie für die Pyroxene einen monoklinen und einen orthorhombischen Strukturtypus, von denen der orthorhombische aus dem monoklinen durch Raumbgitter-Verzwilligung nach (100) entstanden zu denken ist. Der orthorhombische Typus umfaßt Anthophyllit, Gedrit

und Holmquistit; eine eigentliche Isodimorphie zur monoklinen Cummingtonitreihe soll (nach Rabbit, 1948) nicht bestehen.

#### 4.) Klinoamphibole.

Monoklin-prismatisch,  $C_{2h}^3 - C2/m$ , Aufstellung Tschermak-Mügge-Dana\*)-Warren (leicht mit der  $C_{2h}^3 - I2/m$ -Orientierung zu verwechseln!). In der hier übernommenen Orientierung ist wie bei Diopsid  $c(001)$  Gleitfläche, die optische Achse  $Z$  liegt im stumpfen Winkel  $\beta$ , der flächenreiche Quadrant im spitzen Winkel  $\beta$ : außerdem sind in regelmäßigen Verwachsungen von Pyroxen und Amphibol beide einheitlich orientiert.

\*) Bei Dana (1892) irrtümlich als Aufstellung Nordenskiöld-Kokscharow bezeichnet.

#### Arm an Ca und Alkalien

##### 4a) Cummingtonit-Reihe.

- **Cummingtonit**  $(Mg, Fe)_7[OH | Si_4O_{11}]_2$   $a_0 = 9.51$   $b_0 = 18.19$   $c_0 = 5.33^1)$   
(Dewey, 1824)  $a_0:b_0:c_0 = 0.523:1:0.293$   
 $\beta = 101^\circ 55'$   $Z = 2$
- **Grunerit**  $(Fe, Mg)_7[OH | Si_4O_{11}]_2$   $a_0 = 9.564$   $b_0 = 18.30$   $c_0 = 5.348^1)$   
(Kenngott, 1853)  $a_0:b_0:c_0 = 0.523:1:0.292$   
 $\beta = 101^\circ 50'$   $Z = 2$

• **Amosit** (Hall, 1918) ist eine asbestartige Varietät ( $a_0 = 9.49$ ,  $b_0 = 18.26$ ,  $c_0 = 5.30$ ,  $\beta = 101^\circ 39'^2)$ .

• **Dannemorit** (Kenngott, 1855) ist ein Mn-haltiger Cummingtonit, **Tirodit** (Dunn & Roy, 1938) ein Mg-Mn-Amphibol mit etwa 8% MnO. **Mangan-Cummingtonit** von Nsuta, Ghana, mit Mg:Mn  $\sim 6:4$  hat  $a_0 = 9.53$ ,  $b_0 = 18.10$ ,  $c_0 = 5.326$ ,  $\beta = 102^\circ 15'^{1a)}$ .

<sup>1)</sup> S. Ghose & E. Hellner, Journ. Geol. **67**. 1959. 691. – S. Ghose, Acta Cryst. **14**. 1961. 622 (Struktur und Mg, Fe-Verteilung). – Vgl. F. R. Boyd, Ann. Rep. Geophys. Lab. Carnegie Inst. 1959. 117 (Beziehung zu Anthophyllit). – Vgl. C. Klein, Am. Min. **49**. 1964. 963.

<sup>1a)</sup> H. W. Jaffe, W. O. J. G. Meijer & D. H. Selchow, Am. Min. **46**. 1961. 642.

<sup>2)</sup> R. J. Garrod & C. S. Rann, Acta Cryst. **5**. 1952. 285. – Nach Rabbit (1948) identisch mit Aktinolith.

#### Ca-führend, arm an Alkalien

##### 4b) Aktinolith-Reihe.

- Tremolit**  $Ca_2Mg_5[(OH, F) | Si_4O_{11}]_2$   
(Höpfner, 1790)  $a_0 = 9.84$   $b_0 = 18.05$   $c_0 = 5.275^1)$   
 $a_0:b_0:c_0 = 0.545:1:0.292$   $\beta = 104^\circ 42'$   $Z = 2$
- Aktinolith**  $Ca_2(Mg, Fe'')_5[(OH, F) | Si_4O_{11}]_2$   
(Kirwan, 1794)  $a_0 = 9.86$   $b_0 = 18.11$   $c_0 = 5.34^2)$   
 $a_0:b_0:c_0 = 0.544:1:0.295$   $\beta = 105^\circ 00'$   $Z = 2$
- Ferroaktinolith**  $Ca_2Fe_5^+[(OH, F) | Si_4O_{11}]_2$   
(Sundius, 1946)

Varietäten sind **Mangan-Tremolit** und **Mangan-Aktinolith** (Yoshimura, '939).

Synthetisch kennt man einen Fluor-Tremolit,  $\text{Ca}_2\text{Mg}_5[\text{F} | \text{Si}_4\text{O}_{11}]_2$ , mit  $a_0 = 9.78$ ,  $b_0 = 18.01$ ,  $c_0 = 5.27$ ,  $\beta = 104^\circ 31'3$ .

<sup>1)</sup> B. E. Warren, Z. Krist. **72**. 1930. 42 (Struktur, SB. 2. 131). – Vgl. K. Johansson, Z. Krist. **73**. 1930. 31. – J. Zussman, Acta Cryst. **12**. 1959. 309 (Obige Gitterkonstanten, Reexamination der Struktur).

<sup>2)</sup> J. Zussman, Acta Cryst. **8**. 1955. 301 (Struktur).

<sup>3)</sup> J. E. Comeforo & J. A. Kohn, Am. Min. **39**. 1954. 537.

#### 4c) Hornblende-Reihe.

<b>Gemeine Hornblende</b>	$(\text{Ca}, \text{Na}, \text{K})_{2-3}(\text{Mg}, \text{Fe}^{\cdot\cdot}, \text{Fe}^{\cdot\cdot\cdot}, \text{Al})_5[(\text{OH}, \text{F})_2  $ (Werner, 1789)	$(\text{Si}, \text{Al})_2\text{Si}_6\text{O}_{22}]$ $a_0 = 9.87 \quad b_0 = 18.01 \quad c_0 = 5.33^1)$ $a_0 : b_0 : c_0 = 0.548 : 1 : 0.296 \quad \beta = 105^\circ 44'$
<b>Edenit</b>	$\text{NaCa}_2\text{Mg}_5[(\text{OH}, \text{F})_2   \text{AlSi}_7\text{O}_{22}]$ (Glocker, 1839)	$a_0 \sim 9.9 \quad b_0 \sim 18.0 \quad c_0 \sim 5.3 \quad \beta \sim 105^\circ 2)$
<b>Ferroedenit</b>	$\text{NaCa}_2\text{Fe}_5[(\text{OH}, \text{F})_2   \text{AlSi}_7\text{O}_{22}]$ (Sundius, 1946)	
<b>Tschermakit</b>	$\text{Ca}_2\text{Mg}_3(\text{Al}, \text{Fe}^{\cdot\cdot\cdot})_2[(\text{OH}, \text{F})_2   \text{Al}_2\text{Si}_6\text{O}_{22}]$ (Winchell, 1945)	
<b>Ferrotschermakit</b>	$\text{Ca}_2\text{Fe}_3(\text{Al}, \text{Fe}^{\cdot\cdot\cdot})_2[(\text{OH}, \text{F})_2   \text{Al}_2\text{Si}_6\text{O}_{22}]$ (Winchell, 1945)	
<b>Pargasit</b>	$\text{NaCa}_2\text{Mg}_4(\text{Al}, \text{Fe}^{\cdot\cdot\cdot})[(\text{OH}, \text{F})_2   \text{Al}_2\text{Si}_6\text{O}_{22}]$ (Steinheil, 1814)	$a_0 \sim 9.9 \quad b_0 \sim 18.0 \quad c_0 \sim 5.3 \quad \beta \sim 105^\circ 30'2)$
<b>Hastingsit</b>	$\text{NaCa}_2\text{Fe}_4(\text{Al}, \text{Fe}^{\cdot\cdot\cdot})[(\text{OH}, \text{F})_2   \text{Al}_2\text{Si}_6\text{O}_{22}]$ (Adams & Harrington, 1896)	$a_0 = 9.94 \quad b_0 = 18.01 \quad c_0 = 5.34$ $a_0 : b_0 : c_0 = 0.546 : 1 : 0.293 \quad \beta = 104.92^\circ 3)$
<b>Basaltische Hornblende</b>	$\text{Ca}_2(\text{Na}, \text{K})_{0.5-1.0}(\text{Mg}, \text{Fe}^{\cdot\cdot})_{3-4}(\text{Fe}^{\cdot\cdot\cdot}, \text{Al})_{2-1}$ (Werner, 1792)	$[(\text{O}, \text{OH}, \text{F})_2   \text{Al}_2\text{Si}_6\text{O}_{22}]$ $a_0 = 9.98 \quad b_0 = 17.98 \quad c_0 = 5.33^4)$ $a_0 : b_0 : c_0 = 0.555 : 1 : 0.296 \quad \beta = 106^\circ 05'$
<b>Kaersutit</b>	$\text{Ca}_2(\text{Na}, \text{K})(\text{Mg}, \text{Fe}^{\cdot\cdot}, \text{Fe}^{\cdot\cdot\cdot})_4\text{Ti}[(\text{O}, \text{OH}, \text{F})_2   \text{Al}_2\text{Si}_6\text{O}_{22}]$ (Lorenzen, 1884)	$a_0 = 9.93 \quad b_0 = 18.25 \quad c_0 = 5.34^5)$ $a_0 : b_0 : c_0 = 0.544 : 1 : 0.293 \quad \beta = 104^\circ 54'$
<b>Barkevikit</b>	$\text{Ca}_2(\text{Na}, \text{K})(\text{Fe}^{\cdot\cdot}, \text{Mg}, \text{Fe}^{\cdot\cdot\cdot}, \text{Mn})_5[(\text{OH}, \text{F})_2   \text{Al}_{1.5}\text{Si}_{6.5}\text{O}_{22}]$ (Brögger, 1887)	

Synthetisch ist ein Fluor-Edenit,  $\text{NaCa}_2\text{Mg}_5[\text{F} | \text{Si}_{3.5}\text{Al}_{0.5}\text{O}_{11}]_2$ , mit  $a_0 = 9.85$ ,  $b_0 = 18.00$ ,  $c_0 = 5.28$ ,  $\beta = 104^\circ 50'$  bekannt<sup>2a)</sup>.

**Karinthin** (Werner, 1817) umfaßt nach Angel die in braunen bzw. braungrünen Farben pleochroitischen Hornblenden der Eklogite.

**Nephrit** (Werner, 1780\*) ist dichter Aktinolith oder auch Anthophyllit; **Amianth** (Dioscorides, ~ 50 n. Chr.) und **Byssolith** (Saussure, 1796) sind faserige Amphibole, d. h. Hornblendeasbeste.

**Uralite** (Rose, 1830) sind durch Umwandlung aus Pyroxenen entstandene Amphibole von der mittleren Zusammensetzung  $\text{Ca}_4\text{Mg}_6\text{Fe}_{3-4}^{2+}[(\text{OH}, \text{O})_4 | (\text{Al}, \text{Fe})_2\text{Si}_{14}\text{O}_{44}]$ ; **Mangan-Uralit** (Kalpady & Dave, 1958) ist eine Varietät mit 7.4%  $\text{Na}_2\text{O}$ , 2.2%  $\text{CaO}$ , 3.1%  $\text{MnO}$  usw.<sup>6)</sup>

\*) Lapis nephriticus, Clutius, 1627.

<sup>1)</sup> H. Heritsch & E. Kahler, *Tscherm. Min. Petr. Mitt.* **7**. 1960. 218. – Vgl. H. Heritsch, P. Paulitsch & E. M. Walitzi, *Tscherm. Min. Petr. Mitt.* **6**. 1957. 215.

<sup>2)</sup> Gitterkonstanten für chemisch genau definierte Zusammensetzungen liegen nicht vor. – Vgl. Deer, Howie & Zussman, 1963.

<sup>2a)</sup> J. A. Kohn & J. E. Comeforo, *Am. Min.* **40**. 1955. 410.

<sup>3)</sup> G. Borley & M. T. Frost, *Min. Mag.* **33**. 1963. 646.

<sup>4)</sup> H. Heritsch, G. Bertoldi & E. M. Walitzi, *Tscherm. Min. Petr. Mitt.* **7**. 1960. 210. – H. Heritsch & L. Riechert, *Tscherm. Min. Petr. Mitt.* **7**. 1960. 235.

<sup>5)</sup> G. Borley & M. T. Frost, 1963, l. c. – J. F. G. Wilkinson, *Am. Min.* **46**. 1961. 340.

<sup>6)</sup> S. Kalpady & A. S. Dave, *J. Univ. Geol. Soc. Nagpur* **1**. 1958. 4.

4d) Glaukophan-Reihe\*).

<b>Glaukophan</b> (Hausmann, 1845)	$\text{Na}_2\text{Mg}_3\text{Al}_2[(\text{OH}, \text{F})   \text{Si}_4\text{O}_{11}]_2$ $a_0 = 9.58 \quad b_0 = 17.80 \quad c_0 = 5.30^1)$ $a_0 : b_0 : c_0 = 0.538 : 1 : 0.298 \quad \beta = 103^\circ 48'$
<b>Magnesioriebeckit</b> (Miyashiro, 1957)	$\text{Na}_2\text{Mg}_3\text{Fe}_2^{2+}[(\text{OH}, \text{F})   \text{Si}_4\text{O}_{11}]_2$ $a_0 = 9.73 \quad b_0 = 17.95 \quad c_0 = 5.31^1)$ $a_0 : b_0 : c_0 = 0.542 : 1 : 0.296 \quad \beta = 103^\circ 42'$
<b>Riebeckit</b> (Sauer, 1888)	$\text{Na}_2\text{Fe}_3^{2+}\text{Fe}_2^{2+}[(\text{OH}, \text{F})   \text{Si}_4\text{O}_{11}]_2$ $a_0 = 9.53 \quad b_0 = 18.09 \quad c_0 = 5.34^2)$ $a_0 : b_0 : c_0 = 0.527 : 1 : 0.295 \quad \beta = 104^\circ 27'$
<b>Richterit</b> (Breithaupt, 1865)	$\text{Na}_2\text{Ca}(\text{Mg}, \text{Fe}^{2+}, \text{Mn}, \text{Fe}^{3+}, \text{Al})_5[(\text{OH}, \text{F})   \text{Si}_4\text{O}_{11}]_2$ $a_0 = 9.82 \quad b_0 = 17.96 \quad c_0 = 5.27^3)$ $a_0 : b_0 : c_0 = 0.547 : 1 : 0.293$
<b>Magnesiokatophorit</b> (Miyashiro, 1957)	$\text{Na}_2\text{CaMg}_4(\text{Fe}^{2+}, \text{Al})[(\text{OH}, \text{F})_2   \text{AlSi}_7\text{O}_{22}]$
<b>Katophorit</b> (Brögger, 1894)	$\text{Na}_2\text{CaFe}_4(\text{Fe}^{3+}, \text{Al})[(\text{OH}, \text{F})_2   \text{AlSi}_7\text{O}_{22}]$
<b>Eckermannit</b> (Adamson, 1942)	$\text{Na}_{2.5}\text{Ca}_{0.5}(\text{Mg}, \text{Fe}^{2+}, \text{Fe}^{3+}, \text{Al})_5[(\text{OH}, \text{F})_2   \text{Al}_{0.5}\text{Si}_{7.5}\text{O}_{22}]$ $a_0 \sim 9.7 \quad b_0 \sim 17.7 \quad c_0 \sim 5.3 \quad \beta \sim 104^\circ 3)$
<b>Arfvedsonit</b> (Brooke, 1823)	$\text{Na}_{2.5}\text{Ca}_{0.5}(\text{Fe}^{2+}, \text{Mg}, \text{Fe}^{3+}, \text{Al})_5[(\text{OH}, \text{F})_2   \text{Al}_{0.5}\text{Si}_{7.5}\text{O}_{22}]$ $a_0 = 9.83 \quad b_0 = 18.03 \quad c_0 = 5.21^4)$ $a_0 : b_0 : c_0 = 0.545 : 1 : 0.289 \quad \beta = 103^\circ 46'$

**Krokydolith** (Hausmann, 1831), Asbest z.T., ist faseriger Riebeckit ( $a_0 = 9.74$ ,  $b_0 = 17.95$ ,  $c_0 = 5.30$ ,  $\beta = 103^\circ 54'$ )<sup>2a)</sup>.

**Crossit** (Palache, 1894) steht etwa zwischen Glaukophan und Magnesioriebeckit. Während zwischen Magnesioriebeckit und Riebeckit ein kontinuierlicher Übergang besteht, ist  $\text{Fe}^{2+}$ -reicher Glaukophan (Ferroglaukophan) bisher unbekannt.

Varietäten sind ferner: **Ferri-Richterit** (Chiklit, Bilgrami, 1955), **Kalium-Richterit** (Magnophorit, Prider, 1939), **Magnesio-Arfvedsonit** (Miyashiro, 1957), **Mangan-Arfvedsonit** (Juddit, Fermor, 1908).

Synthetisch kennt man Fluor-Richterit,  $\text{Na}(\text{Ca}, \text{Na})\text{Mg}_5[\text{F} | \text{Si}_4\text{O}_{11}]_2$ , mit  $a_0 = 9.82$ ,  $b_0 = 17.96$ ,  $c_0 = 5.27$ .  $\beta = 104^\circ 20'^{3a}$ , sowie Hornblenden mit Alkali-Überschuß<sup>5)</sup>.

\*) Zur Nomenklatur und Einteilung vgl. N. Sundius, *Arsbok Sver. Geol. Unders.* **40**. 1946. – A. Miyashiro, *Journ. Fac. Sci. Tokyo Univ.* **11**. 1957. 57. – Deer, Howie & Zussman, 1963, l. c.

1) W. G. Ernst, *Am. Min.* **48**. 1963. 241 (Gitterkonstanten für natürliche und synthet. Glaukophane, Riebeckite und Magnesioriebeckite).

2) J. Ito, *Min. Journ. (Japan)* **1**. 1955. 250. – Vgl. W. G. Ernst, 1963, l. c. – J. Jakob & E. Brandenberger, *Schweiz. Min. Petr. Mitt.* **11**. 1931. 140 (Osannit).

2<sup>a</sup>) E. J. W. Whittaker, *Acta Cryst.* **2**. 1949. 312. (Struktur, SR. **12**. 266). – Vgl. R. J. Garrod & C. S. Rann, *Acta Cryst.* **5**. 1952. 285. – Obige Gitterkonstanten: J. Zussman, *Acta Cryst.* **12**. 1959. 309.

3) W. A. Deer, R. A. Howie & J. Zussman, *Rock-forming minerals*, **2**. London 1963. S. 352.

3<sup>a</sup>) J. A. Kohn & J. E. Comeforo, *Am. Min.* **40**. 1955. 410. – G. V. Gibbs, J. L. Miller & H. R. Shell, *Am. Min.* **47**. 1962. 75.

4) M. T. Frost, *Min. Mag.* **33**. 1963. 377 (Mittelwerte der Daten für 15 Arfvedsonite von Nigeria. – A. Kawahara, *Min. Journ. (Japan)* **4**. 1963. 30 ( $a_0 = 9.94$ ,  $b_0 = 18.17$ ,  $c_0 = 5.34$ ,  $\beta = 104^\circ 24'$ , Struktur). – Vgl. B. Goßner & F. Spielberger, *Z. Krist.* **72**. 1929. 111.

5) E. Schiebold, *Chemie d. Erde* **22**. 1962. 586.

5.) Anthophyllit-Reihe (Orthoamphibole). Rhombisch-dipyramidal,  $D_{2h}^{16}$  – Pnma. Isotypie. Mg kann bis zu 50% durch Fe ersetzt sein; bei höheren Fe-Gehalten tritt die monokline Cumingtonit-Phase auf.

**Anthophyllit**  $(\text{Mg}, \text{Fe})_7[\text{OH} | \text{Si}_4\text{O}_{11}]_2$   $a_0 = 18.56$   $b_0 = 18.08$   $c_0 = 5.28^1)$   
(Schumacher, 1801)  $a_0 : b_0 : c_0 = 1.027 : 1 : 0.292$   $Z = 4$

**Gedrit**  $(\text{Mg}, \text{Fe})_{6-5}\text{Al}_{1-2}[\text{OH} | (\text{Al}, \text{Si})\text{Si}_3\text{O}_{11}]_2$   
(Dufrenoy, 1836)  $a_0 = 18.59$   $b_0 = 17.89$   $c_0 = 5.30^2)$   
 $a_0 : b_0 : c_0 = 1.039 : 1 : 0.296$   $Z = 4$

**Ferrogedrit**  $\text{Fe}_5^{2+}\text{Al}_2[\text{OH} | \text{AlSi}_3\text{O}_{11}]_2$   $a_0 = 18.51$   $b_0 = 17.95$   $c_0 = 5.316^3)$   
(Tilley, 1939\*)  $a_0 : b_0 : c_0 = 1.031 : 1 : 0.296$   $Z = 4$

**Holmquistit**  $\text{Li}_2\text{Mg}_3\text{Al}_2[\text{OH} | \text{Si}_4\text{O}_{11}]_2$   $a_0 = 18.36$   $b_0 = 17.75$   $c_0 = 5.29^4)$   
(Osann, 1913)  $a_0 : b_0 : c_0 = 1.034 : 1 : 0.298$   $Z = 4$

**Bedenit** (Efremov, 1935),  $\text{Ca}_2(\text{Mg}, \text{Fe}^{2+}, \text{Al})_5[\text{OH} | (\text{Si}, \text{Al})_4\text{O}_{11}]_2$ , kristallisiert angeblich orthorhombisch und tritt in weißen asbestartigen Aggregaten auf.

Anhang:

„Proto-Amphibol“  $\text{Li}_{0.5}(\text{Li}_{0.5}\text{Mg}_{1.5})\text{Mg}_5[\text{F} | \text{Si}_4\text{O}_{11}]_2$   
(synthetisch) Orthorhombisch  $D_{2h}^{12}$  – Pnmm  
 $a_0 = 9.33$   $b_0 = 17.87$   $c_0 = 5.29$   $Z = 2^5)$

\*) Doelter, 1913: Eisengedrit.



<sup>1)</sup> K. Johansson, Z. Krist. **73**. 1930. 31. — B. E. Warren & D. J. Modell, Z. Krist. **75**. 1930. 161 (Struktur, SB. **2**. 137). — Vgl. J. C. Rabbitt, Am. Min. **33**. 1948. 263. — T. Ito, X-Ray Studies on Polymorphism, Tokio 1950, **42** (Struktur, SR. **13**. 377). — H. J. Greenwood, Journ. Geol. **4**. 1963. 317 ( $a_0 = 18.61$ ,  $b_0 = 18.01$ ,  $c_0 = 5.24$  für reinen synthet. Mg-Anthophyllit).

<sup>2)</sup> D. J. Milton & J. Ito, Am. Min. **46**. 1961. 734.

<sup>3)</sup> Y. Seki & M. Yamasaki, Am. Min. **42**. 1957. 506.

<sup>4)</sup> Th. Vogt, O. Bastiansen & P. Skancke, Am. Min. **43**. 1958. 981. — E. H. Nickel, B. S. Karpoff, J. A. Maxwell & J. F. Rowland, Canad. Min. **6**. 1960. 504.

<sup>5)</sup> G. V. Gibbs, F. D. Bloss & H. R. Shell, Am. Min. **45**. 1960. 974 (Strukturvorschlag).

## 6.) Aenigmatit-Gruppe.

Aenigmatit enthält wahrscheinlich einzelne Zweierketten wie die Pyroxene.

**Aenigmatit**  $\text{Na}_4\text{Fe}_{10}\text{Ti}_2[\text{O}_4 | (\text{Si}_2\text{O}_6)_6]$  Triklin  
(Breithaupt, 1865)  $a_0 = 10.41$   $b_0 = 10.81$   $c_0 = 8.93^1$   
 $a_0 : b_0 : c_0 = 0.963 : 1 : 0.826$   
 $\alpha = 104^\circ 56'$   $\beta = 96^\circ 52'$   $\gamma = 125^\circ 19'$   
 $Z = 1$

Das Verhältnis Fe:Ti ist im Aenigmatit gleich 5:1. **Rhönit** (Soellner, 1907) enthält noch mehr (Fe<sup>++</sup>, Al) sowie Mg und Ca, kristallisiert triklin mit hornblendeartiger Spaltbarkeit. **Hainit** (Blumrich, 1893), triklin, ist ein nadeliges Na, Ca, Ti, Zr-Silikat von nicht genau bekannter Zusammensetzung. **Deerit** (Agrell, Bown & McKie, 1964),  $\text{MnFe}_{12}^{++}\text{Fe}_7^{+++}(\text{OH})_{11}\text{Si}_{13}\text{O}_{44}$ , amphibolähnlich, faserig nach c, monoklin-prismatisch,  $P2_1/a$ ,  $a_0 = 10.755$ ,  $b_0 = 18.87$ ,  $c_0 = 9.568$ ,  $\beta = 107^\circ 12'$ ,  $Z = 2^2$ ) und **Howieit** (Agrell & al., 1964),  $\text{NaMn}_3\text{Fe}_7^{++}(\text{Fe}^{+++}, \text{Al})_2(\text{OH})_{11}\text{Si}_{12}\text{O}_{32}$ , triklin,  $a_0 = 10.17$ ,  $b_0 = 9.72$ ,  $c_0 = 9.56$ ,  $\alpha = 91.3^\circ$ ,  $\beta = 70.7^\circ$ ,  $\gamma = 109.0^\circ$ ,  $Z = 1^2$ ), sind gleichfalls strukturell unbekannt.

<sup>1)</sup> C. H. Kelsey & D. McKie, Min. Mag. **33**. 1964. 986 (Strukturdiskussion).

<sup>2)</sup> S. O. Agrell, M. G. Bown & D. McKie, Min. Soc. Notice Nr. 130. 1964.

## Mit Dreierketten $[\text{Si}_3\text{O}_9]_{\infty}^{6-}$

Wollastonit-Gruppe. Diese Mineralien sind stets gestreckt nach  $b[010]$  und besitzen eine mehr oder minder deutliche Spaltbarkeit nach (100), (001), (101) bzw. (201) und  $(\bar{1}01)$ , alle parallel der Zone der Längs-erstreckung; zudem treten Zwillinge nach  $a(100)$  auf.

Warren und Biscoe stellten (1931) am triklinen Wollastonit und Pektolith fest, daß diese strukturell nicht zu den Pyroxenen gehören, wie sie ja bereits nach Hintze (Handbuch der Mineralogie, 1897) in „nur losem Zusammenhang mit der Pyroxengruppe“ stehen. Nach Morphologie und Optik bereits frühzeitig teils als triklin, teils als monoklin beschrieben, gibt es vom Wollastonit neben der strukturell triklinen eine monokline Struktur-

variante, die aus der triklinen durch „innere Verzwillingung“ nach  $a(100)$  hervorgeht (Barnick, 1935; stacking effect, Jeffery, 1953). Diese Strukturvarianten sind Tieftemperatur-Wollastonit und werden nach H. F. W. Taylor zweckmäßigerweise als Wollastonit ( $-1T$ ) und Wollastonit ( $-2M$ ) bezeichnet\*). Oberhalb  $1126^\circ\text{C}$  entsteht der pseudo-hexagonale Hochtemperatur-Wollastonit = „Pseudowollastonit“, der nach Hilmer (1958) Ringe  $[\text{Si}_3\text{O}_9]$  enthält (Cyclo-wollastonit). Dornberger-Schiff, Liebau und Thilo wiesen (1954/55) auf Grund von Analogieschlüssen zu den Polyphosphaten und Polyarsenaten darauf hin, daß der Tieftemperatur-Wollastonit Kettenstruktur besitzt. Die Strukturbestimmung für Wollastonit (Mamedov & Belov, 1956), sowie für Pektolith (M. J. Buerger, 1956) und Bustamit (Peacor & Buerger, 1962) bestätigten diese Kettenstruktur; Kettenrichtung ist  $b[010]$ , ganz entsprechend der morphologischen Entwicklung und den oben genannten physikalischen Eigenschaften. Eine Umstellung von Morphologie und Optik ist nur für Bustamit erforderlich, sie erfolgte durch Brauner (1960).

\*) Priv. Mitteilung 1961.

7a) Wollastonit( $-1T$ )-Reihe. Homöotypie.

<b>Wollastonit (<math>-1T</math>)</b> (Léman, 1818)	$\text{Ca}_3[\text{Si}_3\text{O}_9]$	Triklin-pinakoidal. $C_1^1 - P\bar{1}$ . $a_0 = 7.94$ $b_0 = 7.32$ $c_0 = 7.07$ $a_0 : b_0 : c_0 = 1.084 : 1 : 0.966$ $\alpha = 90^\circ 02'$ $\beta = 95^\circ 22'$ $\gamma = 103^\circ 26'$ $Z = 2^1$
<b>Bustamit (<math>-1T</math>)</b> (Brongniart, 1826)	$(\text{Mn}, \text{Ca})_3[\text{Si}_3\text{O}_9]$	Triklin-pinakoidal. $A1$ . $a_0 = 7.74$ $b_0 = 7.16$ $c_0 = 13.82$ $a_0 : b_0 : c_0 = 1.081 : 1 : 1.930$ $\alpha = 90^\circ 31'$ $\beta = 94^\circ 35'$ $\gamma = 103^\circ 52'$ $Z = 2^2$
<b>Pektolith</b> (Kobell, 1828)	$\text{Ca}_2\text{Na}[\text{Si}_3\text{O}_8\text{OH}]$	$a_0 = 7.99$ $b_0 = 7.04$ $c_0 = 7.02$ $a_0 : b_0 : c_0 = 1.135 : 1 : 0.997$ $\alpha = 90^\circ 31'$ $\beta = 95^\circ 11'$ $\gamma = 102^\circ 28'$ $Z = 2^3$
<b>Sérandit</b> (Lacroix, 1931)	$(\text{Mn}, \text{Ca})_2\text{Na}[\text{Si}_3\text{O}_8\text{OH}]$	Gitterkonstanten etwas kleiner als für Pektolith. Isotyp mit Pektolith <sup>4</sup> ).

7b) Wollastonit( $-2M$ ). Monoklin-prismatisch,  $C_{2h}^2 - P2_1/a$ .

<b>Wollastonit (<math>-2M</math>)</b> („Parawollastonit“, Peacock, 1935)	$\text{Ca}_3[\text{Si}_3\text{O}_9]$	$a_0 = 15.36$ $b_0 = 7.29$ $c_0 = 7.08$ $a_0 : b_0 : c_0 = 2.107 : 1 : 0.971$ $\beta = 95^\circ 24\frac{1}{2}'$ $Z = 4^5$
--	--------------------------------------	---

Bustamit und Sérandit, mit weit mehr Mn als Ca, sind als selbständige Arten aufzufassen, während **Schizolith** (Winther, 1900) mit Ca:Mn ungefähr 2:1 nach W. T. Schaller (1955) lediglich eine Mn-haltige Varietät von Pektolith (manganooan pectolite) ist<sup>3a), 3b)</sup>. Wahrscheinlich gibt es auch von Bustamit, Pektolith und Sérandit eine 2M-Strukturvariante.

<sup>1)</sup> M. J. Buerger, Proc. Nat. Acad. Sci. **42**. 1956. 113. — B. E. Warren & J. Bischoe, Z. Krist. **30**. 1931. 391 ( $a_0 = 7.90$ ,  $b_0 = 7.28$ ,  $c_0 = 7.04$ ,  $\alpha = 90^\circ 00'$ ,  $\beta = 95^\circ 16'$ ,  $\gamma = 103^\circ 25'$ ). — J. W. Jeffery, Acta Cryst. **6**. 1953. 463. — K. Dornberger-Schiff, F. Liebau & E. Thilo, Naturwiss. **41**. 1954. 551; Acta Cryst. **3**. 1955. 752. — X. S. Mamedov & N. V. Belov, Doklady Akad. Wiss. USSR **107**. 1956. 463. — D. R. Peacor & C. T. Prewitt, Am. Min. **48**. 1963. 588 (Strukturvergleich Wollastonit-Bustamit).

<sup>2)</sup> D. R. Peacor & C. T. Prewitt, Am. Min. **48**. 1963. 588 (Aufstellung A 1, Strukturvergleich Wollastonit-Bustamit). — M. J. Buerger, 1956 l. c. — K. Brauner, N. Jb. Min. Mh. 1960. 145 (morpholog. und optische Umorientierung). — D. R. Peacor & M. J. Buerger, Z. Krist. **117**. 1962. 331 (Struktur, Aufstellung F 1).

<sup>3)</sup> M. J. Buerger, 1956, l. c. Z. Krist. **103**. 1956. 248 (Struktur). — B. E. Warren & J. Bischoe, 1931, l. c.:  $a_0 = 7.91$ ,  $b_0 = 7.08$ ,  $c_0 = 7.05$ ,  $\alpha = 90^\circ 00'$ ,  $\beta = 95^\circ 10'$ ,  $\gamma = 103^\circ 00'$ .

<sup>3a)</sup> W. T. Schaller, Am. Min. **40**. 1955. 1022.

<sup>3b)</sup> F. Liebau, N. Jb. Min. Mh. 1957. 248; Schizolith:  $a_0 = 7.85$ ,  $b_0 = 6.97$ ,  $c_0 = 6.93$ ,  $\alpha = 90^\circ 48'$ ,  $\beta = 94^\circ 42'$ ,  $\gamma = 101^\circ 45'$  (Struktur).

<sup>4)</sup> W. T. Schaller, 1955, l. c.

<sup>5)</sup> M. Barnick, Naturwiss. **23**. 1935. 770. — J. Tolliday, Nature **182**. 1958. 1012. — J. A. Gard & H. F. W. Taylor, Acta Cryst. **13**. 1960. 785.

## 8.) Foshagit.

**Foshagit**  $\text{Ca}_4[(\text{OH})_2 | \text{Si}_3\text{O}_9]$  Monoklin (geometrisch; wirklich triklin)  
(Eakle, 1925)  $a_0 = 10.32$   $b_0 = 7.36$   $c_0 = 7.04$   
 $a_0:b_0:c_0 = 1.402:1:0.957$   
 $\beta = 106^\circ 24'$   $Z = 2^1$ )

Foshagit ist faserig nach  $b[010]$ ; er enthält Dreierketten analog Wollastonit und zudem nicht an Tetraeder gebundenes OH; beim Erhitzen auf  $700-800^\circ\text{C}$  geht er in Wollastonit ( $-2\text{M}$ ) über<sup>1)</sup>.

<sup>1)</sup> J. A. Gard & H. F. W. Taylor, Am. Min. **43**. 1958. 1. — Acta Cryst. **13**. 1960. 785 (Struktur; Dehydrationsmechanismus; Vergleich mit Wollastonit-Parawollastonit).

9.) Tobermorit-Okenit-Gruppe.  $\text{Ca}(\text{O}, \text{OH})_6$ -Oktaeder bilden offenbar gemeinsam mit  $\text{Si}_3\text{O}_9$ -Ketten Schichten, deren Abstände durch Eintritt von  $\text{H}_2\text{O}$  aufgeweitet und durch Austritt kontrahiert werden können. Okenit und Nekoit sind faserig nach  $b[010]$  und gehen beim Erhitzen orientiert in Wollastonit über.

**Riversideit**  $\text{Ca}_5\text{H}_2[\text{Si}_3\text{O}_9]_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  — —  $c_0 = 19.2^1$ )  
(Eakle, 1917)

**Tobermorit**  $\text{Ca}_5\text{H}_2[\text{Si}_3\text{O}_9]_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  Rhombisch-disphenoidisch  $D_2^5-C222_1$   
(Hedde, 1880)  $a_0 = 11.3$   $b_0 = 7.33$   $c_0 = 22.6$   
 $a_0:b_0:c_0 = 1.542:1:3.083$   $Z = 4^1$ )

<b>Plombierit</b>	$\text{Ca}_5\text{H}_2[\text{Si}_3\text{O}_9]_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	—	—	$c_0 = 29.2^1)$
	(Daubrée, 1858)			
<b>Okenit</b>	$\text{Ca}_{1.5}[\text{Si}_3\text{O}_6(\text{OH})_3] \cdot 1.5\text{H}_2\text{O}$	Triklin		
	(Kobell, 1828)	$a_0 = 9.84$	$b_0 = 7.20$	$c_0 = 21.33^2)$
		$a_0:b_0:c_0 = 1.367:1:2.962$		
		$\alpha = 90^\circ 00' \quad \beta = 103^\circ 54' \quad \gamma = 111^\circ 30'$		
		$Z = 6$		
<b>Nekoit</b>	$\text{Ca}_{1.5}[\text{Si}_3\text{O}_6(\text{OH})_3] \cdot 2.5\text{H}_2\text{O}$	Triklin		
	(Gard & Taylor, 1955)	$a_0 = 7.60$	$b_0 = 7.32$	$c_0 = 9.86^2)$
		$a_0:b_0:c_0 = 1.038:1:1.347$		
		$\alpha = 111^\circ 48' \quad \beta = 86^\circ 12' \quad \gamma = 103^\circ 54'$		
		$Z = 2$		

## Anhang:

<b>Scawtit</b>	$\text{Ca}_6[\text{Si}_3\text{O}_9]_2 \cdot \text{CaCO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	Monoklin		
	(Tilley, 1929)	$a_0 = 6.61$	$b_0 = 15.22$	$c_0 = 10.98^3)$
		$a_0:b_0:c_0 = 0.434:1:0.721$		
		$\beta = 115^\circ 24' \quad Z = 2$		

Riversideit soll nach Taylor<sup>1a)</sup> ein Gemenge von Tobermorit und Wilkeit sein, nach McConnell (1954) jedoch ein teilweise entwässerter Tobermorit.

<sup>1)</sup> J. D. C. McConnell, Min. Mag. **30**. 1954. 293. — H. D. Megaw & C. H. Kelsey, Nature **177**. 1956. 390 (Strukturschema).

<sup>1a)</sup> H. F. W. Taylor, Min. Mag. **30**. 1953. 155.

<sup>2)</sup> J. A. Gard & H. F. W. Taylor, Min. Mag. **31**. 1956. 5. — R. A. Chalmers, A. W. Nicol & H. F. W. Taylor, Min. Mag. **33**. 1962. 70 (Formel für Nekoit:  $3\text{CaO} \cdot 6\text{SiO}_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ ).

<sup>3)</sup> J. D. C. McConnell, Am. Min. **40**. 1944. 510 (Aufstellung C. E. Tilley, 1930), andere Aufstellung:  $a_0 = 6.61$ ,  $b_0 = 15.22$ ,  $c_0 = 10.18$ ,  $\beta = 100^\circ 48'$ . — Vgl. J. Murdoch, Bull. Geol. Soc. Am. **65**. 1954. 1347; Am. Min. **40**. 1955. 505.

Zu den Fasersilikaten mit Dreierketten (oder Dreier-Ringen) gehören wahrscheinlich:

<b>Walstromit</b>	$\text{BaCa}_2[\text{Si}_3\text{O}_9]$	Triklin		
	(Alfors & al., 1965)	$a_0 = 6.74$	$b_0 = 9.61$	$c_0 = 6.69$
		$a_0:b_0:c_0 = 0.701:1:0.696$		
		$\alpha = 69^\circ 51' \quad \beta = 102^\circ 14' \quad \gamma = 97^\circ 06'$		
		$Z = 2$		
<b>Margarosanit</b>	$\text{Pb}(\text{Ca}, \text{Mn})_2[\text{Si}_3\text{O}_9]$	Triklin		
	(Ford & Bradley, 1916)	$a_0 = 6.77$	$b_0 = 9.64$	$c_0 = 6.75^2)$
		$a_0:b_0:c_0 = 0.702:1:0.700$		
		$\alpha = 110^\circ 35' \quad \beta = 102^\circ 0' \quad \gamma = 88^\circ 30'$		
		Vergleichbar mit Nekoit!		

<b>Alamosit</b>	$Pb_3[Si_3O_9]$	Monoklin-prismatisch $C_{2h}^1 - P2/c$
(Palache & Merwin, 1909)		$a_0 = 11.28 \quad b_0 = 7.03 \quad c_0 = 13.06$
		$a_0 : b_0 : c_0 = 1.605 : 1 : 1.858$
		$\beta = 120^\circ \quad Z = 12^3$

**Juxporit** (Fersman, 1922),  $c_0 = 7.07$  (Faserichtung), ursprünglich als ein Na- und K-haltiger Pektolith aufgefaßt, hat sich röntgenographisch als nicht damit identisch erwiesen<sup>4</sup>).

**Jusit** (Gramling-Mende & Leopold, 1943)<sup>5</sup>,  $(Ca, KH, NaH)(Si, AlH)O_3 \cdot H_2O$ , wahrscheinlich monoklin,  $b_0 = 7.36$  (Faserachse).

**Miserit** (Schaller, 1950), früher „Natroxonotlit“ (Williams, 1890),  $KCa_5[Si_5O_{14}OH] \cdot H_2O$ , gibt ein von Wollastonit, Pektolith und Xonotlit abweichendes Pulverdiagramm,  $a_0 = 15.8$  (?),  $b_0 = 7.33$  (Faserichtung)<sup>6</sup>).

**Istisunit** (Kachkay & Mamedov, 1955)<sup>7</sup>, etwa  $(Ca, NaH)(Si, AlH)O_3$ , monoklin.

<sup>1</sup>) J. T. Alfors, M. C. Stinson, R. A. Matthews & A. Pabst, Am. Min. **50**. 1965. 314.

<sup>2</sup>) R. L. Armstrong, Am. Min. **48**. 1963. 698. — E. P. Glasser & L. S. Dent Glasser, Am. Min. **49**. 1964. 781 (vergleichbar mit synthet.  $BaCa_2[Si_3O_9]$ , Cyclosilikat).

<sup>3</sup>) A. L. Mackay, Am. Min. **37**. 1952. 1064.

<sup>4</sup>) C. Minguzzi, Z. Krist. **104**. 1942. 417.

<sup>5</sup>) I. Gramling-Mende & G. Leopold, N. Jb. Min. Mh. 1943. 178.

<sup>6</sup>) F. Liebau, Phys. Chem. **206**. 1956. 73.

<sup>7</sup>) M. A. Kachkay & A. I. Mamedov, Doklady Akad. Wiss. USSR **11**. 1955. 21.

### Mit Doppel-Dreierketten $[Si_6O_{17}]_{\infty}^{10-}$

#### 10.) Xonotlit.

<b>Xonotlit</b>	$Ca_6[(OH)_2   Si_6O_{17}]$	Monoklin
(Rammelsberg, 1866)		$a_0 = 8.57 \quad b_0 = 7.35 \quad c_0 = 7.04^1$
		$a_0 : b_0 : c_0 = 1.166 : 1 : 0.958$

Jurupait ist mit Xonotlit identisch<sup>1a</sup>). Bei der Entwässerung von Xonotlit entsteht bei 700–800 °C Wollastonit (–2M), zu dem eine enge strukturelle Verwandtschaft besteht<sup>1b</sup>).

<sup>1</sup>) H. Berman in Ch. Palache, U. S. Geol. Surv. Prof. Paper 180. 1935. — S. Mamedov & N. V. Belov, Doklady Akad. Wiss. USSR **104**. 1955 (Struktur: Doppeldreierketten  $Si_6O_{17}$ ). Akad. Wiss. USSR **85**. 1956. 13 (Struktur).

<sup>1a</sup>) H. F. W. Taylor, Am. Min. **39**. 1954. 682; Min. Mag. **30**. 1954. 338.

<sup>1b</sup>) L. S. Dent & H. F. W. Taylor, Acta Cryst. **9**. 1956. 1002. — Gard & Taylor, 1960, l. c.

### Mit Fünferketten $[Si_5O_{15}]_{\infty}^{10-}$

11.) Rhodonit-Reihe. Triklin-pinakoidal,  $C_i^1 - P\bar{1}$ . Isotypie. In der hier übernommenen Orientierung (Goßner und Mitarb., 1928) ist die Richtung der beiden sehr guten Spaltbarkeiten  $a(100)$  und  $c(001)$ ; Kettenrichtung  $b[010]$ .

<b>Rhodonit</b>	$\text{CaMn}_4[\text{Si}_5\text{O}_{15}]$	$a_0 = 7.79 \quad b_0 = 12.47 \quad c_0 = 6.75^1)$
(Jasche, 1819)		$a_0 : b_0 : c_0 = 0.625 : 1 : 0.541$
		$\alpha = 85^\circ 10' \quad \beta = 94^\circ 04' \quad \gamma = 111^\circ 29' \quad Z = 2$
<b>Babingtonit</b>	$\text{Ca}_2\text{Fe}^{2+}\text{Fe}^{3+}[\text{Si}_5\text{O}_{14}\text{OH}]$	$a_0 = 7.56 \quad b_0 = 12.45 \quad c_0 = 6.74^2)$
(Levy, 1824)		$a_0 : b_0 : c_0 = 0.607 : 1 : 0.541$
		$\alpha = 86^\circ 12' \quad \beta = 93^\circ 51' \quad \gamma = 112^\circ 22' \quad Z = 2$

**Hsihutsunit** (Wang, 1936) ist eine Mg-haltige, **Fowlerit** (Shepard, 1832) eine Zn-haltige Varietät von Rhodonit.

Anhang:

<b>Inesit</b>	$\text{Ca}_2\text{Mn}_7[\text{Si}_5\text{O}_{14}\text{OH}]_2 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	Triklin-pinakoidal
(Schneider, 1887)		$a_0 = 8.91 \quad b_0 = 9.16 \quad c_0 = 12.16^3)$
		$a_0 : b_0 : c_0 = 0.973 : 1 : 1.327$
		$\alpha = 87^\circ 38\frac{1}{2}' \quad \beta = 132^\circ 30' \quad \gamma = 97^\circ 05\frac{1}{2}'$

Inesit, pseudotetragonal sowie gestreckt und faserig nach  $c[001]$ , mit zwei guten Spaltbarkeiten parallel zur Längserstreckung, hat wahrscheinlich Ketten  $[\text{Si}_5\text{O}_{15}]$ ;  $c_0 = 12.16$  von Inesit entspricht ungefähr  $b_0 = 12.45$  von Rhodonit; Inesit gibt nach der Entwässerung bei  $800^\circ\text{C}$  ein Rhodonit-Diagramm<sup>3)</sup>.

<sup>1)</sup> B. Goßner & K. Brückl, Zbl. Min. 1928. 316. — W. Hilmer, F. Liebau, E. Thilo & K. Dornberger-Schiff, Naturwiss. 43. 1956. 177; F. Liebau, W. Hilmer & G. Lindemann, Acta Cryst. 12. 1959. 182 ( $a_0 = 6.68$ ,  $b_0 = 7.66$ ,  $c_0 = 12.20$ ,  $\alpha = 111.1^\circ$ ,  $\beta = 86.0^\circ$ ,  $\gamma = 93.2^\circ$ ; Struktur: Ketten  $\text{Si}_5\text{O}_{15}$ , parallel  $b(010)$  in Aufstellung Goßner-Brückl). — D. R. Peacor & N. Niizeki, Z. Krist. 119. 1963. 98 (Bestätigung und Verfeinerung der Struktur).

<sup>2)</sup> B. Goßner & F. Mußnug, Zbl. Min. 1928. 274 (Winkel vgl. Richmond, 1937, 639). — Nach W. E. Richmond, Am. Min. 22. 1937. 630:  $a_0 = 7.40$ ,  $b_0 = 11.54$ ,  $c_0 = 6.62$ ,  $\alpha = 91^\circ 48'$ ,  $\beta = 93^\circ 48'$ ,  $\gamma = 103^\circ 54'$  (andere Orientierung).

<sup>3)</sup> W. E. Richmond, Am. Min. 27. 1942. 563. — Vgl. S. Takasu, Min. Journ. (Jap.) 1. 1955. 242.

#### Mit Sechserketten $[\text{Si}_6\text{O}_{18}]_{\infty}^{12-}$

12.) Stokesit. Mit spiralen Sechserketten in Richtung der b-Achse  $[010]$ .

<b>Stokesit</b>	$\text{Ca}_2\text{Sn}_2[\text{Si}_6\text{O}_{18}] \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	Rhombisch-dipyramidal $D_{2h}^6 - \text{Pnna}$
(Hutchinson, 1899)		$a_0 = 14.41 \quad b_0 = 11.61 \quad c_0 = 5.23^1)$
		$a_0 : b_0 : c_0 = 1.241 : 1 : 0.450 \quad Z = 2$

<sup>1)</sup> P. Gay & K. O. Rickson, Min. Mag. 32. 1960. 433. — A. Vorma, Min. Mag. 33. 1963. 615 (Struktur).

#### Mit Siebenerketten $[\text{Si}_7\text{O}_{21}]_{\infty}^{14-}$

13.) Pyroxmangit

<b>Pyroxmangit</b>	$(\text{Fe}, \text{Mn})_7[\text{Si}_7\text{O}_{21}]$	Triklin-pinakoidal $C_1^1 - \text{P}\bar{1}$
(Ford & Bradley, 1913)		$a_0 = 7.56 \quad b_0 = 17.45 \quad c_0 = 6.67$
		$a_0 : b_0 : c_0 = 0.433 : 1 : 0.382$
		$\alpha = 84.0^\circ \quad \beta = 94.3^\circ \quad \gamma = 113.7^\circ \quad Z = 2^1)$

<sup>1)</sup> F. Liebau, Acta Cryst. **12**. 1959. 177 (Gitterkonstanten für Pyroxmangit vom Originalfundort Iva in S-Carolina, mit  $\text{FeO}:\text{MnO} = 3.82:2.87$ . — Struktur: Ketten  $(\text{Si}_7\text{O}_{21})_{\infty}^{14-}$  parallel  $b[010]$ , hier in der von Perutz 1937 gewählten Aufstellung). — Vgl. M. Perutz, Min. Mag. **24**. 1937. 573 (für Pyroxmangit von Glen Beag, Inverness-Shire, mit vorherrschendem Mn, und zwar  $\text{MnO}:\text{FeO} = 3.48:1.83$ ;  $a_0 = 7.4$ ,  $b_0 = 17.1$ ,  $c_0 = 6.7$ ,  $a_0:b_0:c_0 = 0.433:1:0.392$ ,  $\alpha = 83^\circ$ ,  $\beta = 94^\circ$ ,  $\gamma = 113^\circ$ ,  $Z = 2$ . — „Eisenrhodonit“ aus Schlacken ist gleichfalls Pyroxmangit:  $a_0 = 7.50$ ,  $b_0 = 17.2$ ,  $c_0 = 6.82$ ,  $\alpha = 82^\circ 48'$ ,  $\beta = 94^\circ 20'$ ,  $\gamma = 113^\circ 17'$ ).

### Mit zylindrischen Ketten $[\text{Si}_8\text{O}_{20}]_{\infty}^{8-}$

#### 14.) Narsarsukit-Vlasovit-Gruppe.

Narsarsukit kristallisiert tetragonal, Vlasovit pseudotetragonal, beide mit Spaltbarkeiten parallel der c-Achse. In der Struktur von Narsarsukit befinden sich zylindrische Ketten  $[\text{Si}_8\text{O}_{20}]_{\infty}$  parallel der c-Achse, und diese werden durch  $\text{TiO}_6$ -Oktaeder zusammengehalten. Die Struktur von Vlasovit soll aus Viererringen aufgebaute unendliche Ketten  $[\text{Si}_8\text{O}_{22}]_{\infty}$  enthalten<sup>2a)</sup>.

**Narsarsukit**       $\text{Na}_2\text{Ti}[\text{O} | \text{Si}_4\text{O}_{10}]$       Tetragonal-dipyramidal  $C_{4h}^2$  — I4/m  
(Flink, 1900)       $a_0 = 10.80$     $c_0 = 8.01$     $c_0/a_0 = 9.742$   
       $Z = 4^1$ )

**Vlasovit**       $\text{Na}_2\text{Zr}[\text{O} | \text{Si}_4\text{O}_{10}]$       Monoklin  
(Tichonenkova & Kazakova,       $a_0 = 10.98$     $b_0 = 10.00$     $c_0 = 8.52$   
1961)       $a_0:b_0:c_0 = 1.098:1:0.852$   
       $\beta = 100^\circ 24'$     $Z = 4^2$ )

<sup>1)</sup> B. Goßner & H. Strunz, Z. Krist. **82**. 1932. 150. — Y. U. Pyatenko & Z. V. Pudovkina, Soviet Physics Crystallography **13**. 1960. 540. — Kristallografiya **5**. 1960. 563. (Struktur). — D. R. Peacor & M. J. Buerger, Am. Min. **47**. 1962. 539 (Struktur und Verfeinerung).

<sup>2)</sup> R. P. Tichonenkova & M. E. Kazakova, Doklady Akad. Nauk. USSR. **137**. 1961. 944. — M. Ch. Michel-Lévy, Bull. Soc. Franç. Min. Crist. **85**. 1962. 189 (Synthesen).

<sup>2a)</sup> A. A. Voronkov & Y. A. Pyatenko, Kristallografiya **6**. 1961. 937 (Struktur).

## E.) Abteilung der Phyllosilikate (Schichtstrukturen)

### Mit tetragonalen oder pseudotetragonalen Schichtstrukturen:

#### 1.) Eudidymit-Epididymit-Gruppe.

Bänder  $[\text{Si}_3\text{O}_8]_{\infty}$  parallel  $b[010]$ , die über gemeinsame Sauerstoffschichten  $\text{Na}[\text{Si}_3\text{O}_7]$  parallel  $c(001)$  bilden. Im Eudidymit sind OH und Be — letzteres in der Koordination  $\text{BeO}_3\text{OH}$  — jeder Schicht angelagert, wobei die Bindung zur nächsten Schicht nur durch van der Waalsche Kräfte erfolgt; im Epididymit werden die Schichten durch  $\text{BeO}_2(\text{OH})_2$ -Tetraeder valenzmäßig verbunden.

**Eudidymit**       $\text{NaBe}^{[4]}[\text{OH} | \text{Si}_3\text{O}_7]$       Monoklin-prismatisch  $C_h^2$  — C2/c  
(Brögger, 1887)       $a_0 = 12.64$     $b_0 = 7.38$     $c_0 = 14.02$   
       $a_0:b_0:c_0 = 1.713:1:1.900$     $\beta = 103^\circ 43'$   
       $Z = 8^1$ )

**Epididymit**  $\text{NaBe}^{[4]}[\text{OH} | \text{Si}_3\text{O}_7]$  - Rhombisch-dipyramidal  $D_{2h}^{16}$  - Pnam  
 (Flink, 1893)  $a_0 = 12.73$   $b_0 = 7.34$   $c_0 = 13.65$   
 $a_0 : b_0 : c_0 = 1.734 : 1 : 1.860$   $Z = 8^2$

Eudidymit ist tafelig sowie lamellar verzwilligt nach der Basis; er spaltet ebenso wie Epididymit nach  $c(001)$ . Die strukturellen und morphologischen Achsen stehen zueinander in folgender Beziehung: Eudidymit  $a_0 = a$ ,  $b_0 = b$ ,  $c_0 = \frac{1}{2}(a + 3c)$ ,  $\beta$  geändert; Epididymit  $a_0 = 3a$ ,  $b_0 = b$ ,  $c_0 = 3.5c$ . Die Struktur von Epididymit entsteht aus derjenigen von Eudidymit durch eine Art innere Verzwilligung nach  $c(001)$ .

**Litidionit** (Scacchi, 1880),  $(\text{K. Na})_2\text{Cu}[\text{Si}_3\text{O}_7]_2$ , wahrscheinlich monoklin,  $a : b : c = 0.4506 : 1 : 0.3997$ ,  $\beta \sim 114^\circ$ , ist strukturell unbekannt.

<sup>1)</sup> W. H. Zachariasen, Norsk. Geol. Tidsskr. **10**. 1929. 449. - T. Ito, Am. Min. **32**. 1947. 442 (Struktur, SR. **11**. 466). - Vgl. B. Goßner & O. Kraus, Zbl. Min. 1929. 257. - E. H. Nickel, Canad. Min. **7**. 1963. 643.

<sup>2)</sup> W. H. Zachariasen 1929, l. c. - T. Ito, Z. Krist. **83**. 1934 (Struktur, SB. **3**. 153).

## 2.) Gillespit-Apophyllit-Gruppe.

Im Gillespit und Apophyllit sind zu Schichten parallel  $c(001)$  vereinigte Viererringe vorhanden.

a) Gillespit-Reihe. Isotypie. Ditetragonal-dipyramidal,  $D_{4h}^8$  -  $P4/ncc$ .

<b>Cuprorivait</b>	$\text{CaCu}[\text{Si}_4\text{O}_{10}]$	$a_0 = 7.30$	$c_0 = 15.12$	$c_0/a_0 = 2.071$	$Z = 4^1$
(Minguzzi, 1938)					
Synthetisch	$\text{SrCu}[\text{Si}_4\text{O}_{10}]$	$a_0 = 7.37$	$c_0 = 15.57$	$c_0/a_0 = 2.113$	$Z = 4^2$
Synthetisch	$\text{BaCu}[\text{Si}_4\text{O}_{10}]$	$a_0 = 7.44$	$c_0 = 16.11$	$c_0/a_0 = 2.165$	$Z = 4^2$
<b>Gillespit</b>	$\text{BaFe}[\text{Si}_4\text{O}_{10}]$	$a_0 = 7.51$	$c_0 = 16.07$	$c_0/a_0 = 2.141$	$Z = 4^3$
(Schaller, 1922)					

Anhang:

**Fenaksit**  $\text{KNa}(\text{Fe, Mn})[\text{Si}_4\text{O}_{10}] \cdot \frac{1}{2} \text{H}_2\text{O}$  Triklin-pinakoidal  
 (Dorfman & al., 1959)  $a_0 = 6.97$   $b_0 = 8.18$   $c_0 = 9.97^4$   
 $a_0 : b_0 : c_0 = 0.852 : 1 : 1.219$   
 $\alpha = 105^\circ 04'$   $\beta = 98^\circ 58'$   $\gamma = 114^\circ 40'$

## b) Apophyllit

**Apophyllit**  $\text{KCa}_4[\text{F} | (\text{Si}_4\text{O}_{10})_2] \cdot 8 \text{H}_2\text{O}$   
 (Haüy, 1806) Ditetragonal-dipyramidal  $D_{4h}^8$  -  $P4/mnc$   
 $a_0 = 9.02$   $c_0 = 15.8$   $c_0/a_0 = 1.752$   $Z = 2^5$   
 $c/a = 1.2515$

Gillespit hinterläßt beim Auslaugen mit HCl Kieselsäure  $[\text{H}_4\text{Si}_4\text{O}_{10}] \cdot \frac{1}{2} \text{H}_2\text{O}$  mit tetragonaler Schichtstruktur<sup>3a)</sup>.

<sup>1)</sup> A. Pabst, Acta Cryst. **12**. 1959. 733. - F. Mazzi & A. Pabst, Am. Min. **47**. 1962. 409.



- <sup>2)</sup> A. Pabst, Congr. Intern. de Crist. Paris 1954. 17.  
<sup>3)</sup> A. Pabst, Am. Min. **28**. 1943. 372 (Struktur, SR. **9**. 249).  
<sup>3a)</sup> A. Pabst, Am. Min. **43**. 1958. 970.  
<sup>4)</sup> V. P. Golovachev, Kristallografiya **9**. 1964. 101.  
<sup>5)</sup> W. H. Taylor & St. N áray-Szabó. Z. Krist. **77**. 1931. 146 (Struktur, SB. **2**. 145).

## 3.) Sanbornit

Im Sanbornit und  $\beta$ - $\text{Na}_4[\text{Si}_4\text{O}_{10}]$  sind gewellte Schichten parallel  $c(001)$  vorhanden, bestehend aus Sechseringen.  $\alpha$ - $\text{Na}_4[\text{Si}_4\text{O}_{10}]$  und  $\text{Li}_4[\text{Si}_4\text{O}_{10}]$  besitzen vergleichbare Strukturen, jedoch mit den Schichten parallel der monoklinen Fläche  $b(010)$ .

<b>Sanbornit</b> (Rogers, 1932)	$\text{Ba}_2[\text{Si}_4\text{O}_{10}]$	Rhombisch-dipyramidal $D_{2h}^{16} - \text{Pmcn}$ $a_0 = 7.69$ $b_0 = 4.63$ $c_0 = 13.53$ $a_0 : b_0 : c_0 = 1.661 : 1 : 2.922$ $Z = 2^1$
Synthetisch	$\beta$ - $\text{Na}_4[\text{Si}_4\text{O}_{10}]$	Monoklin-prismatisch $C_{2h}^5 - \text{P}2_1/c$ $a_0 = 8.07$ $b_0 = 4.80$ $c_0 = 12.26$ $a_0 : b_0 : c_0 = 1.681 : 1 : 2.554$ $Z = 2^2$ $\beta = 104^\circ 18'$
Synthetisch	$\alpha$ - $\text{Na}_4[\text{Si}_4\text{O}_{10}]$	Orthorhombisch $D_{2h}^{16} - \text{Pmmb} (?)$ $a_0 = 6.43$ $b_0 = 15.46$ $c_0 = 4.91$ $a_0 : b_0 : c_0 = 0.416 : 1 : 0.318$ $Z = 2^3$
Synthetisch	$\text{Li}_4[\text{Si}_4\text{O}_{10}]$	Monoklin, pseudorhombisch $a_0 = 5.82$ $b_0 = 14.66$ $c_0 = 4.79$ $a_0 : b_0 : c_0 = 0.397 : 1 : 0.327$ $\beta = 90^\circ$ $Z = 2^4$

<sup>1)</sup> R. M. Douglass, Am. Min. **43**. 1958. 517 (Struktur). — Hier  $a_0$  und  $b_0$  vertauscht.

<sup>2)</sup> A. Grund, Bull. Soc. Franç. Min. Crist. **77**. 1954. 775 (Struktur). — <sup>2a)</sup> G. Donnay & J. D. H. Donnay, Am. Min. **38**. 1953. 163.

<sup>3)</sup> F. Liebau, Acta Cryst. **14**. 1961. 395 (Struktur) — Vgl. <sup>2a)</sup>.

<sup>4)</sup> F. Liebau, Acta Cryst. **14**. 1961. 389 (Struktur) — Vgl. <sup>2a)</sup>.

## Mit pseudohexagonalen und hexagonalen Schichtstrukturen:

## 4.) Pyrophyllit-Talk-Gruppe. Homöotypie.

<b>Pyrophyllit</b> (Hermann, 1829)	$\text{Al}_2[(\text{OH})_2   \text{Si}_4\text{O}_{10}]$	Monoklin $C_{2h}^6 - \text{C}2/c$ oder $C_s^4 - \text{Cc}$ $a_0 = 5.15$ $b_0 = 8.92$ $c_0 = 18.59^1$ $a_0 : b_0 : c_0 = 0.577 : 1 : 2.084$ $\beta = 99^\circ 55'$ $Z = 4$
<b>Talk</b> (alt-arabisch)	$\text{Mg}_3[(\text{OH})_2   \text{Si}_4\text{O}_{10}]$	Monoklin $C_{2h}^6 - \text{C}2/c$ oder $C_s^4 - \text{Cc}$ $a_0 = 5.27$ $b_0 = 9.12$ $c_0 = 18.85^1$ $a_0 : b_0 : c_0 = 0.578 : 1 : 2.067$ $\beta = 100^\circ 00'$ $Z = 4$
<b>Minnesotait</b> (Gruner, 1944)	$(\text{Fe}^{2+}, \text{Mg}, \text{H}_2)_3[(\text{OH})_2   (\text{Si}, \text{Al}, \text{Fe}^{3+})_4\text{O}_{10}]$	Monoklin $a_0 = 5.4$ $b_0 = 9.42$ $d_{(001)} = 19.14$ $\beta = ?^2$

**Agalmatolith** (Klaproth, 1797) oder **Bildstein** bedeutet eine dichte Varietät von Pyrophyllit, **Steatit** (Plinius) oder **Speckstein** eine dichte Varietät von Talk. Ein von Partridge (1943) aus dem Barberton-Distrikt beschriebenes Mineral entspricht vielleicht einem Nickel-Talk, der — ebenso wie Kobalttalk — synthetisch bekannt ist<sup>1a)</sup>.

<sup>1)</sup> J. W. Gruner, Z. Krist. **88**. 1934. 412 (Struktur, SB. **2**. 159). — S. B. Hendricks, Z. Krist. **99**. 1938. 264 (Struktur, SB. **6**. 148).

<sup>1a)</sup> C. W. F. T. Pistorius, N. Jb. Min. Mh. 1963. 30.

<sup>2)</sup> J. W. Gruner, Am. Min. **29**. 1944. 363.

### 5.) Glimmer-Gruppe.

Nachdem Mauguin (1927/28) Größe und Inhalt der Elementarzelle für Muskovit und Biotit bestimmt und Pauling (1930) das Strukturschema aufgestellt hatte, erfolgte die erste Strukturbestimmung durch Jackson & West (1930) für Muskovit; Hendricks & Jefferson (1939) untersuchten etwa 100 Glimmer der verschiedensten Vorkommen und stellten dabei erstmalig bei Schichtsilikaten das Auftreten verschiedener polytyper Strukturvarianten fest, die durch unterschiedliche Schichtfolge entstehen. Die Untersuchungen wurden ergänzt durch Axelrod & Grimaldi (1949), Amelinckx & Dekeyser (1953), Levinson (1953), Levinson & Heinrich (1954), Yoder & Eugster (1954/55); Smith & Yoder (1956) leiteten theoretisch durch gegenseitige Verdrehung der Schichten 6 einfache polytype Strukturvarianten ab, die in Anlehnung an die Nomenklatur von Ramsdell für die Strukturvarianten des SiC als 1 M, 2 M<sub>1</sub>, 2 M<sub>2</sub>, 2 O, 3 T und 6 H bezeichnet werden. Von diesen ist nur 6 H bisher an keinem natürlichen oder synthetischen Glimmer bestätigt worden.

Einschichtig:	1 M, C <sub>2h</sub> <sup>3</sup> — C2/m, a <sub>0</sub> ~ 5.3 b <sub>0</sub> ~ 9.2 c <sub>0</sub> ~ 10.0 β ~ 100°
Zweischichtig:	2 M <sub>1</sub> , C <sub>2h</sub> <sup>6</sup> — C2/c, a <sub>0</sub> ~ 5.3 b <sub>0</sub> ~ 9.2 c <sub>0</sub> ~ 20.0 β ~ 95°
	2 M <sub>2</sub> , C <sub>2h</sub> <sup>6</sup> — C2/c, a <sub>0</sub> ~ 9.2 b <sub>0</sub> ~ 5.3 c <sub>0</sub> ~ 20.0 β ~ 98°
	2 O, C <sub>2v</sub> <sup>12</sup> — Ccm2 <sub>1</sub> , a <sub>0</sub> ~ 5.3 b <sub>0</sub> ~ 9.2 c <sub>0</sub> ~ 20.0 —
Dreischichtig:	3 T, D <sub>3</sub> <sup>3</sup> — P3 <sub>1</sub> 12, a <sub>0</sub> ~ 5.3 — c <sub>0</sub> ~ 30.0 —
	D <sub>3</sub> <sup>5</sup> — P3 <sub>2</sub> 12,
Sechsschichtig:	6 H, D <sub>6</sub> <sup>2</sup> — P6 <sub>1</sub> 22, a <sub>0</sub> ~ 5.3 — c <sub>0</sub> ~ 60.0 —
	D <sub>6</sub> <sup>6</sup> — P6 <sub>5</sub> 22

Neben diesen einfachen Typen sind noch einige komplexere möglich, so 8 Tc, 12 M und 18 M, außerdem kommen mehr oder weniger fehlgeordnete Strukturen vor. Das Auftreten der einen oder anderen Variante scheint weniger von den Bildungsbedingungen als von der chemischen Zusammensetzung abhängig zu sein. Muskovit tritt fast ausschließlich als 2 M<sub>1</sub>-Glimmer auf, bekannt geworden sind auch 1 M- und selten 3 T-Muskovite.

Biotit tritt bevorzugt als 1 M-, auch als 3 T-Glimmer auf. Lepidolith als 1 M, wenn  $\text{Li}_2\text{O} > 6\%$ , als 2  $\text{M}_2$  und 3 T, wenn  $\text{Li}_2\text{O} < 6\%$ .

- C. Mauguin, C. R. Acad. Sci. Paris **185**. 1927. 288; **186**. 1928. 1131.  
 L. Pauling, Proc. Nat. Acad. Sci. **16**. 1930. 123.  
 W. W. Jackson & J. West, Z. Krist. **76**. 1930. 211; **85**. 1933. 160.  
 S. B. Hendricks & M. E. Jefferson, Am. Min. **24**. 1939. 729.  
 J. M. Axelrod & F. S. Grimaldi, Am. Min. **34**. 1949. 559.  
 S. Amelinekx & W. Dekeyser, Comité Internat. l'Etude Argiles, 1953.  
 A. A. Levinson, Am. Min. **38**. 1953. 88.  
 A. A. Levinson & E. W. Heinrich, Am. Min. **39**. 1954. 937.  
 H. S. Yoder & H. P. Eugster, Geochim. Cosmochim. Acta **6**. 1954. 157; **8**. 1955. 225.  
 A. Pabst, Am. Min. **40**. 1955. 967.  
 J. V. Smith & H. S. Yoder, Min. Mag. **31**. 1956. 209.  
 R. Sadanaga & Y. Takeuchi, Z. Krist. **116**. 1961. 406.  
 O. H. L. Christie, Z. Krist. **115**. 1961. 464.  
 E. W. Radoslovich, Carnegie Inst. Washington, Year Book **62**. 1963. 165; Am. Min. **48**. 1963. 348.

5a) Muskovit-Reihe (dioktaedrisch). Bevorzugt monoklin-prismatisch,  $C_{2h}^6 - C2/c$ .

- Paragonit**  $\text{NaAl}_2[(\text{OH}, \text{F})_2 | \text{AlSi}_3\text{O}_{10}]$   
 (Schafhäütl, 1843)  $a_0 = 5.15 \quad b_0 = 8.88 \quad c_0 = 19.28^1$   
 $a_0:b_0:c_0 = 0.580:1:2.171 \quad \beta \sim 94^\circ \quad Z = 4$
- Muskovit**  $\text{KAl}_2[(\text{OH}, \text{F})_2 | \text{AlSi}_3\text{O}_{10}]$   
 (Dana, 1850)  $a_0 = 5.19 \quad b_0 = 9.04 \quad c_0 = 20.08^2$   
 $a_0:b_0:c_0 = 0.574:1:2.221 \quad \beta = 95^\circ 30'$   
 $Z = 4$
- Glaukonit**  $(\text{K}, \text{Ca}, \text{Na})_{<1}(\text{Al}, \text{Fe}^{+++}, \text{Fe}^{++}, \text{Mg})_2[(\text{OH})_2 | \text{Al}_{0.35}\text{Si}_{3.65}\text{O}_{10}]$   
 (Kefenstein, 1828)  $a_0 = 5.25 \quad b_0 = 9.09 \quad c_0 = 20.07^3$   
 $a_0:b_0:c_0 = 0.578:1:2.208 \quad \beta = 95^\circ 00' \quad Z = 4$
- Seladonit**  $\text{Na}_{0.8}(\text{Fe}_{1.4}^{+++}\text{Mg}_{0.7})[(\text{OH})_2 | \text{Al}_{0.4}\text{Si}_{3.6}\text{O}_{10}]$   
 (Glocker, 1847) M1-Typus:  
 $a_0 = 5.21 \quad b_0 = 9.02 \quad c_0 = 10.27^4$   
 $a_0:b_0:c_0 = 0.578:1:1.139$   
 $\beta = 100^\circ 06' \quad Z = 2$
- Roscoelith**  $\text{KV}_2[(\text{OH})_2 | \text{AlSi}_3\text{O}_{10}]^5$   
 (Blake, 1876) Gitterkonstanten zwischen Muskovit und Biotit

Zu Muskovit gehören: **Sericit** (List, 1850) = feinstschuppiger bis dichter Muskovit; **Pinit** (Werner, 1789) = dichter Muskovit pseudomorph nach Cordierit; **Ferri-Muskovit** (Wahl, 1925) =  $\text{KFe}^{+++}\text{Al}[(\text{OH}, \text{F})_2 | \text{AlSi}_3\text{O}_{10}]$ ; **Phengit** (Link, 1810) =  $\text{K}(\text{Fe}, \text{Mg})\text{Al}[(\text{OH}, \text{F})_2 | (\text{Al}, \text{Si})\text{Si}_3\text{O}_{10}]$ ; **Ferri-Phengit** (Kanehira & Banno, 1960) =  $\text{K}(\text{Mg}, \text{Fe})_{0.5}\text{Fe}_{0.5}^{+++}\text{Al}[(\text{OH})_2 | \text{Al}_{0.5}\text{Si}_{3.5}\text{O}_{10}]$ . **Alurgit** (Breithaupt, 1865) = phengitischer Muskovit mit geringem Gehalt an zweiwertigem sowie dreiwertigem Mangan<sup>6</sup>); **Öllacherit** (Dana, 1867), **(Barium-Muskovit)** =

(K, Ba)(Al, Mg)<sub>2</sub>[(OH, F)<sub>2</sub> | AlSi<sub>3</sub>O<sub>10</sub>], mit BaO-Gehalten bis zu 10%; ein Muskovit mit 3.49% MnO und 4.14% BaO hat  $a_0 = 5.25$ ,  $b_0 = 9.10$ ,  $c_0 = 19.90$ ,  $\beta = 95^\circ 40' 6a$ ). **Chrom-Muskovit (Fuchsit, Schafhäütl, 1843)** = Muskovit mit Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> bis 6%,  $a_0 = 5.19$ ,  $b_0 = 8.99$ ,  $c_0 = 19.987$ ; gelegentlich tritt wohl auch Chrom-Biotit auf.

**Skolit** (Smulikowski, 1936), ungefähr  $K(Mg, Fe^{2+}, Ca)(Al, Fe^{3+})_3H_4Si_6O_{20}$ , ist mit Glaukonit angeblich eng verwandt oder vielleicht damit identisch. — Reiner Fluor-Muskovit ist synthetisch hergestellt worden.

<sup>1)</sup> H. Harder, Heidelberg. Beitr. Min. Petr. **5**. 1956. 227. — E. Zen, M. Ross & P. Bearth, Am. Min. **49**. 1964. 183.

<sup>2)</sup> W. W. Jackson & J. West, Z. Krist. **76**. 1931. 211; **85**. 1933. 160 (Struktur, SB. **2**. 143). — E. W. Radoslovich, Acta Cryst. **13**. 1960. 919 (Strukturverfeinerung). — Vgl. L. Pauling, Proc. Acad. Sci. USA **1930**. 123. — H. S. Yoder & H. P. Eugster, Geochim. Cosmochim. Acta **8**. 1955. 225 (Synthet. und natürl. Muskovite). — L. Gatineau & J. Méring, Clay. Min. Bull. **3**. 1958. 238 (Si-Al-Verteilung). — M. D. Foster, B. Bryant & J. Hathaway, Am. Min. **45**. 1960. 839 ( $a_0 = 5.25$ ,  $b_0 = 9.06$ ,  $c_0 = 19.99$ ,  $\beta = 95^\circ 45'$  für grünen eisenhaltigen Muskovit). — W. G. Ernst, Am. Min. **48**. 1963. 1357 (Gitterkonstanten für Phengite).

<sup>3)</sup> J. W. Gruner, Am. Min. **20**. 1935. 699. — E. Maegdefrau & U. Hofmann, Z. Krist. **98**. 1937. 31. — J. F. Burst, Am. Min. **43**. 1958. 481 (1 M- oder 1 Md-Struktur).

<sup>4)</sup> B. B. Zviagin, Kristallografiya **2**. 1957. 393 (Struktur M1-Typus). — K. N. Sawitsch-Zablotsky, Min. Sbornik. Geol. Ges. Lwow (Lemberg). **8**. 1954. 213 (Identität mit Glaukonit). — Vgl. W. S. Wise & H. P. Eugster, Am. Min. **49**. 1964. 1031.

<sup>5)</sup> R. C. Wells & W. W. Brannock, Bull. US Geol. Surv. **950**. 1946. 121. — E. W. Heinrich & A. A. Levinson, Am. Journ. Sci. **253**. 1955. 39.

<sup>6)</sup> E. W. Heinrich & A. A. Levinson, Am. Min. **40**. 1955. 983 (Schichtenfolge bei Alurgit, Mariposit, Phengit).

<sup>6a)</sup> F. Hirowatari, Mem. Fac. Sci. Kyushu Univ. **5**. 1957. 191.

<sup>7)</sup> E. K. Lasarenko, Untersuchung der Mineralstoffe, Staatl. Geol. Verlag USSR 1955. — Vgl. D. R. E. Whitmore, L. G. Berry & J. E. Hawley, Am. Min. **31**. 1946. 1. — E. W. Radoslovich & K. Norrish, Am. Min. **47**. 1962. 599. — E. W. Radoslovich, Am. Min. **47**. 1962. 617 (Abhängigkeit der b-Achse von der Zusammensetzung). — E. W. Radoslovich, Am. Min. **48**. 1963. 348 (Synthesen und Zusammensetzung).

5b) Biotit-Reihe (trioktaedrisch). Bevorzugt monoklin-prismatisch,  $C_{2h}^3 - C2/m$ ,  $Z = 2$ .

**Phlogopit**  $KMg_3[(F, OH)_2 | AlSi_3O_{10}]$

(Breithaupt, 1841)

$a_0 = 5.33$   $b_0 = 9.23$   $c_0 = 10.26^1$ )

$a_0 : b_0 : c_0 = 0.577 : 1 : 1.112$   $\beta = 100^\circ 12'$

**Biotit**  $K(Mg, Fe, Mn)_3[(OH, F)_2 | AlSi_3O_{10}]$

(Hausmann, 1847)

$a_0 = 5.31$   $b_0 = 9.23$   $c_0 = 10.18^2$ )

$a_0 : b_0 : c_0 = 0.575 : 1 : 1.103$   $\beta = 99^\circ 18'$

**Annit**  $KFe_3[(OH)_2 | AlSi_3O_{10}]$   $a_0 = 5.39$   $b_0 = 9.35$   $c_0 = 10.31^3$ )

(Dana, 1868)

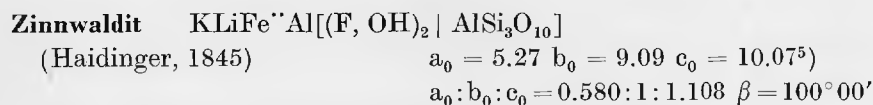
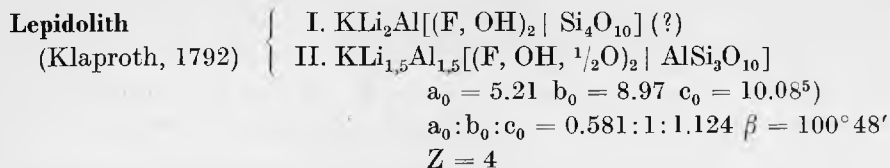
$a_0 : b_0 : c_0 = 0.576 : 1 : 1.103$

$\beta = 99^\circ 42'$

Synthetisch  $KFe^{2+}[(OH)_2 | Fe^{3+}Si_3O_{10}]$

$a_0 = 5.43$   $b_0 = 9.40$   $c_0 = 10.32^4$ )

$a_0 : b_0 : c_0 = 0.578 : 1 : 1.098$   $\beta = 100^\circ 0'$



Eisenreicher Phlogopit hat die Formel  $\text{KMg}_3[(\text{OH})_2 | \text{FeSi}_3\text{O}_{10}]$ ,  $C_{2h}^3 - C2/m$ ,  $a_0 = 5.36$ ,  $b_0 = 9.29$ ,  $c_0 = 10.41$ ,  $\beta = 100^\circ 00'^{1a)}$  (**Ferriphlogopit**, Sambonsugi, 1958). **Mangan-Phlogopite** (Yoshimura, 1939) sind mit MnO-Gehalten bis zu 18% bekannt geworden; ein **Barium-Phlogopit** (Eckermann, 1925) von Mansjö in Schweden enthält 1.3% BaO. **Taeniolith** (Flink, 1900) ist  $\text{KLiMg}_2[\text{F}_2 | \text{Si}_4\text{O}_{10}]$ ,  $a_0 = 5.27$ ,  $b_0 = 9.13$ ,  $c_0 = 10.25$ ,  $\beta = 100^\circ 1^b)$ .

Synthetisch kennt man reinen Fluor-Phlogopit,  $\text{KMg}_3[\text{F}_2 | \text{AlSi}_3\text{O}_{10}]$ ,  $a_0 = 5.32$ ,  $b_0 = 9.16$ ,  $c_0 = 10.2$ ,  $\beta = 100^\circ 1^b)$ , und Fluor-Taeniolith,  $a_0 = 5.23$ ,  $b_0 = 9.06$ ,  $c_0 = 10.13$ ,  $\beta = 99^\circ 52'^{1c)}$ , sowie  $\text{KMg}_3[(\text{OH})_2 | \text{BSi}_3\text{O}_{10}]$ ,  $a_0 = 5.31$ ,  $b_0 = 9.15$ ,  $c_0 = 10.23$ ,  $\beta = 100^\circ 08'^{1d)}$ ,  $\text{KMg}_3[(\text{OH})_2 | \text{GaSi}_3\text{O}_{10}]^{1e)}$  und  $\text{KLiMg}_2[\text{F}_2 | \text{Si}_4\text{O}_{10}]$ ,  $a_0 = 5.33$ ,  $b_0 = 9.33$ ,  $c_0 = 20.9$ ,  $\beta \sim 95^\circ 1^f)$ .

Zu Biotit gehören: **Meroxen** (Breithaupt, 1841) = eisenarmer Biotit (die weitaus häufigste Varietät); **Lepidomelan** (Hausmann, 1840) = sehr eisenreicher Biotit; **Siderophyllit** (Lewis, 1880),  $\text{KFe}_{2.5}\text{Al}_{0.5}[(\text{OH})_2 | \text{Al}_{1.5}\text{Si}_{2.5}\text{O}_{10}]$ ; **Monreplit** (Wahl, 1925) = eisenreicher Biotit wahrscheinlich mit  $\text{Fe}'''$  in tetraedrischer Koordination; synthetisch ist  $\text{KFe}_3''[(\text{OH})_2 | \text{Fe}'''\text{Si}_3\text{O}_{10}]$  hergestellt worden.

**Manganophyllit** (Igelström, 1872) = manganreicher Biotit, mit MnO-Gehalten bis 18%; **Natron-Biotit** =  $(\text{Na}, \text{K})(\text{Al}, \text{Mg}, \text{Fe}, \text{Li})_{2-3}[(\text{OH}, \text{F})_2 | \text{AlSi}_3\text{O}_{10}]$ . **Titan-Biotite** enthalten Ti für Al, der sog. **Wodanit** (Freudenberg, 1919) rund 12%  $\text{TiO}_2$ ; in einem **Cäsium-Biotit** (Hess & Fahey, 1932) sind 3.1%  $\text{Cs}_2\text{O}$  bekannt geworden. **Anomit** (Tschermak, 1877) unterscheidet sich von Biotit nur durch seine abweichende Lage der optischen Achsen. **Rubellan** (Breithaupt, 1832) und **Philadelphit** (Lewis, 1880) sind Zersetzungsprodukte von Biotit.

**Astrolith** (Reinisch, 1904), angeblich  $(\text{Na}, \text{K})_2\text{Fe}''(\text{Al}, \text{Fe}''')_2\text{Si}_5\text{O}_{15} \cdot \text{H}_2\text{O}$ , radialstrahlige Kügelchen, gut spaltende Blättchen und Fasern bildend, ist wohl nichts anderes als ein Glimmer mit etwa 12% FeO und 13%  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ .

Die Komponente I für Lepidolith entspricht ungefähr dem sog. **Polyolithionit** (Lorenzen, 1884), die Komponente II einem „Lithiummuskovit“ von Varuträsk.

<sup>1)</sup> Ch. Mauguin, C. R. Acad. Sci. Paris **186**. 1928. 879, 1131. – H. S. Yoder & H. P. Eugster, Geochim. Cosmochim. Acta **6**. 1954. 157 ( $a_0 = 5.314$ ,  $b_0 = 9.204$ ,  $c_0 = 10.314$ ,  $\beta = 99^\circ 54'$  für synthet. Phlogopit). – Vgl. 1a).

<sup>1a)</sup> H. Steinfink, Am. Min. **47**. 1962. 886 (Strukturverfeinerung).

<sup>1b)</sup> I. I. Yamzin, V. A. Timofeeva, T. I. Shashkina, E. N. Belova & N. V. Gliko, Zapiski Vses. Min. Obshch. **34**. 1955. – S. Mullers & H. Brasseur, Bull. Soc. Franç. Min. Crist. **79**. 1956. 582 ( $a_0 = 5.17$ ,  $b_0 = 9.05$ ,  $c_0 = 20.1$ ,  $\beta = 95^\circ 00'$ ; für synthet. Taeniolith).

<sup>1c)</sup> J. L. Miller & R. C. Johnson, Am. Min. **47**. 1962. 1049.

- <sup>14</sup>) V. Stubican & R. Roy, *Am. Min.* **47**. 1962. 1166.  
<sup>15</sup>) C. Klingsberg & R. Roy, *Am. Min.* **42**. 1957. 629.  
<sup>16</sup>) S. Mullers & H. Brasseur, 1956, l. c.  
<sup>2</sup>) Ch. Mauguin, 1928, l. c. — D. R. Wones, *Am. Min.* **48**. 1963. 1300 (Synthesen etc.).  
 — M. Franzini & L. Schiaffino, *Z. Krist.* **119**. 1963. 297 (Strukturverfeinerung).  
<sup>3</sup>) H. P. Eugster & D. R. Wones, *Journ. Petr.* **3**. 1962. 82.  
<sup>4</sup>) N. Morimoto & J. D. H. Donnay, *Carnegie Inst. Washington, Year Book* **60**. 1961. 214. — Vgl. G. I. Veres, T. B. Merenkowa & I. A. Ostrowsky, *Doklady Akad. Wiss. USSR* **101**. 1955. 147. — Y. A. Akhundov, K. S. Mamedov & N. V. Belov, *Doklady Akad. Wiss. USSR* **137**. 1961. 167.  
<sup>5</sup>) Ch. Mauguin, 1928, l. c. — Ferner: J. A. Gower, *Am. Journ. Sci.* **225**. 1957. 142. — E. W. Radoslovich & K. Norrish, *Am. Min.* **47**. 1962. 599. — E. W. Radoslovich, *Am. Min.* **47**. 1962. 617; **48**. 1963. 348.

## 6.) Sprödglimmer-Gruppe

<b>Margarit</b>	$\text{CaAl}_2[(\text{OH})_2   \text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_{10}]$	
(Fuchs, vor 1823)		Monoklin-prismatisch $C_{2h}^6 - C2/c$
(Perlglimmer)		$a_0 = 5.13 \quad b_0 = 8.92 \quad c_0 = 19.50^1)$
		$a_0 : b_0 : c_0 = 0.575 : 1 : 2.186 \quad \beta = 100^\circ 48' \quad Z = 4$
<b>Ephesit</b>	$(\text{Na}, \text{Ca})\text{Al}_2[(\text{OH})_2   \text{Al}(\text{Al}, \text{Si})\text{Si}_2\text{O}_{10}]$	
(Smith, 1851)		Monoklin
		$a_0 = 5.17 \quad b_0 = 8.81 \quad d_{(001)} = 9.72^1)$
		$a_0 : b_0 : c_0 = 0.587 : 1 : - \quad \beta \sim 100^\circ \quad Z = 2^{1a})$
<b>Bityit</b>	$\text{CaLiAl}_2[(\text{OH})_2   \text{AlBeSi}_2\text{O}_{10}]$	
(Lacroix, 1908)		Monoklin-prismatisch $C_{2h}^6 - C2/c$
		$a_0 = 4.98 \quad b_0 = 8.67 \quad c_0 = 18.74^2)$
		$a_0 : b_0 : c_0 = 0.574 : 1 : 2.161 \quad \beta \sim 90^\circ \quad Z = 4$
<b>Xanthophyllit</b>	$\text{Ca}(\text{Mg}, \text{Al})_{3-2}[(\text{OH})_2   \text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_{10}]$	
(Rose, 1840)		Monoklin-prismatisch $C_{2h}^3 - C2/m (?)$
		$a_0 = 5.22 \quad b_0 = 9.04 \quad c_0 = 9.99^3)$
		$a_0 : b_0 : c_0 = 0.577 : 1 : 1.105 \quad \beta = 100^\circ 03' \quad Z = 2$
<i>Seybertite</i> (Clemson, 1942) <b>Clintonit</b>	$\text{Ca}(\text{Mg}, \text{Al})_{3-2}[(\text{OH})_2   \text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_{10}]$	
(Mather, 1843)		Monoklin-prismatisch $C_{2h}^6 - C2/c$
		$a_0 = 5.21 \quad b_0 = 9.02 \quad c \cdot \sin \beta = 19.24^4)$
		$\beta \sim 95^\circ$

Der von Serdyuchenko (1959) von Süd-Yakutien beschriebene „Calcio-talk“  $\text{CaMg}_2[(\text{OH})_2 | \text{Si}_4\text{O}_{10}]$  ist nach Belov (1959) wohl eher ein **Magnesio-margarit**<sup>5)</sup>.

Bei Xanthophyllit verläuft die Ebene der optischen Achsen parallel  $b(010)$ , bei Clintonit, von gleicher Zusammensetzung wie Xanthophyllit, senkrecht  $b(010)$ .

<sup>1</sup>) Ch. Mauguin, *C. R. Acad. Sci. Paris* **186**. 1928. 879, 1131. — Y. Takeuchi & R. Sadanaga, *Acta Cryst.* **12**. 1959. 945.

<sup>1a</sup>) F. C. Phillips & J. D. Bernal, *Min. Mag.* **22**. 1931. 482.

<sup>2</sup>) H. Strunz, *Z. Krist.* **107**. 1956. 325.

<sup>3</sup>) E. Sanero, *Per. Min. Roma II*. 1940. 53. — S. A. Forman, *Am. Min.* **36**. 1951. 450. — Y. Takeuchi & R. Sadanaga, *Acta Cryst.* **12**. 1959. 945 (Struktur).

<sup>4)</sup> F. Machatschki & F. Mußnug, Naturwiss. **29**. 1942. 106.

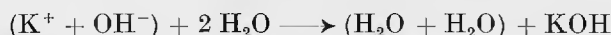
<sup>5)</sup> D. P. Serdyuchenko, Zapiski Vses. Min. Obshch. **33**. 1959. 296; – N. V. Belov, Ibid. 305.

### 7.) Gruppe der Hydroglimmer.

Durch Verwitterung und Auslaugung können die Glimmer einen Teil ihrer Alkali-Ionen verlieren und durch  $H^+$  „ersetzen“, eventuell wird entsprechend der Gleichung



ein Ersatz von  $K^+$  durch das Hydroxonium-Ion  $(H_3O)^+$  oder, entsprechend



der Ersatz von  $(K^+ + OH^-)$  durch  $2 H_2O$  stattfinden; im Verwitterungsbereich primär entstandene Hydromuskovite können vielleicht an Stelle von  $Si^{4+}$ , zum Teil  $(H_4)^{4+}$  besitzen (vgl. McConnell, 1950). Insgesamt kommen also drei Möglichkeiten der Hydromuskovitformel in Betracht.

Im Biotit erfolgt parallel zur Auslaugung von  $K^+$  sicherlich zunächst eine Oxydation von  $Fe^{2+}$  zu  $Fe^{3+}$ .

#### 7a) Hydromuskovit-Reihe (dioktaedrisch).

**Hydroparagonit**  $(Na, H_2O)Al_2[(H_2O, OH)_2 | AlSi_3O_{10}]$   
(Brammallit, Bannister 1943)  $a_0 = 5.2 \quad b_0 = 9.0 \quad c_0 \cdot \sin \beta = 18.99 \quad Z = 4^1$ )

**Hydromuskovit**  $(K, H_2O)Al_2[(H_2O, OH)_2 | AlSi_3O_{10}]^*$   
(Johnstone, 1889)  $a_0 = 5.19 \quad b_0 = 8.99 \quad c_0 = 20.05^2$   
 $a_0 : b_0 : c_0 = 0.577 : 1 : 2.230$   
 $\beta = 94^\circ 40' \quad Z = 4$

**Gümbelit**  $(K, H_2O)(Al_{1.5}Mg_{0.5})[(OH, H_2O)_2 | AlSi_3O_{10}]$   
(Kobell, 1870)  $a_0 = 5.21 \quad b_0 = 9.02 \quad c_0 = 2 \cdot 10.06 \quad \beta = 96^\circ 0^3$ )

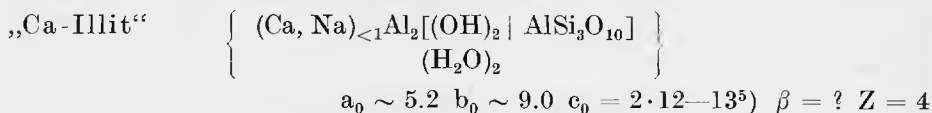
Hydromuskovite von Tonteilchengröße werden in neuerer Zeit bevorzugt als **Illite** bezeichnet; sie besitzen offenbar vorzugsweise 1Md-seltener 2M-Struktur, sind also meist einschichtig – monoklin – desorientiert. Ob es sich bei **Bravaisit** (Mallard, 1878) und **Kryptotil** (Sauer, 1886) um Varietäten von Illiten handelt oder ob z. T. völlige Identität vorliegt, muß weiteren Untersuchungen vorbehalten bleiben; auch **Schilkinilit** (Merkulova, 1939) könnte auf Grund seiner chemischen Zusammensetzung hierhergehören; Brammallitentspricht einem Natrium-Illit; Gümbelit ist offenbar ein Magnesium-Hydromuskovit; Leverrierit (Termier, 1889) ist teils Illit, teils Illit in orientierter Verwachsung mit einem kaolinitartigen Mineral<sup>4)</sup>.

Ebenso wie bei den Glimmern wurden auch hier Strukturvarianten festgestellt (Levinson, 1954), und zwar

Hydromuskovit-1M	einschichtig monoklin
Hydromuskovit-1Md	einschichtig monoklin, desorientiert

Hydromuskovit-2M	zweischichtig monoklin
Hydromuskovit-3H	dreischichtig hexagonal
Hydromuskovit-6M	sechsschichtig monoklin (Threadgold, 1959).

Anhang: Übergangsminerale zu den Montmorilloniten.



\*) oder  $(\text{K, H}_2\text{O})\text{Al}_2[(\text{OH})_2 | \text{AlSi}_3\text{O}_{10}]$  oder  $(\text{K, H}_2\text{O})\text{Al}_2[(\text{OH})_2 | (\text{Al, Si, H}_4)_4\text{O}_{10}]$ . – Vgl. A. K. Ganguly, Soil Sci. **71**. 1951. 239. – G. Brown & K. Norrish, Min. Mag. **29**. 1952. 929. – J. Erdélyi, V. Koblencz & V. Tolnay, Acta Geol. (Budapest) **5**. 1958. 169.

<sup>1)</sup> F. A. Bannister, Min. Mag. **26**, 1943. 335, 304. – Vgl. J. W. Gruner, Am. Min. **27**. 1942. 131. – R. V. Dietrich, Am. Min. **41**. 1956. 940. – J. Erdélyi & al., 1958, l. c.

<sup>2)</sup> F. Novák, Acta Univ. Carol. Geol. 1962. 61. – I. M. Threadgold, Am. Min. **44**. 1959. 488. – F. Novák, J. Vtělenský & F. Kupka, Rozpr. Česk. Akad. Věd. **70**. 1960 (1 M).

<sup>3)</sup> E. Aruja, Min. Mag. **27**. 1944. 11.

<sup>4)</sup> H. Saalfeld, Beitr. Min. Petr. **7**. 1959. 63.

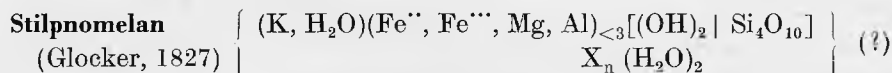
<sup>5)</sup> M. L. Jackson & N. N. Hellmann, Proc. Soil Soc. Am. **6**. 1941. 133.

Siehe auch allgemeine Literatur zu den Hydroglimmern (unter 7b).

7b) Hydrobiotit-Reihe (trioctaedrisch).

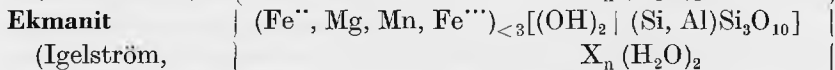
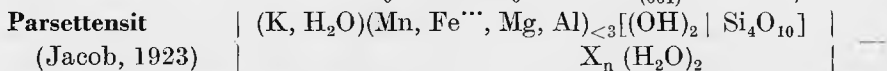
<b>Hydrophlogopit</b>	$(\text{K, H}_2\text{O})\text{Mg}_3[(\text{OH, H}_2\text{O})_2   \text{AlSi}_3\text{O}_{10}]$
(Clarke, 1895)	$a_0 = 15.9 \quad b_0 = 9.12 \quad c_0 = 10.44^1)$ $a_0 : b_0 : c_0 = 1.743 : 1 : 1.145 \quad \beta = 110^\circ$
<b>Hydrobiotit</b>	$(\text{K, H}_2\text{O})(\text{Mg, Fe}^{2+}, \text{Mn})_3[(\text{OH, H}_2\text{O})_2   \text{AlSi}_3\text{O}_{10}]$
(Schrauf, 1882)	Gitterkonstanten wohl ähnlich Hydrophlogopit.

Anhang: Übergangsminerale zu den Vermiculiten.



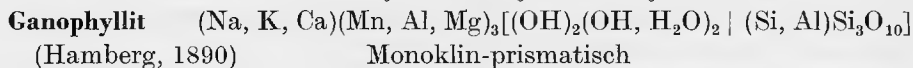
Monoklin

$$a_0 = 5.40 \quad b_0 = 9.42 \quad d_{(001)} = 12.14^2) \quad Z = 2$$



Hexagonal, mit Überzelle<sup>3)</sup>

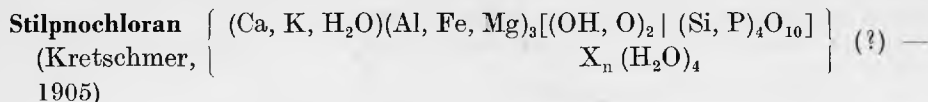
$$a_0 = 5.54 \quad b_0 = 9.60 \quad c_0 = 12.08$$



$$a_0 = 5.6 \quad b_0 = 13.5 \quad c_0 = 12.5^4)$$

$$a_0 : b_0 : c_0 = 0.415 : 1 : 0.926 \quad \beta = 93^\circ 21'$$





Während die Gitterkonstanten der Hydromuskovite durchaus noch denjenigen der Glimmer entsprechen, kann offenbar durch weitgehende Auslaugung der  $\text{K}^+$ -Ionen und deren Ersatz durch die kleineren  $\text{Ca}^{2+}$ - bzw.  $\text{Na}^+$ -Ionen sowie gleichzeitige Aufnahme von Zwischenschicht- $\text{H}_2\text{O}$  ein Übergang zu den Mineralien der Montmorillonit-Gruppe erfolgen. So hat „K-Illit“ noch  $c_0 = 2 \cdot 10 \text{ \AA}$ , der „Ca-Illit“  $2 \cdot 12$ – $13 \text{ \AA}^5$ ); den expandierten „Illit“ kann man experimentell durch die Behandlung mit verdünnter Kalilauge wieder in den normalen, nicht expandierten „Illit“ zurückführen.

Übergänge von den Hydrobiotiten zu den Vermiculiten bilden offenbar Stilpnomelan, Parsettensit und Ekmanit, die wohl halbexpandierte trioktaedrische „Glimmer“ darstellen. Errit gibt ein analoges Röntgenogramm wie Parsettensit und ist mit ihm identisch. Hierher dürften auch **Kerrit** (Genth, 1873), **Maconit** (Genth, 1873) und **Vaalit** (Maskelyne & Flight, 1874) gehören.

Stilpnochloran, offenbar bereits voll expandiert, kann in der Natur sowohl aus Stilpnomelan als auch aus Thuringit (also einem Chlorit) entstehen; im Stilpnomelan, vielleicht auch im **Epichlorit** (Rammelsberg, 1849), ist allem Anschein nach die Brucitschicht der Chlorite durch die Hydratschicht der Montmorillonit-Vermiculite ersetzt.

Beim Übergang von Hydromuskovit in Beidellit (siehe Montmorillonit-Reihe) erfolgt die Auslaugung des Kaligehaltes offenbar schichtweise, so daß die Übergangsglieder abwechselnd aus Schichtpaketen von Muskovit und Beidellit bestehen, also eigentlich orientierte Verwachsungen zweier Mineralarten darstellen<sup>6</sup>). — In der Natur scheint der Übergang von Hydromuskovit in Beidellit nicht so leicht möglich zu sein wie der Übergang von Hydrobiotit in Vermiculit. Experimentell läßt sich der Na-Glimmer Paragonit besonders leicht — schon durch Naß-Mahlen auf Tonteilchen-Größe — in die expandierte Form der Montmorillonite überführen. Durch mehrwöchige Einwirkung geeigneter Lösungen lassen sich alle Glimmer in Montmorillonit-Vermiculite bzw. Chlorite umwandeln, umgekehrt kann man diese durch Entwässern in „Glimmer“ zurückverwandeln, wobei jedoch im allgemeinen eine gestörte Schichtordnung resultiert.

<sup>1</sup>) A. Weiss, A. Scholz & U. Hofmann, Z. Naturforsch. **11b**. 1956. 429 („trioktaedrischer Illit“).

<sup>2</sup>) J. W. Gruner, Am. Min. **29**. 1944. 291 (Strukturvorschlag, SR. **9**. 266). — Vgl. C. O. Hutton & J. Fankuchen, Min. Mag. **25**. 1938. 172. — E. K. Lasarenko, Mineralog. Sammelwerk, Lwow (Lemberg) 1954. 119. — C. O. Hutton, Am. Min. **41**. 1956. 608.

<sup>3</sup>) B. Nagy, Am. Min. **39**. 1954. 946; in der Überzelle ist  $a' = 12 a_0$ ,  $b' = 4 b_0$ ,  $c' = 8 c_0$ .

<sup>4</sup>) F. A. Bannister in W. Campbell Smith, Min. Mag. **28**. 1948. 343.

<sup>5</sup>) S. B. Hendricks & L. T. Alexander, Soil. Sci. **48**. 1939. 257.

Allgemeine Literatur zu den Hydroglimmern:

1934 J. W. Gruner, Am. Min. **19**. 557.

1934 J. de Lapparent, C. R. Acad. Sci. Paris **198**. 669.

1937 R. E. Grim, R. H. Bray & W. F. Bradley, Am. Min. **22**. 813.

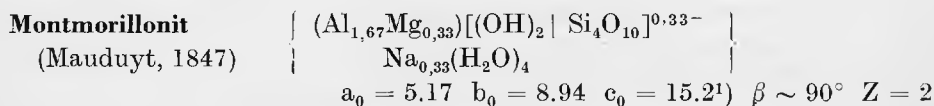
- 1937 E. Maegdefrau & U. Hofmann, Z. Krist. **98**. 31.  
 1942 N. N. Hellmann, D. G. Aldrich & M. L. Jackson, Proc. Soil Soc. Am. **7**. 194.  
 1943 M. Fleischer, Am. Min. **28**. 470.  
 1944 G. Nagelschmidt, Min. Mag. **27**. 59.  
 1949 R. C. Mackenzie, G. F. Walker & R. Hart, Min. Mag. **23**. 704.  
 1950 J. L. White, Proc. Soil Soc. **15**. 129.  
 1950 A. Schüller, Heidelb. Beitr. Min. Petr. **2**. 269.  
 1950 D. McConnell, Am. Min. **35**. 166.  
 1951 A. Schüller, N. Jb. Min. Mh. 156.  
 1951 A. K. Ganguly, Proc. Soil Soc. **71**. 239.  
 1952 G. Brown & K. Norrish, Min. Mag. **29**. 929.  
 1953 E. Weaver, Am. Min. **38**. 698.  
 1954 A. A. Levinson, Am. Min. **40**. 41.  
 1955 A. Schüller & H. Graßmann, Chemie d. Erde **17**. 291.  
 1963 B. Velde & J. Hower, Am. Min. **48**. 1963. 1239.

### s.) Montmorillonit-Saponit-Gruppe.

Diese Mineralien bestehen aus Pyrophyllit- oder Talkschieben mit zwischengelagerten Kationen-Wasserschichten, wobei die ersteren eine geringe negative Überschußladung, die letzteren eine entsprechende positive Überschußladung aufweisen. Es sind also expandierte „Pyrophyllite“ oder „Talle“, entstanden aus „Glimmer“ oder „Hydroglimmer“, deren leichte Hydratisierbarkeit (= Quellfähigkeit) offenbar dadurch bedingt ist, daß sich die schwach negativ geladenen Silikatschichten gegenseitig etwas abstoßen und so der schwach positiv geladenen „Kationen-Wasser-Zwischenschicht“ den Eintritt erleichtern. Die Ladung der Silikatschicht beträgt pro Formeleinheit im allgemeinen  $0.33^-$ , doch sind Schwankungen in weiten Grenzen möglich.

Die Struktur von Montmorillonit wurde von U. Hofmann und Mitarbeitern (1933) bestimmt. Die  $c_0$ -Periode der bei ca.  $400^\circ\text{C}$  entwässerten Montmorillonit- und Saponit-Mineralien ist etwa  $10 \text{ \AA}$ , also wenig größer als  $c_0$  von Pyrophyllit und Talk (Metamontmorillonit, Metavermiculit); mit  $2 \text{ H}_2\text{O}$  pro Formeleinheit ist  $c_0 \sim 12.4$ , mit  $4 \text{ H}_2\text{O} \sim 15.4 \text{ \AA}$  (relativ gut stabile Zustandsform der in der Natur vorkommenden Montmorillonite und „Saponite“). Höhere Hydratstufen haben  $c_0 \sim 18.4$  und  $21.4 \text{ \AA}$ . Die innerkristalline Quellung geht um so leichter vor sich, je kleiner die Zwischenschichtkationen, je größer deren Ladung und je geringer die Ionenbesetzung der Zwischenschichtoberfläche ist. — Durch elektrolytische Einführung von  $\text{Mg}(\text{OH})_2$  zwischen die Montmorillonit-Schichten können Pseudochlorite erhalten werden (Youell, 1960).

### 8a) Montmorillonit-Reihe (dioktaedrisch). Meist monoklin.



<b>Beidellit</b> (Larsen & Wherry, 1925)	$\left\{ \begin{array}{l} \text{Al}_2[(\text{OH})_2   \text{Al}_{0,5}\text{Si}_{3,5}\text{O}_{10}]^{-0,5-} \\ (\text{Ca}, \text{Na})_{\sim 0,3}(\text{H}_2\text{O})_4 \end{array} \right\}$ <p style="text-align: center;">Orthorhombisch, pseudohexagonal  <math>a_0 = 5.17 \quad b_0 = 9.00 \quad c_0 = 15.2^2)</math>  <math>a_0 : b_0 : c_0 = 0.574 : 1 : 1.689 \quad Z = 2</math></p>
<b>Nontronit</b> (Berthier, 1827)	$\left\{ \begin{array}{l} \text{Fe}_2^{+++}[(\text{OH})_2   \text{Al}_{0,33}\text{Si}_{3,67}\text{O}_{10}]^{0,33-} \\ \text{Na}_{0,33}(\text{H}_2\text{O})_4 \end{array} \right\}$ <p style="text-align: center;"><math>a_0 = 5.24 \quad b_0 = 9.08 \quad c_0 = 15.8^3) \quad \beta \sim 90^\circ \quad Z = 2</math></p>
<b>Wolchonskoit</b> (Kämmerer, 1831)	$\left\{ \begin{array}{l} (\text{Cr}_{0,35}\text{Fe}_{0,58}^{+++}\text{Al}_{0,40}\text{Mg}_{0,82})[(\text{OH})_2   \text{Al}_{0,18}\text{Si}_{3,82}\text{O}_{10}]^{0,55-} \\ (\text{Mg}_{0,17}\text{Ca}_{0,10})(\text{H}_2\text{O})_4 \end{array} \right\}$ <p style="text-align: center;"><math>a_0 = 5.16 \quad b_0 = 8.94 \quad c_0 = 14.40^4)</math></p>

**Bentonite** sind hauptsächlich aus Montmorillonit bestehende Tone mit starker Quellbarkeit sowie hohem Absorptions- und Basenaustauschvermögen. Varietäten sind: **Ferri-Montmorillonit** (Korin, 1939) und **Al-Nontronit** (Roß & Hendricks, 1941); **Ammersooit** (van der Marel, 1954), **Elbrussit** (Michey, 1930) und **Racewinit** (Winchell, 1918) sind möglicherweise Ferri-Beidellit. Der Name „Bleicherde“ wird heute fast nur noch für die mit Säure aktivierten Bentonite verwendet.

<sup>1)</sup> U. Hofmann, K. Endell & D. Wilm, Z. Krist. **36**. 1933. 340 (Struktur, SB. **3**. 542). – Vgl. B. B. Zvyagin & Z. G. Pinsker, Doklady Akad. Wiss. USSR **68**. 1949. 65. – J. M. Cowley & A. Goswami, Acta Cryst. **14**. 1961. 1071.

<sup>2)</sup> G. Nagelschmidt, Min. Mag. **25**. 1938. 140. – Vgl. C. S. Ross, Clays and Clay Minerals, London 1959. – A. H. Weir & R. Greene-Kelly, Am. Min. **47**. 1962. 137.

<sup>3)</sup> J. W. Gruner, Am. Min. **20**. 1935. 475.

<sup>4)</sup> A. Weiß, G. Koch & U. Hofmann, Ber. D. Keram. Ges. **31**. 1954. 301 (Wolchonskoit aus Basalten Ostbayerns). – D. McConnell, Natl. Acad. Sci., Publ. **327**. 1954. 152. für Wolchonskoit von Thompson (Utah)  $a_0 = 5.17$ ,  $b_0 = 9.00$ ,  $c_0 = 12.91$ .

Ferner:

U. Hofmann & A. Hausdorf, Z. Krist. **104**. 1942. 265.

C. S. Roß & S. B. Hendricks, US Geol. Surv. **205** B. 1943/44. 23.

H. Winkler, Z. Krist. **105**. 1944. 291.

S. Caillère & S. Hénin, Min. Mag. **28**. 1949. 606.

J. J. B. van Eyk van Voorthuysen & P. Frenzen (synthet. Ni-Montmorillonit usw., SR. **13**. 368).

D. McConnell, Clay Min. Bull. **1**. 1951. 178.

A. Schüller, Chemie d. Erde **16**. 1953. 297.

G. Brown & R. Greene-Kelly, Acta Cryst. **7**. 1954. 101.

J. Th. Rosenquist, Norw. Geotechn. Inst. Publ. **9**. 1955.

A. Weiß, G. Koch & U. Hofmann, Ber. D. Keram. Ges. **32**. 1955. 12.

U. Hofmann, A. Weiss, G. Koch, A. Mehler & A. Scholz, Proc. 4. Nat. Conf. Clays and Clay Minerals, 1956. 273.

L. L. Ames & L. B. Sand, Am. Min. **43**. 1958. 641.

G. W. Brindley & M. Rustom, Am. Min. **43**. 1958. 627.

F. H. Gillery, Am. Min. **44**. 1959. 806.

M. Koizumi & R. Roy, Am. Min. **44**. 1959. 788.

- K. Frühauf & U. Hofmann, Z. anorg. Chem. **307**. 1961. 187.  
 R. E. Grim & G. Kulbicki, Am. Min. **46**. 1961. 1329.  
 E. W. Radoslovich, Am. Min. **47**. 1962. 617.

8b) Saponit-Reihe (trioktaedrisch). Monoklin-domatisch,  $C_2^4 - Cc$ .

<b>Stevensit</b> (Leeds, 1873)	$\left\{ \begin{array}{l} \text{Mg}_{2,88}\text{Mn}_{0,02}\text{Fe}^{2+}_{0,02}[(\text{OH})_2   \text{Si}_4\text{O}_{10}]^{0,16-} \quad \left. \vphantom{\text{Mg}_{2,88}\text{Mn}_{0,02}\text{Fe}^{2+}_{0,02}} \right\}^1 \\ \text{X}_{0,16}(\text{H}_2\text{O})_4 \end{array} \right\}$
<b>Hectorit</b> (Strese & Hofmann, 1941)	
<b>Saponit</b> (Svanberg, 1840)	$\left\{ \begin{array}{l} (\text{Mg}, \text{Li})_3[(\text{OH}, \text{F})_2   \text{Si}_4\text{O}_{10}]^{0,33-} \quad \left. \vphantom{(\text{Mg}, \text{Li})_3} \right\} \\ \text{Na}_{0,33}(\text{H}_2\text{O})_4 \end{array} \right\}$ <p style="text-align: right;"><math>a_0 = 5.25 \quad b_0 = 9.1 \quad c_0 = ?^2)</math></p>
<b>Sauconit</b> (Roepper, 1875)	$\left\{ \begin{array}{l} (\text{Mg}_{3-2,25}\text{Fe}_{0-0,75})_{\Sigma 3}[(\text{OH})_2   \text{Al}_{0,33}\text{Si}_{3,67}\text{O}_{10}]^{0,33-} \quad \left. \vphantom{(\text{Mg}_{3-2,25}\text{Fe}_{0-0,75})_{\Sigma 3}} \right\} \\ (\frac{1}{2}\text{Ca}, \text{Na})_{0,33}(\text{H}_2\text{O})_4 \end{array} \right\}$ <p style="text-align: right;"><math>a_0 = 5.33 \quad b_0 = 9.21 \quad c_0 = 2 \cdot 15.36 \quad \beta \sim 97^\circ 3)</math></p>
<b>Medmontit</b> (Chukhrov & Anosov, 1950)	$\left\{ \begin{array}{l} (\text{Zn}, \text{Mg})_3[(\text{OH})_2   (\text{Si}, \text{Al})_4\text{O}_{10}] \quad \left. \vphantom{(\text{Zn}, \text{Mg})_3} \right\} \\ (\frac{1}{2}\text{Ca}, \text{Na})_x(\text{H}_2\text{O})_4 \end{array} \right\}$ <p style="text-align: right;"><math>a_0 = - \quad b_0 = 9.17 \quad c_0 = -^4)</math></p>
	$\left\{ \begin{array}{l} (\text{Cu}, \text{Al}, \text{Fe}^{3+})_{< 3}[(\text{OH})_2   \text{Al}_{0,4}\text{Si}_{3,6}\text{O}_{10}] \quad \left. \vphantom{(\text{Cu}, \text{Al}, \text{Fe}^{3+})_{< 3}} \right\}^5 \\ (\text{Ca}, \text{Na}, \text{K})_x(\text{H}_2\text{O})_4 \end{array} \right\}$

**Spadait** (Kobell, 1843) ist Stevensit<sup>1a)</sup>; **Ghassoulit** (Damour, 1843) ist wahrscheinlich gleichfalls mit Stevensit oder mit Mg-Vermiculit identisch<sup>1b)</sup>; **Cardenit** (MacEwan, 1954) hat einen höheren Ca-Gehalt als Saponit<sup>11)</sup>.

**Zinalsit** (Chukhrov, 1956), mit 36% ZnO, 14.60% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 26.60% SiO<sub>2</sub> usw., gehört wahrscheinlich gleichfalls hierher<sup>6)</sup>.

Varietäten sind:

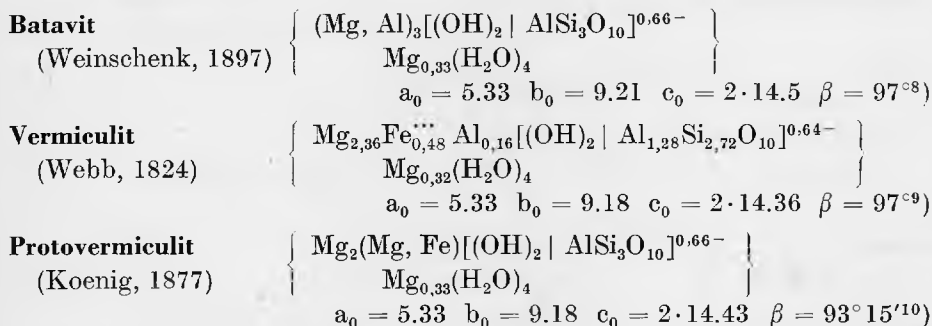
**Ferri-Saponit** (Griffithit, Larsen & Steiger, 1928; **Lemberggit**, Sudo, 1943).  
**Nickel-Saponit**<sup>7)</sup>; **Pimelit** (Karsten, 1800) gehört nicht zur Montmorillonit-gruppe<sup>12)</sup>.

Anhang:

#### Vermiculite:

Als Vermiculit bezeichnete Webb (1824) erstmalig ein plättchenförmiges Mineral von Milbury bei Worchester in Massachusetts nach vermis = Wurm, entsprechend der Eigenschaft, sich beim Erhitzen stark aufzublähen und wurmförmig zu krümmen. Der Name wurde später auch für andere, sich ähnlich verhaltende Mineralien bzw. Varietäten gebraucht. Die moderne Untersuchung hat ergeben, daß die „Vermiculite“ die charakteristischen Eigenschaften der Montmorillonit-Saponit-Mineralien in verstärktem Ausmaß aufweisen, so eine höhere Überschlußladung der Pyrophyllit- oder Talk-schichten, stärkeres Basenaustauschvermögen etc. Als Zwischenschicht-

Kation tritt meist  $Mg^{2+}$ , seltener  $Ca^{2+}$  auf. Aus den Muskoviten über die Hydromuskovite entstehende dioktaedrische Vermiculite sind selten, aus den Biotiten über die Hydrobiotite entstehende trioktaedrische Vermiculite sind relativ häufig.



Mit dem Protovermiculit sind **Jefferisit** (Brush, 1866) und **Hallit** (Leeds, 1871) sehr nah verwandt.

<sup>1)</sup> G. T. Faust & K. J. Murata, Am. Min. **33**. 1953. 973.

<sup>1a)</sup> G. T. Faust, Am. Min. **44**. 1959. 342.

<sup>1b)</sup> G. Millot, C. R. Acad. Sci. Paris **238**. 1954. 257.

<sup>2)</sup> H. Strese & U. Hofmann, Z. anorg. Chem. **247**. 1941. 65; Formel nach Foshag 1936, Eyrich 1945, Stevens 1945.

<sup>3)</sup> A. Weiss, G. Koch & U. Hofmann, Ber. D. Keram. Ges. **32**. 1955. 12 (für „Magnalit“ aus Basalten Ostbayerns).

<sup>4)</sup> N. N. Smolyaninova, V. A. Moleva & N. I. Organova, Internat. Comm. Study of Clays, 1960 („Zincsilic“). – Vgl. M. Fleischer, Am. Min. **46**. 1961. 241. – C. S. Ross, Am. Min. **31**. 1946. 411.

<sup>5)</sup> F. V. Chukhrov & F. Y. Anosov, Mem. Soc. Russe Min. **71**. 1950. 23. – Vgl. C. S. Ross, 7. Nat. Conf. Clays & Clay Minerals, 1959. 225.

<sup>6)</sup> F. V. Chukhrov, Kora Vyvetrivaniya **2**. 1956. 107.

<sup>7)</sup> C. S. Ross & S. B. Hendricks, US Geol. Surv. Prof. Paper **205 B**. 1945. 23.

<sup>8)</sup> A. Weiss & U. Hofmann, Z. Naturf. **6b**. 1951. 405.

<sup>9)</sup> A. M. Mathieson & G. F. Walker, Am. Min. **39**. 1954. 231 (Struktur). – A. M. Mathieson, Am. Min. **43**. 1958. 216 (Strukturverfeinerung,  $c_0$ ).

<sup>10)</sup> S. B. Hendricks & M. E. Jefferson, Am. Min. **23**. 1938. 851 (Struktur).

<sup>11)</sup> D. M. C. MacEvan, Clay Minerals Bull. **2**. 1954. 120.

<sup>12)</sup> E. Slansky, Univ. Carolina. Geol. **1**. 1955. 1. – T. Kato, Min. Journ. (Japan) **3**. 1961. 107. – Vgl. A. N. Winchell, Elements of Optical Mineralogy, New York, 1951.

## 9.) Sudoit-Chlorit-Gruppe.

### 9a) Sudoit-Reihe (dioktaedrisch).

Die Sudoite, erst 1961/62 entdeckt, sind dioktaedrische Phyllosilikate, die aus regelmäßigen abwechselnden Pyrophyllit- und Hydrargillitschichten bestehen, während die Chlorite bei trioktaedrischer Kationenbesetzung aus Talk- und Brucitschichten aufgebaut sind. Der bei allen Phyllosilikaten häufige Teilersatz von Si durch Al wird bei den Chloriten durch den Eintritt

von dreiwertigen Kationen (Al, Fe<sup>+++</sup>) anstelle von zweiwertigen (Mg, Fe<sup>++</sup>, Mn) ausgeglichen; bei den dioktaedrischen Sudoiten erfolgt der Ladungsausgleich durch eine geringe Überbesetzung der Oktaederlücken; die bisher bekannt gewordenen Sudoite variieren in der Besetzung der Tetraederschicht zwischen Al<sub>0.7</sub>Si<sub>3.3</sub> und Al<sub>1.3</sub>Si<sub>2.7</sub><sup>1)</sup>.

<b>Sudoit</b>	$\left\{ \begin{array}{l} \text{Al}_2[(\text{OH})_2   \text{AlSi}_3\text{O}_{10}] \\ \text{Al}_{2.33}(\text{OH})_6 \end{array} \right\}$
(v. Engelhardt, Müller & Kromer, 1962)	
	Monoklin
	$a_0 = 5.14 \quad b_0 = 8.95 \quad d_{(001)} = 14.22^{1a)}$
	$\beta \sim 97^\circ \quad Z = 4$
<b>Cookeit</b>	$\left\{ \begin{array}{l} \text{Al}_2[(\text{OH})_2   \text{AlSi}_3\text{O}_{10}]^{1-} \\ \text{LiAl}_2(\text{OH})_6^{1+} \end{array} \right\}$
(Brush, 1866)	
	$a_0 = 5.14 \quad b_0 = 8.95 \quad d_{(001)} = 28.36^2)$
	$a_0:b_0:c_0 = 0.574:1:3, \dots \quad \beta \sim 90^\circ \quad Z = 4$
<b>Manandonit</b>	$\left\{ \begin{array}{l} \text{LiAl}_2[(\text{OH})_2   \text{AlBSi}_2\text{O}_{10}] \\ \text{Al}_2(\text{OH})_6 \end{array} \right\}$
(Lacroix, 1912)	
	$a_0 = 5.23 \quad b_0 = 8.92 \quad c_0 = 14.11^3) \quad \beta = 97^\circ 45' \quad Z = 2$

<sup>1)</sup> G. W. Brindley & F. H. Gillery, *Am. Min.* **41**. 1956. 169 (theoret. Formeln für dioktaedrische Chlorite). – G. Müller, *N. Jb. Min. Mh.* 1961. 112 („Al-Chlorit“ vom Kesselberg bei Triberg). – J. E. Brydon, J. S. Clark & V. Osborne, *Canad. Min.* **6**. 1961. 595 („dioktaedrischer Chlorit“ aus Alberni-Böden, Canada). – W. v. Engelhardt, G. Müller & H. Kromer, *Naturwiss.* **49**. 1962. 205 („Sudoit“ aus Keuper-Sedimenten Württembergs). – S. Caillère, S. Hénin & T. Pobeguïn, *C. R. Acad. Sci.* **254**. 1962. 1657 (Neuer Chlorit-Typ im Bauxit der Ost-Pyrenäen). – G. Müller, *Internat. Clay Conf. Stockholm, 1963* (Zusammenfassung).

<sup>1a)</sup> G. Müller, 1961, l. c.

<sup>2)</sup> A. Brammal, J. G. C. Leech & F. A. Bannister, *Min. Mag.* **24**. 1937. 507. – B. B. Zvyagin & E. I. Nefedov, *Doklady Akad. Nauk. USSR.* **95**. 1954. 1305. – B. E. Brown & S. W. Bailey, *Am. Min.* **47**. 1962. 819.

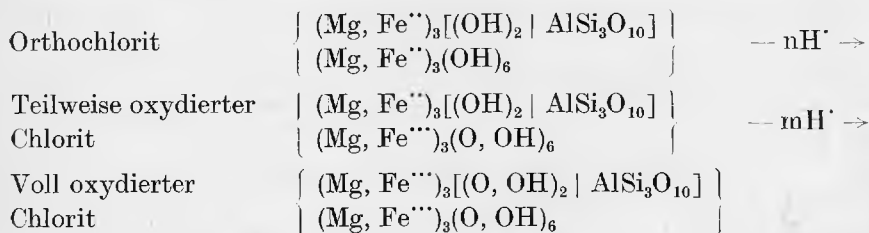
<sup>3)</sup> H. Strunz & Arm. Weiß 1957, unpubl. – Vgl. H. Strunz, *Rend. Soc. Min. Ital.* **13**. 1957. 372.

#### 9b–e) Chlorit-Reihen (trioktaedrisch).

Die Chlorite wurden von Tschermak (1890/91) in die meist gut kristallisierenden Orthochlorite von der Zusammensetzung  $(\text{Mg}, \text{Fe}^{++})_2\text{Al}_2\text{SiO}_5(\text{OH})_4$  –  $(\text{Mg}, \text{Fe}^{++})_3\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$  und die nur in schuppigen bis erdigen Aggregaten auftretenden und in ihrem Chemismus weniger übersichtlich erscheinenden Leptochlorite eingeteilt.

Winchell (1926, 1936) und Dschang (1931) fiel es auf, daß die Leptochlorite größere Anteile an dreiwertigem Eisen besitzen und daß diese Chlorite nach Umrechnung des Eisengehaltes in die zweiwertige Stufe sehr gut zu den entsprechenden Orthochloriten passen. Dschang beobachtete

ferner, daß die eisenreichen Orthochlorite durch vorsichtiges Erhitzen ohne Änderung der Kristallstruktur zu Leptochloriten oxydiert werden können und dabei ähnliche Eigenschaften wie die in der Natur vorkommenden Leptochlorite gleicher Zusammensetzung annehmen. Diese Oxydation wird lediglich einem Verlust von Wasserstoff gleichzusetzen und hinsichtlich der Struktur folgendermaßen zu formulieren sein:



Orcel (1926, 1950) sammelte und klassifizierte alle erreichbaren Chloritanalysen, wobei eine Unterscheidung der „oxydierten Chlorite“ (im Sinne von Hey) noch nicht erfolgte. Hey (1954) bezeichnet als Orthochlorite alle Chlorite mit weniger als 4%  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , als „oxydized chlorites“ alle mit  $\text{Fe}_2\text{O}_3 > 4\%$ . Da ein primärer Ferrichlorit sicherlich gleiche Struktur und Eigenschaften wie ein sekundärer (oxydized) Ferrichlorit besitzen kann, wird der Sammelname Leptochlorit, der ja zugleich im wesentlichen die Leptochlorite Tschermaks umfaßt, nach wie vor zweckmäßig erscheinen. Es gibt also wohl primäre und sekundäre Leptochlorite, nach Frondel (1955) sogar Leptochlorite mit dreiwertigem Eisen in tetraedrischer Koordination (Gonyerit).

Mauguin (1928, 1930) bestimmte und diskutierte als erster Größe und Inhalt der Elementarzelle; Pauling (1930) gab den richtigen Schichtentypus der Struktur an (abwechselnd Talk- und Brucitschichten); die Variationsmöglichkeiten in der Schichtenfolge wurden durch McMurchy (1934) Robinson und Brindley (1949) und Brindley, Oughton und Robinson (1950) diskutiert und in bezug auf die monokline a-Achse als links-, spiegel- und rechts-symmetrische Talksichten (l, m, r) erklärt. Brown & Bailey (1962) leiteten theoretisch 12 ideale polytype Varianten der einschichtigen Chloritstruktur ab, 2 davon sind monoklin mit  $\beta = 90^\circ$ , 8 monoklin oder triklin mit  $\beta = 97^\circ$  und 2 triklin mit  $\alpha = 102^\circ$ ,  $\beta = \gamma = 90^\circ$ . Außerdem sind 6 Strukturvarianten möglich, die in der Schichtfolge eine Versetzung von  $\pm \frac{1}{3} b_0$  aufweisen. Röntgenuntersuchungen an Chloriten von über 300 verschiedenen Vorkommen haben bisher 2 der 12 idealen und 4 der versetzten Strukturvarianten bestätigt.

Durch Erhitzen werden die Chlorite nach Orcel (1927) sowie Orcel und Renaud (1941) in zwei wohldefinierten Stufen entwässert, wobei die Chloritstruktur bis zur völligen Dehydrierung im wesentlichen erhalten

bleibt (Orcel und Caillère, 1938). Nach Ali und Brindley (1948), Brindley und Ali (1950) erfolgt bei den Magnesiumchloriten die erste Abgabe des Wassers nur aus den Brucitschichten; die zweite Stufe der Dehydrierung ist von einer Bildung von Olivin begleitet; bei noch höheren Temperaturen entstehen schließlich Spinell und wahrscheinlich Enstatit.

9b) Reihe der Talk-Chlorite ( $Mg:Fe > 1:1$ ).

<b>Talk-Chlorit</b> (Des Cloizeaux, 1862)	$\left\{ \begin{array}{l} Mg_3[(OH)_2   Si_4O_{10}] \\ Mg_3(OH)_6 \end{array} \right\} ?$
<b>Pennin</b> (Fröbel & Schweizer, 1840)	$\left\{ \begin{array}{l} (Mg, Al)_3[(OH)_2   Al_{0,5-0,9}Si_{3,5-3,1}O_{10}] \\ Mg_3(OH)_6 \end{array} \right\}$ $a_0 = 5.2-5.3 \quad b_0 = 9.2-9.3 \quad c_0 = 28.6^1)$ $a_0:b_0:c_0 \sim 0.570:1:3.092 \quad \beta = 96^\circ 50' \quad Z = 4$
<b>Klinochlor</b> (Blake, 1851)	$\left\{ \begin{array}{l} (Mg, Al)_3[(OH)_2   AlSi_3O_{10}] \\ Mg_3(OH)_6 \end{array} \right\}$ $a_0 = 5.2-5.3 \quad b_0 = 9.2-9.3 \quad c_0 = 28.6^2)$ $\beta = 96^\circ 50' \quad Z = 4$
<b>Sheridanit</b> (Wolff, 1912) (Grochault, Rumpfit)	$\left\{ \begin{array}{l} (Mg, Al)_3[(OH)_2   Al_{1,2-1,5}Si_{2,8-2,5}O_{10}] \\ Mg_3(OH)_6 \end{array} \right\}$ $a_0 = 5.33 \quad b_0 = 9.23 \quad c_0 = 28.5^3)$ $a_0:b_0:c_0 \sim 0.570:1:3.076 \quad \beta = 97^\circ 09' \quad Z = 4$ $a_0 = 5.37 \quad b_0 = 9.30 \quad c_0 = 14.25^{3a})$ $a_0:b_0:c_0 = 0.577:1:1.532$ $\beta = 96^\circ 17' \quad Z = 2$
<b>Rhipidolith</b> (Kobell, 1839) (Prochlorit)	$\left\{ \begin{array}{l} (Mg, Fe, Al)_3[(OH)_2   Al_{1,2-1,5}Si_{2,8-2,5}O_{10}] \\ Mg_3(OH)_6 \end{array} \right\}$ $a_0 = 5.36 \quad b_0 = 9.28 \quad c_0 = 28.4^3)$ $a_0:b_0:c_0 \sim 0.570:1:3.060 \quad \beta = 97^\circ 09' \quad Z = 4$
<b>Korundophilit</b> (Shepard, 1851)	$\left\{ \begin{array}{l} (Mg, Fe, Al)_3[(OH)_2   Al_{1,5-2}Si_{2,5-2}O_{10}] \\ Mg_3(OH)_6 \end{array} \right\}$ $a_0 = 5.34 \quad b_0 = 9.27 \quad c_0 = 14.36^4)$ $a_0:b_0:c_0 = 0.576:1:1.549$ $\alpha \sim 90^\circ \quad \beta = 97^\circ 22' \quad \gamma \sim 90^\circ$

**Diabantit** (Liebe, 1870) ( $a_0 = 5.35$ ,  $b_0 = 9.27$ ,  $c_0 = 28.24 \text{ \AA}$ ) und **Pyknochlorit** (Fromme, 1903) sind die Fe-haltigen Analoga zu Pennin und Klinochlor; **Mangan-Pennin** enthält etwas Mn. **Leuchtenbergit** (Komonen, 1842) darf wohl als identisch mit Klinochlor angesehen werden.

<sup>1)</sup> L. Pauling, Proc. Acad. Sci. USA 16. 1930. 578. — K. Robinson & G. W. Brindley 1949; S. Z. Ali & G. W. Brindley 1949; Brindley & Ali 1950.



<sup>2)</sup> L. Pauling 1930, l. c. – E. R. Segnit, Am. Min. **43**. 1963. 1080 (Synthese, Stabilität).

<sup>3)</sup> R. C. McMurchy, Z. Krist. **83**. 1934. 420 (Struktur, SB. **3**. 156).

<sup>3a)</sup> H. Steinfink, Acta Cryst. **11**. 1958. 191 (Struktur). – Acta Cryst. **14**. 1961. 198 (Ergänzung).

<sup>4)</sup> H. Steinfink, Acta Cryst. **11**. 1958. 195 (Struktur).

### 9c) Reihe der Ferro-Chlorite (Mg:Fe < 1:1).

<b>Brunsvigit</b>	(Fe <sup>2+</sup> , Al, Mg) <sub>3</sub> [(OH) <sub>2</sub>   AlSi <sub>3</sub> O <sub>10</sub> ]
(Fromme, 1902)	
	(Fe, Mg) <sub>3</sub> (OH) <sub>6</sub>
<b>Daphnit</b>	(Fe <sup>2+</sup> , Al) <sub>3</sub> [(OH) <sub>2</sub>   Al <sub>1,2-1,5</sub> Si <sub>2,8-2,5</sub> O <sub>10</sub> ]
(Tschermak,	
1891)	Fe <sub>3</sub> (OH) <sub>6</sub>
	a <sub>0</sub> = 5.41 b <sub>0</sub> = 9.38 d <sub>(001)</sub> = 28.2 Z = 4 <sup>1)</sup>
<b>Pseudothuringit</b>	(Fe <sup>2+</sup> , Al, Mg) <sub>3</sub> [(OH) <sub>2</sub>   Al <sub>1,5-2</sub> Si <sub>2,5-2</sub> O <sub>10</sub> ]
(Koch, 1884)	
	(Fe, Mg) <sub>3</sub> (OH) <sub>6</sub>

**Grängesit** (Hisinger, 1831) ist Brunsvigit mit wenig Mn. **Bavalit** (Huot, 1841) ist identisch mit Daphnit; **Aphrosiderit** (Sandberger, 1847) ist eine Varietät von Daphnit.

<sup>1)</sup> A. F. Hallimond & F. A. Bannister, Min. Mag. **25**. 1939. 441.

### 9d) Reihe der Ferro-Ferri-Chlorite (Leptochlorite).

<b>Delessit</b>	(Mg, Fe <sup>2+</sup> , Fe <sup>3+</sup> ) <sub>3</sub> [(OH) <sub>2</sub>   Al <sub>0-0,9</sub> Si <sub>4-3,1</sub> O <sub>10</sub> ]
(Naumann,	
1850)	(Mg, Fe <sup>2+</sup> ) <sub>3</sub> (O, OH) <sub>6</sub>
<b>Chamosit</b>	(Fe <sup>2+</sup> , Fe <sup>3+</sup> ) <sub>3</sub> [(OH) <sub>2</sub>   AlSi <sub>3</sub> O <sub>10</sub> ]
(Berthier, 1820)	
	(Fe, Mg) <sub>3</sub> (O, OH) <sub>6</sub>
	a <sub>0</sub> = 5.40 b <sub>0</sub> = 9.36 c <sub>0</sub> = 14.03 β = 90° <sup>1)</sup>
<b>Thuringit</b>	(Fe <sup>2+</sup> , Fe <sup>3+</sup> , Al) <sub>3</sub> [(OH) <sub>2</sub>   Al <sub>1,2-2</sub> Si <sub>2,8-2</sub> O <sub>10</sub> ]
(Breithaupt,	
1832)	(Mg, Fe, Fe <sup>3+</sup> ) <sub>3</sub> (O, OH) <sub>6</sub>
	a <sub>0</sub> = 5.39 b <sub>0</sub> = 9.33 c <sub>0</sub> = 14.10 β = 97° 20' <sup>2)</sup>

### Anhang:

<b>Pennantit</b>	(Mn, Al, Fe <sup>3+</sup> ) <sub>3</sub> [(OH) <sub>2</sub>   (Al, Si)Si <sub>3</sub> O <sub>10</sub> ]
(Campbell	
Smith,	Mn <sub>3</sub> (OH) <sub>6</sub>
Bannister & Hey, 1946)	a <sub>0</sub> = 5.44 b <sub>0</sub> = 9.4 c <sub>0</sub> · sin β = 28.6 <sup>3)</sup>
	β = 97° 20'—97° 25'
<b>Gonyerit</b>	(Mn, Mg, Fe <sup>3+</sup> ) <sub>3</sub> [(OH) <sub>2</sub>   (Si, Fe <sup>3+</sup> )Si <sub>3</sub> O <sub>10</sub> ]
(Frondel, 1955)	
	(Mn, Mg, Fe <sup>3+</sup> ) <sub>3</sub> (O, OH) <sub>6</sub>
	a <sub>0</sub> = 5.47 b <sub>0</sub> = 9.46 c <sub>0</sub> = 28.8 β = 90° <sup>4)</sup>

Manche „Chamosite“ besitzen Kaolinitstruktur und sollen mit dem alten Namen Berthierin wiederbezeichnet werden\*). **Klementit** (Tschermak, 1891) kann als eine Mg-reiche Varietät von Thuringit aufgefaßt werden. Weiterer Unter-

suchung, vor allem ob es sich tatsächlich um Chlorite handelt und inwieweit sie mit den obengenannten vielleicht identisch sind, bedürfen: **Moravit** (Kretschmer, 1906), **Parathuringit** (Koch, 1884), **Phyllochlorit** (Gümbel, 1868), **Steatargillit** (Schmid, 1880), **Strigovit** (Becker & Websky, 1869), **Mackensit** (Kretschmer, 1917) und **Viridit** (Kretschmer, 1918). **Epiphanit** (Igelström, 1868) ist röntgenographisch ein Chlorit, es ist jedoch nicht entschieden, ob es sich um einen Leptochlorit oder um einen Diabantit handelt.

\*) Nomenclature Sub-Committee of Clay Minerals Group (24. 3. 1954 und 21. 5. 1954).

<sup>1)</sup> W. v. Engelhardt, Z. Krist. **104**. 1942. 142. — Vgl. F. A. Bannister & F. W. Whitard, Min. Mag. **27**. 1945. 99. — G. W. Brindley & R. F. Youell, Min. Mag. **30**. 1953. 57. — H. Shirozu, Min. Journ. (Japan) **1**. 1955. 224. — Vgl. B. E. Brown & S. W. Bailey, Am. Min. **47**. 1962. 819.

<sup>2)</sup> W. v. Engelhardt 1942, l. c.

<sup>3)</sup> W. Campbell Smith, F. A. Bannister & M. H. Hey, Min. Mag. **27**. 1946. 217.

<sup>4)</sup> C. Frondel, Am. Min. **40**. 1955. 1090.

### 9e) Cr-Chlorite.

<b>Kämmererit</b>	(Mg, Cr) <sub>&lt;3</sub> [(OH) <sub>2</sub>   AlSi <sub>3</sub> O <sub>10</sub> ]
(Nordenskiöld,	
1841)	a <sub>0</sub> = 5.34 b <sub>0</sub> = 9.25 c <sub>0</sub> = 14.43 <sub>5</sub>
	a <sub>0</sub> :b <sub>0</sub> :c <sub>0</sub> = 0.577:1:1.561 β = 97°05' <sup>1)</sup>
<b>Kotschubeit</b>	(Mg, Al) <sub>&lt;3</sub> [(OH) <sub>2</sub>   (Cr, Al)Si <sub>3</sub> O <sub>10</sub> ]
(Kokscharov,	
1861)	

Welche der jetzt unter Serpentin (mit Kaolinitstruktur) genannten früheren „Ni-Chlorite“ vielleicht doch Chloritstruktur besitzen, ist nicht entschieden.

Chrom-haltige Varietäten der Chlorite mit weniger als 2% Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> werden als Cr-Pennin, Cr-Klinochlor, Cr-Prochlorit und Cr-Korundophililit bezeichnet; Kämmererit und Kotschubeit haben bis zu 8% Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, ersterer mit Cr in oktaedrischer, letzterer in tetraedrischer Koordination<sup>1a)</sup>. Chrom-Chlorit von Sierra de la Capalada enthält 1,9% Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> und hat a<sub>0</sub> = 5.32, b<sub>0</sub> = 9.21, c<sub>0</sub> = 14.23; β = 97°<sup>1b)</sup>.

<sup>1)</sup> B. E. Brown & S. W. Bailey, Am. Min. **43**. 1963. 42 (Struktur: Ia-Typ).

<sup>1a)</sup> D. M. Lapham, Am. Min. **43**. 1958. 921.

<sup>1b)</sup> J. Garrido, Bull. Soc. Franç. Min. **72**. 1949. 549.

Vgl. ferner zur Klassifikation und Struktur der Chlorite:

1890 G. Tschermak, Akad. Wiss. Wien **99**. 174; **100**. 29.

1926 A. N. Winchell, Am. Journ. Sci. **11**. 283.

1928 A. N. Winchell, Am. Min. **13**. 161.

1928 C. Mauguin, C. R. Acad. Sci. Paris **186**. 1852.

1930 C. Mauguin, Bull. Soc. Franç. Min. **53**. 279.

1931 G. L. Dschang, Chemie d. Erde **6**. 416.

1936 A. N. Winchell, Am. Min. **21**. 642.

1936 G. Vavrinez, Földt. Köz. **66**. 242; **67**. 1937. 46.

1938 S. B. Hendricks & M. E. Jefferson, Am. Min. **23**. 851.

- 1941 J. Orceel & P. Renaud, C. R. Acad. Sci. Paris **212**. 918.  
 1941 A. Hödl, N. Jb. Min. Beil.-Bd. **77**. 1.  
 1947 G. W. Brindley & K. Robinson, Trans. Brit. Ceram. Soc. **46**. 49.  
 1949 K. Robinson & G. W. Brindley, Proc. Leeds Phil. Lit. Soc. **5**. 102.  
 1949 G. W. Brindley, Nature **164**. 319.  
 1949 S. Z. Ali & G. W. Brindley, Proc. Leeds Phil. Lit. Soc. **5**. 109.  
 1949 S. Caillère & S. Hénin, Min. Mag. **28**. 612.  
 1949 J. Garrido, Bull. Soc. Franç. Min. **72**. 343.  
 1950 G. W. Brindley, B. M. Oughton & K. Robinson, Acta Cryst. **3**. 408.  
 1950 G. W. Brindley & S. Z. Ali, Acta Cryst. **3**. 25 (SR. **13**. 383).  
 1950 J. Orceel, S. Caillère & S. Hénin, Min. Mag. **29**. 329.  
 1951 G. W. Brindley, Min. Mag. **29**. 502.  
 1953 D. P. Serdyuchenko, Akad. Wiss. USSR Nr. 140. 340 S.  
 1954 M. H. Hey, Min. Mag. **30**. 277.  
 1955 G. Brown, Min. Mag. **30**. 657.  
 1958 B. W. Nelson & R. Roy, Am. Min. **43**. 707.  
 1958 F.-J. Eckhardt, N. Jb. Min. Mh. 1958. 1.  
 1958 H. Shirozu, Min. Journ. (Japan) **2**. 209.  
 1960 H. Shirozu, Journ. Jap. Assoc. Min. Petr. **44**. 18.  
 1962 A. L. Albee, Am. Min. **47**. 851.  
 1963 W. R. Phillips, Min. Mag. **33**. 404.  
 1964 H. W. van der Marel, Beitr. Min. Petr. **9**. 462.

### 10.) Kaolinit-Antigorit-Gruppe.

Die Kaolinmineralien Kaolinit, Dickit und Nakrit besitzen die Formel  $\text{Al}_4[(\text{OH})_8 | \text{Si}_4\text{O}_{10}]$  und einen charakteristischen Schicht-Typus (Pauling, 1930); hierbei sind  $\frac{2}{3}$  der oktaedrischen Koordinationszentren von Al besetzt.

Den gleichen Typ der Schichten weisen die Mg, Fe-Mineralien Antigorit (Aruja, 1943), Amesit (Gruner, 1944), „Berthierin“ (ein Teil der bisherigen „Chamosite“) und Cronstedtit auf; hierbei sind sämtliche oktaedrischen Koordinationszentren von (Mg, Fe) besetzt.

In den tetraedrischen Koordinationszentren besitzen die Kaolinit-Mineralien und Antigorit lediglich Si, Amesit und Berthierin (Al, Si). Cronstedtit bemerkenswerterweise (Fe<sup>+++</sup>, Si). — Synthetisch kennt man einen Mg-Ge-Serpentin mit vollem Ersatz des Si durch Ge.

Röhlchentextur wurde zunächst bei Chrysotil (Faserserpentin\*), in neuerer Zeit auch bei Kaolinit\*\*) beobachtet.

Während die Entwässerungskurven der Chlorit-Mineralien zwei charakteristische Maxima aufweisen (entsprechend der Zerstörung der Brucit-schichten und der Talksichten), lassen die Entwässerungskurven der Kaolinit-Antigorit-Mineralien nur ein einziges Maximum erkennen (entsprechend dem charakteristischen Einschicht-Typus dieser Mineralien).

Analog der Polytypie der Glimmer und Chlorite gibt es auch polytype Strukturvarianten der Kaolinit-Antigorit-Mineralien. Diese Strukturvarianten lassen sich in Abhängigkeit von 2 Faktoren erklären: 1. Richtung und Betrag der Schichtversetzung, 2. Verteilung der unbesetzten Oktaeder-

plätze in der Schicht. Für 1—6-schichtige Varianten lassen sich theoretisch bei dioktaedrischer Besetzung 52 (Zvyagin, 1962), bei trioktaedrischer Besetzung 12 Möglichkeiten ableiten (Bailey, 1963). Auf Grund energetischer Betrachtungen sind jedoch nur einige wenige Strukturvarianten realisierbar, die stabilsten dioktaedrischen Strukturen besitzen Kaolinit, Dickit und Nakrit (Newnham, 1961). Kaolinit und Dickit haben die gleiche Schichtfolge, aber verschiedene Kationenbesetzung; Nakrit wurde ursprünglich als 6-Schicht-Struktur aufgefaßt, läßt sich aber als monokline 2-Schicht-Struktur beschreiben.

10a) Kaolinit-Reihe („dioktaedrisch“).

<b>Kaolinit</b>	$\text{Al}_4[(\text{OH})_8   \text{Si}_4\text{O}_{10}]$	1 T-Typ: Triklin $C_1^1 - P\bar{1}$
(Johnson, 1867)		$a_0 = 5.14 \quad b_0 = 8.93 \quad c_0 = 7.37^1)$
		$\alpha = 91^\circ 48' \quad \beta = 104^\circ 30' - 105^\circ \quad \gamma = 90^\circ$
		Z = 1
		Monoklin
		$a_0 = 5.13 \quad b_0 = 8.90 \quad c_0 = 21.5^{1a})$
		$\beta \sim 90^\circ$
<b>Dickit</b>	$\text{Al}_4[(\text{OH})_8   \text{Si}_4\text{O}_{10}]$	2M-Typ: Monoklin-domatisch $C_s^4 - Cc$
(Ross & Kerr, 1930)		$a_0 = 5.15 \quad b_0 = 8.94 \quad c_0 = 14.736^2)$
		$\beta = 103^\circ 35' \quad Z = 2$
<b>Nakrit</b>	$\text{Al}_4[(\text{OH})_8   \text{Si}_4\text{O}_{10}]$	2M-Typ (6R): Monoklin-domatisch $C_s^4 - Cc$
(Brongniart, 1807)		Pseudorhomboedrisch
		$a_0 = 8.91 \quad b_0 = 5.15 \quad c_0 = 15.697^3)$
		$\beta = 113^\circ 42' \quad Z = 2$
<b>Anauxit</b>	$(\text{Al}, \text{H}_3)_4[(\text{OH})_8   \text{Si}_4\text{O}_{10}]$	Isotyp mit Kaolinit
(Breithaupt, 1838)		Al kann offenbar bis zu $1/3$ formal durch $\text{H}_3$
		ersetzt werden
<b>Donbassit</b>	$(\text{Na}, 1/2\text{Ca}, 1/2\text{Mg})\text{Al}_4[(\text{OH})_8   \text{AlSi}_3\text{O}_{10}]$	Pulverdiagramm ähnlich Kaolinit <sup>4)</sup>
(Lasarenko, 1940)		

**Fireclay**, ein Sedimentgestein, besteht vorzugsweise aus Kaolinit mit ungeordneter Schichtenfolge. **Chrom-Kaolinit** (Sudo & Anzai, 1942) ist eine grüne Varietät von Kaolinit mit 0.4—1.1%  $\text{Cr}_2\text{O}_3^5)$ .

Für **Aquacreptit** (Shepard, 1868), ca.  $(\text{MgH})_{2.67}\text{Fe}_{0.84}^{+++}\text{Al}_{0.07}[(\text{OH})_8 | \text{Al}_{0.07}\text{Si}_{3.93}\text{O}_{10}]$  konnte noch nicht entschieden werden, ob er mit Kaolinit oder Montmorillonit näher verwandt ist.

\*) Aruja 1943; Bates, Sand & Mink 1950; Noll & Kirchner 1951; Whittaker 1953; Jagodzinski & Bagchi 1953; Jagodzinski & Kunze 1954.

\*\*) Honjo & Mihama (1954) fanden unter 160 Kriställchen von Hongkong-Kaolin bei 149 die Faserachse [010] bei 8 [100] und bei 3 [310].

<sup>1)</sup> G. W. Brindley & K. Robinson, *Min. Mag.* **27**. 1946. 242 (Struktur, SR. **10**. 161). — G. W. Brindley & M. Nakahira, *Min. Mag.* **31**. 1958. 781. — J. Goodyear & W. J. Duffin, *Min. Mag.* **32**. 1961. 902 (Gitterkonstanten für gut kristallisierten Kaolinit – 1 T von Scalby, Yorkshire). — V. A. Drits & A. A. Kashaev, *Kristallografiya* **5**. 1960. 224. — B. B. Zvyagin, *Kristallografiya* **5**. 1960. 40 (Strukturverfeinerungen). — S. W. Bailey, *Am. Min.* **48**. 1963. 1196 (Polytypie).

<sup>1a)</sup> I. Krstanović & S. Radošević, *Am. Min.* **46**. 1961. 1198. — Vgl. S. W. Bailey, 1963, l. c.

<sup>2)</sup> R. E. Newnham & G. W. Brindley, *Acta Cryst.* **9**. 1956. 759; **10**. 1957. 88. — R. E. Newnham, *Min. Mag.* **32**. 1961. 683 (Strukturverfeinerungen). — Wahl der Elementarzelle nach S. W. Bailey, 1963, l. c.

<sup>3)</sup> S. B. Hendricks, *Z. Krist.* **100**. 1938. 509 (Struktur, SB. **7**. 37). — S. W. Bailey & S. A. Tyler, *Econ. Geol.* **55**. 1960. 150. — Wahl der Elementarzelle hier nach S. W. Bailey, 1963, l. c.

<sup>4)</sup> E. K. Lasarenko, *Doklady Akad. Wiss. USSR* **72**. 1950. 771.

<sup>5)</sup> T. Sudo & T. Anzai, *Proc. Imp. Acad. Tokio* **18**. 1942. 403.

Vgl. ferner

- zu Kaolinit: S. B. Hendricks, *Z. Krist.* **95**. 1936. 247.  
G. W. Brindley & K. Robinson, *Trans. Farad. Soc.* **42B**. 1946. 198.  
Z. G. Pinsker, *Doklady Akad. Wiss. USSR* **73**. 1950. 107.  
G. Honjo, N. Kitamura & K. Mihama, *Clay Min. Bull.* **2**. 1954. 133.  
G. Honjo & K. Mihama, *Acta Cryst.* **7**. 1954. 511.  
H. D. Glass, *Am. Min.* **39**. 1954. 193.  
S. Iwai, *Min. Journ. (Japan)* **1**. 1955. 233.  
U. Hofmann, A. Weiss, G. Koch, A. Mehler & A. Scholz, *Proc. 4. Nat. Conf. Clays and Clay Minerals*, 1956. 273.  
K. Frühauf & U. Hofmann, *Z. anorg. Chem.* **307**. 1961. 187.
- zu Dickit: S. B. Hendricks, *Am. Min.* **23**. 1938. 295.  
K. C. Dunham, G. F. Claringbull & F. A. Bannister, *Min. Mag.* **28**. 1948. 338.  
C. J. Ksanda & T. F. W. Barth, *Am. Min.* **20**. 1935. 631.
- zu Nakrit: O. v. Knorring, G. W. Brindley & K. Hunter, *Min. Mag.* **29**. 1952. 973.  
G. F. Claringbull, *Min. Mag.* **29**. 1952. 973.
- Allgemein: L. Pauling, *Proc. Acad. Sci.* **16**. 1930. 578.  
C. S. Ross & P. F. Kerr, *US Geol. Surv.* **165E**. 1930. 151.  
R. W. Grimshaw, Heaton & A. L. Roberts, *Trans. Brit. Ceram. Soc.* **44**. 1945. 69.  
R. E. Grim, *Am. Min.* **32**. 1947. 493.  
R. E. Grim & W. F. Bradley, *Am. Min.* **33**. 1948. 50.  
M. Nakahira, *Min. Journ. (Japan)* **1**. 1954. 129.  
R. Roy & G. W. Brindley, *Proc. 4. Nat. Conf. Clays and Clay Minerals*, 1956. 125.  
G. W. Brindley & M. Nakahira, *Journ. Am. Ceram. Soc.* **42**. 1959. 311 (Kaolinit-Metakaolin-Mullit).  
E. W. Radoslovich, *Am. Min.* **47**. 1962. 617.  
B. B. Zvyagin, *Kristallografiya* **7**. 1962. 51.  
E. W. Radoslovich, *Am. Min.* **48**. 1963. 368.  
G. W. Brindley, P. de Souza Santos & H. de Souza Santos, *Am. Min.* **48**. 1963. 897.  
G. B. Mitra, *Z. Krist.* **119**. 1963. 161 (Struktur-Defekte).

## 10b) Serpentin-Reihe („trioctaedrisch“).

Serpentin wird von jeher als Blätterserpentin = Antigorit und Faserserpentin = Chrysotil unterschieden, in neuerer Zeit wurde Lizardit als selbständige Komponente erkannt. Antigorit besitzt dem Kaolinit analoge Schichten (Aruja, 1943)\*, jedoch derart variiert, daß eine wellblechartige „Doppel-Halbwellen-Struktur“ entsteht, in der jeweils zwei „Halbwellen“ über „Mg-Brücken“ alternierend aneinander gekoppelt sind (Kunze, 1957)\*\*). Chrysotil hat gleiche Schichten, diese sind jedoch zylindrisch eingerollt, so daß faserige Textur entsteht (Bates, Sands, Mink, 1950\*\*\*).

Chamosit von Chamoson hat Chloritstruktur (s. dort), „Chamosite“ mit Kaolinitstruktur werden nach einem Vorschlag der Nomenklatur-Kommission (1954) mit dem alten Namen „Berthierin“ bezeichnet.

**Antigorit**  $Mg_6[(OH)_8 | Si_4O_{10}]$ (Schweizer, 1840) **Klinoantigorit:** Monoklin (Cm, C2 oder C2/m)

$$a_0 = 5.30 \quad b_0 = 9.20 \quad c_0 = 7.46^1)$$

$$\beta = 91^\circ 24' \quad Z = 1$$

Überzelle:

$$a_0 = 8 \cdot 5.44 \quad b_0 = 9.26 \quad c_0 = 7.28^{1a})$$

$$\beta = 91^\circ 24' \quad Z = 8$$

**Orthoantigorit:** Hexagonal  $C_{6v}^2$  —  $P6_3cm$  (?)

$$a_0 = 5.32 \quad b_0 = 9.22 \quad c_0 = 2 \cdot 7.265^{1b})$$

Überzelle:

$$a_0 = 8 \cdot 5.475^{1b})$$

$$a_0 = 5.31 \quad b_0 = 9.20 \quad c_0 = 7.31^2)$$

$$\beta = 90^\circ$$

**Lizardit**

(Whittaker &amp; Zussman, 1955)

**Chrysotil** = „Antigorit“ mit Röllchen-Textur(Kobell, 1834) **Klinochrysotil:** Monoklin

$$a_0 = 5.34 \quad b_0 = 9.25 \quad c_0 = 14.65^3)$$

$$\beta = 93^\circ 16' \quad Z = 2$$

Faserachse  $a_0$ **Orthochrysotil:** Orthorhombisch

$$a_0 = 5.34 \quad b_0 = 9.2 \quad c_0 = 14.63^{3a})$$

$$Z = 2$$

Faserachse  $a_0$ selten  $b_0$  (Parachrysotil<sup>3b</sup>)**Greenalith**  $(Fe^{2+}, Fe^{3+})_{<6}[(OH)_8 | Si_4O_{10}]$ 

(Leith, 1903)

Monoklin

$$a_0 = 5.54 \quad b_0 = 9.59 \quad c_0 = 7.19^4) \cdot$$

$$\beta = 90^\circ$$

**Karyopilit**  $Mn_6[(OH)_8 | Si_4O_{10}]$  (?) Isotyp mit Antigorit<sup>5</sup>)  $\cong ?$  *Semenit*

(Hamberg, 1889)

- Berthierin**  $(\text{Fe}^{2+}, \text{Fe}^{3+}, \text{Al}, \text{Mg})_6[(\text{OH})_8 | \text{Al}_{1,5}\text{Si}_{2,5}\text{O}_{10}]$   
 („Kaolin-Chamosit“)  
 (Beudant, 1832) = *degenbergium*  
 Klinoberthierin: 1 M-Typ: Monoklin-domatisch  $C_2^3 - \text{Cm}$   
 $a_0 = 5.41$   $b_0 = 9.33$   $c_0 \cdot \sin \beta = 7.04^6$   
 $\beta = 104^\circ 30'$   $Z = 1$   
 Orthoberthierin: Orthorhombisch  
 $a_0 = 5.37$   $b_0 = 9.31$   $c_0 = 7.06^{6a}$   
 1 H-Typ: Hexagonal  $C_{3v}^1 - \text{P}3m1$   
 $a_0 = 5.39$   $b_0 = 9.33$   $c_0 = 7.04$   $Z = 1^6$
- Amesit**  $\text{Mg}_{3,2}\text{Fe}_{0,8}^{2+}\text{Al}_{2,0}[(\text{OH})_8 | \text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_{10}]$   
 (Shepard, 1867)  
 2H-Typ: Hexagonal  $C_{6v}^3 - \text{P}6_3\text{cm}$   
 $a_0 = b_0 \sqrt{3}$   $b_0 = 9.19$   $c_0 = 14.01$   $Z = 2^7$   
 6 H-Typ:  
 $a_0 = 5.31$   $c_0 = 42.17^a$
- Grovesit**  $(\text{Mn}, \text{Mg}, \text{Al})_6[(\text{OH})_8 | (\text{Si}, \text{Al})_4\text{O}_{10}]$   
 (Bannister, Hey & Campbell  
 Smith, 1955)  $a_0 = 5.51$   $b_0 = 9.54$   $c_0 = 14.36^8$
- Cronstedtit**  $\text{Fe}_4\text{Fe}_2^{3+}[(\text{OH})_8 | \text{Fe}_2^{3+}\text{Si}_2\text{O}_{10}]$   
 (Steinmann, 1821) 1M-Typ: Monoklin-domatisch  $C_2^3 - \text{Cm}$   
 $a_0 = 5.49$   $b_0 = 9.51$   $c_0 = 7.32$   
 $\beta = 104^\circ 31'^{9a}$   
 1H-Typ: Ditrigonale-pyramidale  $C_{3v}^2 - \text{P}31m$   
 $a_0 = 5.49$   $c_0 = 7.085^9$   
 2M-Typ: Monoklin-domatisch  $C_2^4 - \text{Cc}$   
 $a_0 = 5.49$   $b_0 = 9.51$   $c_0 = 14.29$   
 $\beta = 97^\circ 22'^{9a}$   
 2H-Typ: Dihexagonale-pyramidale  $C_{6v}^3 - \text{P}6_3\text{cm}$   
 $a_0 = 5.49$   $c_0 = 14.17^9$   
 3H-Typ: Trigonale-pyramidale  $C_3^2 - \text{P}3_1$   
 $a_0 = 5.49$   $c_0 = 21.21^9$   
 6H-Typ: Trigonale-pyramidale  $C_2^4 - \text{R}3$   
 $a_0 = 5.49$   $c_0 = 42.5^9$   
 9R-Typ:  $a_0 = 9.56$   $c_0 = 63.85^{9b}$

Varietäten von Antigorit sind: **Ferro-Antigorit** (Winchell, 1926), **Mangan-Antigorit**, **Nickel-Antigorit** (**Garnierit**, Clarke, 1874; **Nepouit**, Glasser, 1906), vielleicht **Schuchardtit**, **Rewdanskite** (Hermann, 1867), **Röttisite** (Breithaupt, 1859), **Connarit** (Breithaupt, 1859) und **Chrom-Antigorit**.

Varietäten von Chrysotil sind: **Alumino-Chrysotil**, **Ferro-Chrysotil**, **Mangan-Chrysotil** und **Nickel-Chrysotil** (seltener als Ni-Antigorit).

**Asbest** besteht im allgemeinen aus Chrysotil (daneben gibt es auch kurzfasrigen Hornblendeasbest); **Bergleder**, **Bergkork** und zum Teil **Bergholz**, sind Habitusvarietäten von Chrysotil, Bergholz jedoch meist von Palygorskit. **Ishkyldit**

(Syromyatnikov, 1934) ist strukturell unbekannt und soll als Faserachse 9.70 Å haben.

Ebenfalls faserig und vielleicht mit Chrysotil eng verwandt sind: **Karachait** (Efremov, 1936),  $\text{MgO} \cdot \text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ; **Kolskit** (Efremov, 1939),  $5 \text{MgO} \cdot 4 \text{SiO}_2 \cdot 4 \text{H}_2\text{O}$ , nach Belkova (1959)  $3 \text{MgO} \cdot 2 \text{SiO}_2 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$ ; **Adigeit** (Efremov, 1939),  $5 \text{MgO} \cdot 3 \text{SiO}_2 \cdot 2\frac{1}{2}$  bis  $4 \text{H}_2\text{O}$ ; **Labit** (Efremov, 1936),  $\text{Mg}_3\text{H}_6[\text{Si}_8\text{O}_{22}] \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$  und **Maufit** (Keep, 1930),  $(\text{Mg, Fe, Ni})\text{O} \cdot 2 \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3 \text{SiO}_2 \cdot 4 \text{H}_2\text{O}^{10}$ .

Eine Varietät von Amesit ist **Chrom-Amesit** (Zimin, 1935). — Reiner **Ferro-Berthierin** geht beim Erhitzen an der Luft bei 400 °C in Ferri-Berthierin über, wobei die äußeren OH-Schichten jeder „Kaolinit-Lage“ in O übergehen, während die inneren OH-Schichten bis zu 450–500 °C erhalten bleiben. Umgekehrt erfolgt Reduktion zu Ferro-Berthierin durch Erhitzen auf 460 °C in  $\text{H}_2/\text{H}_2\text{O}$ -Atmosphäre<sup>11</sup>). **Lillit** (Reuss, 1857) soll mit Cronstedtit enger verwandt sein.

\*) E. Aruja, Ph. D. Thesis, Cambridge 1943.

\*\*) G. Kunze, Z. Krist. **103**. 1957, 82; **110**. 1958. 282.

\*\*\*) T. F. Bates, L. B. Sands & J. F. Mink, Science **111**. 1950. 512. — W. Noll & H. Kircher, N. Jb. Min. Mh. 1951. 113.

Faserachse ist meist [100]; Honjo & Mihama (1954) fanden unter 50 Chrysotilkriställchen bei 49 die Faserachse [100] und bei 1 [010]. — J. Zussman, Min. Mag. **30**. 1954. 498, stellte [100] als Faserachse fest für Serpentin von Süd-Rhodesien, Serpentin von New York, Serpentin von Montville/N. J., Schweizerit von Zermatt, Marmolith von Hoboken/N. J., Metaxit von Sachsen; [010] für Pikrosmin von Tirol, Pikrolith von Taberg/Schweden, „Antigorit“ von Shipham Range?, „Antigorit“ von Hokitika/N. Z.

Zur Röllchentextur vergleiche ferner: H. Jagodzinski & S. N. Bagechi, N. Jb. Min. Mh. 1953. 97; H. Jagodzinski & G. Kunze, N. Jb. Min. Mh. 1954, 95, 113, 137; G. Kunze, Acta Cryst. **9**. 1956. 841; W. Noll, H. Kircher & W. Sybertz, Naturwiss. **45**. 1958. 489; Kolloid-Z. **157**. 1958. 1; Beitr. Min. Petr. **7**. 1960. 232 (synthet. Co- und Ni-Chrysotil mit Röllchentextur). — E. J. W. Whittaker, Acta Cryst. **7**. 1954. 827; **16**. 1963. 486.

<sup>1)</sup> H. G. Midgley, Min. Mag. **29**. 1951. 526. — Vgl. T. Ito, X-Ray Studies on Polymorphism, Tokio 1950, 167 (SR. 13. 380).

<sup>1a)</sup> E. Aruja, Min. Mag. **27**. 1944. 65. — Vgl. J. Zussman, Min. Mag. **30**. 1954. 498.

<sup>1b)</sup> J. Zussman & G. W. Brindley, Am. Min. **42**. 1957. 666 (auch Gitterkonstanten für synthet. Mg-Ge-Serpentin,  $a_0 = 5.436$ ,  $b_0 = 9.415$ ,  $c_0 = 6 \times 7.443$ ). — E. J. Olsen, Am. Min. **46**. 1961. 434. — Vgl. J. Zussman, G. W. Brindley & J. J. Comer, Am. Min. **42**. 1957. 133. — G. W. Brindley, J. J. Comer, R. Uyeda & J. Zussman, Acta Cryst. **11**. 1958. 99 (Überstrukturen).

<sup>2)</sup> E. J. W. Whittaker & J. Zussman, Min. Mag. **31**. 1956. 107; Am. Min. **43**. 1958. 917. — F. Veniale, Per. Min. Roma **31**. 1962. 307. — G. Giuseppetti, C. Tadini & F. Veniale, Rend. Soc. Min. Ital. **19**. 1963. 123.

<sup>3)</sup> E. J. W. Whittaker, Acta Cryst. **9**. 1956. 855 (Struktur, mit zusammenfassender Diskussion der früheren Arbeiten). — Nach N. N. Padurow, Acta Cryst. **3**. 1950. 200, 204, ist die Symmetrie triklin-pseudomonoklin mit  $a_0 = 5.33$   $b_0 = 9.26$   $c_0 = 7.36$ ,  $\alpha = 92^\circ 50'$   $\beta = 93^\circ 11'$   $\gamma = 89^\circ 50'$ .

<sup>3a)</sup> E. J. W. Whittaker, Acta Cryst. **4**. 1951. 187; **6**. 1953. 747; **9**. 1956. 862 (Struktur).

<sup>3b)</sup> E. J. W. Whittaker, Acta Cryst. **9**. 1956. 865.

<sup>4)</sup> R. Steadman & R. F. Youell, Nature **181**. 1958. 45. — Vgl. G. Friedrich, Beitr. Min. Petr. **8**. 1962. 189.

<sup>5)</sup> C. Frondel, priv. Mitt. 1956.

<sup>6)</sup> G. W. Brindley, Nature **164**. 1949. 319; Min. Mag. **29**. 1951. 502.

<sup>6a)</sup> F. Novak, J. Vtelensky, J. Losert, F. Kupka & Z. Valcha, Czech. Acad. Sci. 1957. 315 (Orthochamosit).



7) G. W. Brindley, B. M. Oughton & R. F. Youell, *Acta Cryst.* **4**. 1951. 552. – H. Steinfink & G. Brunton, *Acta Cryst.* **9**. 1955. 487 (Struktur,  $C_6^0 - P6_3$ ). – J. W. Gruner, *Am. Min.* **29**. 1944. 442 (Kaolinitstruktur). – Vgl. McMurehy, *Z. Krist.* **83**. 1934. 420; Bannister in Hallimond, *Min. Mag.* **25**. 1934. 441. – B. M. Oughton, *Acta Cryst.* **10**. 1957. 692 (order-disorder).

7<sup>a</sup>) R. Steadman & P. M. Nuttall, *Acta Cryst.* **15**. 1962. 510.

8) F. A. Bannister, M. H. Hey & W. Campbell Smith, *Min. Mag.* **30**. 1955. 645.

9) R. Steadman & P. M. Nuttall, *Acta Cryst.* **16**. 1963. 1 (Struktur; Formel:  $Fe_3^+(Fe^{2+}Si)O_4(OH)_5$ ). – Vgl. S. B. Hendricks, *Am. Min.* **24**. 1939. 529 (Struktur für 3 R-Typ). – C. Frondel, *Am. Min.* **47**. 1962. 781 (1 H, 2 H, 3 R, 6 H, 9 R).

9<sup>a</sup>) R. Steadman & P. M. Nuttall, *Acta Cryst.* **17**. 1964. 404 (für 2H-Typ auch Strukturvarianten  $C_6^0 - P6_3$  und  $C_{3v}^1 - P31c$ ). – R. Steadman, *Acta Cryst.* **17**. 1964. 924 (Übersicht der möglichen Varianten). – Vgl. B. Goßner, *Zbl. Min. A*. 1935. 195 (Schichttypus).

9<sup>b</sup>) C. Frondel, *Am. Min.* **47**. 1962. 781.

10) F. E. Keep, *Trans. Geol. Soc. South Afr.* **32**. 1929. 103.

11) G. W. Brindley & R. F. Youell, *Am. Min.* **38**. 1953. 398.

Ferner:

J. W. Gruner, *Am. Min.* **22**. 1937. 97; **24**. 1939. 186.

J. Fankuchen & M. Schneider, *J. Am. Chem. Soc.* **66**. 1944. 500.

M. H. Hey & F. A. Bannister, *Min. Mag.* **28**. 1948. 333.

G. C. Selfridge, *Am. Min.* **21**. 1936. 463.

D. M. Roy & R. Roy, *Am. Min.* **39**. 1954. 957.

J. Koufimsky & V. Šatava, *Acta Mus. Nat. Prag* **10 B**. 1954.

E. Slansky, *Univ. Carolina, Geol. Vol. 1*. 1, Prag 1955 (Nepouit).

B. Nagy & G. T. Faust, *Am. Min.* **41**. 1956. 817.

G. W. Brindley & J. Zussman, *Am. Min.* **42**. 1957. 461 (Thermalumwandlung Serpentin → Forsterit).

R. Steadman & R. F. Youell, *Nature* **180**. 1957. 1066 (Erhitzungsversuche an Cronstedtit).

J. A. Chapman & J. Zussman, *Acta Cryst.* **12**. 1959. 550.

F. H. Gillery, *Am. Min.* **44**. 1959. 143 (Synthesen Chlorit-Serpentin).

G. T. Faust & J. J. Fahey, *Geol. Surv. Prof. Paper* 384-A. 1962.

E. W. Radoslovich, *Am. Min.* **48**. 1963. 368.

### 11a) Halloysit-Reihe (dioktaedrisch).

Das von dem belgischen Mineralogen Omalius d'Hallo (um 1820) in den Bleizinklagerstätten von Angleur in Belgien beobachtete erdig-amorph erscheinende weiße Mineral wurde von P. Berthier (1826) analysiert und als Halloysit bezeichnet;  $SiO_2$  39.5,  $Al_2O_3$  34.00,  $H_2O$  26.5%. Le Chatelier (1887) stellte fest, daß Halloysite von 7 verschiedenen Vorkommen nach dem Erhitzen bis auf 250 °C die gleiche chemische Zusammensetzung  $H_4Al_2Si_2O_9$  besitzen und gab dem frischen Halloysit die Formel  $H_4Al_2Si_2O_9 + aqua$ . U. Hofmann, K. Endell und D. Wilm (1934) unterschieden eine glasige (frische) Masse im Kern der Halloysit-Knollen von Djebel Debar in Algerien und trockenes erdiges Material, das ein dem Kaolinit sehr ähnliches Röntgenbild ergab. Nach U. Hofmann (1934) besteht Halloysit aus Kaolinitsschichten mit zwischengelagerten Schichten von Wassermolekülen. M. Mehmel (1935) gab dem bei mäßiger Temperatur entwässerten Halloysit den Namen Metahalloysit und stellte fest, daß die

Entwässerung irreversibel ist. Diese Entwässerung kann bereits in trockener Zimmeratmosphäre vor sich gehen. — Texturell besteht Halloysit aus wohlentwickelten hohlen Röllchen mit einem äußeren Durchmesser von ca. 800 Å und einem inneren Durchmesser von ca. 500 Å (Bates, Hildebrand, Swineford, 1950; Bates & Comer, 1959). Die Schichten des Halloysites sind spiralig aufgerollt und legen sich beim Übergang in Metahalloysit in einzelnen Bereichen dicht aneinander (A. Weiß, 1962).

U. Hofmann, K. Endell & D. Wilm, *Angew. Chem.* **47**. 1934. 539.

U. Hofmann, *Kolloid-Z.* **69**. 1934. 356.

S. B. Hendricks, *Am. Min.* **23**. 1938. 295.

G. Ruess, *Mh. Chem.* **76**. 1946. 168.

T. F. Bates, F. A. Hildebrand & A. Swineford, *Am. Min.* **35**. 1940. 463.

T. F. Bates & J. J. Comer, 6. Nat. Conf. Clays and Clay Minerals, 1959. 237.

U. Hofmann, S. Morcos & F. W. Schembra, *Ber. D. Keram. Ges.* **39**. 1962. 474.

**Halloysit**  $\left\{ \begin{array}{l} \text{Al}_4[(\text{OH})_8 | \text{Si}_4\text{O}_{10}] \\ (\text{H}_2\text{O})_4 \end{array} \right\}$  Monoklin-domatisch  $C_s^3 - Cm$   
(Berthier, 1826\*)  $a_0 = 5.15 \quad b_0 = 8.9 \quad c_0 = 10.1 - 9.5^1$   
 $\beta = 100^\circ 12' \quad Z = 1$

**Metahalloysit**  $\text{Al}_4[(\text{OH})_8 | \text{Si}_4\text{O}_{10}]$  Monoklin-domatisch  $C_s^3 - Cm$   
(Mehmel, 1935)  $a_0 = 5.15 \quad b_0 = 8.9 \quad c_0 = 7.9 - 7.5^1$

**Ferri-Halloysit** (Efremov, 1936) (aus den USSR) mit  $\text{Al}:\text{Fe}^{+++} \sim 3:1$  besitzt  $a_0 = 5.16, b_0 = 8.92, c_0 = 10.9, \beta = 100^\circ$ , **Ferri-Metahalloysit**  $a_0 = 5.16, b_0 = 8.92, c_0 \sim 7.6, \beta = 105^\circ 30'^2$ .

**Chrom-Halloysit** ist eine lichtblaue Varietät von Halloysit mit 0.6%  $\text{Cr}_2\text{O}_3^3$ . **Chromocker** (Hausmann, 1813) und **Alexandrolith** (Losanitsch, 1894) besitzen wechselnde Chromgehalte. **Ablykit** (Sedlitzky & Yussupova, 1940) ein Tonmineral von Ablyk, USSR, gibt ein dem Halloysit ähnliches Pulverdiagramm<sup>4</sup>.

**Bol (Bolus)** werden feinerdige Gemenge von Halloysit mit Limonit bezeichnet.

\*) **Endellit** (Alexander, Faust, Hendricks, Insley & McMurdie, 1943).

<sup>1</sup>) G. W. Brindley & K. Robinson, *Min. Mag.* **28**. 1948. 393; G. W. Brindley & J. Goodyear, *Min. Mag.* **28**. 1948. 407. — S. B. Hendricks, *Am. Min.* **23**. 1938. 295. — J. M. Cowley, *Acta Cryst.* **14**. 1961. 920.

<sup>2</sup>) J. F. Pekun, *Geol. Ges. Lwow (Lemberg)* 1956.

<sup>3</sup>) G. S. Gritzaenko & S. W. Grum-Grzhimailo, *Mém. Soc. Russe Min.* **78**. 1949. 61.

<sup>4</sup>) J. D. Sedlitzky & S. M. Yussupova, *Doklady Akad. Wiss. USSR* **26**. 1940. 244.

Vgl. ferner:

1934 C. S. Ross & P. F. Kerr, *U. S. Geol. Surv.* **185** G. 135.

1935 M. Mehmel, *Z. Krist.* **90**. 35.

1938 S. B. Hendricks & M. E. Jefferson, *Am. Min.* **23**. 863.

1940 C. H. Edelman & J. C. L. Favejee, *Z. Krist.* **102**. 417.

1942 S. B. Hendricks, *Journ. Geol.* **50**. 276.

1943 L. T. Alexander, G. T. Faust & S. B. Hendricks, *Am. Min.* **28**. 1.

1950 T. F. Bates, F. A. Hildebrand & A. Swineford, *Am. Min.* **35**. 463.

1954 H. H. Murray, *Am. Min.* **39**. 97.

1954 W. v. Engelhardt & H. Goldschmidt, *Heidelb. Beitr. Min. Petr.* **4**. 319.

1963 G. W. Brindley, P. de Souza Santos & H. de Souza Santos, *Am. Min.* **48**. 1963. 897.

## 11b) Hydroserpentin-Reihe (triktaedrisch).

Hydroantigorit*)	$\left\{ \begin{array}{l} \text{Mg}_6[(\text{OH})_8   \text{Si}_4\text{O}_{10}] \\ (\text{H}_2\text{O})_4 \end{array} \right\}$	} Monoklin
(hypothetisch)		
Hydroamesit*)	$\left\{ \begin{array}{l} \text{Mg}_4\text{Al}_2[(\text{OH})_8   \text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_{10}] \\ (\text{H}_2\text{O})_4 \end{array} \right\}$	} Monoklin
(hypothetisch)		

## Anhang: Die Allophane

Manche der früher als Allophan bezeichneten Mineralien haben sich röntgenographisch als Halloysit, Metahalloysit, gelegentlich Kaolinit u. a. identifizieren lassen. Auf Vorschlag des Nomenklaturausschusses der Tonmineral-Gruppe 1954 sollen für die röntgenamorphen Mineralien folgende Namen beibehalten werden.

<b>Allophan</b> (Stromeyer, 1816)	Aluminiumsilikat mit Al:Si = 1:1
<b>Ferriallophan</b> (Nicolaevski, 1914)	Allophan mit Fe <sup>+++</sup> z. T. für Al
<b>Hisingerit</b> (Berzelius, 1828)	Ferrisilikat mit Fe <sup>+++</sup> :Si ~ 1:1

Die Röntgenuntersuchung ergab, daß Allophan von Lawrence County, Indiana, eine geordnetere Struktur als Glas besitzt<sup>1)</sup>. Ein „Hisingerit“ von Japan gibt drei breite Linien, die Nontronit entsprechen<sup>2)</sup>, zwei „Hisingerite“ von Schweden könnten kryptokristalline Glimmer mit Fe<sup>3+</sup> für Si sein<sup>3)</sup>. Mit Hisingerit soll **Canbyit** (Hawkins & Shannon, 1924) identisch sein<sup>4)</sup>.

\*) Nicht identisch mit „Hydroantigorit“ bzw. „Hydroamesit“ (Erdélyi, Koblenz & Varga, 1959), die lediglich Antigorit bzw. Amesit mit einem geringfügigen Ersatz von O durch OH sind.

<sup>1)</sup> W. A. White, Am. Min. **38**. 1953. 634.

<sup>2)</sup> T. Sudo & T. Nakamura, Am. Min. **37**. 1952. 618.

<sup>3)</sup> B. Lindqvist & S. Janssen, Am. Min. **47**. 1962. 1356.

<sup>4)</sup> S. H. U. Bowie, Bull. Geol. Surv. Great Britain, **10**. 1955. 45.

## Die Tonmineralien:

Die für die Plastizität und Formbeständigkeit, für das Basenaustauschvermögen, Hydratationsverhalten usw. verantwortlichen Mineralien der Tone, kurz die Tonmineralien, sind pseudo-hexagonale Phyllosilikate von geringer Teilchengröße (< 0.02 mm), gelegentlich vom Talk- und Glimmer-Typus, häufiger vom Typus Hydroglimmer und Montmorillonit-Saponit, gelegentlich vom Typus Sudoit-Chlorit, sehr häufig vom Typus Kaolinit-Antigorit, gelegentlich auch vom Typus Palygorskit-Sepiolith. Neben diesen Tonmineralien von einfachem Strukturtypus werden immer häufiger Tonmineralien mit Wechsellagerungsstruktur (interstratified or inter-laminated phyllosilicates) bekannt, zum Teil in geordneter Wechsellagerung, zum Teil in ungeordneter Wechsellagerung. Die Entstehung der Tonmineralien mit Wechsellagerungsstruktur ist meist durch Umbildung

(Verwitterung, Hydratation) von Phyllosilikaten mit einfacher Struktur, wohl seltener durch Neubildung direkt erfolgt.

#### Tonminerale mit Wechsellagerungsstruktur:

In der Zelle von **Allevardit** (Caillère, Mathieu-Sicaud & Hénin, 1950) sind je 2 muskovitartige Schichten durch (K, Ca)-Ionen fester verbunden, während gegenüber dem nächsten Schichtenpaar lockere Bindung besteht und Quellungswasser eintreten kann; im wasserbehandelten Zustand sind 3 Lagen von H<sub>2</sub>O-Molekülen vorhanden ( $d_{(001)} = 28.36$ ), im lufttrockenen Zustand 2 Lagen ( $d_{(001)} = 24.62$ ), im HCl-behandelten Zustand ist 1 Lage vorhanden ( $d_{(001)} = 22.0$ ), nach 24stündigem Erhitzen auf 450 °C ist  $d_{(001)} = 19.09^1$ ).

Ein 26 Å-Tonmineral von der Yonago-Mine in Japan wird als Schichtenmischkristall einer 10 + 15.2 Å-Struktur und einer 12.4 + 15.2 Å-Struktur in annähernd gleichen Anteilen gedeutet<sup>2</sup>). — Ein ähnliches Mineral mit fast regelmäßigem Wechsel von expandierbaren Lagen (mit Na und H<sub>2</sub>O) und nicht expandierenden Lagen (mit K und Ca) ist von der Goto-Insel, Japan, beschrieben worden<sup>3</sup>).

**Rectorit** (Brackett & Williams, 1891) aus dem Blue Mountain Distrikt, Arkansas, ist „Pyrophyllit-Montmorillonit“<sup>4</sup>).

„Talk-Saponit“ vom Mte. Chiaro, Apenninen, hat eine regelmäßige Wechsellagerungsstruktur mit 24 Å-Identitätsperiode<sup>5</sup>).

**Illidromica** (Andreatta, 1949) und **Andreattit** (Mackenzie, 1954) sind „Muskovit-Beidellit“<sup>6</sup>). Ein „Illit-Montmorillonit“ mit unregelmäßiger Wechsellagerungsstruktur ist auch aus den Apenninen bekannt geworden<sup>7</sup>). Ähnliche „Glimmer- bzw. „Illit-Montmorillonite“ mit mehr oder weniger regelmäßiger Wechsellagerung sind von zahlreichen Autoren erwähnt<sup>7a</sup>).

„Phlogopit-Hectorit“ ist von der Hector-Mine in Californien als intermediäres Umwandlungsprodukt von Phlogopit beschrieben worden<sup>8</sup>); auch „Biotit-Vermiculite“ sind bekannt<sup>8a</sup>).

„Illit-Chlorit“ aus den Apenninen besteht aus Illit- und Chloritschichten in unregelmäßiger Wechsellagerung<sup>9</sup>).

„Montmorillonit-Chlorite“ mit einer Identitätsperiode von 30 Å sind von mehreren Fundstellen in Japan beschrieben worden; sie bestehen aus regelmäßig alternierenden Montmorillonit-(14.8 Å) und Al-Chlorit-(14.0 Å)-Schichten<sup>10</sup>). — „Montmorillonit-Chlorit“ (regelmäßig 1:1) ist auch ein Mineral von Ward County, Texas<sup>10a</sup>).

„Vermiculit-Chlorite“ scheinen weit verbreitet zu sein<sup>11</sup>).

Hendricks und Jefferson beobachteten (1938), daß manche Vermiculite abwechselnd aus Vermiculit- und Chloritschichten bestehen und bezeichneten diese als Vermiculit-Chlorite. Epichlorit und Stilpnochloran sind ehemalige Chlorite, deren Brucitschicht durch die Hydratschicht der Vermi-

# Klassifikation der Phyllosilikate

## Strukturtyp

Pyrophyllit-Glimmer-Gruppen			
	Pyrophyllit-Muskovit-Reihen Dioktaedrisch	Talk-Biotit-Reihen Trioktaedrisch	Montmorillonit- Dioktaedrisch
Al:Si = 0:4	<b>Pyrophyllit</b> $[(OH)_2   Si_4O_{10}]$ $a_0 = 5.1 \quad b_0 = 8.9 \quad c_0 = 2.9.3$ $99^\circ 55'$	<b>Talk</b> $Mg_3[(OH)_2   Si_4O_{10}]$ $a_0 = 5.3 \quad b_0 = 9.1 \quad c_0 = 2.9.4$ $\beta = 100^\circ 00'$	<b>Montmorillonit</b> $(Al, Mg)_2[(OH)_2   Si_4O_{10}]$ $(Na, Ca)(H_2O)_4$ $a_0 = 5.2 \quad b_0 = 8.9 \quad c_0 = ?$ $\beta = ?$
Al:Si = 1:3	<b>Muskovit</b> $[Al_2(OH)_2   AlSi_3O_{10}]$ $a_0 = 5.2 \quad b_0 = 9.0 \quad c_0 = 2.10.0$ $95^\circ 30'$	<b>Biotit</b> $K(Mg, Fe, Mn)_3[(OH)_2   AlSi_3O_{10}]$ $a_0 = 5.3 \quad b_0 = 9.2 \quad c_0 = 10.2$ $\beta = 99^\circ 18'$	<b>Beidellit</b> $Al_2[(OH)_2   Al_{0.5}Si_{3.5}O_{10}]$ $(Ca, Na)_{0.5}(H_2O)_4$ $a_0 = 5.2 \quad b_0 = 9.0 \quad c_0 = 1$ $\beta = ?$ (dioktaedr. Vermiculite)
Al:Si = 2:2	<b>Paragonit</b> $[Al_2(OH)_2   Al_2Si_2O_{10}]$ $a_0 = 5.1 \quad b_0 = 8.9 \quad c_0 = 2.9.7$ $100^\circ 48'$	<b>Xanthophyllit</b> $CaMg_3[(OH)_2   Al_2Si_2O_{10}]$ $a_0 = 5.2 \quad b_0 = 9.0 \quad c_0 = 9.99$ $\beta = 100^\circ 03'$	
			<b>Strukturtypus: k</b>
Kaolinit-Serpentin-Gruppe			
	Kaolinit-Reihe Dioktaedrisch	Serpentin-Reihe Trioktaedrisch	Halloysit-Reihe Dioktaedrisch
	<b>Kaolinit</b> $Al_2[(OH)_4   Si_2O_5]$ $a_0 = 5.1 \quad b_0 = 8.9 \quad c_0 = 2.7.4$ $\beta \sim 100^\circ$	<b>Serpentin</b> $Mg_3[(OH)_4   Si_2O_5]$ $a_0 = 5.4 \quad b_0 = 9.3 \quad c_0 = 7.3$ $\beta = 91^\circ 24'$	<b>Halloysit</b> $Al_2[(OH)_4   Si_2O_5]$ $(H_2O)_4$ $a_0 = 5.1 \quad b_0 = 8.9 \quad c_0 = 10.1$ $\beta \sim 100^\circ$
	<b>Donbassit</b> $(Na, \frac{1}{2}Ca, \frac{1}{2}Mg) Al_2[(OH)_4   AlSi_2O_5]$	<b>Berthierin</b> $(Fe^{2+}, Fe^{3+}, Al, Mg)_3[(OH)_4   Al_{1.5}Si_{2.5}O_{10}]$ $a_0 = 5.4 \quad b_0 = 9.3 \quad c_0 \cdot \sin \beta = 7.04$ $\beta \sim 90^\circ$	
?	$Al_4H_2[(OH)_8   Al_2Si_2O_{10}]$	<b>Amesit</b> $(Mg, Fe^{2+})_4 Al_2[(OH)_8   Al_2Si_2O_{10}]$ $a_0 = 5.3 \quad b_0 = 9.2 \quad c_0 = 2.7.0$	

### Strukturtypus: glimmerartige Schichten

		<b>Montmorillonit-Saponit-Gruppe</b> („H <sub>2</sub> O-expandierte Glimmer“)		
Namen	Montmorillonit-Reihe Dioktaedrisch	Saponit-Reihe Trioktaedrisch		Sudoit-Reihe Dioktaedrisch
9.4	<b>Montmorillonit</b> $\left\{ \begin{array}{l} (Al, Mg)_2[(OH)_2   Si_4O_{10}]^{-0,33} \\ Na_{0,33}(H_2O)_4 \end{array} \right\}$ $a_0 = 5.2 \quad b_0 = 8.9 \quad c_0 = 15.2$ $\beta = ?$	<b>Stevensit</b> $\left\{ \begin{array}{l} Mg_3[(OH)_2   Si_4O_{10}]^{-0,15} \\ X_{15}(H_2O)_4 \end{array} \right\}$ $a_0 = 5.3 \quad b_0 = 9.2 \quad c_0 = 2 \cdot 14.4$ $\beta \sim 97^\circ$		? $\left\{ \begin{array}{l} Al_2[(OH)_2   Si_4O_{10}] \\ Al_2(OH)_6 \end{array} \right\}$
[AlSi <sub>3</sub> O <sub>10</sub> ] 0.2	<b>Beidellit</b> $\left\{ \begin{array}{l} Al_2[(OH)_2   Al_{0,5}Si_{3,5}O_{10}]^{-0,5} \\ (Ca, Na)_{0,33}(H_2O)_4 \end{array} \right\}$ $a_0 = 5.2 \quad b_0 = 9.0 \quad c_0 = 15.2$ $\beta = ?$ (dioktaedr. Vermiculite)	<b>Saponit</b> $\left\{ \begin{array}{l} (Mg, Fe)_3[(OH)_2   Al_{0,33}Si_{3,67}O_{10}]^{-0,33} \\ (1/2 Ca, Na)_{0,33}(H_2O)_4 \end{array} \right\}$ $a_0 = 5.3 \quad b_0 = 9.2 \quad c_0 = 2 \cdot 15.36$ $\beta \sim 97^\circ$ trioktaedr. Vermiculite		<b>Sudoit</b> $\left\{ \begin{array}{l} (Al_2[(OH)_2   AlSi_3O_{10}] \\ (Al_{2,33}(OH)_6 \end{array} \right\}$ $a_0 = 5.14 \quad b_0 = 8.95 \quad d_{001}$ $\beta \sim 97^\circ$
99				

### Strukturtypus: kaolinitartige Schichten

		<b>Halloysit-Gruppe</b> („H <sub>2</sub> O-expandierte Kaolinite“)		
Namen	Halloysit-Reihe Dioktaedrisch	Trioktaedrisch		Dioktaedrisch
3	<b>Halloysit</b> $\left\{ \begin{array}{l} Al_4[(OH)_8   Si_4O_{10}] \\ (H_2O)_4 \end{array} \right\}$ $a_0 = 5.1 \quad b_0 = 8.9 \quad c_0 = 10.1$ $\beta \sim 100^\circ$	<b>Hydro-Antigorit</b> $\left\{ \begin{array}{l} Mg_6[(OH)_8   Si_4O_{10}] \\ (H_2O)_n \end{array} \right\}$ $\beta \sim 97^\circ$		<b>Hydrargillit-Kaolinit</b> $\left\{ \begin{array}{l} Al_4[(OH)_8   Si_4O_{10}] \\ Al_2(OH)_6 \end{array} \right\}$
[Al <sub>1,5</sub> Si <sub>2,5</sub> O <sub>10</sub> ] 3 = 7.04				
[Si <sub>2</sub> O <sub>10</sub> ] 7.0		<b>Hydro-Amesit</b> $\left\{ \begin{array}{l} Mg_4Al_2[(OH)_4   Al_2Si_2O_{10}] \\ (H_2O)_n \end{array} \right\}$		

Schichten

-Gruppe immer“)	Sudoit-Chlorit-Gruppe („OH-expandierte Glimmer“)	
Saponit-Reihe Trioktaedrisch	Sudoit-Reihe Dioktaedrisch	Chlorit-Reihe Trioktaedrisch
<b>Sudoit</b> $[g_3[(OH)_2   Si_4O_{10}]^{-0.15}  $ $_{-15}(H_2O)_4  $ $= 5.3 \quad b_0 = 9.2 \quad c_0 = 2 \cdot 14.4$ $\beta = 97^\circ$	<p>?</p> $  Al_2[(OH)_2   Si_4O_{10}]  $ $  Al_2(OH)_6  $	<b>Talk-Chlorit</b> $  Mg_3[(OH)_2   Si_4O_{10}]  $ $  Mg_3(OH)_6  $
<b>Sudoit</b> $[g, Fe]_3[(OH)_2   Al_{0.33}Si_{3.67}O_{10}]^{-0.33}  $ $_{2}Ca,Na)_{.33}(H_2O)_4  $ $= 5.3 \quad b_0 = 9.2 \quad c_0 = 2 \cdot 15.36$ $\beta = 97^\circ$ trioktaedr. Vermiculite	<b>Sudoit</b> $  (Al_2[(OH)_2   AlSi_3O_{10}]  $ $  (Al_{2.33}(OH)_6  $ $a_0 = 5.14 \quad b_0 = 8.95 \quad d_{001} = 14.22$ $\beta \sim 97^\circ$	<b>Klinochlorit</b> $  (Mg, Al)_3[(OH)_2   AlSi_3O_{10}]  $ $  Mg_3(OH)_6  $ $a_0 \sim 5.3 \quad b_0 \sim 9.3 \quad c_0 \sim 2 \cdot 14.3$ $\beta = 96^\circ 50'$
		<b>Korundophilite</b> $  (Al, Mg, Fe)_3[(OH)_2   Al_2Si_2O_{10}]  $ $  Mg_3(OH)_6  $ $a_0 = 5.3 \quad b_0 = 9.3 \quad c_0 = 14.36$ $\beta = 97^\circ 22'$

Schichten

-Gruppe olinite“)	(„OH-expandierte Kaolinite“, bisher unbekannt)	
Trioktaedrisch	Dioktaedrisch	Trioktaedrisch
<b>o-Antigorit</b> $z_6[(OH)_2   Si_4O_{10}]  $ $(H_2O)_n  $	„Hydrargillit-Kaolinit“ (?) $  Al_3[(OH)_8   Si_4O_{10}]  $ $  Al_2(OH)_6  $	„Brucit-Serpentin“ (?) $  Mg_6[(OH)_8   Si_4O_{10}]  $ $  Mg_3(OH)_6  $
<b>o-Amesit</b> $z_4Al_2[(OH)_2   Al_2Si_2O_{10}]  $ $(H_2O)_n  $		

Übersichtstafel

culite ersetzt ist (s. Gruppe der expandierten Glimmer). Ein quellfähiger Chlorit vom Blithe Valley bei Staffordshire wurde 1950 von Stephen & MacEwan beschrieben. Nach Honeyborne (1949) gibt es in englischen Keupertonen ein quellfähiges chloritisches Mineral, dessen Röntgenreflexe von Stephen und MacEwan (1951) sowie von Lippmann für deutsche Vorkommen (1954) dahingehend gedeutet wurden, daß bei der Quellung je 2 Chloritschichten ihren Zusammenhang bewahren und zwischen diesen Zweischicht-Einheiten durch Aufnahme von Wasser oder Glycerin Quellung erfolgen kann: **Corrensit** (Lippmann, 1954) ist eine „Interlayer-Mixture“ Vermiculit-Chlorit mit regelmäßig alternierenden Schichten von Vermiculit und Chlorit im Verhältnis 1:1<sup>12</sup>).

„Montmorillonit-Kaolinite“ mit unregelmäßiger Wechsellagerung sind in japanischen Tonen beobachtet worden<sup>13</sup>).

<sup>1</sup>) G. W. Brindley, *Am. Min.* **41**. 1956. 91.

<sup>2</sup>) S. Shimoda & T. Sudo, *Am. Min.* **45**. 1960. 1069. – Vgl. G. L. Morelli & L. Favretto, *Rend. Accad. Sc. Lombardo* **97**. Milano 1963. 129.

<sup>3</sup>) G. W. Brindley & Z. Sandalaki, *Am. Min.* **48**. 1963. 138. – Vgl. T. Sudo, H. Hayashi & S. Shimoda, *9. Nat. Conf. Clays and Clay Minerals*, 1962.

<sup>4</sup>) W. F. Bradley, *Am. Min.* **35**. 1950. 590.

<sup>5</sup>) A. Alietti, *Rend. Accad. Lincei* **19**. 1956. 87.

<sup>6</sup>) C. Andreatta, *Per. Min. Roma* **18**. 1949. 11. – R. C. Mackenzie, *An. Edafol. Fisiol. Veget. Madrid* **13**. 1954. 122.

<sup>7</sup>) P. Gallitelli, *Com. Intern. Estud. Arcillas*, 1959. 23.

<sup>7a</sup>) A. M. Byström, *Sverig. Geol. Unders. Arsbok* **48**. 1954. – D. M. C. MacEwan in *Clays and Clay Minerals*, 1956. 166. – C. E. Weaver, *Bull. Geol. Soc. Am.* **64**. 1953. 921; *Am. Min.* **41**. 1956. 202, 359.

<sup>8</sup>) M. E. Ostrom, *Am. Min.* **45**. 1960. 886.

<sup>8a</sup>) J. W. Gruner, *Am. Min.* **19**. 1935. 557. – R. F. Ruthruff, *Am. Min.* **26**. 1941. 478.

<sup>9</sup>) P. Gallitelli, 1959. l. c.

<sup>10</sup>) T. Sudo, H. Takahashi & H. Matsui, *Nature* **173**. 1954. 261; *Jap. Journ. Geol. Geogr.* **24**. 1954. 71. – T. Sudo & H. Hayashi, *Science Rep. Tokyo Kyoiku Daigaku*, 1955. – T. Sudo & H. Kodama, *Z. Krist.* **109**. 1957. 379. – T. Mitsuda, *Min. Journ. (Japan)* **2**. 1958. 169. – V. A. Frank-Kamenetskii, N. V. Logvinenko & V. A. Drits, *Zapiski Vses. Min. Obsch.* **92**. 1963. 560 (**Tosudit**).

<sup>10a</sup>) J. W. Earley, G. W. Brindley, W. J. McVeagh & R. C. van den Heuvel, *Am. Min.* **41**. 1956. 258. – J. W. Earley & I. H. Milne, *4. Nat. Conf. Clays and Clay Minerals*, 1956.

<sup>11</sup>) S. B. Hendricks & M. E. Jefferson, *Am. Min.* **23**. 1938. 851. – D. B. Honeyborne, *Clay Min. Bull.* **1**. 1951. 150. – J. Stephen & D. M. C. MacEwan, *Géotechnique* **2**. 1950. 82; *Clay Min. Bull.* **1**. 1951. 157. – F. Lippmann, *Heidelb. Beitr. Min. Petr.* **4**. 1954. 130; E. J. Weiss & R. A. Rowland, *Am. Min.* **41**. 1956. 899. – F. Veniale & H. W. van der Mare, *Beitr. Min. Petr.* **9**. 1963. 198. – L. J. Johnson, *Am. Min.* **49**. 1964. 556.

<sup>12</sup>) F. Lippmann, 1954, l. c.; *Journ. Sediment Petr.* **26**. 1956. 125. – W. F. Bradley & C. E. Weaver, *Am. Min.* **41**. 1956. 497. – A. Alietti, *Atti Acc. Sci. Art. Modena* **15**. 1957. 1. – P. Gallitelli, *Rend. Accad. Lincei* **19**. 1956. 46; **21**. 1956. 146. – J. L. M. Vivaldi & D. M. C. MacEwan, *Clay Min. Bull.* **3**. 1957. 177. – M. N. A. Peterson, *Am. Min.* **46**. 1961. 1245.

<sup>13</sup>) T. Sudo & H. Hayashi, *Nature* **178**. 1956. 1115.

Ferner: W. F. Bradley, *Analyt. Chem.* **25**. 1953. 727.

G. Brown, *Clay Min. Bull.* **2**. 1955. 294.



V. A. Frank-Kamenetskii, Clay Min. Bull. 4. 1960. 161.

D. M. C. MacEwan, A. Ruiz Amil & G. Brown in: The X-ray identification and crystal structures of Clay Minerals, London 1961.

## 12.) Pyrosmalith-Reihe. Hexagonal. Polytype Strukturvarianten.

Pyrosmalith hat eine Einschichtstruktur, Schallerit eine Zweischichtstruktur und Friedelit eine Dreischichtstruktur (Frondel & Bauer, 1953; Takeuchi, Kawada & Sadanaga, 1963).

<b>Pyrosmalith</b>	$(\text{Mn, Fe})_8[(\text{OH, Cl})_{10}   \text{Si}_6\text{O}_{15}]$
(Hausmann, 1808)	Ditrigonal-skalenoedrisch $D_{3d}^3 - P\bar{3}m1$ $a_0 = 13.44 \quad c_0 = 7.20 \quad c_0/a_0 = 0.536 \quad Z = 2^1$
<b>Schallerit</b>	$(\text{Mn, Fe})_8[(\text{OH})_{10}   (\text{Si, As})_6\text{O}_{15}]$
(Gage, Larsen & Vassar, 1925)	Ditrigonal-skalenoedrisch (?), P-Gitter $a_0 = 13.43 \quad c_0 = 14.31 \quad c_0/a_0 = 1.0655 \quad Z = 4^2$
<b>Friedelit</b>	$(\text{Mn, Fe})_8[(\text{OH, Cl})_{10}   \text{Si}_6\text{O}_{15}]$
(Bertrand, 1876)	Ditrigonal-skalenoedrisch, R-Gitter $a_0 = 13.40 \quad c_0 = 21.43 \quad c_0/a_0 = 1.599 \quad Z = 6^3$
<b>Bementit</b>	(Koenig, 1887), $\text{Mn}_8[(\text{OH})_{10}   \text{Si}_6\text{O}_{15}]$ , orthorhombisch, $a_0 = 14.5$ , $b_0 = 17.5$ , $c_0 = 4 \times 7.28^4$ , besitzt offenbar eine Vierschichtstruktur.

### Anhang:

<b>Naujakasit</b>	$\text{Na}_4\text{Fe}^{++}\text{Al}_4\text{H}_4\text{Si}_5\text{O}_{27}^{5a)}$
(Böggild, 1933)	Monoklin, pseudohexagonal $a_0 = 15.09 \quad b_0 = 8.00 \quad c_0 = 19.5^5$ $a_0:b_0:c_0 = 1.886:1:2.435 \quad \beta \sim 90^\circ \quad Z = 4$

Naujakasit spaltet sehr gut nach der pseudohexagonalen Basis und gleicht somit den Glimmern, die Formel könnte vielleicht  $\text{Na}_4\text{Fe}^{++}\text{Al}_4[(\text{O, OH})_4 | \text{Si}_4\text{O}_{10}]_2$  geschrieben werden, doch lassen die Gitterkonstanten  $a_0$  und  $c_0$  bislang keine näheren Beziehungen zu den Phyllosilikaten, auch nicht zu Lamprophyllit, Astrophyllit oder Molybdophyllit (?) erkennen.

<sup>1)</sup> B. Goßner & F. Mußgnug, Z. Krist. 76. 1931. 525. – Nach Frondel & Bauer 1953 (s. Zitat 2)  $a_0 = 13.36$ ,  $c_0 = 7.16$ . – Y. Takeuchi, I. Kawada & R. Sadanaga, Acta Cryst. 16. 1963. A 16 (Struktur,  $a_0 = 13.42$ ,  $c_0 = 7.159$ ).

<sup>2)</sup> C. Frondel & L. H. Bauer, Am. Min. 38. 1953. 755. – Nach D. McConnell, Am. Min. 39. 1954. 929, für Schallerit mit 6.37%  $\text{As}_2\text{O}_3$ :  $a_0 = 13.36$ ,  $c_0 = 14.24$ . – Takeuchi, Kawada & Sadanaga, 1963, l. c.

<sup>3)</sup> C. Frondel & L. H. Bauer, 1953, l. c. – Takeuchi, Kawada & Sadanaga, 1963, l. c.

<sup>4)</sup> T. Kato, J. Jap. Assoc. Min. Petr. 49. 1963. 93.

<sup>5)</sup> O. B. Böggild, Medd. om Grönland 92. 1933. Nr. 9 (mit Röntgenergebnissen nach B. Goßner & O. Kraus).

<sup>5a)</sup> Diese Formel wurde mit Hilfe der bei Böggild genannten Analyse, Gitterkonstanten und Dichte berechnet.

## 13.) Palygorskit-Sepiolith-Gruppe.

Palygorskit und Sepiolith besitzen Tetraederschichtstrukturen mit kettenförmigen Bauelementen in Richtung [100], und zwar hat Palygorskit Pyroxendoppelketten ( $b_0 = 2 \cdot 9.0 \text{ \AA}$ ), Sepiolith Pyroxentripelketten ( $b_0 = 3 \cdot 9.0 \text{ \AA}$ ). Ein Teil des Wassers ( $\cdot 2 \text{ H}_2\text{O}$ ) ist Koordinationswasser, ein Teil (+ 2 bis 4  $\text{H}_2\text{O}$ ) ist zeolithisch gebunden (Longchambon, 1935) und kann u. a. durch langgestreckte organische Moleküle ersetzt werden; es ist auf diese Weise sogar deren Trennung von globularen Molekülen möglich (Nederbragt, 1949).

## 13a) Palygorskit-Reihe. Isotypie.

**Palygorskit**  $(\text{Mg, Al})_2[\text{OH} | \text{Si}_4\text{O}_{10}] \cdot 2 \text{ H}_2\text{O} + 2 \text{ H}_2\text{O}$

(Savchenkov, 1862) Orthorhombisch oder monoklin  $C_{2h}^3 - A2/m$

$a_0 = 5.2$   $b_0 = 2 \cdot 9.0$   $c_0 = 13.4$   $\beta = 90 - 93^\circ$   $Z = 2^1$ )

**Ferripalygorskit**  $(\text{Mg, Al, Fe}^{+++})_2[\text{OH} | \text{Si}_4\text{O}_{10}] \cdot 2 \text{ H}_2\text{O} + 2 \text{ H}_2\text{O}^2)$

$a_0 = -$   $b_0 = -$   $c_0 = -$   $\beta = -$

## 13b) Sepiolith-Reihe. Isotypie.

**Sepiolith**  $\text{Mg}_4[(\text{OH})_2 | \text{Si}_6\text{O}_{15}] \cdot 2 \text{ H}_2\text{O} + 4 \text{ H}_2\text{O}$

(Glocker, 1847\*) Rhombisch-dipyramidal  $D_{2h}^6 - Pncn$

$a_0 = 5.28$   $b_0 = 26.8$   $c_0 = 13.4$   $Z = 2^3$ )

**Ferrisepiolith**  $(\text{Mg, Fe}^{+++}, \text{Fe}^{++})_{\leq 4}[(\text{OH}, \text{O})_2 | \text{Si}_6\text{O}_{15}] \cdot 2 \text{ H}_2\text{O} + 4 \text{ H}_2\text{O}$

(Strunz, 1957\*\*) Rhombisch-dipyramidal

$a_0 = 5.30$   $b_0 = 27.00$   $c_0 = 13.42$   $Z = 2^4$ )

a) Identisch mit Palygorskit sind: **Attapulgit** (de Lapparent, 1935) von Attapulgius (Caillère, 1951); **Bergleder** von Kaltenstein und Gräfenberg in Schlesien, Oberdorf in der Steiermark und Auerbach in Baden, **Bergkork** von Wallis in der Schweiz.

b) Identisch mit Sepiolith sind: **Xylotil** (Glocker, 1847) bzw. **Bergholz** von Schneeberg und Sterzing in Tirol (Caillère, 1936); **Bergleder** von Sunk bei Trieben in der Steiermark; „Palygorskit“ von Solberg in Schweden; **Bergkork** von der Eichamwand bei Prägratten und vom Zillertal in Tirol, **Bergwolle** von Pfitsch in Tirol und **Bergleder** von den Totenköpfen im Stubachtal (Brauner & Preisinger, 1956).

Die Sepiolith-Mineralien können im Naturvorkommen einen Teil der Mg-Ionen durch Alkali-Ionen ersetzt haben; so ist **Loughlinit** (Fahey & Axelrod, 1948) eine Varietät mit der Formel  $\text{Na}_2\text{Mg}_3[(\text{OH})_2 | \text{Si}_6\text{O}_{15}] \cdot 2 \text{ H}_2\text{O} + 4 \text{ H}_2\text{O}$ , die nach längerem Liegen in einer Lösung mit  $\text{Mg}^{++}$ -Ionen auf dem Wege des Ionenaustausches in normalen Sepiolith übergeht<sup>5</sup>);  $a_0 = 5.25$ ,  $b_0 = 26.71$ ,  $c_0 = 14.66^{5a}$ ).

Das Erhitzungsverhalten von Palygorskit und Sepiolith und die Strukturen der Erhitzungsprodukte haben Kulbicki (1959) und Preisinger (1963) untersucht<sup>6)</sup>.

\*) Meerschaum (Werner, 1788).

\*\*) Gunnbjarnit (Böggild, 1951)

<sup>1)</sup> G. Nagelschmidt, Nature **142**. 1938. 114 (Strukturschema). – W. F. Bradley, Am. Min. **25**. 1940. 405 (Struktur). – B. B. Zvyagin, K. S. Mishchenko & V. A. Shitov, Kristallografiya **8**. 1963. 201.

<sup>2)</sup> Mit ca. 4% Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> bekannt.

<sup>3)</sup> B. Nagy & W. F. Bradley, IUC, Paris 1954; Am. Min. **40**. 1955. 885 (a<sub>0</sub> = 5.3, b<sub>0</sub> = 27, c<sub>0</sub> = 13.4; Strukturschema). – K. Brauner & A. Preisinger, Rend. Soc. Min. Ital. **12**. 1956. 69. – Tscherm. Min. Petr. Mitt. **6**. 1956. 120 (Struktur). – Vgl. B. B. Zvyagin & al., 1963, l. c.

<sup>4)</sup> H. Strunz, Fortschr. Min. **34**. 1956. 48; N. Jb. Min. Mh. 1957. 75.

<sup>5)</sup> J. J. Fahey, M. Ross & J. M. Axelrod, Am. Min. **45**. 1960. 270.

<sup>5a)</sup> A. Biedl & A. Preisinger, Fortschr. Min. 1962. 50. – A. Biedl, Dissertation, Wien. 1962.

<sup>6)</sup> G. Kulbicki, Am. Min. **44**. 1959. 752. – A. Preisinger, Clays and Clay Minerals **10**. 1963. 365.

#### 14.) Reyerit-Zeophyllit-Gruppe.

Die Mineralien der Reyerit-Zeophyllit-Gruppe kristallisieren hexagonal oder pseudohexagonal mit sehr guter Spaltbarkeit nach c (001). Als mögliche Strukturformeln werden u. a. angeführt für Reyerit Ca<sub>2</sub>[Si<sub>4</sub>O<sub>9</sub>(OH)<sub>2</sub>]<sup>1b</sup>), für Gyrolith Ca<sub>2</sub>[Si<sub>4</sub>O<sub>9</sub>(OH)<sub>2</sub>]·3 H<sub>2</sub>O<sup>1b</sup>), für Zeophyllit soll sich die Struktur aus Si<sub>6</sub>O<sub>18</sub>-Ringern ableiten (Si<sub>6</sub>O<sub>18</sub> + 3 SiO<sub>2</sub> = Si<sub>9</sub>O<sub>24</sub> = 3·Si<sub>3</sub>O<sub>8</sub>)<sup>3)</sup>.

**Reyerit** Ca<sub>2</sub>[Si<sub>4</sub>O<sub>10</sub>]·H<sub>2</sub>O

(Cornu, 1907)

Trigonal C<sub>3i</sub><sup>1</sup> – P $\bar{3}$

a<sub>0</sub> = 9.73 c<sub>0</sub> = 18.72 c<sub>0</sub>/a<sub>0</sub> = 1.925 Z = 6<sup>1</sup>)

**Gyrolith** Ca<sub>2</sub>[Si<sub>4</sub>O<sub>10</sub>]·4 H<sub>2</sub>O

(Anderson, 1851)

Trigonal

a<sub>0</sub> = 9.80 c<sub>0</sub> = 22.08 c<sub>0</sub>/a<sub>0</sub> = 2.253 Z = 6<sup>2a)</sup>

Hexagonal-pyramidal C<sub>6</sub><sup>2</sup> – C6<sub>1</sub> und C<sub>6</sub><sup>3</sup> – C6<sub>3</sub>

a<sub>0</sub> = 9.72 c<sub>0</sub> = 6·22.13 c<sub>0</sub>/a<sub>0</sub> = 6·2.277

Z = 36<sup>2)</sup>

**Zeophyllit** Ca<sub>4</sub>[F<sub>2</sub> | (OH)<sub>2</sub> | Si<sub>3</sub>O<sub>8</sub>]·2 H<sub>2</sub>O

(Pelikan, 1902)

Triklin. Pseudohexagonal

a<sub>0</sub> = 9.34 b<sub>0</sub> = 9.34 c<sub>0</sub> = 13.2

a<sub>0</sub>:b<sub>0</sub>:c<sub>0</sub> = 1.000:1:1.413

α = 90° β = 110° γ = 120° Z = 3<sup>3)</sup>

In monokliner Auffassung:

C-zentriert

a<sub>0</sub> = 16.2 b<sub>0</sub> = 9.34 c<sub>0</sub> = 13.2

a<sub>0</sub>:b<sub>0</sub>:c<sub>0</sub> = 1.734:1:1.413

β = 113° Z = 6<sup>3)</sup>

„Truscottit“ (Grutterink, 1925) ist mit Reyerit entweder identisch (Strunz & Micheelsen, 1958), oder ganz nah damit verwandt (Chalmers & al., 1964). „Centrallassit“ (How, 1859) ist Gyrolith (Flint, Mc-Murdie & Wells, 1938; Strunz & Micheelsen, 1958) und „Radiophyllit“ (Brauns & Brauns, 1924) ist Zeophyllit (Strunz & Micheelsen, 1958).

Reyerit bildet beim Erhitzen zunächst Wollastonit (mit Ketten) und Cristobalit, dann Cyclowollastonit (mit Ringen) und Cristobalit<sup>1a</sup>).

Gyrolith wandelt sich nach 4tägigem Erhitzen auf 1050 °C orientiert in Wollastonit um<sup>2</sup>). Zeophyllit geht beim Erhitzen orientiert in Cuspidin, mit Si<sub>2</sub>O<sub>7</sub>-Gruppen, über<sup>3</sup>).

<sup>1</sup>) H. Strunz & H. Micheelsen, Naturwiss. **45**. 1958. 515 (Original-Reyerit von Grönland, Museum Kopenhagen). – R. A. Chalmers, V. C. Farmer, R. I. Harker, S. Kelly & H. F. W. Taylor, Min. Mag. **33**. 1964. 821 ( $a_0 = 9.74$ ,  $c_0 = 19.04$ , P3, Zellinhalt:  $\text{KCa}_{14}[(\text{OH})_5 | \text{Si}_{24}\text{O}_{60}] \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$ , Reyerit von Grönland). – R. A. Chalmers, V. C. Farmer, R. I. Harker, S. Kelly & H. F. W. Taylor, Min. Mag. **33**. 1964. 821 (P3,  $a_0 = 9.74$ ,  $c_0 = 19.04$ ).

<sup>1a</sup>) R. A. L. Mackay & H. F. W. Taylor, Am. Min. **39**. 1954. 841. Min. Mag. **30**. 1954. 450 ( $a_0 = 9.73$ ,  $c_0 = 18.71$ , „Truscottit“ von Sumatra).

<sup>1b</sup>) J. W. Meyer & K. L. Jaunaraajs, Am. Min. **46**. 1961. 913 (Synthesen und Dehydratation).

<sup>2</sup>) R. A. L. Mackay & H. F. W. Taylor, Min. Mag. **30**. 1953. 80.

<sup>2a</sup>) H. Strunz & H. Micheelsen, 1958, l. c.

<sup>3</sup>) L. S. Dent, Acta Cryst. **10**. 1957. 760. – R. A. Chalmers, L. S. Dent & H. F. W. Taylor, Min. Mag. **31**. 1958. 726 (Strukturvorschlag).

## F.) Abteilung der Tektosilikate (Gerüststrukturen)

### Ohne fremde Anionen

1.) Nephelin-Trimerit-Gruppe (hexagonal und pseudohexagonal).

„Hoch-Eukryptit“* (Winkler, 1948)	Li[AlSiO <sub>4</sub> ] (> 972 °C) Hexagonal-trapezoedrisch D <sub>6</sub> <sup>4</sup> — P6 <sub>2</sub> 22 und D <sub>6</sub> <sup>5</sup> — P6 <sub>4</sub> 22 $a_0 = 5.28$ $c_0 = 11.27$ $c_0/a_0 = 2.134$ $Z = 3^1$
<b>Nephelin</b> KNa <sub>3</sub> [AlSiO <sub>4</sub> ] <sub>4</sub> (Haüy, 1800)	Hexagonal-pyramidal C <sub>6</sub> <sup>6</sup> — P6 <sub>3</sub> $a_0 = 10.01$ $c_0 = 8.41$ $c_0/a_0 = 0.840$ $Z = 2^2$
<b>Kalsilit</b> K[AlSiO <sub>4</sub> ] (Bannister, 1942)	Hexagonal-pyramidal C <sub>6</sub> <sup>6</sup> — P6 <sub>3</sub> $a_0 = 5.18$ $c_0 = 8.69$ $c_0/a_0 = 1.678$ $Z = 2^3$
<b>Tri-Kalsilit</b> (Na/K)[AlSiO <sub>4</sub> ] (Sahama & Smith, 1957)	Hexagonal C <sub>6</sub> <sup>6</sup> — P6 <sub>3</sub> (?) $a_0 = 15.4$ $c_0 = 8.6$ $c_0/a_0 = 0.559$ $Z = 18^{3a}$
<b>Kaliophilit</b> K[AlSiO <sub>4</sub> ] (Mierisch, 1886)	Hexagonal-trapezoedrisch D <sub>6</sub> <sup>6</sup> — P6 <sub>3</sub> 2 $a_0 = 27.06$ $c_0 = 8.61$ $c_0/a_0 = 0.318$ $Z = 54^4$ Pseudozelle: $a'_0 = 15.62$ $c_0 = 8.61$ $c_0/a'_0 = 0.551$ $Z = 18$
Synthetisch K[AlSiO <sub>4</sub> ]	Rhombisch-disphenoidisch D <sub>2</sub> <sup>2</sup> — P222 <sub>1</sub> $a_0 = 9.01$ $b_0 = 15.67$ $c_0 = 8.57$ $a_0 : b_0 : c_0 = 0.575 : 1 : 0.547$ $Z = 12^5$

<b>Trimerit</b>	$\text{CaMn}_2[\text{BeSiO}_4]_3$	Monoklin-prismatisch $C_{2h}^5 - P2_1/c (?)$
(Flink, 1890)		$a_0 = 16.14 \quad b_0 = 7.62 \quad c_0 = 27.92$
		$a_0:b_0:c_0 = 2.118:1:3.664 \quad \beta = 90^\circ 09' \quad Z = 16^6)$
		Pseudohexagonale Zelle ( $C_{6h}^2$ oder $C_{6h}^1$ )
		$a_0 = 16.14 \quad c'_0 = 7.62$
		$c'_0/a_0 = 0.472 \quad Z = 8$

Die Zellgrößen von Nephelin und Kaliophilit lassen nach Schiebold (1930) und Bannister (1931) auf tridymitartige Gittergerüste schließen. Trimerit ist homöotyp mit Beryllonit  $\text{Na}[\text{BePO}_4]$ ; er besitzt ausgesprochen pseudo-hexagonale Symmetrie nach b [010] und kann auf Grund ähnlicher Gitterkonstanten mit Kaliophilit verglichen werden.

Die gesteinsbildenden Nepheline enthalten immer ungefähr 5%  $\text{K}_2\text{O}$ , auch etwas  $\text{CaO}$ ; damit in Übereinstimmung steht das Ergebnis der Strukturbestimmung von Buerger und Mitarbeitern, das gittergeometrisch zu der Formel  $\text{KNa}_3[\text{AlSiO}_4]_4$  führt; in einem Vorkommen wurde Be beobachtet, das wohl die Stelle von Al einnehmen wird. **Eläolith** (Klaproth, 1810) ist getrübtter Nephelin, in welchem sich infolge langsamer Abkühlung die Kalikomponente entmischt hat, ganz so wie bei den sog. Antiperthiten.

$\beta$ -Carnegieit,  $\text{Na}[\text{AlSiO}_4]$ , als Mineral unbekannt, bildet sich aus Nephelin beim Erhitzen auf  $1248^\circ\text{C}$ ; kubisch  $T^4 - P2_13$ ,  $a_0 \sim 7.4$ ,  $Z = 4$ , er besitzt ein Cristobalitgitter mit zusätzlichem Na und wandelt sich beim Abschrecken bei  $690^\circ\text{C}$  in  $\alpha$ -Carnegieit um. Gleichfalls mit Cristobalit verwandt ist **Tschkalowit** (Gerasimovsky, 1938),  $\text{Na}_2[\text{BeSi}_2\text{O}_6]$ , orthorhombisch,  $a_0 = 7.0$ ,  $b_0 = 21.1$ ,  $c_0 = 21.1^9)$ , nach neuerem liegt eine Kettenstruktur vor.

Anhang:

<b>Bikitait</b>	$\text{Li}[\text{AlSi}_2\text{O}_6] \cdot \text{H}_2\text{O}$	Monoklin-prismatisch $C_{2h}^2 - P2_1/m$
(Hurlbut, 1957)		$a_0 = 8.63 \quad b_0 = 4.95 \quad c_0 = 7.64$
		$a_0:b_0:c_0 = 1.743:1:1.543 \quad \beta = 114^\circ 34' \quad Z = 2^7)$
<b>Petalit</b>	$\text{Li}[\text{AlSi}_4\text{O}_{10}]$	Monoklin-prismatisch $C_{2h}^4 - P2/a$
(d'Andrada, 1800)		$a_0 = 11.76 \quad b_0 = 5.14 \quad c_0 = 7.62^8)$
		$a_0:b_0:c_0 = 2.288:1:1.482 \quad \beta = 112^\circ 24' \quad Z = 2$

Bikitait hat gleich großes  $b_0$ ,  $c_0$  und  $\beta$  wie Petalit.

Die Struktur von Petalit enthält stark gewellte  $\text{Si}_4\text{O}_{10}$ -Schichten nach (001), die zwar durch  $\text{Al}^{[4]}$  und  $\text{Li}^{[4]}$  zu Gerüsten verknüpft werden, doch für die gute Spaltbarkeit nach (001) verantwortlich sind.

\*) Bisher nur künstlich bekannt. Eukryptit hat Phenakitstruktur.

<sup>1)</sup> H. G. F. Winkler, Acta Cryst. 1. 1948. 27; 6. 1953. 99.

<sup>2)</sup> Th. Hahn & M. J. Buerger, Z. Krist. 106. 1955. 308 (Struktur). — J. D. C. McConnell, Min. Mag. 33. 1962. 114. — Vgl. C. Gottfried, Z. Krist. 65. 1927. 100. — F. A. Bannister & M. H. Hey, Min. Mag. 22. 1931. 569. — A. & T. Miyashiro, Journ. Fac. Sci. Univ. Tokio 9. 1954. 267; sowie Fußnote 7. — M. J. Buerger, G. E. Klein & G. Donnay, Am. Min. 39. 1954. 805.

<sup>3)</sup> G. F. Claringbull & F. A. Bannister, *Acta Cryst.* **1**. 1948. 42 (Struktur, SR. 11. 477). — Vgl. Th. G. Sahama, K. J. Neuvonen & K. Hytönen, *Min. Mag.* **31**. 1956. 200. — Raumgruppe nach A. J. Perrotta & J. V. Smith, *Am. Min. Soc. Meeting* 1963. Progr. 128 A.

<sup>3a)</sup> Th. G. Sahama & J. V. Smith, *Am. Min.* **42**. 1957. 286.

<sup>4)</sup> B. Goßner & F. Mußgnug, *Z. Krist.* **73**. 1930. 187. — F. A. Bannister & M. H. Hey 1931, l. c. — J. S. Lukesh & M. J. Buerger, *Am. Min.* **27**. 1942. 226.

<sup>5)</sup> G. Kunze, *Heidelb. Beitr. Min. Petr.* **4**. 1954. 99.

<sup>6)</sup> G. Aminoff, *Geol. Fören. Förh.* **48**. 1926. 19.

<sup>7)</sup> C. S. Hurlbut, *Am. Min.* **42**. 1957. 792; *Am. Min.* **43**. 1958. 768.

<sup>8)</sup> A. Zemann-Hedlik & J. Zemann, *Acta Cryst.* **8**. 1955. 781 (Struktur). — Vgl. F. Liebau, *Acta Cryst.* **14**. 1961. 399. — B. Goßner & F. Mußgnug, *Z. Krist.* **74**. 1930. 62. — E. Tavora, *An. Acad. Brasil. Sci.* **24**. 1952. 175. — E. Henglein, *Fortschr. Min.* **34**. 1956. 40 (Tetragonale  $\beta$ -Phase).

<sup>9)</sup> J. A. Pjatenko, G. B. Boky & N. V. Belov, *Doklady Akad. Nauk. USSR.* **108**. 1956. 1077.

## 2.) Analcim-Leucit-Gruppe. Homöotypie.

<b>Analcim</b> (Haüy, 1797)	$\text{Na}[\text{AlSi}_2\text{O}_6] \cdot \text{H}_2\text{O}$	Kubisch-hex'oktaedrisch $\text{O}_h^{10}$ — Ia 3d $a_0 = 13.71$ $Z = 16^1$
<b>Leucit</b> (Werner, 1791)	$\text{K}[\text{AlSi}_2\text{O}_6]$ ( $< 605^\circ\text{C}$ )	Tetragonal-pseudokubisch $\text{C}_{4h}^{65}$ — $\text{I}4_1/a$ $a_0 = 13.04$ $c_0 = 13.85^2$ $c_0/a_0 = 1.062$ $Z = 16$
	$\beta\text{-K}[\text{AlSi}_2\text{O}_6]$ ( $> 605^\circ\text{C}$ )	Kubisch-hex'oktaedrisch $\text{O}_h^{10}$ — Ia 3d $a_0 = 13.43$ $Z = 16^{2a}$
<b>Pollucit</b> (Breithaupt, 1846)	$(\text{Cs}, \text{Na})[\text{AlSi}_2\text{O}_6] \cdot \text{H}_2\text{O}_{<1}$	Kubisch-hex'oktaedrisch $\text{O}_h^{10}$ — Ia 3d $a_0 = 13.74$ $Z = 16^3$
Synthetisch	$\text{Cs}[\text{FeSi}_2\text{O}_6]$	Kubisch-hex'oktaedrisch $\text{O}_h^{10}$ — Ia 3d $a_0 = 13.66$ $Z = 16^4$
<b>Wairakit</b> (Steiner, 1955)	$\text{Ca}[\text{AlSi}_2\text{O}_6]_2 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$	Monoklin pseudokubisch $\text{I}2/a$ (oder Ia) $a_0 = 13.69$ $b_0 = 13.68$ $c_0 = 13.56^5$ $\beta = 90^\circ 30'$ $Z = 8$

Die unterschiedliche Raumbeanspruchung von Na und Ca einerseits sowie K und Cs andererseits hat zur Folge, daß die „(Na, Ca)-Analcime“ zusätzlich  $\text{H}_2\text{O}$  enthalten können, während die „(K, Cs)-Analcime“ wegen der größeren Raumbeanspruchung der Kationen wasserfrei sind; Mischkristalle, wie z. B. der (Cs, Na)-Pollucit, enthalten soviele Moleküle  $\text{H}_2\text{O}$  wie kleine Kationen (Na) vorhanden sind.

Vom Analcim soll es nach D. S. Coombs 1955<sup>4)</sup> auch 2 nicht kubische Modifikationen geben, von denen die eine lediglich im optischen Verhalten von kubischer Symmetrie abweicht, während die andere trigonal oder pseudotrigonal kristallisiert mit  $a_{rh} = 31.71$  und  $\alpha = 90^\circ 31'$ ,  $Z = 16$ , innenzentrierte Zelle (bzw.  $a_{rh} = 11.91$ ,  $\alpha = 109^\circ 42\frac{1}{2}'$ ,  $Z = 8$ , primitive Zelle). Viséit (Mélou, 1942), kubisch oder pseudokubisch, nach McConnell<sup>6)</sup> ein Phosphat-Hydroxo-Analcim mit  $a_0 = 13.65$ , hat vielleicht die Formel  $\text{NaCa}_5[\text{Al}_{10}\text{Si}_3\text{P}_5\text{O}_{30}(\text{OH})_{18}] \cdot 8 \text{H}_2\text{O}$  mit  $Z = 2$  und eine Gerüststruktur mit  $(\text{H}_4\text{O}_4)$ -Tetraedern z. T. an Stelle von  $(\text{SiO}_4)$ .

Die in der Natur vorkommenden Leucite sind stets Paramorphosen der tetragonalen nach der ursprünglich kubischen Modifikation.

**Hsianghualith** (Huang & al., 1958), etwa  $\text{Ca}_2[(\text{Li}, \text{Be}, \text{Si})_6\text{O}_{12}] \cdot \text{CaF}_2$ ,  $a_0 = 12.88$ ,  $14.3$ ,  $Z = 8^?$ , ist vielleicht strukturell mit Wairakit verwandt.

<sup>1)</sup> W. Hartwig, Zbl. Min. 1928. 380. — W. H. Taylor, Z. Krist. **74**. 1930. 1; **99**. 1938. 283 (Struktur, SB. **2**. 148). — Vgl. auch Náráy-Szabó 1938, l. c.; J. W. Gruner, Z. Krist. **68**. 1928. 363; W. Hartwig, Z. Krist. **78**. 1931. 173; J. R. Beattie, Acta Cryst. **7**. 1954. 357.

<sup>2)</sup> J. Wyart, C. R. Acad. Sci. Paris **205**. 1937. 1077; Bull. Soc. Franç. Min. **61**. 1938. 228. — St. v. Náráy-Szabó, Z. Krist. **104**. 1942. 39 (Struktur, SR. **9**. 256). — <sup>2a)</sup> J. Wyart, Bull. Soc. Franç. Min. **63**. 1940. 5.

<sup>3)</sup> B. Goßner & E. Reindl, Zbl. Min. 1932. 330 (Gitterkonstanten). — H. Strunz, Z. Krist. **95**. 1936. 1 (Formel u. Isotypie). — St. v. Náráy-Szabó, Z. Krist. **99**. 1938. 277 (Struktur, SB. **6**. 34). — Vgl. W. E. Richmond & F. A. Gonyer, Am. Min. **23**. 1938. 783. — H. J. Nel, Am. Min. **29**. 1944. 443.

<sup>4)</sup> O. C. Kopp, L. A. Harris, G. W. Clark & H. L. Yakel, Am. Min. **48**. 1963. 100.

<sup>5)</sup> A. Steiner, Min. Mag. **30**. 1955. 691 (Erstbeschreibung). — D. S. Coombs, Min. Mag. **30**. 1955. 699 (Gitterkonstanten).

<sup>6)</sup> D. McConnell, Am. Min. **37**. 1952. 609.

<sup>7)</sup> W.-H. Huang, S.-H. Tu, K.-H. Wang, C.-L. Chao & C.-C. Yu, Ti-chih-yueh-k'an **7**. 1958. 35.

### 3) Feldspat-Familie.

Die Feldspate bestehen nach G. Tschermak (1864/65) bezüglich der chemischen Zusammensetzung aus den drei Komponenten

$\text{KAlSi}_3\text{O}_8$	Orthoklas	<b>Or</b>
$\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$	Albit	<b>Ab</b>
$\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$	Anorthit	<b>An</b>

Zwischen Or—Ab, den Alkalifeldspaten, ist bei hohen Temperaturen unbegrenzte Mischkristallbildung möglich; bei langsamer Abkühlung erfolgt Entmischung (Perthitisierung). Or—An sind nicht mischbar. Ab—An bilden bei allen Temperaturen homogene Mischkristalle, die Plagioklasse. Die Alkalifeldspate kristallisieren monoklin und triklin, die Plagioklasse triklin; sie alle besitzen ähnliche morphologische Konstanten.

Die Hoch- und Tieftemperaturoptik der Kalifeldspate Sanidin-Mikroklin ist frühzeitig erkannt worden; die Hoch- und Tieftemperaturoptik der Plagioklasse beobachteten A. Köhler (1942) sowie Bowen und Tuttle (1950).

Nach der Hypothese von F. Machatschki (1928) besteht die Struktur der Feldspate aus  $\text{SiO}_4$ - und  $\text{AlO}_4$ -Tetraedern, die über gemeinsame O zu einem dreidimensionalen Gerüst verknüpft sind, mit  $\text{K}^{1+}$ ,  $\text{Na}^{1+}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$  oder  $\text{Ba}^{2+}$  in Hohlräumen des negativ geladenen Tetraedergerüsts, z. B. **Or**:  $\text{K}^{1+}[\text{Al}^{4+}\text{Si}_3\text{O}_8]^{1-}$  oder **An**:  $\text{Ca}^{2+}[\text{Al}_2^{4+}\text{Si}_2\text{O}_8]^{2-}$ . Der Unterschied zwischen Or einerseits und Ab—An andererseits ist begründet durch die großen Kationen (K, Ba) im ersteren, und die kleineren Kationen (Na, Ca) in den letzteren. Durch die Strukturbestimmungen von Sanidin (W. H. Taylor,

1933) und von Albit (W. H. Taylor, J. A. Darbyshire und H. Strunz, 1934) wurde dies bestätigt.

Nach der Hypothese von Tom F. W. Barth (1934) beruht der Unterschied der Hoch- und Tieftemperaturphase Sanidin-Mikroklin in der ungeordneten (Al, Si)<sub>4</sub>-Verteilung im Sanidin und der geordneten (AlSi<sub>3</sub>)<sub>4</sub>-Verteilung im Mikroklin. Dies wurde später durch viele experimentelle Untersuchungen nicht nur für die Alkalifeldspate, sondern auch für die Hoch- und Tieftemperaturphasen der Plagioklase bestätigt (Laves & Chaisson, 1950, Laves 1952, Megaw 1956, Megaw und Mitarbeiter 1962).

### 3a) Kalifeldspate.

<b>Sanidin</b> (Nose, 1808)	K[AlSi <sub>3</sub> O <sub>8</sub> ]	Monoklin-prismatisch C <sub>2h</sub> <sup>3</sup> — C2/m a <sub>0</sub> = 8.56 b <sub>0</sub> = 13.03 c <sub>0</sub> = 7.175 <sup>1</sup> a <sub>0</sub> :b <sub>0</sub> :c <sub>0</sub> = 0.657:1:0.551 β = 115°59' Z = 4
<b>Orthoklas</b> (Breithaupt, 1823)	K[AlSi <sub>3</sub> O <sub>8</sub> ]	Monoklin-prismatisch C <sub>2h</sub> <sup>3</sup> — C2/m a <sub>0</sub> = 8.562 b <sub>0</sub> = 12.996 c <sub>0</sub> = 7.193 <sup>2</sup> a <sub>0</sub> :b <sub>0</sub> :c <sub>0</sub> = 0.659:1:0.553 β = 116°01' Z = 4
<b>Mesomikroklin*</b>	K[AlSi <sub>3</sub> O <sub>8</sub> ]	Triklin-pseudomonoklin CI a <sub>0</sub> = 8.58 b <sub>0</sub> = 12.96 c <sub>0</sub> = 7.21 <sup>3</sup> α = 89°42' β = 115°58' γ = 90°52 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> ' Z = 4
<b>Mikroklin</b> (Breithaupt, 1830)	K[AlSi <sub>3</sub> O <sub>8</sub> ]	Triklin-pinakoidal C <sub>i</sub> <sup>1</sup> — C <sub>i</sub> <sup>1</sup> a <sub>0</sub> = 8.57 b <sub>0</sub> = 12.98 c <sub>0</sub> = 7.22 <sup>3a</sup> a <sub>0</sub> :b <sub>0</sub> :c <sub>0</sub> = 0.660:1:0.556 α = 90°41' β = 115°59' γ = 87°30' Z = 4

Sanidin ist die während rascher Abkühlung in Ergußgesteinen (Vulkaniten) metastabil erhalten gebliebene glasklare monokline Hochtemperaturphase von K[AlSi<sub>3</sub>O<sub>8</sub>] mit statistisch ungeordneter Verteilung Al-Si. „Orthoklas“ ist trotz langsamer Abkühlung in Tiefengesteinen (Plutoniten) noch nicht sichtbar triklinisiert, jedoch aus verschiedenen Gründen meist optisch trüb (siehe unten).

**Adular** (Pini, 1783) ist gleichfalls eine morphologisch monokline Habitus-Varietät von Orthoklas, meist glasklar, von hydrothermaler Entstehung, deren Optik und Röntgenverhalten auf ursprüngliches Wachstum im Sanidin-Zustand (monoklin) mit anschließenden Umwandlungen in Richtung des Mikroklin-Zustandes (triklin) hinweisen<sup>4</sup>). — **Amazonenstein, Amazonit** (Breithaupt, 1847) nennt man grünen Mikroklin.

Na-haltige homogene Varietäten der Kalifeldspate sind: **Natron-Sanidin, Natron-Orthoklas** und **Natron-Mikroklin**. — Als **Anorthoklas** (Rosenbusch, 1885) werden die Na-reichen homogenen oder nicht homogenen, monoklinen oder triklinen (strukturell nicht definierten) Phasen oder Phasengemenge Or<sub>70</sub>Ab<sub>30</sub> bis Or<sub>20</sub>Ab<sub>80</sub> verstanden (Alling, 1920, Laves, 1960)<sup>5</sup>).



Während der langsamen Abkühlung der (K, Na)-Feldspate erfolgt eine selektive Wanderung der kleinen und großen Kationen; es bilden sich regelmäßige Verwachsungen von „Orthoklas“ bzw. Mikroklin und Albit mit charakteristischer, im Dünnschliff schnur- oder wurmförmig erscheinender Anordnung der Entmischungskörper, **Perthit** (Thomson, 1843): **Makroperthit** (P. Niggli, 1926), **Mikroperthit** (Becke, 1882) und **Kryptoperthit** (Brögger, 1890) bestehen aus „Orthoklas“ mit orientierten Albitentmischungskörpern<sup>6)</sup>, **Mikroclinperthit** (Neubauer, 1879) aus Mikroklin mit Albitschnüren, **Antiperthit** aus Albit mit Orthoklasschnüren. **Mondstein** ist durch Entmischung leicht milchig getrüberter Sanidin oder auch Plagioklas.

Werden Perthite hinreichend lang und hoch erhitzt, so tauschen die kleinen und großen Kationen regellos ihre Plätze aus und nehmen eine statistische Verteilung an, d. h. es entsteht ein homogener „Natron-Orthoklas“; bei lang andauerndem Erhitzen von Orthoklas auf 1000 °C gehen auch die (AlSi<sub>3</sub>) in eine ungeordnete Verteilung über und es entsteht ein Sanidin<sup>7)</sup>.

#### Anhang:

Eisensanidin (synthetisch)	K[FeSi <sub>3</sub> O <sub>8</sub> ]	Monoklin > 706 °C	$a_0 = 8.68$ $b_0 = 13.12$ $c_0 = 7.32^8)$ $a_0:b_0:c_0 = 0.662:1:0.558$ $\beta = 116^\circ 06'$
Eisenmikroklin (synthetisch)	K[FeSi <sub>3</sub> O <sub>8</sub> ]	Triklin < 706 °C	$a_0 = 8.68$ $b_0 = 13.10$ $c_0 = 7.34^8)$ $a_0:b_0:c_0 = 0.663:1:0.560$ $\alpha = 90^\circ 45'$ $\beta = 116^\circ 03'$ $\gamma = 86^\circ 14'$

**Buddingtonit** (Erd, White, Fahey & Lee, 1964) (NH<sub>4</sub>)[AlSi<sub>3</sub>O<sub>8</sub>] ·  $\frac{1}{2}$  H<sub>2</sub>O ist eng verwandt mit Sanidin, monoklin,  $a_0 = 8.57$ ,  $b_0 = 13.03$ ,  $c_0 = 7.19$ ,  $\beta = 112^\circ 44'$ ,  $Z = 4^9)$ .

\*) Intermediate microcline (W. H. Taylor).

<sup>1)</sup> W. F. Cole, H. Sörum & O. Kennard, Acta Cryst. **2**. 1949. 280. – Vgl. W. H. Taylor, Z. Krist. **85**. 1933. 425. – Tom F. W. Barth, Am. Journ. Sci. **27**. 1934. 273.

<sup>2)</sup> J. B. Jones & W. H. Taylor, Acta Cryst. **14**. 1961. 443. – Vgl. S. H. Chao, A. Hargreaves & W. H. Taylor, Min. Mag. **25**. 1940. 498.

<sup>3)</sup> S. W. Bailey & W. H. Taylor, Acta Cryst. **8**. 1955. 621 (Struktur).

<sup>3a)</sup> W. S. MacKenzie, Min. Mag. **30**. 1954. 354. – Vgl. Taylor u. Mitarb. 1934. – B. E. Brown & S. W. Bailey, Geol. Soc. Am. 1961. – J. J. Finney & S. W. Bailey, Z. Krist. **119**. 1964. 413 (Struktur für „maximum microcline“).

<sup>4)</sup> H. U. Bambauer & F. Laves, Schweiz. Min.-Petr. Mitt. **40**. 1960. 177.

<sup>5)</sup> F. Laves, Z. Krist. **113**. 1960. 265. – J. R. Goldsmith & F. Laves, Instituto „Lucas Mallada“ (Spanien), Cursillos y Conferencias. **3**. 1961. 81.

<sup>6)</sup> F. Laves & K. Soldatos, Z. Krist. **117**. 1962. 209, 218; **118**. 1963. 69.

<sup>7)</sup> P. H. Ribbe, Acta Cryst. **16**. 1963. 426 (Refinement eines bei 1000 °C sanidinisierten Orthoklases). – Vgl. auch Tom F. W. Barth, Chem. d. Erde **22**. 1962. 31.

<sup>8)</sup> D. R. Wones & D. E. Appleman, Journ. Petr. **4**. 1963. 131.

<sup>9)</sup> R. C. Erd, D. E. White, J. J. Fahey & D. E. Lee, Am. Min. **49**. 1964. 831. – Vgl. D. S. Barker, Am. Min. **49**. 1964. 851 & H. D. Megaw, Acta Cryst. **17**. 1964. 882.

## 3b) Bariumfeldspate.

<b>Hyalophan</b>	(K, Ba)[Al(Al, Si)Si <sub>2</sub> O <sub>8</sub> ]	Monoklin (oder pseudomonoklin?)
(von Waltershausen, 1855)		$C_{2h}^3 - C2/m$
		$a_0 \sim 8.54 \quad b_0 \sim 12.98 \quad c_0 \sim 7.15^1$
		$a_0:b_0:c_0 = 0.658:1:0.551$
		$\beta = 115^\circ 35' \quad Z = 4$
<b>Celsian</b>	Ba[Al <sub>2</sub> Si <sub>2</sub> O <sub>8</sub> ]	Monoklin $I2/c^{1a}$
(Sjögren, 1895)		$a_0 = 8.65 \quad b_0 = 13.13 \quad c_0 = 2 \cdot 7.30^1$
		$a_0:b_0:c_0 = 0.659:1:2 \cdot 0.556$
		$\beta = 115^\circ 02' \quad Z = 8$

<sup>1)</sup> W. H. Taylor, J. A. Darbyshire & H. Strunz, Z. Krist. **87**, 1934. 464. (Struktur, SB. 3. 546). — P. Gay, Acta Cryst. **9**, 1956. 474.

<sup>1a)</sup> R. E. Newnham & H. D. Megaw, Acta Cryst. **13**, 1960. 303.

## 3c) Plagioklasse. Triklin-pinakoidal.

Die Struktur der Plagioklasse ist ähnlich der vom Sanidin (Taylor, Darbyshire, Strunz, 1934). Die Zellgröße von Albit, Oligoklas und Andesin entspricht der Sanidinzelle mit der Symmetrie  $C\bar{1}$ ; bei Labradorit, Bytownit und Anorthit ist  $c_0$  verdoppelt; Bytownit hat die Symmetrie  $I\bar{1}$ , Anorthit  $P\bar{1}$ .

Auf Grund des optischen Verhaltens werden Tief- und Hochtemperatur-Plagioklasse unterschieden (A. Köhler, 1942); in den Tieftemperaturphasen herrscht eine geordnete Al-Si-Verteilung; so alternieren im Tief-Anorthit die Al- und Si-Tetraeder in der Weise, daß jedes O von 1 Al und 1 Si umgeben ist (Megaw und Mitarbeiter, 1962); in den Hochtemperaturphasen herrscht eine ungeordnete Al-Si-Verteilung, wobei, zum Unterschied vom Sanidin, wegen der kleineren (Na, Ca)-Ionen die Triklinität erhalten bleibt. Die triklin Hochtemperaturphase von Albit wird auch **Analbit** (Winchel, 1925; Laves, 1952) genannt; hier gibt es zudem eine monokline Hochtemperaturphase, den **Monalbit** (Schneider & Laves, 1957).

<b>Albit</b>	Na[AlSi <sub>3</sub> O <sub>8</sub> ]	$a_0 = 8.138 \quad b_0 = 12.789 \quad c_0 = 7.156^1$
(Gahn & Berzelius, 1815)	An 0—10	$a_0:b_0:c_0 = 0.636:1:0.559$
		$\alpha = 94^\circ 19' \quad \beta = 116^\circ 34' \quad \gamma = 87^\circ 39' \quad Z = 4$
<b>Oligoklas</b>	An 10—30	$a_0 = 8.169 \quad b_0 = 12.836 \quad c_0 = 7.134^2$
(Breithaupt, 1826)		$a_0:b_0:c_0 = 0.636:1:0.556$
		$\alpha = 93^\circ 49' \quad \beta = 116^\circ 27' \quad \gamma = 88^\circ 59' \quad Z = 4$
<b>Andesin</b>	An 30—50	$a_0 = 8.176 \quad b_0 = 12.879 \quad c_0 = 7.107^3$
(Abich, 1841)		$a_0:b_0:c_0 = 0.635:1:0.552$
		$\alpha = 93^\circ 24' \quad \beta = 116^\circ 10' \quad \gamma = 90^\circ 24'$

<b>Labradorit</b>	An 50—70	$a_0 = 8.16$	$b_0 = 12.86$	$c_0 = 2 \cdot 7.10^4$
(Werner, 1780)		$a_0 : b_0 : c_0 = 0.635 : 1 : 2 \cdot 0.552$		
		$\alpha = 93^\circ 34'$ $\beta = 116^\circ 06'$ $\gamma = 89^\circ 47'$ $Z = 8$		
<b>Bytownit</b>	An 70—90	$a_0 = 8.171$	$b_0 = 12,869$	$c_0 = 14.181^5$
(Thomson, 1835)		$a_0 : b_0 : c_0 = 0.635 : 1 : 1.102$		
		$\alpha = 93^\circ 22'$ $\beta = 115^\circ 58'$ $\gamma = 90^\circ 31'$		
<b>Anorthit</b>	Ca[Al <sub>2</sub> Si <sub>2</sub> O <sub>8</sub> ]	$a_0 = 8.177$	$b_0 = 12.877$	$c_0 = 14.169^6$
(Rose, 1823)	An 90—100	$a_0 : b_0 : c_0 = 0.635 : 1 : 2 \cdot 0.550$		
		$\alpha = 93^\circ 10'$ $\beta = 115^\circ 51'$ $\gamma = 91^\circ 13'$ $Z = 8$		

**Peristerite** (Thomson, 1843) sind saure Tieftemperatur-Plagioklasse (Albit-Oligoklas, mit 5—17% Anorthit), die in fast reinen Albit und einen Plagioklas mit annähernd 30% Anorthit entmischt sind (nur röntgenographisch feststellbar<sup>7</sup>).

Mit **Periklin** (Breithaupt, 1823) werden nach b [010] verzwillingte und meist nach dieser Achse gestreckte Plagioklasse bezeichnet. **Maskelynit** (Tschermak, 1872) ist ein zu Glas geschmolzener Bytownit aus Meteoriten.

**Sonnenstein** und **Aventurinfeidspat** bestehen aus Plagioklas mit eingelagerten Hämatit- oder Glimmerschüppchen.

Unter **Saussurit** (Saussure, 1806) versteht man pseudomorphosierten anorthitreichen Plagioklas, dessen Anorthit-Komponente in Zoisit, Skapolith u. a. umgewandelt wurde, während die beständigere Albit-Komponente als solche erhalten blieb.

Anhang:

<b>Reedmergnerit</b>	Na[BSi <sub>2</sub> O <sub>8</sub> ]	Triklin-pinakoidal	$C_1^1 - C\bar{1}$
(Milton & al., 1954)		$a_0 = 7.85$	$b_0 = 12.38$ $c_0 = 6.81^8$
		$a_0 : b_0 : c_0 = 0.634 : 1 : 0.550$	
		$\alpha = 93^\circ 27'$ $\beta = 116^\circ 23'$ $\gamma = 91^\circ 57'$	
		$Z = 4$	

Reedmergnerit ist isotyp mit Albit.

<sup>1</sup>) R. B. Ferguson, R. J. Traill & W. H. Taylor, Acta Cryst. **11**. 1958. 331 (Struktur von Tief- und Hoch-Albit). — P. P. Williams & H. D. Megaw, Acta Cryst. **17**. 1964. 882. — Vgl. W. F. Cole, H. Sörum & W. H. Taylor, Acta Cryst. **4**. 1951. 20. — W. H. Taylor, J. A. Darbyshire & H. Strunz, Z. Krist. **87**. 1934. 464 (Struktur, SB. **3**. 164).

<sup>2</sup>) J. R. S. Waring, Ph. D. Thesis, Cambridge, 1961 (Struktur für Oligoklas Ab<sub>74</sub>An<sub>22</sub>Or<sub>4</sub>).

<sup>3</sup>) C. J. E. Kempster, Ph. D. Thesis, Cambridge, 1957 (Struktur für Hoch-Andesin Ab<sub>52</sub>An<sub>48</sub>).

<sup>4</sup>) W. F. Cole, H. Sörum & W. H. Taylor, 1951, l. c. — Vgl. S. H. Chao, W. H. Taylor, Proc. Roy. Soc. A **176**. 1940. 76. — M. G. Bown & P. Gay, Z. Krist. **111**. 1958. I. — H. D. Megaw, Proc. Roy. Soc. A **259**. 1960. 59, 159, 184.

<sup>5</sup>) S. Chandrasekhar, Ph. D. Thesis, Cambridge, 1957; S. G. Fleet, Ph. D. Thesis, Cambridge, 1961 (Struktur für Bytownit Ab<sub>20</sub>An<sub>80</sub>).

<sup>6</sup>) W. F. Cole, H. Sörum & W. H. Taylor, 1951, l. c. — C. J. E. Kempster, H. D. Megaw & E. W. Radoslovich, Acta Cryst. **15**. 1962. 1005 (Strukturverfeinerung). — H. D. Megaw, C. J. E. Kempster & E. W. Radoslovich, Acta Cryst. **15**. 1962. 1017 (Strukturdiskussion).

<sup>7</sup>) F. Laves, Journ. Geol. **62**. 1954. 409. — W. L. Brown, Z. Krist. **113**. 1960. 330.

<sup>8</sup>) C. Milton, E. C. T. Chao, J. M. Axelrod & F. S. Grimaldi, Am. Min. **45**. 1960. 188.

## Weitere Literatur zu den Feldspaten

**Kalifeldspate**

- A. Köhler, N. Jb. Min. 1948. 5; 49.  
T. Ito, X-Ray Studies on Polymorphism. Tokio 1950. 122.  
U. Chaisson, Journ. Geol. **58**. 1950. 537.  
F. Laves, Journ. Geol. **58**. 1950. 548; **59**. 1951. 510; 511.  
J.-P. Perrenoud, Schweiz. Min. Petr. Mitt. **32**. 1952. 179.  
D. S. Coombs, Am. Min. **33**. 1953. 398.  
J. R. Goldsmith & F. Laves, Geochim. Cosmochim. Acta **5**. 1954. 1; **6**. 1954. 100.  
W. S. MacKenzie, Min. Mag. **30**. 1954. 354.  
H. G. Scharbert, N. Jb. Min. Mh. 1955. 33.  
St. Hafner & F. Laves, Schweiz. Min. Petr. Mitt. **43**. 1963. 65 (magnet. Kernresonanz von Al).

**Alkali-Feldspate**

- E. Spencer, Min. Mag. **24**. 1937. 453.  
S. H. Chao & W. H. Taylor, Proc. Roy. Soc. **174**. 1940. 57.  
C. Oftedahl, Skrift. Norsk. Vidensk. Akad. Oslo **3**. 1948. 51.  
N. L. Bowen & O. F. Tuttle, Journ. Geol. **53**. 1950. 489.  
F. Laves, Journ. Geol. **60**. 1952. 436.  
G. Donnay & J. D. H. Donnay, Am. Journ. Sci. 1952. 115.  
T. Ito & R. Sadanaga, Acta Cryst. **5**. 1952. 441.  
H. Saalfeld, N. Jb. Min. **83**. 1952. 347.  
E. Nickel, N. Jb. Min. Mh. 1953. 246.  
J. V. Smith & W. S. MacKenzie, Acta Cryst. **7**. 1954. 380.  
W. S. MacKenzie & J. V. Smith, Am. Min. **40**. 1955. 707; Acta Cryst. **12**. 1959. 73.  
J. V. Smith & W. S. MacKenzie, Am. Min. **40**. 1955. 733.  
R. B. Ferguson, R. J. Traill & W. H. Taylor, Acta Cryst. **12**. 1959. 716.

**Anorthit**

- E. F. Osborn & D. B. Tait, Am. Journ. Sci. 1952. 413.  
G. L. Davis & O. F. Tuttle, Am. Journ. Sci. 1952. 107. Synthet.  $\delta$ -Ca(Al<sub>2</sub>Si<sub>2</sub>O<sub>8</sub>).  
G. Donnay, Acta Cryst. **5**. 1952. 153.  
H. Sörum, Acta Cryst. **6**. 1953. 413.  
P. Gay & W. H. Taylor, Acta Cryst. **6**. 1953. 647.  
F. Laves & J. R. Goldsmith, Acta Cryst. **7**. 1954. 131; 465.  
J. R. Goldsmith & F. Laves, Z. Krist. **106**. 1955. 213.  
F. Laves & J. R. Goldsmith, Z. Krist. **106**. 1955. 227.  
W. L. Brown, W. Hoffmann & F. Laves, Naturwiss. **50**. 1963. 221.

**Albit**

- F. Laves & U. Chaisson, Journ. Geol. **58**. 1950. 584.  
O. F. Tuttle & N. L. Bowen, Journ. Geol. **58**. 1950. 572.  
F. Laves, Journ. Geol. **59**. 1951. 510.  
W. S. MacKenzie, Am. Journ. Sci. 1952. 319.  
W. S. MacKenzie & J. R. Smith, Am. Min. Soc. Progr. 1955. 68A.  
W. S. MacKenzie, Am. Journ. Sci. **255**. 1957. 481.  
T. R. Schneider & F. Laves, Z. Krist. **109**. 1957. 241 (Monalbit).  
T. R. Schneider, Z. Krist. **109**. 1957. 245 (Albit-Analbit-Monalbit).

**Plagioklase**

- A. Köhler, Tscherm. Min. Petr. Mitt. **53**. 1942. 24.  
P. Gay, Min. Mag. **30**. 1953. 169.  
P. Gay, Min. Mag. **30**. 1954. 428.  
R. C. Emmons, Geol. Soc. Am. Mem. **52**. 1953. 142.  
F. Chayes, Am. Journ. Sci. 1954. 172.

- F. Laves & J. R. Goldsmith, Journ. Geol. **62**. 1954. 405, 409.  
 P. Gay & J. V. Smith, Acta Cryst. **8**. 1955. 64.  
 J. Goodyear & W. J. Duffin, Min. Mag. **30**. 1955. 648.  
 G. W. de Vore, Z. Krist. **107**. 1956. 247.  
 J. V. Smith, Min. Mag. **31**. 1956. 47.  
 J. V. Smith & P. Gay, Min. Mag. **31**. 1958. 744.

#### Feldspate, allgemein

- F. K. Drescher-Kaden, „Die Feldspat-Quarz-Reaktionsgefüge der Granite und Gneise“. Heidelberg 1948. 259 S.  
 S. W. Bailey, R. B. Ferguson & W. H. Taylor, Min. Mag. **29**. 1951. 759.  
 R. R. Franco & J. F. Schairer, Journ. Geol. **59**. 1951. 259.  
 T. F. W. Barth, N. Jb. Min. **82**. 1951. 143.  
 O. F. Tuttle, Min. Mag. **29**. 1951. 757.  
 F. C. Kracek & K. J. Neuvonen, Am. Journ. Sci. 1952. 293.  
 F. Laves, Naturwiss. **39**. 1952. 546/47.  
 G. M. Paraskevopoulos, Tscherm. Min. Petr. Mitt. **3**. 1953. 192.  
 Y. Baskin, Journ. Geol. **64**. 1956. 132; 219.  
 F. Laves & St. Hafner, Z. Krist. **108**. 1956. 52. — St. Hafner & F. Laves, Z. Krist. **109**. 1957. 204 (Ordnung/Unordnung und Ultrarotabsorption). — E. Brun, P. Hartmann, H. H. Staub, St. Hafner & F. Laves, Z. Krist. **113**. 1960. 65 (Ordnung/Unordnung; magnet. Kernresonanz).  
 Zur Optik siehe W. E. Tröger, „Tabellen zur optischen Bestimmung der gesteinsbildenden Minerale“. Stuttgart 1952, 147 S. — C. Burri, Z. Krist. **108**. 1956. 15.  
 J. V. Smith, Min. Mag. **31**. 1956. 47.  
 H. D. Megaw, Acta Cryst. **9**. 1956. 56 (Strukturtypen in der Feldspatfamilie).  
 W. S. MacKenzie & J. V. Smith, Am. Min. **41**. 1956. 405 (Opt. and X-ray study of high-temp.feldspars).  
 H. D. Megaw, Min. Mag. **32**. 1959. 226.  
 F. Laves, Rend. Soc. Min. Ital. **16**. 1960. 37.  
 W. H. Taylor in W. L. Bragg: Atomic Structure of Minerals, 1964.  
 Ferner Feldspat-Band der Norsk. Geol. Tidsskr. 1962.

#### 4.) Paracelsian-Danburit-Gruppe.

<b>Paracelsian</b> (Tacconi, 1905)	$Ba[Al_2Si_2O_8]$	Monoklin-pseudoorthorhombisch $C_{2h}^5 - P 2_1/a$ $a_0 = 8.58 \quad b_0 = 9.58 \quad c_0 = 9.08^1$ $a_0:b_0:c_0 = 0.947:1:0.895$ $\beta = 90^\circ \quad Z = 4$
<b>Banalsit</b> (Campbell Smith, Bannister & Hey, 1944)	$BaNa_2[Al_2Si_2O_8]_2$	Orthorhombisch Iba oder Ibam $a_0 = 8.52 \quad b_0 = 9.99 \quad c_0 = 16.76^2$ $a_0:b_0:c_0 = 0.853:1:0.678$
<b>Danburit</b> (Shepard, 1839)	$Ca[B_2Si_2O_8]$	Rhombisch-dipyramidal $D_{2h}^{16} - Pbnm$ $a_0 = 8.77 \quad b_0 = 8.03 \quad c_0 = 7.74^3$ $a_0:b_0:c_0 = 1.092:1:0.964 \quad Z = 4$

Paracelsian und Danburit besitzen ähnlich wie die Feldspate zu Viererringen angeordnete  $RO_4$ -Tetraeder. Die Struktur von Banalsit ist unbekannt und damit die Zuordnung zu den Tektosilikaten ungesichert.

Nur synthetisch bekannt sind folgende Modifikationen von  $\text{Ca}[\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8]$  und  $\text{Ba}[\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8]$ , von denen die hexagonalen und pseudohexagonalen eine Schichtstruktur mit Tetraeder-Doppelschichten  $[\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8]$  haben. Die gegenseitige Stabilität und Nomenklatur sind noch nicht geklärt.

Synthetisch	$\text{Ca}[\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8]$	Orthorhombisch $a_0 = 8.22$ $b_0 = 4.84$ $c_0 = 8.61^4$ $a_0:b_0:c_0 = 1.698:1:1.779$ $Z = 2$
Synthetisch	$\text{Ca}[\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8]$	Hexagonal-dipyramidal $D_{6h}^3 - P6_3/mcm$ $a_0 = 5.10$ $c_0 = 2 \times 7.36^5$ $c_0/a_0 = 2 \times 1.443$ $Z = 2$
Synthetisch	$\text{Ba}[\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8]$	Pseudohexagonal $a_0 = 5.29$ $c_0 = 7.79^6$ $c_0/a_0 = 1.473$ $Z = 1$  $> 300^\circ\text{C}$ : Hexagonal-dipyramidal $D_{6h}^1 - P6/mmm$ $a_0 = 5.31$ $c_0 = 7.805^6$ $c_0/a_0 = 1.470$ $Z = 1$

<sup>1</sup>) L. J. Spencer, Min. Mag. **26**. 1942. 231. – J. V. Smith, Am. Journ. Sci. 1952. 513; Acta Cryst. **6**. 1953. 613 (Struktur).

<sup>2</sup>) W. Campbell Smith, F. A. Bannister & M. H. Hey, Min. Mag. **27**. 1944. 33; 1945. 63.

<sup>3</sup>) C. Dunbar & F. Machatschki, Z. Krist. **76**. 1930. 133 (Struktur, SB. **2**. 153). – G. Johansson, Acta Cryst. **12**. 1959. 522 (Strukturverfeinerung).

<sup>4</sup>) G. L. Davis & O. F. Tuttle, Am. Journ. Sci. **2**. 1952. 107.

<sup>5</sup>) G. L. Davis & O. F. Tuttle, 1952, l. c. – Y. Takeuchi & G. Donnay, Acta Cryst. **12**. 1959. 465 (Struktur). – Vgl. J. R. Goldsmith & E. G. Ehlers, Journ. Geol. **60**. 1952. 386.

<sup>6</sup>) Y. Takeuchi, Min. Journ. (Japan) **2**. 1958. 311 (die wahre Elementarzelle ist wahrscheinlich orthorhombisch,  $a_0 = 5.29$ ,  $b_0 = 9.17$ ,  $c_0 = 2 \times 7.79$ ,  $Z = 4$ ). – Vgl. Y. Seki & G. C. Kennedy, Am. Min. **49**. 1964. 1407.

### Mit fremden Anionen

#### 5.) Cancrinit-Reihe. Hexagonal. Homöotypie.

<b>Davyn</b>	$(\text{Na}, \text{K})_6\text{Ca}_2[(\text{SO}_4)_2   (\text{AlSiO}_4)_6]$
(Monticelli & Covelli, 1825)	Dihexagonal-dipyramidal $D_{6h}^1 - P6_3/mmc$ $a_0 = 12.83$ $c_0 = 5.36$ $c_0/a_0 = 0.418$ $Z = 1^1$
<b>Cancrinit</b>	$(\text{Na}_2, \text{Ca})_4[\text{CO}_3   (\text{H}_2\text{O})_{0-3}   (\text{AlSiO}_4)_6]$
(Rose, 1839)	Hexagonal-pyramidal $C_6^2 - P6_3$ $a_0 = 12.63-12.78$ $c_0 = 5.11-5.19$ $c_0/a_0 \sim 0.405$ $Z = 1^2$
<b>Wenkit</b>	$(\text{Ba}, \text{K})_{4.5}(\text{Ca}, \text{Na})_{4.5}[(\text{OH})_4   (\text{SO}_4)_2   \text{Al}_9\text{Si}_{12}\text{O}_{42}]$
(Papageorgakis, 1962)	Hexagonal $D_{6h}^1 - P6/mmm$ $a_0 = 13.53$ $c_0 = 7.47$ $c_0/a_0 = 0.552$ $Z = 1^3$

Cancrinit enthält für  $\text{CO}_3$  z. T.  $\text{SO}_4$  und Cl, für Na z. T. K; ein Mischkristall ist **Wischnewit** (Belyankin, 1931). Synthetisch gelang es, Ca-freien Paracancrinit

bzw. Natrodavyn herzustellen<sup>4</sup>).  $c_0$  von Wenkit ist eigenartigerweise  $\frac{3}{2} c_0$  von Cancrinit!

<sup>1</sup>) B. Goßner & F. Mußnug, Z. Krist. **73**. 1930. 52.

<sup>2</sup>) Vgl. B. Goßner & F. Mußnug 1930, l. c.; F. Zambonini & A. Ferrari, Rend. Acad. Lincei **11**. 1930. 782. — O. Jarchow, Fortschr. Min. 1962; Acta Cryst. **16**. 1963. A 10 (Zur Struktur).

<sup>3</sup>) J. Papageorgakis, Schweiz. Min.-Petr. Mitt. **42**. 1962. 269 (Ba:Ca ~ 1:1; Al:Si ~ 5:7).

<sup>4</sup>) J. Wyart & M. Michel-Lévy, C. R. Acad. Sci. Paris **229**. 1949. 133. — R. M. Barrer & E. A. White, J. Chem. Soc. **286**. 1952. 1561. — A. E. Edgar & B. J. Burley, Canad. Min. **7**. 1963. 631 (Polymorphie des synthet. Na-CO<sub>3</sub>-Cancrinit).

### 6.) Leifit-Reihe. Isotypie.

<b>Leifit</b> (Böggild, 1915)	$\text{Na}_2[(\text{F}, \text{OH}, \text{H}_2\text{O})_{1-2}   (\text{Al}, \text{Si})\text{Si}_5\text{O}_{12}]$ Hexagonal ( $D_{3d}$ , $C_{3v}$ , $D_3$ ) $a_0 = 14.37$ $c_0 = 4.94^1$ $c_0/a_0 = 0.344$ $Z = 3$
<b>Karpinskiit</b> (Schilin, 1956)	$(\text{Na}, \text{K}, \text{Zn}, \text{Mg})_2[(\text{OH}, \text{H}_2\text{O})_{1-2}   (\text{Al}, \text{Be})_2\text{Si}_4\text{O}_{12}]$ Hexagonal ( $D_{3d}$ , $C_{3v}$ , $D_3$ ) $a_0 = 14.24$ $c_0 = 4.83$ $c_0/a_0 = 0.339$ $Z = 3^2$

<sup>1</sup>) B. Goßner & F. Mußnug, Zbl. Min. 1927. 221. — Min. Tab. 1941. 212 (Formel).

<sup>2</sup>) L. L. Schilin, Doklady Akad. Wiss. USSR **107**. 1956. 737. — H. Strunz, N. Jb. Min. Mh. 1957. 119 (Formel, Isotypie).

### 7.) Sodalith-Reihe. Kubisch-hex'tetraedrisch, $T_d^1 - P\bar{4}3m$ . Isotypie; Homöotypie mit Helvin.

<b>Sodalith</b> (Thomson, 1811)	$\text{Na}_8[\text{Cl}_2   (\text{AlSiO}_4)_6]$ $a_0 = 8.83-8.91$ $Z = 1^1$
<b>Nosean</b> (Klaproth, 1815)	$\text{Na}_8[\text{SO}_4   (\text{AlSiO}_4)_6]$ $a_0 = 8.98-9.15$ $Z = 1^2$
<b>Haüyn</b> (Brunn & Neergard, 1807)	$(\text{Na}, \text{Ca})_{8-4}[(\text{SO}_4)_{2-1}   (\text{AlSiO}_4)_6]$ $a_0 = 9.12$ $Z = 1^3$
<b>Lasurit</b> (Dana, 1892) (Lapis lazuli)	$(\text{Na}, \text{Ca})_8[(\text{SO}_4, \text{S}, \text{Cl})_2   (\text{AlSiO}_4)_6]$ $a_0 = 9.08$ $Z = 1^4$

Die nur synthetisch bekannten Ultramarine besitzen Sodalithstruktur (mit  $a_0 = 8.7-9.4$  und  $T_d^1 - P\bar{4}3m$ ); sie sind hinsichtlich der eingelagerten Anionen und Kationen sehr variabel, als Träger der Farbe wird der Schwefel angesehen, der in einem polysulfidähnlichen Zustand vorhanden sein soll.

**Tugtupit** (Sørensen, 1962)  $\text{Na}_8[\text{Cl}_2 | (\text{BeAlSi}_4\text{O}_{12})_2]$ , kristallisiert tetragonal-pseudokubisch mit  $a_0 = 8.58$ ,  $c_0 = 8.82$ ,  $Z = 1^5$ . **Hydrosodalith** (Gerasimovski, Polyakov & Voronina, 1960) für ein gesteinsbildendes Mineral des Lovozero-Massivs, ist ein Sodalith mit OH für Cl,  $a_0 = 27.1$  <sup>6</sup>).

**Ittnerit** (Gmelin, 1822) ( $a_0 = 9.04$ ) und **Skolopsit** (Kobell, 1849) ( $a_0 = 9.06$ ) sind Noseane mit Zeolithisierung in verschiedenen Graden.

<sup>1)</sup> Tom F. W. Barth, Skr. Akad. Oslo 1927. Nr. 8; Z. Krist. **83**. 1932. 405 (Struktur, SB. 2. 150). — G. Menzer, Z. Krist. **69** 1929. 300. — L. Pauling, Z. Krist. **74**. 1930. 213.

<sup>2)</sup> Tom F. W. Barth, 1927 u. 1932, l. c.; vgl. F. Machatschki 1934, l. c. — H. Saalfeld, N. Jb. Min. Mh. 1959. 38 (Raumgruppe! Strukturverfeinerung).

<sup>3)</sup> F. Machatschki, Zbl. Min. 1934. 136 (Struktur, SB. 3. 166); vgl. Tom F. W. Barth 1932, l. c. — H. Saalfeld, Z. Krist. **115**. 1961. 132 (Überstrukturinterferenzen).

<sup>4)</sup> H. Dachs, München, priv. Mitt. 1955 (für Lapis lazuli von Afghanistan).

<sup>5)</sup> H. Sörensen, Medd. Grönland **167**. 1962. 1 (identisch mit Beryllium-Sodalith, Sörensen 1960, und Beryllsodalith, Semenov & Bykova 1960).

<sup>6)</sup> V. I. Mokeeva & K. V. Fedotova, Kristallografiya **8**. 1963. 107.

8.) Helvin-Reihe. Kubisch-hex'tetraedrisch,  $T_d^4 - P\bar{4}3n$ . Isotypie; Homöotypie mit Sodalith.

**Danalith**  $Fe_8[S_2 | (BeSiO_4)_6]$   $a_0 = 8.20$   $Z = 1^1)$   
(Cooke, 1866)

**Helvin**  $(Mn, Fe, Zn)_8[S_2 | (BeSiO_4)_6]$   $a_0 = 8.21-8.62$   $Z = 1^2)$   
(Werner, 1817)

**Genthelvin**  $Zn_8[S_2 | (BeSiO_4)_6]$   $a_0 = 8.12$   $Z = 1^1)$   
(Glass, Jahns & Stevens, 1944)

Danalith stammt von Iron Mountain in Sierra und Socorro Counties, südwestl. Neu-Mexiko, Genthelvin von West Cheyenne Canon, Colorado<sup>1)</sup> und von Nord-Nigeria<sup>1a)</sup>.

<sup>1)</sup> J. J. Glass, R. H. Jahns & R. E. Stevens, Am. Min. **29**. 1944. 163.

<sup>1a)</sup> O. v. Knorring & P. Dyson, Am. Min. **44**. 1959. 1294.

<sup>2)</sup> Tom F. W. Barth, Skr. Akad. Oslo 1927. Nr. 8. — L. Pauling, Z. Krist. **74**. 1930. 213 (Struktur, SB. 2. 152). — J. J. Glass, R. H. Jahns & R. E. Stevens 1944, l. c.

9.) Skapolith-Reihe. Tetragonal-dipyramidal,  $C_{4h}^5 - I4/m$ . Isomorphie; Mischkristalle der Komponenten:

„Marialith“  $Na_8[(Cl_2, SO_4, CO_3) | (AlSi_3O_8)_6]$   
„Mejonit“  $Ca_8[(Cl_2, SO_4, CO_3)_{2(?) } | (Al_2Si_2O_8)_6]$

Die ganz reinen Endkomponenten sind als Mineralien unbekannt. Nach dem jeweiligen Mischungsverhältnis werden folgende Glieder unterschieden:

<b>Marialith</b>	$Ma_{10}$ bis $Ma_8Me_2$	Tetragonal-dipyramidal $C_{4h}^5 - I4/m$ $a_0 \sim 12.11$ bis $12.23$
	(vom Rath, 1866)	
<b>Dipy</b>	$Ma_8Me_2$ bis $Ma_5Me_5$	$c_0 \sim 7.56$ bis $7.68$
	(Haüy, 1801)	
<b>Mizzonit</b>	$Ma_5Me_5$ bis $Ma_2Me_8$	$c_0/a_0 = 0.623$ bis $0.629$ $Z = 1^1)$ $c/a = 0.4425$ für Marialith
	(Scacchi, 1852)	
<b>Mejonit</b>	$Ma_2Me_8$ bis $Me_{10}$	$c/a = 0.4393$ für Mejonit
	(Haüy, 1801)	



Mischungsglieder mit vorherrschendem Cl-Gehalt werden als **Chloridmarialith**, **Chloridmejonit** usw. bezeichnet, mit vorherrschendem  $\text{SO}_4$ -Gehalt als **Sulfatmarialith**, **Sulfatmejonit** usw. usw. Die röntgenographische Orientierung ist gegenüber der morphologischen um  $45^\circ$  um c [001] gedreht.

Anhang:

**Sarkolith**  $(\text{Ca}, \text{Na})_8[\text{O}_2 | (\text{Al}(\text{Al}, \text{Si})\text{Si}_2\text{O}_8)_6]$  (?)  
(Thompson, 1807) Tetragonal-pyramidal  
 $a_0 = 12.45$   $c_0 = 15.6$   $c_0/a_0 = 1.253$   $Z = 2^2$   
 $c/a = 0.8874$

Sarkolith ist offenbar ein Oxidskapolith mit verdoppeltem  $c_0$ .

**Ussingit** (Bøggild, 1914),  $\text{Na}_2[\text{OH} | \text{AlSi}_3\text{O}_8]$ , kristallisiert triklin-pseudomonoklin und besitzt eine noch völlig unbekannt Struktur,  $a_0 = 8.72$ ,  $b_0 = 7.67$ ,  $c_0 = 10.01$ ,  $\alpha = 110^\circ 30'$ ,  $\beta = 135^\circ 45'$ ,  $\gamma = 91^\circ 30'^3$ . — **Cymrit** (Campbell Smith, Bannister & Hey, 1949),  $\text{Ba}[\text{OH} | \text{AlSi}_3\text{O}_8]$ , hexagonal,  $a'_0 = 5.33$  ( $a_0 = 8 \cdot a'_0$ ),  $c_0 = 7.67$ ,  $Z' = 1^4$ ), ist verwandt mit hexagonalem  $\text{BaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8^{4a)}$ .

<sup>1)</sup> L. Pauling, Proc. Acad. Sci. USA **16**. 1930. 453 (Struktur, SB. 2. 155). — E. Schiebold & G. Seumel, Z. Krist. **81**. 1931. 110.

<sup>2)</sup> B. Goßner, Zbl. Min. 1928. 129; 167.

<sup>3)</sup> V. V. Ilyuchin & Y. I. Semenov, Doklady Akad. Wiss. USSR **129**. 1959. 1386.

<sup>4)</sup> W. Campbell Smith, F. A. Bannister & M. H. Hey, Min. Mag. **28**. 1949. 676.

<sup>4a)</sup> Y. Seki & G. C. Kennedy, Am. Min. **49**. 1964. 1407.

### Zeolith-Familie

Die Zeolithe sind besonders locker gebaute Tektosilikate, die neben 4-, 5- und 6-gliedrigen Tetraederringen auch 8-, 10- und 12-gliedrige Ring-systeme aufweisen, und zwar in kanalartiger Verknüpfung, so daß längs der Kanäle, ohne durch fest lokalisierte Kationen gestört zu sein, die bekannten reversiblen Hydratations-, Ionenaustausch- und Molekularsieb-Eigenschaften möglich werden. Die von Smith (1963) sowie Fischer & Meier (1964) angeregte Klassifikation\*) nach rein strukturellen Gesichtspunkten läßt sich zwanglos zur Verfeinerung der bisherigen Systematik verwenden. Für viele Zeolithe ist die Struktur noch unbekannt.

In der Natrolith-Gruppe („Nadelzeolithe“) dominieren strukturmorphologisch Viererringe, daneben sind Achterring-Systeme vorhanden. Feldspatähnliche Strukturen mit Vierer- und Achterringen haben die Mineralien der Phillipsit-Gruppe einschließlich Gismondin. D'Achiardit und Mordenit enthalten Ketten aus 5-gliedrigen Ringen, die in ersterem zu Zehneringen, in letzterem zu Achter- und Zwölferingen verknüpft sind; gleichfalls Fünferinge enthalten Brewsterit und vielleicht Laumontit. In der Chabasit-Gruppe dominieren strukturmorphologisch Sechseringe, daneben sind Vierer-, Achter- und z. T. Zwölferinge vorhanden; diese Mineralien, die z. T. als „Würfelzeolithe“ bezeichnet werden, können ebenso wie die Natrolithe auch faserig werden (Offretit). Im

Faujasit schließlich werden Sodalith-Käfige unter Bildung von Doppel-Sechseringen (analog denen im Milarit oder Chabasit und Gmelinit) dreidimensional verknüpft, wobei Zwölferring-Kanäle mit dem größten bisher bekannten freien Durchmesser von ca. 9 Å zustande kommen.

Metazeolithe (Metanatrolith, Metaskolezit, Metastilbit, Metaepistilbit) sind teilweise entwässerte Zeolithe und zeigen Änderung der optischen Eigenschaften und gelegentlich Änderung des Kristallsystems (Rinne, 1890).

\*) J. V. Smith, Min. Soc. Am. Spec. Paper 1. 1963. 281. — K. F. Fischer & W. M. Meier, Fortschr. Min. 42. 1964. 50.

10.) Natrolith-Gruppe. Tetragonal bzw. pseudotetragonal. Natrolith und Skolezit sind nahezu isotyp; im übrigen besteht Homöotypie.

Die folgenden Strukturen bestehen aus Viererringen  $\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_{10}$ , die in der Faserrichtung durch ein fünftes Si zu stabilen Ketten zusammengehalten werden; der seitliche Zusammenhalt ist weniger stabil, womit selbst für Gerüststrukturen die faserige Ausbildung und Spaltbarkeit leicht erklärbar werden. Senkrecht zu den Ketten verlaufen weite Kanäle (Achterringe), längs deren ein relativ leichter Austausch des Wassers sowie der Kationen erfolgen kann. Die Summe der  $\text{H}_2\text{O}$ -Moleküle + Kationen ist pro Ring gleich 4; es ist dies durch die nahezu gleiche Raumbeanspruchung von  $\text{H}_2\text{O}$ , Na, Ca usw. bedingt.

$a_0$  und  $b_0$  von Thomsonit entsprechen der halben Basisdiagonalen von Natrolith;  $a_0$  und  $b_0$  der übrigen Mineralien sind Vielfache von rund 9.3 Å; die Gitterkonstante in der Faserrichtung ist ungefähr 6.6 Å, bei Thomsonit 2·6.6 Å.

**Natrolith**  $\text{Na}_2[\text{Al}_2\text{Si}_3\text{O}_{10}] \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$

(Klaproth, 1803)

Rhombisch-pyramidal  $C_{2v}^{19}$  — Fdd 2

$a_0 = 18.35$   $b_0 = 18.70$   $c_0 = 6.61^{1)}$

$a_0:b_0:c_0 = 0.981:1:0.353$   $Z = 8$

**Skolezit**  $\text{Ca}[\text{Al}_2\text{Si}_3\text{O}_{10}] \cdot 3 \text{H}_2\text{O}$

(Gehlen & Fuchs, 1813)

Monoklin-domatisch (?)  $C_s^4$  — Cc (?)

$a_0 = 18.48$   $b_0 = 18.94$   $c_0 = 6.54^2)$

$a_0:b_0:c_0 = 0.976:1:0.345$   $\beta = 90^\circ 45'$   $Z = 8$

**Mesolith**  $\text{Na}_2\text{Ca}_2[\text{Al}_2\text{Si}_3\text{O}_{10}]_3 \cdot 8 \text{H}_2\text{O}$

(Fuchs & Gehlen, 1816)

Monoklin-sphenoidisch  $C_2^3$  — C2

(Pseudorhombisch:  $C_{2v}^{19}$  — Fdd 2)

$a_0 = 3 \cdot 18.9$   $b_0 = 6.55$   $c_0 = 18.48^3)$

$a_0:b_0:c_0 = 8.670:1:2.820$   $\beta = 90^\circ 00'$   $Z = 8$

**Thomsonit**  $\text{NaCa}_2[\text{Al}_2(\text{Al}, \text{Si})\text{Si}_2\text{O}_{10}]_2 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$

(Brooke, 1820)

Rhombisch-dipyramidal  $C_{2v}^{10}$  — Pnn 2

$a_0 = 13.07$   $b_0 = 13.09$   $c_0 = 13.25^4)$

$a_0:b_0:c_0 = 0.998:1:1.012$   $Z = 4$

**Gonnardit**  $(\text{Ca}, \text{Na})_3[(\text{Al}, \text{Si})_5\text{O}_{10}]_2 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$

(Lacroix, 1896)

Orthorhombisch

$$a_0 = 13.35 \quad b_0 = 13.35 \quad c_0 = 6.65^5)$$

$$a_0 : b_0 : c_0 = 1.000 : 1 : 0.498 \quad Z = 2$$

**Edingtonit**  $\text{Ba}[\text{Al}_2\text{Si}_3\text{O}_{10}] \cdot 3 \text{H}_2\text{O}$

(Haidinger, 1825)

Tetragonal-skalenoedrisch  $D_{2d}^3 - P\bar{4}2_1m$

$$a_0 = 9.60 \quad c_0 = 6.54^6)$$

$$c_0/a_0 = 0.681 \quad Z = 2$$

Bei 300 °C entwässerter Natrolith soll  $a_0 = 16.34$ ,  $b_0 = 17.09$ ,  $c_0 = 6.60$  haben<sup>1a)</sup>.

Metathomsonit ist teilweise entwässerter Thomsonit (Hey, 1932); Metaskolezit entsteht durch Erhitzen aus Skolezit und kommt auch natürlich vor. Natronfreier Thomsonit  $\text{Ca}_3[\text{Al}_3\text{Si}_2\text{O}_{10}]_2 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$  wurde synthetisch hergestellt.

Gleichfalls Faserzeolithe, jedoch mit einem Defekt im Anionengerüst, sind offenbar **Rhodesit** (Mountain, 1957),  $\text{KNaCa}_2[\text{H}_2\text{Si}_8\text{O}_{20}] \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$ , orthorhombisch,  $a_0 = 23.8$ ,  $b_0 = 6.54$ ,  $c_0 = 7.05$ ,  $Z = 2$ , und **Mountainit** (Gard & Taylor, 1957),  $\text{KNa}_2\text{Ca}_2[\text{HSi}_5\text{O}_{20}] \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$ , monoklin,  $a_0 = 13.51$ ,  $b_0 = 13.10$ ,  $c_0 = 13.51$ ,  $\beta = 104^\circ$ ,  $Z = 4^7)$ ; letzterer ist besonders eng mit Thomsonit verwandt. **Delhayelith** (Sahama & Hytönen, 1959), etwa  $(\text{Na}, \text{K})_{10}\text{Ca}_5[(\text{Cl}_2, \text{F}_2, \text{SO}_4)_3 | \text{O}_4 | \text{Al}_6\text{Si}_{32}\text{O}_{76}] \cdot 18 \text{H}_2\text{O}$ , ist orthorhombisch,  $a_0 = 13.05$ ,  $b_0 = 24.65$ ,  $c_0 = 7.04^8)$ .

<sup>1)</sup> M. H. Hey & F. A. Bannister, *Min. Mag.* **23**. 1932. 243; *Am. Min.* **17**. 1932. 160. – W. H. Taylor, C. A. Meek & W. W. Jackson, *Z. Krist.* **84**. 1933. 373 (Struktur, SB. **3**. 168). – Vgl. L. Pauling 1930; J. Wyart 1931; F. Halla & E. Mehl 1930 und 1932. – C. J. Peng, *Am. Min.* **40**. 1955. 834 (DTA). – W. M. Meier, *Z. Krist.* **113**. 1960. 430 (Strukturverfeinerung). – B. H. Torrie, I. D. Brown & H. E. Petch, *Acta Cryst.* **16**. 1963. A 123 (Neutronenbeugung).

<sup>1a)</sup> J. H. Fang, *Am. Min.* **48**. 1963. 414.

<sup>2)</sup> J. Wyart 1933. – Hey & Bannister, *Min. Mag.* **24**. 1936. 227. – Taylor, Meek & Jackson 1933 (Struktur).

<sup>3)</sup> M. H. Hey & F. A. Bannister, *Min. Mag.* **23**. 1933. 421. – Vgl. J. Wyart, *C. R. Acad. Sci. Paris* **193**. 1931. 666. – Taylor, Meek & Jackson 1933 (Struktur).

<sup>4)</sup> J. Wyart, *Bull. Soc. Franç. Min.* **56**. 1933. 81. – Taylor, Meek & Jackson 1933 (Struktur, SB. **3**. 171).

<sup>5)</sup> M. H. Hey & F. A. Bannister, *Min. Mag.* **23**. 1932. 51. – Taylor, Meek & Jackson 1933, l. c. (Struktur, SB. **3**. 171). – Vgl. H. Meixner & M. H. Hey, *Min. Mag.* **31**. 1956. 265.

<sup>6)</sup> Hey & Bannister, *Min. Mag.* **23**. 1934. 483. – Taylor & Jackson, *Z. Krist.* **86**. 1933. 53 (Struktur, SB. **3**. 173). – W. H. Taylor, *Min. Mag.* **24**. 1935. 208.

<sup>7)</sup> J. A. Gard, H. F. W. Taylor & R. A. Chalmers, *Min. Mag.* **31**. 1957. 611.

<sup>8)</sup> Th. G. Sahama & K. Hytönen, *Min. Mag.* **32**. 1959. 6.

11.) Laumontit-Gruppe. Heterotypie. Die Strukturen sind unbekannt. Laumontit ist vielleicht mit D'Achiardit-Mordenit näher verwandt<sup>1a)</sup>.

**Laumontit**  $\text{Ca}[\text{AlSi}_2\text{O}_6]_2 \cdot 4 \text{H}_2\text{O}$

(Werner, 1805)

Monoklin  $C_2^3 - C2$  oder  $C_s^3 - Cm$

$$a_0 = 14.90 \quad b_0 = 13.17 \quad c_0 = 7.55$$

$$a_0 : b_0 : c_0 = 1.131 : 1 : 0.573 \quad \beta = 111^\circ 30' \quad Z = 4^1)$$

**Yugawaralith**  $\text{Ca}[\text{Al}_2\text{Si}_5\text{O}_{14}] \cdot 3 \text{H}_2\text{O}$ 

(Sakurai &amp;

Monoklin

Hayashi, 1952)

$$a_0 = 13.26 \quad b_0 = 13.65 \quad c_0 = 9.73$$

$$a_0 : b_0 : c_0 = 0.9715 : 1 : 0.714 \quad \beta = 111^\circ 30' \quad Z = 4^2$$

Leonhardit ist teilweise entwässerter Laumontit, also ein Metalaumontit,  $a_0 = 14.75$ ,  $b_0 = 13.10$ ,  $c_0 = 7.55$ ,  $\beta = 112^{\circ 1b}$ ).

<sup>1)</sup> D. S. Coombs, Am. Min. **37**. 1952. 812. — H. Heritsch, Tschemm. Min. Petr. Mitt. **5**. 1956. 335:  $a_0 = 14.67$ ,  $b_0 = 13.12$ ,  $c_0 = 7.52$ ,  $\beta = 111^\circ 36'$ .

<sup>1a)</sup> J. V. Smith, Min. Soc. Am. Spec. Paper **1**. 1963. 281.

<sup>1b)</sup> D. S. Coombs, 1952, l. c. — D. L. Lapham, Am. Min. **48**. 1963. 683.

<sup>2)</sup> K. Sakurai & A. Hayashi, Sci. Rep. Yokohama Univ. **1**. 1952. 69.

12.) D'Achiardit-Mordenit-Gruppe. Homöotypie. Beide Strukturen enthalten Ketten aus fünfgliedrigen Tetraederringen, deren seitliche Verknüpfung im D'Achiardit zu Zehnerringen, im Mordenit zu Achter- und Zwölferringen führt. Die Hauptkanäle mit 4 bzw. 6 Å Durchmesser verlaufen parallel der Kettenrichtung (7.5 Å-Achse).

**D'Achiardit**  $(\text{K}, \text{Na}, \text{Ca}_{0.5})_5[\text{Al}_5\text{Si}_{19}\text{O}_{48}] \cdot 12 \text{H}_2\text{O}$ 

(D'Achiardi, 1906)

Monoklin  $C2/m$ ,  $Cm$ ,  $C2$  (?)

$$a_0 = 18.73 \quad b_0 = 7.54 \quad c_0 = 10.30$$

$$a_0 : b_0 : c_0 = 2.484 : 1 : 1.366$$

$$\beta = 107^\circ 54' \quad Z = 1^1$$

**Mordenit**  $(\text{Ca}, \text{K}_2, \text{Na}_2)[\text{AlSi}_5\text{O}_{12}]_2 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$ 

(How, 1864)

Orthorhombisch  $D_{2h}^{17}$  —  $Cmcm$  oder  $C_{2v}^{12}$  —  $Cmc2_1$ 

$$a_0 = 18.29 \quad b_0 = 20.39 \quad c_0 = 7.52$$

$$a_0 : b_0 : c_0 = 0.897 : 1 : 0.369 \quad Z = 4^2$$

<sup>1)</sup> S. Bonatti, Atti. Soc. Toscana Sci. Nat. **50**. 1942. 14. — S. Bonatti & G. Gottardi, Per. Min. **29**. 1960. 103. — G. Gottardi & W. M. Meier, Z. Krist. **119**. 1963. 53 (Struktur, Vergleich mit Mordenit).

<sup>2)</sup> C. Waymouth, P. C. Thornley & W. H. Taylor, Am. Min. **23**. 1938. 540. — W. M. Meier, Z. Krist. **115**. 1961. 439 (Struktur).

13.) Heulandit-Stilbit-Gruppe („Blätterzeolithe“). Monoklin. Sehr gute blätterige Spaltbarkeit nach (010). Die Gitterkonstanten  $b_0$  sind ungefähr 18 Å; zwischen den übrigen Gitterkonstanten bestehen enge geometrische Beziehungen<sup>3)</sup>. Die Struktur von Brewsterit ist bekannt; sie enthält Fünferinge, durch deren Verknüpfung einerseits Viererlinge, andererseits unter Bildung von Sechseringen Schichten parallel (010) entstehen.

**Heulandit\***  $\text{Ca}[\text{Al}_2\text{Si}_7\text{O}_{18}] \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$ 

(Brooke, 1822)

Monoklin-prismatisch  $C_{2h}^4$  —  $C2/m$ 

$$a_0 = 17.71 \quad b_0 = 17.84 \quad c_0 = 7.46$$

$$a_0 : b_0 : c_0 = 0.993 : 1 : 0.418$$

$$\beta = 116^\circ 20' \quad Z = 4$$

		Pseudoorthorhombische Zelle $C_{2h}^3 - I2/m$ $a'_0 = 7.46 \quad b_0 = 17.84 \quad c'_0 = 15.88$ $a'_0 : b_0 : c'_0 = 0.418 : 1 : 0.890$ $\beta' = 91^\circ 26' \quad Z = 4^1)$
<b>Stilbit</b> (Haüy, 1796**, Brooke, 1822) (Desmin, Breithaupt, 1818)	$Ca[Al_2Si_7O_{18}] \cdot 7 H_2O$	Monoklin-prismatisch $C_{2h}^3 - C2/m$ $a_0 = 13.63 \quad b_0 = 18.17 \quad c_0 = 11.31$ $a_0 : b_0 : c_0 = 0.750 : 1 : 0.622$ $\beta = 129^\circ 10' \quad Z = 4$ Pseudoorthorhombische Zelle (A- und B-zentriert): $a_0 = 13.63 \quad b_0 = 18.17 \quad c'_0 = 17.62$ $\beta' = 92^\circ 00'$ $a_0 : b_0 : c'_0 = 0.750 : 1 : 0.970 \quad Z = 8^2)$
<b>Epistilbit</b> (Rose, 1826)	$Ca[Al_2Si_6O_{16}] \cdot 5 H_2O$	Monoklin-prismatisch $a_0 = 8.92 \quad b_0 = 17.73 \quad c_0 = 10.21$ $a_0 : b_0 : c_0 = 0.503 : 1 : 0.576$ $\beta = 124^\circ 20' \quad Z = 3$ Pseudoorthorhombische Zelle $a'_0 = 14.84 \quad b_0 = 17.73 \quad c_0 = 10.21$ $a'_0 : b_0 : c_0 = 0.837 : 1 : 0.576$ $\beta' = 90^\circ 40' \quad Z = 6^3)$
<b>Brewsterit</b> (Sr, Ba, Ca) (Brooke, 1822)	$[Al_2Si_6O_{16}] \cdot 5 H_2O$	Monoklin-prismatisch $C_{2h}^2 - P2_1/m$ $a_0 = 6.77 \quad b_0 = 17.41 \quad c_0 = 7.66$ $a_0 : b_0 : c_0 = 0.389 : 1 : 0.440$ $\beta = 93^\circ 04' \quad Z = 2^3)^{3a)}$
<b>Ferrierit</b> (Na, K) <sub>2</sub> Mg (Graham, 1918)	$[OH   Al_2Si_{15}O_{26}] \cdot 9 H_2O$	Orthorhombisch $D_{2h}^{25} - Immm$ (oder $I222, I2_12_12_1, Imm2$ ) $a_0 = 14.14 \quad b_0 = 19.12 \quad c_0 = 7.48^4)$ $a_0 : b_0 : c_0 = 0.7395 : 1 : 0.391$

Ein **Natron-Heulandit** von Patagonien hat die Formel  $Na_{,95}K_{,30}Ca_{,05}[Al_{1,35}Si_{7,65}O_{18}] \cdot 5 H_2O^{1a)}$ ; er entspricht offenbar dem „Klinoptilolith“, der nach Hey und Bannister (1934) strukturell mit „Ptilolith“ (jetzt Mordenit) nichts zu tun hat, sondern eine Si-reiche Varietät von Heulandit ist.

Heulandit kontrahiert sein Gitter oberhalb  $210^\circ C$  als Folge der Wasserabgabe plötzlich sehr stark, und zwar — bezogen auf die pseudorhombische Zelle — auf  $a_0 = 7.27, b_0 = 16.63, c_0 = 15.23^{1b)}$  und wird bei  $350^\circ C$  amorph; Natron-Heulandit hingegen ist bis  $700^\circ C$  stabil. **Barium-Heulandit** (Lovisato, 1897) enthält 2,5% BaO.

**Stellerit** (Morozewicz, 1909) und „**Epidesmin**“ (Rosicky & Thugutt, 1913) geben das gleiche Röntgenbild wie Stilbit, beide sind lediglich Varietäten von Stilbit mit orthorhombischem Habitus<sup>2a)</sup>.

<sup>1)</sup> J. Wyart, C. R. Acad. Sci. Paris **190**. 1930. 1564; Bull. Soc. Franç. Min. **56**. 1933. 81. — U. Ventriglia, Per. Min. **24**. 1955. 49 (Struktur). — Aufstellung vgl. Zitat 3.

<sup>1a)</sup> B. Mason & L. B. Sand, Am. Min. **45**. 1960. 341. — F. A. Mumpton, Am. Min. **45**. 1960. 351.

<sup>1b)</sup> J. Wyart, C. R. Acad. Sci. Paris **191**. 1931. 1343.

<sup>2)</sup> J. Sekanina & J. Wyart, Bull. Soc. Franç. Min. **59**. 1936. 377.

<sup>2a)</sup> A. Pabst, Min. Mag. **25**. 1939. 271.

<sup>3)</sup> H. Strunz & Ch. Tennyson, N. Jb. Min. Mh. 1956. 1.

<sup>3a)</sup> A. J. Perrotta & J. V. Smith, Am. Min. Soc. Meeting 1963. Progr. 128 A (Struktur).

<sup>4)</sup> L. W. Staples, Am. Min. **40**. 1955. 1095. — In der hier gewählten Aufstellung ist b (010) die Ebene der ausgezeichneten Spaltbarkeit — wie bei den anderen Blätterzeolithen.

\*) Im älteren Schrifttum z. T. als „Stilbit“ bezeichnet.

\*\*) Inklusive Heulandit.

14.) **Phillipsit-Gismondin-Gruppe**. Isotypie Phillipsit-Harmotom. Die Strukturen sind feldspatähnlich; die Achterring-Kanäle verlaufen im Phillipsit und Harmotom parallel [100] und [010] (der monoklinen Zelle), im Gismondin parallel [100] und [001].

**Phillipsit**  $\text{KCa}[\text{Al}_3\text{Si}_5\text{O}_{16}] \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$

(Lévy, 1825)

Monoklin,  $\text{C}_{2h}^2 - \text{P}2_1/m$  oder  $\text{C}_2^2 - \text{P}2_1$

$a_0 = 10.02$   $b_0 = 14.28$   $c_0 = 8.64^1)$

$a_0 : b_0 : c_0 = 0.702 : 1 : 0.605$   $\beta = 125^\circ 40'$   $Z = 2$

Pseudo-Orthorhombisch  $\text{B}2mb$

$a_0 = 9.97$   $b_0 = 14.25$   $c_0 = 14.25$

$a_0 : b_0 : c_0 = 0.700 : 1 : 1.000$   $\beta \approx 90^\circ$   $Z = 4^{1a)}$

**Harmotom**  $\text{Ba}[\text{Al}_2\text{Si}_6\text{O}_{16}] \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$

(Haüy, 1801)

Monoklin,  $\text{C}_2^2 - \text{P}2_1$

$a_0 = 9.82$   $b_0 = 14.13$   $c_0 = 8.68^2)$  <sup>2a)</sup>

$a_0 : b_0 : c_0 = 0.695 : 1 : 0.614$   $\beta = 124^\circ 50'$   $Z = 2$

**Wellsit** (Pratt & Foote, 1897) ist eine (K, Ca)-reiche Varietät von Harmotom; die Gitterkonstanten liegen zwischen Phillipsit und Harmotom (H. S. 1955). Durch Kationenaustausch erhaltener Ba-Phillipsit ist im Pulverdiagramm fast identisch mit Harmotom<sup>2a)</sup>.

**Gismondin**  $\text{Ca}[\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8] \cdot 4 \text{H}_2\text{O}$

(Leonhard, 1817)

Monoklin, pseudorhombisch  $\text{C}_{2h}^5 - \text{P}2_1/c$

$a_0 = 10.02$   $b_0 = 10.62$   $c_0 = 9.84^3)$

$a_0 : b_0 : c_0 = 0.944 : 1 : 0.927$   $\beta = 92^\circ 25'$   $Z = 4$

**Garronit** (Walker, 1960),  $\text{NaCa}_{2.5}[\text{Al}_3\text{Si}_5\text{O}_{16}]_2 \cdot 13.5 \text{H}_2\text{O}$ , pseudotetragonal, gibt ein Pulverdiagramm ähnlich Phillipsit und Gismondin<sup>4)</sup>,  $a_0 = 9.85$ ,  $c_0 = 10.32^{4a)}$ .

<sup>1)</sup> J. Wyart & P. Chatelain, Bull. Soc. Franç. Min. **61**. 1938. 121 („Christianit“).

<sup>1a)</sup> H. Steinfink, Acta Cryst. **15**. 1962. 644 (Struktur).

<sup>2)</sup> J. Sekanina & J. Wyart, Bull. Soc. Franç. Min. **60**. 1937. 139. — R. Sadanaga, F. Marumo & Y. Takeuchi, Acta Cryst. **14**. 1961. 1153 (Struktur).

<sup>2a)</sup> H. Hoss & R. Roy, Beitr. Min. Petr. **7**. 1960. 389 (Kationenaustausch und Erhitzungsversuche).

<sup>3)</sup> K. Fischer & H. Kuzel, Naturwiss. **45**. 1958. 488. — K. Fischer, Am. Min. **48**. 1963. 664 (Struktur). — Vgl. J. V. Smith & F. Rinaldi, Min. Mag. **33**. 1962. 202.

<sup>4)</sup> G. P. L. Walker, Min. Mag. **33**. 1962. 173. — R. M. Barrer, F. W. Bultitude & I. S. Kerr, J. Chem. Soc. **294**. 1521 (synthet. Zeolith Na-P2, tetragonal, gibt nach Austausch mit Ca ein mit Garronit identisches Pulverdiagramm,  $a_0 = 10.01$ ,  $c_0 = 9.87$ ).

<sup>4a)</sup> A. M. Taylor & R. Roy, Am. Min. **49**. 1964. 656 (Garronit von Antrim; nach Austausch mit Na:  $a_0 = 10.04$ ,  $c_0 = 9.83$ ; nach Austausch mit K:  $a_0 = 9.96$ ,  $c_0 = 9.6$ ).

15.) Chabasit-Gruppe. Homöotypie. Für Gmelinit, Chabasit und Levyn ist  $a_0$  praktisch gleich groß, während  $c_0$  nahezu 4·2.5, 6·2.5 und 9·2.5 Å beträgt (Strunz, 1956). Die Strukturen bestehen aus Sechseringen parallel der hexagonalen Basis, durch deren Vernetzung zusätzlich Vierer-, Achter- und im Gmelinit auch Zwölferringe entstehen (Barrer & Kerr, 1959; Smith, 1963).

**Gmelinit**  $(\text{Na}_2, \text{Ca})[\text{Al}_2\text{Si}_4\text{O}_{12}] \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  Hexagonal  $C_{6v}^4$  —  $P6_3mc$   
(Brewster, 1825)  $a_0 = 13.72$   $c_0 = 9.95^1$

$$c_0/a_0 = 0.725 \quad Z = 4$$

**Chabasit**  $(\text{Ca}, \text{Na}_2)[\text{Al}_2\text{Si}_4\text{O}_{12}] \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  Ditrigonal-skalenoedrisch  $D_{3d}^5$  —  $R\bar{3}m$   
(Bosc d'Antic, 1788)  $a_0 = 13.78$   $c_0 = 14.97^2$

$$c_0/a_0 = 1.086 \quad Z = 6$$

$$a_{\text{rh}} = 9.18 \quad \alpha = 94^\circ 24' \quad Z = 2$$

**Offretit**  $(\text{Ca}, \text{Na}, \text{K})_2[\text{Al}_3\text{Si}_9\text{O}_{24}] \cdot 9\text{H}_2\text{O}$  Hexagonal  $D_{6h}^4$  —  $P6_3/mmc(?)$   
(Gonnard, 189<sup>c</sup>)  $a_0 = 13.26$   $c_0 = 15.12$   $Z = 3^3$

**Levyn**  $\text{Ca}[\text{Al}_2\text{Si}_4\text{O}_{12}] \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  Rhomboedrisch

$$(Brewster, 1825) \quad a_0 = 13.28 \quad c_0 = 23.0^4$$

$$c_0/a_0 = 1.732 \quad Z = 9$$

$$a_{\text{rh}} = 10.84 \quad \alpha = 75^\circ 33' \quad Z = 3$$

**Herschelit** (Levy, 1825) ist eine Varietät von Chabasit, bei dem der Gehalt an Na + K den von Ca übertrifft<sup>2a)</sup>. **Erionit** (Eakle, 1898) ist mit Offretit identisch<sup>3a)</sup>.

<sup>1)</sup> H. Strunz, N. Jb. Min. Mh. 1956, 250. — K. Fischer & H. O'Daniel, Naturwiss. **43**. 1956. 348 ( $a_0 = 13.75$ ,  $c_0 = 10.05$ ,  $P6_3mc$ ). — W. Nowacki, M. Aellen & H. Koyama, Schweiz. Min.-Petr. Mitt. **38**. 1958 ( $D_{3h}^4$ ,  $C_{6v}^4$ ,  $D_{6h}^4$ ). — K. Fischer, Fortschr. Min. **38**. 1960. 201.

<sup>2)</sup> R. M. Barrer & D. C. Sammon, Journ. Chem. Soc. **6107**. 1955. 2338 (Austauschgleichgewichte). — L. S. Dent & J. V. Smith, Nature **181**. 1958. 1794 (Struktur). — Vgl. J. V. Smith, Acta Cryst. **15**. 1962. 835. — J. V. Smith, F. Rinaldi & L. S. Dent Glasser, Acta Cryst. **16**. 1963. 45.

<sup>2a)</sup> H. Strunz, Min. Tabellen 1957. — B. Mason, Am. Min. **47**. 1962. 985.

<sup>3)</sup> L. W. Staples & J. A. Gard, Min. Mag. **32**. 1959. 261 („Erionit“). — K. S. Deffeyes, Am. Min. **44**. 1959. 501 („Erionit“). — H. Strunz, Naturwiss. **47**. 1960. 59 („Erionit“).

<sup>3a)</sup> M. H. Hey & E. E. Fejer, Min. Mag. **33**. 1962. 66.

<sup>4)</sup> M. H. Hey & F. A. Bannister, priv. Mitt. 1954. — H. Strunz, N. Jb. Min. Mh. 1956. 250 (für Levyn von Antrim:  $a_0 = 13.31$ ,  $c_0 = 22.44$ ; für Levyn von den Faröern:  $a_0 = 13.30$ ,  $c_0 = 22.56$ ). — R. M. Barrer & I. S. Kerr, Trans. Farad. Soc. **55**. 1959. 1915.

16.) Faujasit-Paulingit-Gruppe. Die Struktur von Faujasit besteht aus Sodalith-Käfigen, die über Doppel-Sechseringe — analog denen im Milarit, Chabasit und Gmelinit — dreidimensional verknüpft sind; die Hauptkanäle werden durch Zwölferringe begrenzt und besitzen einen freien Durchmesser von etwa 9 Å.

**Faujasit**  $\text{Na}_2\text{Ca}[\text{Al}_2\text{Si}_4\text{O}_{12}]_2 \cdot 16\text{H}_2\text{O}$  Kubisch-hex'oktaedrisch  $\text{O}_h^7$  — Fd3m  
(Damour, 1842)  $a_0 = 24.65$   $Z = 16^1$ )

**Ashcroftin**  $\text{KNa}(\text{Ca}, \text{Mg}, \text{Mn})[\text{Al}_4\text{Si}_5\text{O}_{18}] \cdot 8\text{H}_2\text{O}$   
(Hey & Bannister, 1932) Ditetragonal-dipyramidal  $\text{D}_{4h}^{14}$  —  $\text{P}_{4_2}/\text{mnm}$   
 $a_0 = 34.11$   $c_0 = 17.52$   $c_0/a_0 = 0.514^2$ )

**Paulingit** (Kamb & Oke, 1960) ist ein kubischer Zeolith unbekannter Zusammensetzung mit  $a_0 = 35.10$  und der Symmetrie  $\text{O}_h^1$  —  $\text{Im}3\text{m}^3$ ).

Ashcroftin (früher mit „Kalithomsonit“ bezeichnet), hat mit Thomsonit außer einer gewissen äußerlichen Ähnlichkeit nichts gemeinsam.

<sup>1)</sup> H. Strunz, Naturwiss. **42**. 1955. 485. — R. M. Barrer, W. Buser & W. F. Grütter, Chimia **9**. 1955. 118 (Ionenaustausch). — K. Fischer & H. O'Daniel, Naturwiss. **43**. 1956. 348 ( $a_0 = 24.60$ ). — R. M. Barrer, F. W. Bultitude & J. W. Sutherland, Trans. Farad. Soc. **53**. 1957. 111. — G. Bergerhoff, H. Koyama & W. Nowacki, Experientia **12**. 1955. 418. — G. Bergerhoff, W. H. Baur & W. Nowacki, N. Jb. Min. Mh. 1958. 193.

<sup>2)</sup> M. H. Hey & F. A. Bannister, Min. Mag. **23**. 1933. 305.

<sup>3)</sup> W. B. Kamb & W. C. Oke, Am. Min. **45**. 1960. 79.



## IX.

## Klasse der organischen Substanzen

## Übersicht:

- A. Salze organischer Säuren  
 B. Kohlenwasserstoffe  
 C. Harze

## A.) Salze organischer Säuren

## 1.) Oxalat-Gruppe.

**Humboldtin**  $\text{Fe}[\text{C}_2\text{O}_4] \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$ 

(Rivero, 1821)

Monoklin-prismatisch  $\text{C}_{2h}^6 - \text{C}2/c$ 

$$a_0 = 12.04 \quad b_0 = 5.58 \quad c_0 = 9.89$$

$$a_0 : b_0 : c_0 = 2.158 : 1 : 1.772 \quad \beta = 127^\circ 34' \quad Z = 4^1)$$

Pseudorhombisch durch Verzwilligung nach (001):

$$a_0 = 12.04 \quad b_0 = 5.58 \quad c_0 = 15.46$$

$$a_0 : b_0 : c_0 = 2.158 : 1 : 2.771^{1a)}$$

**Whewellit**  $\text{Ca}[\text{C}_2\text{O}_4] \cdot \text{H}_2\text{O}$ 

(Brooke &amp; Miller, 1852)

Monoklin-prismatisch  $\text{C}_{2h}^5 - \text{P}2_1/n$ 

$$a_0 = 6.29 \quad b_0 = 14.59 \quad c_0 = 9.975^2)$$

$$a_0 : b_0 : c_0 = 0.431 : 1 : 0.684 \quad \beta = 107^\circ 18' \quad Z = 8$$

$$a : b : c = 0.8696 : 1 : 1.3695$$

**Weddellit**  $\text{Ca}[\text{C}_2\text{O}_4] \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$ 

(Frondel &amp; Prien, 1942)

Tetragonal-dipyramidal  $\text{C}_{4h}^5 - \text{I}4/m$ 

$$a_0 = 12.92 \quad c_0 = 7.38 \quad c_0/a_0 = 0.594 \quad Z = 8^3)$$

**Oxammit**  $(\text{NH}_4)_2[\text{C}_2\text{O}_4] \cdot \text{H}_2\text{O}$ 

(Shepard, 1870)

Rhombisch-disphenoidisch  $\text{D}_2^3 - \text{P}2_12_12_1$ 

$$a_0 = 8.06 \quad b_0 = 10.29 \quad c_0 = 3.83$$

$$a_0 : b_0 : c_0 = 0.783 : 1 : 0.372 \quad Z = 2^4)$$

**Minguzzit**  $\text{K}_3\text{Fe}^{\text{III}}[\text{C}_2\text{O}_4]_3 \cdot 3 \text{H}_2\text{O}$ 

(Garavelli, 1955)

Monoklin

$$a : b : c = 0.9916 : 1 : 0.3895^5)$$

$$\beta = 94^\circ 13\frac{1}{2}'$$

**Stepanovit**  $\text{NaMgFe}^{+++}[\text{C}_2\text{O}_4]_3 \cdot 8-9 \text{H}_2\text{O}$   
 (Nefedov, 1953) Trigonal  
 $a_0 = 9.85 \quad c_0 = 36.74 \quad c_0/a_0 = 3.730 \quad Z = ?^6)$

<sup>1)</sup> F. Mazzi & C. Garavelli, *Per. Min.* **26**. 1957. 269 (Struktur).

<sup>1a)</sup> S. Carić, *Bull. Soc. Franç. Min. Crist.* **82**. 1959. 50. – F. Mazzi & C. Garavelli, *Per. Min.* **28**. 1959. 243.

<sup>2)</sup> W. Hoffmann, *Naturwiss.* **47**. 1960. 38; *Diss. Univ. Hamburg* 1961 (Struktur). – G. Cocco, *Rend. Soc. Min. Ital.* **18**. 1962. 302 (Struktur).

<sup>3)</sup> F. A. Bannister & M. H. Hey, *Disc. Rep.* **13**. 1936. 60.

<sup>4)</sup> S. B. Hendricks & M. E. Jefferson, *J. Chem. Phys.* **4**. 1936. 102; *Phys. Rev. (II)* **49**. 1936. 200, für synthetische Kristalle (Struktur, *SB.* **4**. 262). – Vgl. C. Frondel, *Am. Min.* **35**. 1950. 596. – R. Chidambaram, *Acta Cryst.* **15**. 1962. 619.

<sup>5)</sup> Knaggs, *J. Chem. Soc.* **121**. 1922. 2069 (für synthet. Kristalle).

<sup>6)</sup> E. J. Nefedov in V. A. Mokievsky, *Mém. Soc. Russe Min.* **82**. 1953. 311.

## 2.) Mellit-Julienit-Gruppe.

**Mellit**  $\text{Al}_2[\text{C}_{12}\text{O}_{12}] \cdot 18 \text{H}_2\text{O}$   
 (Gmelin, 1793) Tetragonal-trapezoedrisch  $D_4^3 - P 4_1 2$  und  
 $D_4^7 - P 4_3 2$   
 $a_0 = 22.0 \quad c_0 = 23.3 \quad c_0/a_0 = 1.059 \quad Z = 16^1)$   
 $c/a = 0.7454$

**Pigotit**  $\text{Al}_4[\text{O}_6 | \text{C}_6\text{H}_5\text{O}_4] \cdot 13\frac{1}{2} \text{H}_2\text{O} (?)$   
 (Johnston, 1840) Kristallform unbekannt

**Earlandit**  $\text{Ca}_3[\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7]_2 \cdot 4 \text{H}_2\text{O}$   
 (Bannister, 1936)

**Julienit**  $\text{Na}_2\text{Co}[\text{SCN}]_4 \cdot 8 \text{H}_2\text{O}$   
 (Schoep, 1928) Tetragonal  $C_{4h}^4 - P 4_2/n (S_4^1 - P \bar{4})$   
 $a_0 = 19.00 \quad c_0 = 5.47 \quad c_0/a_0 = 0.288 \quad Z = 4^2)$

Mellit (Honigstein) ist das Al-Salz der Benzolhexacarbonsäure, Earlandit ist Ca-Citrat; Pigotit das Salz einer unbekanntenen Huminsäure. **Calclacit** soll Calciumchloroazetat  $\text{Ca}[\text{Cl} | (\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2)_2] \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$  sein<sup>3)</sup>.

<sup>1)</sup> T. F. W. Barth & C. J. Ksanda, *Am. Min.* **18**. 1933. 8.

<sup>2)</sup> A. Preisinger, *Tscherm. Min.-Petr. Mitt.* **3**. 1953. 376 (Struktur). – Vgl. A. Schoep & V. Billiet, *Z. Krist.* **91**. 1935. 229;  $a_0 = 9.24, c_0 = 5.57$ .

<sup>3)</sup> Van Tassel, *Mus. Belg., Bull.* **21**. 1945. 1.

## B.) Kohlenwasserstoffe usw.

### Paraffinreihe:

**Evenkit**  $\text{C}_{24}\text{H}_{50}$  Monoklin-prismatisch  $C_{2h}^5 - P 2_1/a$   
 (Skropyshev, 1953)  $a_0 = 7.52 \quad b_0 = 4.98 \quad c_0 = 32.5^1)$   
 $a_0 : b_0 : c_0 = 1.510 : 1 : 6.526$   
 $\beta = 94^\circ \quad Z = 2^{1a)}$

Die einfachen Kohlenwasserstoffe der Paraffinreihe — Methan, Äthan, Propan, Butan — kommen gelegentlich gasförmig in der Natur vor, die weiteren Kohlenwasserstoffe Pentan, Hexan, Heptan bis Hexadecan (Fp + 18°) bzw. Heptadecan (Fp + 22.5°) sind bei gewöhnlicher Temperatur flüssig und bilden die einzelnen Fraktionen des Erdöls. Der bei gewöhnlicher Temperatur feste Evenkit ist n-Tetrakosan, Fp = 49–51°, in idiomorphen bis gut 1 cm großen Kristallblättchen im Evenk-Distrikt am Unterlauf der Tunguska, als Bestandteil von Ozokerit aus der Provinz Bologna, in einem neuseeländischen Paraffinwachs und in den in pennsylvanischen Ölquellen sich ansammelnden Massen fester Kohlenwasserstoffe.

### Carbocyclische Verbindungen:

<b>Kratochwilit</b> $C_{13}H_{10}$ (Rost, 1937)	Rhombisch-pyramidal $C_{2v}^9$ — Pna $a_0 = 8.47$ $b_0 = 5.90$ $c_0 = 18.87$ $a_0 : b_0 : c_0 = 1.436 : 1 : 3.198$ $Z = 4^2$
<b>Simonellit</b> $C_{15}H_{20}$ (Boeris, 1919)	Rhombisch-dipyramidal $D_{2h}^{10}$ — Pccn $a_0 = 9.12$ $b_0 = 9.27$ $c_0 = 35.80$ $a_0 : b_0 : c_0 = 0.984 : 1 : 3.871$ $Z = 10^3$
<b>Phylloretin</b> $C_{18}H_{18}$ (Forchhammer, 1839)	Orthorhombisch $C_{2v}^{10}$ ( $D_2^3$ , $D_2^4$ ) $a_0 = 6.26$ $b_0 = 8.52$ $c_0 = 23.45$ $a_0 : b_0 : c_0 = 0.731 : 1 : 2.739$ $Z = 4^4$
<b>Fichtelit</b> $C_{19}H_{34}$ (Bromeis, 1841)	Monoklin-sphenoidisch $C_2^2$ — P2 <sub>1</sub> $a_0 = 10.75$ $b_0 = 7.51$ $c_0 = 13.08$ $a_0 : b_0 : c_0 = 1.431 : 1 : 1.742$ $\beta = 126^\circ 54'$ $Z = 2^5$
<b>Hartit</b> $C_{20}H_{34}$ (Haidinger, 1841)	Triklin $C_1^1$ — P $\bar{1}$ $a_0 = 21.10$ $b_0 = 11.54$ $c_0 = 7.50$ $a_0 : b_0 : c_0 = 1.820 : 1 : 0.650$ $\alpha = 103^\circ 11'$ $\beta = 92^\circ 59'$ $\gamma = 80^\circ 35'$ $Z = 4^6$
<b>Flagstaffit</b> $C_{10}H_{18}(OH)_2 \cdot H_2O$ (Guild, 1920)	Rhombisch-pyramidal $C_{2v}^{19}$ — Fdd2 $a_0 = 18.6$ $b_0 = 23.0$ $c_0 = 10.86$ $a_0 : b_0 : c_0 = 0.809 : 1 : 0.472$ $Z = 16^7$

Kratochwilit ist mit Fluoren identisch, Fp 115 °C; Hartit ist Josen ( $\alpha$ -Dihydrophyllocladen), Fp 74°; Phylloretin ist Reten (Tschirch, 1906) also 1-Methyl-7-iso-propylphenanthren, Fp 98 °C; Fichtelit ist ein vollkommen hydriertes Reten, das noch eine weitere Methylgruppe enthält (Ruzicka & Waldmann, 1935), Fp 46 °C. — Flagstaffit ist cis-Terpin-Monohydrat, Fp 117 °C.

Weitere Kohlenwasserstoffe bzw. Gemenge solcher sind: Albanit, Alexjejewit, Aragoit, Chrismatin, Denhardt, Dinit, Hatchettin, Ionit, Könlit, Napalith, Naphtholith, Pietricikit, Pošepnyit, Scheererit, Urpethit.

<sup>1)</sup> H. Strunz & B. Contag, N. Jb. Min. Mh. 1964. 19.

<sup>2)</sup> W. M. Mazee, Rec. Trav. Chim. Pays-Bas. 67. 1948. 197 (Gitterkonstanten, Raumgruppe und Zellinhalt f. synthet. Kristalle).

<sup>2)</sup> J. Iball, Z. Krist. **94**. 1936. 397. – G. M. Brown & M. H. Bortner, Acta Cryst. **7**. 1954. 139 (Strukturvorschlag).

<sup>3)</sup> F. Emiliani & R. Pellizzer, Rend. Accad. Lincei. Rom. **14**. 1953. 652; **15**. 1953. 101.

<sup>4)</sup> V. J. Karpov, Journ. Phys. Chem. USSR, **15**. 1941. 577 (für synthetisches Reten). – Vgl. J. D. Bernal & D. Crowfoot, Journ. Chem. Soc. London 1935. 93 ( $a_0 = 8.54$ ,  $b_0 = 6.25$ ,  $c_0 = 23.4$ ;  $C_{27}^{17} - A_{ba}2$ ).

<sup>5)</sup> H. Strunz, Naturwiss. **49**. 1962. 9.

<sup>6)</sup> R. Pellizzer, Atti Accad. Lincei. Rom. **19**. 1955. 150.

<sup>7)</sup> H. Strunz & B. Contag, N. Jb. Min. Mh. 1964. – Vgl. W. C. McCrone, Anal. Chem. **23**. 1951. 1523 ( $a_0 = 18.51$ ,  $b_0 = 22.87$ ,  $c_0 = 10.96$  für synthet. Kristalle).

### Anhang:

**Idrialin** (Dumas, 1832) ist ein Gemisch von vorwiegend Picen,  $C_{22}H_{14}$ , mit nah verwandten anderen organischen Substanzen, tritt gemengt mit Zinnober und Ton auf; orthorhombisch;  $a_0 = 8.07$ ,  $b_0 = 6.42$ ,  $c_0 = 27.75$ ,  $Z = 4$  (Strunz & Contag, 1964).

**Curtisit** (Wright & Allen, 1926), nach Tuček & Kouřimsky (1953) identisch mit Idrialin, soll  $C_{24}H_{18}$  sein und orthorhombisch kristallisieren,  $a_0 = 8.06$ ,  $b_0 = 6.33$ ,  $c_0 = 30.97$ ,  $Z = 4$  (Budko & Frank-Kamenetskii, 1957).

**Reficit** (La Cava, 1852), Schmelzpunkt  $181^\circ C$ , wahrscheinlich  $\Delta$  13-Dihydrodextropimarsäure  $C_{20}H_{32}O_2$ ; orthorhombisch,  $D_2^3 - P2_12_12$ ,  $a_0 = 10.43$ ,  $b_0 = 22.35$ ,  $c_0 = 7.98$ ,  $Z = 4$  (Strunz & Contag, 1964).

**Karpathit** (Piotrovsky, 1955),  $C_{32}H_{17}O$ , monokline Nadeln und Fasern,  $\beta = 110^\circ$ .  $C_{24}H_{12}$  *Корпенн*

**Ulimit** (Steel, 1921), soll fast reine Humussäure sein.

**Graebert** (Treibs & Steinmetz, 1933),  $C_{18}H_{14}O_8$  oder  $C_{17}H_{14}O_8$ , monoklin, ist wohl ein Polyoxyanthrachinon.

**Scharizerit** (Schadler, 1926) ist eine stickstoffhaltige Kohlenwasserstoffverbindung.

**Kladnoit** (R. Rost, 1942), Phthalimid,  $C_6H_4(CO)_2NH$ , monokline Kristalle von Kladno, ČSR.

## C.) Harze

**Bernstein** Amorph, unregelmäßig knollig, körnig usw.; der Entstehung nach ein fossiles Harz.

Durchschnittliche Zusammensetzung: 78 % C, 10 % H, 11 % O, etwas S u. a.

Bernsteinähnliche Harze sind: Allingit, Ambricit, Bacalit, Burmit, Bucaramangit, Cedarit, Copalin, Delatynit, Euosmit, Geoceain, Geomyricit, Ixolith, Jaulingit, Köflachit, Muckit, Neudorfit, Rosthornit, Rumänit, Schraufit, Trinkerit, Wheelerit.

Wahrscheinlich gehören auch hierher: Ajkait, Ambrosin, Anthrakoxen, Baikerinit, Bathwillit, Berengelith, Bielzit, Bituminit (Bogheadkohle), Brücknerellit, Chemawinit, Coorongit z. T., Duxit, Dysodil,

Guyaquilit, Hircin, Kiscellit, Leukopetrit, Middletonit, Piauzit, Reussinit, Rochlederit, Schlanit, Settlingit, Siegburgit, Skleretinit, Sklerotin, Stanekit, Succinellit, Tasmanit, Telegdit, Uranelain, Xylanthit, Xyloretinit (Hartin).

Keine oder fast keine Bernsteinsäure enthalten angeblich: Beckerit, Gedanit, Glessit, Krantzit, Simentit und Stantienit (Schwarzharz). **Walchowit**,  $(C_{15}H_{26}O)_n$ , ist ein polymerer Sesquiterpen-Alkohol.

**Retinit** wird zweckmäßigerweise als Sammelname für eine Reihe der bernsteinähnlichen Harze gebraucht; eine einheitliche Bearbeitung und Ausscheidung der überflüssigen Namen steht noch aus.

## Nachtrag

### II. Sulfide

C. 1.) Linneit-Reihe:

**Trüstedtit**  $\text{Ni}_3\text{Se}_4$   $a_0 = 9.94$   $Z = 8^1$ )

(Vuorelainen & al., 1964)

Anhang zur Linneit-Reihe:

**Wilkmanit**  $\text{Ni}_3\text{Se}_4$  Monoklin

(Vuorelainen & al., 1964)  $a_0 = 6.22$   $b_0 = 3.65$   $c_0 = 10.52^1$ )

$a_0:b_0:c_0 = 1.704:1:2.882$   $\beta = 90.53^\circ$

<sup>1)</sup> Y. Vuorelainen, A. Huhma & A. Häkli, C. R. Soc. geol. Finlande **36**. 1964. 113.

C. 1 a.) **Ottemannit**  $\text{Sn}_2\text{S}_3$  Rhombisch-dipyramidal  $D_{2h}^{16}$  — Pnam

(Moh, 1964)

$a_0 = 8.8$   $b_0 = 14.02$   $c_0 = 3.72$

$a_0:b_0:c_0 = 0.628:1:0.265$

G. Moh, Vortrag DMG, Wiesbaden 1964 (Gitterkonstanten priv. Mitt. 13.10.64).

C. 5/6.) **Hollingworthit** (Rh, Pd)AsS Kubisch,

(Stumpfl & Clark, 1964) zu Sperryolith oder Cobaltin

E. F. Stumpfl & A. M. Clark, Vortrag DMG, Wiesbaden 1964.

C. 7.) Markasit-Reihe:

**Kullerudit**  $\text{NiSe}_2$  Rhombisch-dipyramidal  $D_{2h}^{12}$  — Pmnn

(Vuorelainen & al., 1964)  $a_0 = 3.67$   $b_0 = 4.89$   $c_0 = 5.96$

$a_0:b_0:c_0 = 0.750:1:1.219$

Y. Vuorelainen, A. Huhma & A. Häkli, C. R. Soc. geol. Finlande **36**. 1964. 113.

C. 8.) Löllingit-Reihe:

Unbenannt (Co, Ni)AsS Rhombisch-dipyramidal  $D_{2h}^{12}$  — Pmnn

$a_0 = 3.53$   $b_0 = 4.56$   $c_0 = 5.55$

$a_0:b_0:c_0 = 0.774:1:1.217$

A. P. Polushkina & G. A. Sidorenko, Doklady Akad. Nauk. USSR **153**. 1963. 1420.

## C. 11.) Melonit-Moncheit-Gruppe:

**Berndtit**  $\text{SnS}_2$  Ditrigonal-skalenoedrisch  $D_{3d}^3 - P\bar{3}m1$  C6 nr. 411  
+ 3)  
 (Moh, 1964) <sup>crystal no. 1001</sup>  $a_0 = 3.64$   $c_0 = 5.87$   $c_0/a_0 = 1.612^{(1)}$   $C = 1181$   
**Kitkait**  $\text{NiTeSe}$  Ditrigonal-skalenoedrisch  $D_{3d}^3 - P\bar{3}m1$   
 (Häkli & al., 1965) <sup>crystal no. 1001</sup>  $a_0 = 3.72$   $c_0 = 5.13$   $c_0/a_0 = 1.379^{(2)}$

<sup>1)</sup> J. Oftedal, Norsk. Geol. Tidsskr. **9**. 1926. 225 (Struktur für synthet. Kristalle). – G. H. Moh, Vortrag DMG, Wiesbaden 1964 (als Mineral beobachtet und benannt).

<sup>2)</sup> A. Häkli, Y. Vuorelainen & G. Sahama, Am. Min. **50**. 1965. 581.

<sup>3)</sup> Naturwissensch. 1972, 52, NB, S. 361 Elzack A.H.

## D. 5.) Bleisilberspießglanze:

**Marrit**  $\text{PbAgAsS}_3$  Monoklin-prismatisch  $C_{2h}^5 - P2_1/a$   
 (Solly, 1904)  $a_0 = 7.29$   $b_0 = 12.68$   $c_0 = 5.998$   
 $a_0:b_0:c_0 = 0.575:1:0.473$   
 $\beta = 91^\circ 13'$   $Z = 4$

B. J. Wuensch & W. Nowacki, Chimia **17**. 1963. 381 (Redefiniert als As-Analogon zu Freieslebenit).

## III. Halogenide

## B. 3.) Kryolith-Elpasolith-Gruppe:

**Tikhonenkovit**  $(\text{Sr}, \text{Ca})[\text{AlF}_4\text{OH} \cdot \text{H}_2\text{O}]$   
 (Khomyakov & al., 1964) Monoklin  
 $a_0 = 8.73$   $b_0 = 10.62$   $c_0 = 5.02$   
 $a_0:b_0:c_0 = 0.822:1:0.473$   $\beta = 102^\circ 43'$

A. P. Khomyakov, V. I. Stepanov, V. A. Moleva & Z. V. Pudovkina, Doklady Akad. Nauk. USSR **156**. 1964. 345.

## IV. Oxide und Hydroxide

## C. 7.) Perowskit-Gruppe:

**Latrappit**  $(\text{Ca}, \text{Na}, \text{SE})(\text{Nb}, \text{Ti}, \text{Fe})\text{O}_3$   
 (Nickel, 1964) Orthorhombisch  
 $a_0 = 5.45$   $b_0 = 7.78$   $c_0 = 5.55$   
 $a_0:b_0:c_0 = 0.700:1:0.713$

E. H. Nickel, Canad. Min. **3**. 1964. 121.

## F.3.) Textanhang zur Brucit-Reihe:

Unbenanntes Be-Hydroxid,  $\beta\text{-Be}(\text{OH})_2$  (?) aus Tuff der Honeycomb Hills, Utah<sup>1)</sup>; unbenanntes Ni-Hydroxid, wohl identisch mit synthet.  $4\text{Ni}(\text{OH})_2 \cdot \text{NiOOH}$ , hexagonal,  $a_0 = 3.07$ ,  $c_0 = 23.2$ , von Rock Creek, British Columbia<sup>2)</sup>.

<sup>1)</sup> J. W. Montoya, G. S. Baur & S. R. Wilson, U. S. Bur. Mines Rept. Invest. 6408. 1964. 1.

<sup>2)</sup> J. L. Jambor & R. W. Boyle, Canad. Min. **3**. 1964. 116.

## F. 8.) Becquerelit-Reihe:

**Compreignacit**  $6[\text{UO}_2](\text{OH})_2 \cdot 2\text{K}(\text{OH}) \cdot 4\text{H}_2\text{O}$   
 (Protas, 1964) Rhombisch-dipyramidal  $D_{2h}^{12}$  — Pnmm  
 $a_0 = 7.16$   $b_0 = 12.14$   $c_0 = 14.88$   
 $a_0:b_0:c_0 = 0.588:1:1.224$   $Z = 2$

J. Protas, Bull. Soc. Franç. Min. Crist. **87**. 1964. 365.

**Guilleminit**  $\text{Ba}[(\text{UO}_2)_3](\text{OH})_4(\text{SeO}_3)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$   
 (Pierrot & al., 1965) Orthorhombisch  $D_{2h}^{16}$  — Pnmc  
 $a_0 = 7.25$   $b_0 = 16.84$   $c_0 = 7.08$   
 $a_0:b_0:c_0 = 0.431:1:0.420$

R. Pierrot, J. Toussaint & T. Verbeek, Bull. Soc. Franç. Min. Crist. **88**. 1965. 132.

## V. Nitrate, Carbonate, Borate

## Vb. C. 1.) Nesquehonit-Lansfordit-Gruppe:

**Barringtonit**  $\text{MgCO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$   
 (Nashar, 1965) Triklin  
 $a_0 = 9.155$   $b_0 = 6.20$   $c_0 = 6.09$   
 $a_0:b_0:c_0 = 1.477:1:0.982$   $Z = 4$   
 $\alpha = 94^\circ 00'$   $\beta = 95^\circ 32'$   $\gamma = 108^\circ 01'$

$\text{CaCO}_3 \cdot 0.65 \text{H}_2\text{O}$ , unbenannt, aus den Sedimenten des Issyk-Kul, Kirgisien (Saposhnikov & Tsvetkov, 1959) soll nach Semenov mit synthet.  $\text{CaCO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$  identisch sein<sup>2)</sup>, hexagonal,  $a_0 = 10.62$ ,  $c_0 = 7.54^{2a)}$ .

<sup>1)</sup> B. Nashar, Min. Mag. **34**. 1965. 370.

<sup>2)</sup> E. I. Semenov, Kristallografiya **9**. 1964. 109.

<sup>2a)</sup> F. Lippmann, Naturwiss. **46**. 1959. 19.

## C. 3.) Calkinsit-Lanthanit-Gruppe:

**Mckelveyit**  $(\text{Na}, \text{Ba}, \text{Ca}, \text{Y}, \text{SE}, \text{U})_9[\text{CO}_3]_9 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$   
 (Milton & al., 1965) Trigonal  $C_{3i}^1$  —  $P\bar{3}$   
 $a_0 = 9.17$   $c_0 = 19.15$   $c_0/a_0 = 2.088$   
 $Z = 2$

Ch. Milton, B. Ingram, J. R. Clark & E. J. Dwornik, Am. Min. **50**. 1965. 593.

## Vc. B. 5.) Anhang zur Tinkalkonit-Borax-Gruppe:

**Hungchaoit**  $\text{Mg}[\text{B}_4\text{O}_5(\text{OH})_4] \cdot 7\text{H}_2\text{O}$   
 (Chün & al., 1964) Monoklin, pseudo-hexagonal

Die Struktur ist nicht bekannt, vorläufig hier einzuordnen.

I-Hua Chün, Hsien-Te Hsieh, Tze-Chiang Chien & Lai-Pao Liu, Scientia Sinica **13**. 1964. 525.



- B. 3.) Wiserit-Lüneburgit-Gruppe. Die Struktur ist nicht bekannt.

**Carboborit**  $\text{Ca}_2\text{Mg}[\text{CO}_3|\text{B}_2\text{O}_5]\cdot 10\text{H}_2\text{O}$

(Hsieh & al., 1964)

Monoklin

$$a_0 = 11.32 \quad b_0 = 6.68 \quad c_0 = 18.59$$

$$a_0:b_0:c_0 = 1.695:1:2.783$$

$$\beta = 91^\circ 41' \quad Z = 4$$

Hsien-Te Hsieh, Tze-Chiang Chien & Lai-Pao Liu, *Scientia Sinica* **13**. 1964. 813.

## VI. Sulfate

- D. 3.) Aluminit-Cyanotrichit-Gruppe:

**Zinkbotryogen**  $(\text{Zn}, \text{Mg}, \text{Mn}, \text{Fe})\text{Fe}^{++}[\text{OH}|\text{(SO}_4)_2]\cdot 6.6\text{H}_2\text{O}$

$$a_0 = 10.49 \quad b_0 = 17.82 \quad c_0 = 7.185$$

$$\beta = 100^\circ 50'$$

**Zinkcopiapit**  $(\text{Zn}, \text{Fe}, \text{Mn})\text{Fe}_4^{++}[\text{OH}|\text{(SO}_4)_3]\cdot 18\text{H}_2\text{O}$

$$a_0 = 7.35 \quad b_0 = 18.16 \quad c_0 = 7.28$$

$$\alpha = 93^\circ 50' \quad \beta = 101^\circ 30' \quad \gamma = 99^\circ 22'$$

Tu-Chih Kuang, Hsi-Lin Li, Hsien-Te Hsieh & Shu-Shen Yin, *Ref. Chem. Abstr.* **61**. 1964. 1616; *Am. Min.* **49**. 1964. 1776.

- D. 4.) Kainit-Natrochalcit-Gruppe:

**Uklonskovit**  $\text{NaMg}[\text{OH}|\text{SO}_4]\cdot 2\text{H}_2\text{O}$

(Slyusareva, 1963)

Monoklin pseudorhombisch  $C_{2h}^2 - B2_1/m$

$$a_0 = 13.15 \quad b_0 = 7.19 \quad c_0 = 5.72$$

$$a_0:b_0:c_0 = 1.829:1:0.795$$

$$\beta = 90^\circ 37' \quad Z = 4$$

I. M. Rumanova & E. P. Popova, *Kristallografiya* **9**. 1964. 275.

- E. 3.) Phoenikochroit-Vauquelinit-Gruppe:

Unbenannt  $\text{Pb}_2[\text{O}|\text{CrO}_4]$  Monoklin-prismatisch  $C_{2h}^5 - P2_1/n$

$$a_0 \sim 13 \quad b_0 = 5.68 \quad c_0 = 7.12$$

$$\beta = 95^\circ 51'$$

P. Bariand, *Bull. Soc. Franç. Min. Crist.* **86**. 1963. 17.

## VII. Phosphate

- D. 1.) Moraesit-Roscherit-Gruppe:

**Uralolith**  $\text{CaBe}_3[\text{OH}|\text{PO}_4]_2\cdot 4\text{H}_2\text{O}$

(Grigoriev, 1964)

Monoklin

$$a_0 = 8.43 \quad b_0 = 39.50 \quad c_0 = 7.12$$

$$a_0:b_0:c_0 = 0.213:1:0.180 \quad \beta = 94^\circ 58'$$

N. A. Grigoriev, *Zapiski Vses. Min. Obshch.* **93**. 1964. 156.

**Kheocit** (Zn, Ca)[Al<sub>2</sub>P<sub>2</sub>(H<sub>3</sub>)<sub>2</sub>O<sub>12</sub>] · 4 H<sub>2</sub>O  
 (Headden, 1893) Kubisch oder pseudokubisch,  
 isotyp mit Analcim bzw. Viseit,  
 $a_0 = 13.7$   $Z = 4$

D. McConnell, Min. Mag. **33**. 1964. 799.

### VIII. Silikate

#### A'. 12.) Datolith-Gruppe:

**Mineral A** (SE, Ca)(B, Be)[OH|SiO<sub>4</sub>]  
 Monoklin  
 $a_0 = 9.86$   $b_0 = 7.48$   $c_0 = 4.66$   
 $a_0:b_0:c_0 = 1.318:1:0.623$   $\beta = 91^\circ 30'$

**Mineral B** (SE, Ca)Be[OH|SiO<sub>4</sub>]  
 Monoklin  
 $a_0 = 10.20$   $b_0 = 7.80$   $c_0 = 4.90$   
 $a_0:b_0:c_0 = 1.308:1:0.628$   $\beta = 92^\circ$

E. I. Semenov, V. D. Dumatov & N. S. Samsonova, Kristallografiya **3**.  
 1963. 677.

#### C. 2.) Katapleit-Gruppe:

**Barsanovit** (Na, Ca, Sr, SE)<sub>9</sub>(Fe, Mn)<sub>2</sub>(Zr, Nb)<sub>2</sub>[Cl|Si<sub>12</sub>O<sub>36</sub>]  
 (Dorfman & al., 1963) Monoklin  
 $a_0 = 21.6$   $b_0 = 14.4$   $c_0 = 13.0$   $\beta = 118^\circ$

M. D. Dorfman, V. V. Ilokhin & T. A. Burova, Doklady Akad. Nauk.  
 USSR **153**. 1963. 1164 (andere Aufstellung:  $a_0 = 19.2$ ,  $b_0 = 14.2$ ,  $c_0 = 13.0$ ,  
 $\beta = 98.5^\circ$ ).

#### Unklassifiziert:

**Krauskopfit** Ba<sub>4</sub>[Si<sub>4</sub>O<sub>10</sub>] · 6 H<sub>2</sub>O  
 (Alfors & al., 1965) Monoklin-prismatisch C<sub>2h</sub><sup>5</sup> — P<sub>2</sub><sub>1</sub>/a  
 $a_0 = 8.46$   $b_0 = 10.62$   $c_0 = 7.84$   
 $a_0:b_0:c_0 = 0.797:1:0.741$   
 $\beta = 94^\circ 32'$   $Z = 4$

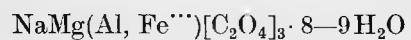
**Macdonaldit** BaCa<sub>4</sub>[Si<sub>15</sub>O<sub>35</sub>] · 11 H<sub>2</sub>O  
 (Alfors & al., 1965) Orthorhombisch  
 $a_0 = 14.06$   $b_0 = 23.52$   $c_0 = 13.08$   
 $a_0:b_0:c_0 = 0.598:1:0.556$   $Z = 4$

**Fresnoit** Ba<sub>2</sub>Ti[Si<sub>2</sub>O<sub>8</sub>]  
 (Alfors & al., 1965) Tetragonal  
 $a_0 = 8.52$   $c_0 = 5.21$   $c_0/a_0 = 0.611$   $Z = 2$

J. T. Alfors, M. C. Stinson, R. A. Matthews & A. Pabst, Am. Min. **50**.  
 1965. 314.

**IX. Organische Substanzen**

## A. 1.) Oxalat-Gruppe

**Schemtschuschnikovit**  
(Nefedov, 1960)

Trigonal

$$a_0 = 16.70 \quad c_0 = 12.53 \quad c_0/a_0 = 0.750$$

$$Z = 6$$

---

Y. N. Knipovich, A. I. Komkov & E. I. Nefedov, Trudy Vses. Nauchno-Issled Geol. Inst. **96**. 1963. 131.

DRITTER TEIL

# Ausgeschiedene Mineralnamen

(einschließlich der Namen von ungenau bestimmten „Mineralien“,  
von Pseudomorphosen und Gemengen)

und

# Register

Zeichenerklärung:

- † veraltete und wohl überflüssige Bezeichnungen
- ? ungenau definierte „Mineralien“
- ~ wohl identisch mit
- F* auf Fehlbestimmungen zurückzuführende Namen
- V* Varietäten
- P* Pseudomorphosen
- HN* Handelsname

Das Register zur Systematik ist fett gedruckt.

## A

- Aarit †, Arit  
 Abchasisit *V* von Tremolit  
**Abernathyit 313**  
 Abichit †, Klinoklas  
 Abkhazit, Abchasisit  
 Ablikit, Ablykit  
**Ablykit 406**  
 Abrazit †, Gismondin  
 Abriachanit, Fe-reicher Glaukophan  
 Absit<sup>2</sup> (A. W. G. Whittie 1954), überflüssiger  
 Name für thoriumhaltigen Brannerit  
**Abukumalit 291**  
 Acadialith *V*, fleischroter Chabasit  
 Acanthicon, Akanthikon †, Epidot  
 Acanthit, Akanthit  
**Achat 180**  
**Achavalit 40, 112**  
 Achiardit †, D'Achiardit  
 Achirit †, Dioptas  
 Achlusit ?, specksteinähnliches Umwand-  
 lungsprodukt von Topas  
 Achmatit †, Epidot  
 Achmit, Akmit  
 Achondrit, eine Klasse von Meteoriten  
**Achrematit 290**  
**Achroit 363**  
 Achromait (Kretschmer 1917), farblose  
 Hornblende unbekannter Zusammen-  
 setzung von Weigelsberg, Sudeten  
 Acharagdit, Acharandit  
 Achtarandit (Breithaupt 1853) *P*, Gemenge  
 Grossular, Kaolinit, Klinochlor, Pennin  
 und Dolomit, pseudomorph nach Triste-  
 traedern, wohl Helvin; vom Fluß Achta-  
 randa (vgl. Kleber & Pascal 1960)  
 Acieulit †, Aikinit  
 Acmit, Akmit  
 Acrochordit, Akrochordit  
 Adamant †, Diamant  
 Adamas †, Diamant  
**Adamin 70, 281**  
 Adamsit, *V* von Muskovit  
 Ädelforsit †, teils unreiner Wollastonit  
 teils Laumontit  
**Adelit 286**  
 Ädelpholit †, zersetzter Mossit  
**Adigeit 404**  
 Adinol, *V* von Albit (auch Gesteinsname!)  
 Adipit †, Chabasit  
 Adipocerit †, zersetzter Pyrochlor  
**Adular 417**  
 Ädelit †, teils Natrolith, teils Prehnit  
 Aegerit *HN*, ein Bitumen ähnlich Elaterit  
 und Wurtzilith  
**Aegirin 367**  
**Aegirin-Augit 366**  
**Aenigmatit 373**  
 Aeonit †, Aegerit  
 Aërinith (Lasaulx 1876), ein blauer Ca-Lepto-  
 chlorit (Orcel, Compt. Rend. Acad. Sci.  
 Paris 175. 1922. 309)  
 Aerugit (Adam 1869), soll  $Ni_9As_3O_{18}$  sein,  
 monoklin,  $a_0 = 10,29$ ,  $b_0 = 5,95$ ,  $c_0 = 9,79$ ,  
 $\beta = 110^\circ 19'$  (Hey 1963)  
**Aeschynit 190**  
**Afwillit 337**  
**Agalmatolith 382**  
 Ägathocopalit (Paclt), ein rezentes Harz  
 Aglaurit †, blau reflektierender Orthoklas  
 aus Quarzporphyr von Teplitz, Böhmen  
 Agnesit ~ Steatit  
 Agnolith *F*, Inesit  
 Agricolit, Eulytin  
**Aguilarit 104**  
**Ahlfeldit 204**  
 Aidyrlyit, wohl Gemenge von Hydrargillit,  
 Opal und  $Ni(OH)_2$  (Gritzenko, Aidinyan  
 & Butusov 1950)  
**Aikinit 132** (auch Wolframit pseudomorph  
 nach Scheelit)  
 Ainalit †, angeblich Ta-haltiger Zinnstein,  
 ist nach Quensel und Amark (1941) ein  
 Gemenge von Zinnstein mit Tapiolit  
 Aithalit †, Asbolan  
 Ajkait 437  
**Ajoit 363**  
**Akaganëit 198**  
 Akanthikon †, Akanthikonit †, Epidot  
**Akanthit 103**  
**Äkermanit 74, 346**  
**Akmit 367**  
 Akmitaugite (Zambonini 1910), goldgelbe  
 Pyroxene zwischen Aegirin und Augit  
 vom Vesuv und im Tuff der Campagna  
 Akontit †, Glaukodot  
**Akrochordit 306**  
**Aksait 232**  
**Aktinolith 369**  
**Alabandin 43, 115**

- Alabaster, dichter, für Skulpturen geeigneter Gips
- Alait 194**
- Alalith †, Diopsid
- Alamosit 377**
- Alaskait 130**
- Alaunspat, Alunit
- Albanit 436
- Albertit ?, ein „Asphaltmineral“
- Albiklas †, Albit
- Albin †, verwitterter Apophyllit
- Albit 419**
- Aldanit 192**
- Alexandrit 166**
- Alexandrolith 406**
- Alexjejewit 436
- Algerit †, zersetzter Skapolith
- Algodonit 100**
- Alipit †, Röttisit
- Alisonit †, Gemenge von Chalkosin und Bleiglanz
- „Alit“, Kristallart im Portland-Zement-Klinker, 336
- Alkalihaltiger Strahlstein, Aktinolith
- Alkanasul (Westman 1931), ~ Natroalunit, von Salamanca in Chile (Spencer 1933)
- Allagit. †, unreiner Rhodonit
- Allanit 75, 354**
- Allaktit 285**
- Allargentum 100**
- Allcharit (Ježek 1913) ?, orthorhombisches Mineral unbekannter Zusammensetzung, vielleicht identisch mit Antimonit  $a:b:c = 0,9284:1:0,6080$  von Allchar, Mazedonien  $\equiv \text{Z}\bar{\epsilon}\tau\text{I}\tau$
- Alleghanyit 335**
- Allemontit 94**
- Allenit (Gagarin, Cuomo 1949), Pentahydrat
- Allevardit 408**
- Allingit 437
- Allochroit †, Andradit
- Allodelphit *F*, Synadelphit
- Allogonit †, Herderit
- Allokit (Collins 1955), ein Tonmineral, strukturell zwischen Allophan und Kaolinit
- Alloklas †, teils Bi-haltiger Danait gemengt mit Wismutglanz und gediegen Wismut, teils Ni-Skutтерidit
- Allomorphit *P*, Baryt, vielleicht pseudomorph nach Anhydrit
- Allopalladium 93**
- Allophan 407**
- Allophan-Chrysokeol, Gemenge amorpher „Mineralien“
- Allophan-Evansit, Gemenge amorpher „Mineralien“
- Allophanoide †, Gruppenname für Allophan, Halloysit, Montmorillonit u. a.
- Allophit, MgAl-Leptochlorit
- Alluandit 275**
- Almagrerit †, Zinkosit
- Almandin 70, 329**
- Almaschit †, Bernstein
- Almerait 151**
- Almeriit †, Natroalunit (A. Hoyos De Castro & L. J. Alias 1963)
- Al-Nontronit 391**
- Aloisiit (Colomba 1908), kolloidale Grundmasse in Tuffen von Uganda, ~ (Ca, Fe, Mg, Na, H)<sub>4-5</sub>[O<sub>2</sub> | SiO<sub>4</sub>]
- Alomit *HN*, blauer Sodalith von Bancroft, Canada
- Alshedit, Y-haltiger Titanit
- Alstonit 213**
- Altait 43, 115**
- „Alterit“, Umwandlungsprodukt (alteration product) verschiedener Mineralien
- Alumian, Natroalunit (Hlawatsch 1928, A. A. Moss 1958)
- Aluminatspinelle 163
- Aluminit 262**
- Aluminium-Autunit, Sabugalit
- Aluminium-Chamosit, oolithischer Chamosit mit etwa 37% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>
- Aluminiumchlorid 145
- Aluminobetafit (Kawai 1960), ungenügend beschrieben
- Alumino-Chrysotil 403**
- Alumino-Copiapit 263**
- Alumoantigorit, Al-haltiger Antigorit
- Alumoberesowskit, (Mg, Fe)(Cr, Al)<sub>2</sub>O<sub>4</sub>, *V* von Chromit
- Alumobritholit (Kudrina, Kudrin & Sidorenko 1961), röntgenamorphes Material mit 10–15% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, das beim Erhitzen ein Apatitgitter annimmt
- Alumocalcit †, verunreinigter Opal
- Alumo-Chalkosiderit 305**

- Alumochromit,  $\text{Fe}(\text{Cr}, \text{Al})_2\text{O}_4$ , *V* von Chromit
- Alumochrompicotit,  $(\text{Mg}, \text{Fe})(\text{Cr}, \text{Al})_2\text{O}_4$ , *V* von Magnesiochromit
- Alumochrysozil, Al-haltiger Chrysozil
- Alumocobaltomelan, Manganomelan mit 11%  $\text{Al}_2\text{O}_3$
- Alumodeweylith, Al-haltiger Deweylith
- Alumoferroascharit (Serdjutschenko 1956) = Gemenge (Shabynin & Mityushina 1964)
- Alumogel, Kliachit, 198**
- Alumohydrocalcit 221**
- Alumopharmakosiderit 309
- Alumoskorodit, *V* von Skorodit mit etwa 6%  $\text{Al}_2\text{O}_3$
- Alumotrichit ~ Kalialaun
- Alunit 245**
- Alunogen 253**
- Alurgit 383**
- Aluschtit (Fersman 1914), Gemenge von Dickit mit Hydroglimmern (L. V. Logwinenko & V. A. Frank-Kamenetski 1955)
- Alvanit 194**
- Alvarolith (E. Florencio 1952) = Mangan-tantalit (E. Tavora 1955)
- Alvit 331**
- Amakinit 197**
- Amarantit 261**
- Amargosit *HN*, Bentonit
- Amarillit 254**
- Amatrix ?, Wardit oder Utahlith in Chalcedon
- Amazonenstein 417**
- Amazonit 417**
- Ambatoarinit 217**
- Amber, Bernstein
- Amberin *HN*, gelbgrüner Chalcedon
- Amblygonit 280**
- Amblystegit, *V* von Hypersthen
- Ambrit 437
- Ambrosin 437
- Ameletit (Marschall 1929) ?, nephelin-ähnliches, aber Na-reicheres Mineral aus trachytoiden Phonolithen von Neuseeland und Polynesien, Doppelbrechung deutlich niedriger als die von Nephelin
- Amesit 403**
- Amethyst 179**
- Amianth 370**
- Amiatit †, Hyalit
- Aminofit 346**
- Ammersooit 391**
- Ammiolith ?,  $3\text{CuO} \cdot \text{Sb}_2\text{O}_3$ , wohl ein Gemenge
- Ammonalaun 255**
- Ammonianiter, Nitrammit
- Ammonioborit 231**
- Ammoniojarosit 245**
- Ammonium-Glaserit 243
- Ammonium-Uranospinit, synthet. 313
- Ammonsalpeter 208**
- Amoibit *F*, Gersdorffit
- Amosit 369**
- Ampangabeit †, Samarskit (Van Wambeke 1960)
- Amphibol-Familie 368**
- Amphigen †, Leucit
- Amphilogit †, Muskovit
- Amphithalit, Gemenge von Augelith mit Apatit, Lazulith u. a. (Henriques 1958)
- Amphodelit *P*, stark veränderter, vor allem sericitisierter, anorthitreicher Plagioklas
- Anagenit, Chromocker
- Analbit 419**
- Analcim 415**
- Anapait 295**
- Anatas 50, 186
- Anauxit 400**
- Aneudit †, Kaolinit
- Andalusit 62, 70, 332**
- Anderbergit †, zersetzter Zirkon, Y-haltig
- Andersonit 222**
- Andesin 419**
- Andorit 133**
- Andradit 71, 329**
- Andreattit 408**
- Andreolith †, Harmotom
- Andrewsit 283**
- Anemolith †, Kalkspatstaklaktit
- Anemosit †, ein Plagioklas
- Angaralith 334**
- Angelardit ?, chemisch ähnlich Ludlamit
- Angelellit 233**
- Anglarit †, Berthierit
- Anglesit 59, 243**
- Angleso-Baryt 244**
- Anhydrit 243**
- Anhydrokainit 245**



Anhydrokaolin, künstl. Entwässerungsprodukt  
 Anhydrosaponit, künstl. Entwässerungsprodukt  
**Animikit 33, 100**  
**Ankerit 55, 212**  
**Ankylit 221**  
**Annabergit 297**  
 Annerödit †, ein mit Niobit orientiert umwachsener Samarskit  
**Annit 384**  
**Annivit 109**  
 Anomalit ?, Mn-Co-Ni-Verbindung, pseudomorph nach Jeffersonit  
**Anomit 385**  
 Anophorit, Ti-haltiger Magnesiaorfvodsonit  
**Anorthit 420**  
**Anorthoklas 417**  
 „Anosovit“ (Tagirov 1951),  $Ti_3O_5$  in Schlacken, 177  
 Antamokit †, Gemenge von Petzit und Calaverit (Thompson 1946)  
 Anthochroit ?, V von Diopsid (~ Violan)  
 Anthogrammit †, Anthophyllit  
**Anthoinit 269**  
 Antholith †, Anthophyllit  
**Anthonyit 151**  
**Anthophyllit 372**  
 Anthosiderit P, Pseudomorphose von Quarz und Eisenhydroxid nach Cumingtonit, z. T. mit Resten von Cumingtonit oder Grünerit  
 Anthrakonit, mit Kohle verunreinigter Calcit  
 Anthrakozen 437  
 Anthrax †, Rubin  
 Antiädril †, Edingtonit  
 Antiglaukophan, ähnlich Glaukophan, mit abweichender Optik  
**Antigorit 402**  
 Antillit, wohl Zersetzungsprodukt des Bronzits, nahe Deweylith  
**Antimon 34, 94**  
 Antimonbleiblende †, Boulangerit  
 Antimonbleikupferblende †, Bournonit  
 Antimonbleispat †, Bindheimit  
 Antimonblende †, Kermesit  
**Antimonblüte 167**  
**Antimonglanz 40, 119**

**Antimonit 119**

Antimonkupfer †, Horsfordit  
 Antimonnickel †, Breithauptit  
 Antimonnickelglanz †, Ullmannit  
**Antimonocker 174**  
**Antimonpearceit 130**  
 Antimonpyrochlor, V von Pyrochlor  
 Antimonsilber †, Dyskrasit  
 Antimonsilberblende †, Pyrrargyrit  
 Antimonsilberglanz †, Stephanit  
 Antimonspat †, Valentinit  
**Antiperthit 418**  
**Antlerit 244**  
 Antofagastit †, Eriochalcit (Fronde1 1950)  
**Antozonit 144**  
 Antrimolith †, Gemenge von Thomsonit und Natrolith  
 Antunit (Antunesit) von Guanajuato, Jarosit  
**Apatelit 246**  
**Apatit 62, 289**  
 Aphanesit †, Klinoklas  
 Aphrit P, Aragonit pseudomorph nach Gips  
 Aphrizit, ein Fe-Turmalin  
 Aphrodit, Stevensit (Caillère & Héin 1956)  
**Aphrosiderit 397**  
 Aphthitalit (Aphthalose) = Glaserit 242  
 Aphthonit †, Freibergit (Ag-Fahlerz)  
**Apjohnit 254**  
**Apлом 329**  
**Aplowitz 249**  
 Apoanalcim, Gemenge von Natrolith und (?) Hydronephelin (Oftedal 1952)  
**Apophyllit 380**  
 Apotom †, Cölestin  
 Apyrit, V von Rubellit  
**Aquacreplit 400**  
**Aquamarin 361**  
**Araeoxen 287**  
**Aragonit 55, 213**  
 Aragogit 436  
 Arakawait †, Vesze1yit  
**Aramayoit 115**  
**Arandisit 181**  
**Arcanit 68, 242**  
**Ardealit 60, 259**  
**Ardennit 355**  
 Ardmorit, HN für Bentonit von Ardmore  
 Arduinit †, Mordenit (Stringham, 1950; Davis 1958)

- Arendalit †, Epidot  
 Arequipit †, Gemenge von Bindheimit und Quarz (Mason & Vitaliano 1953)  
**Arfvedsonit 371**  
 Argentin, lamellarer Calcit mit wogendem Lichtschein  
**Argentit 103**  
 Argentobismutit †, Schapbachit  
**Argentobarosit 245**  
**Argentopyrit 111**  
 Argyrit †, Argentit  
 Argyroceratit †, Chlorargyrit  
**Argyrodit 104**  
 Argyrojodit †, Jodargyrit  
**Argyropyrit 111**  
 Argyropyrrhotin †, Sternbergit  
 Aricit †, Gismondin  
**Arit 112**  
 Arizonit, Gemenge von Eisen- und Titanoxiden (vorwiegend Rutil) pseudomorph nach Ilmenit (Bolfa Chevallier, de la Roche & Kern 1961; – vgl. Th. Ernst 1943; – Overholt, Vaux & Rodda 1950)  
 Arkansit, Habitusvarietät von Brookit  
 Arksutit †, unreiner Chiolith  
 Arktizit †, Skapolith  
 Arktolith †, (Ca, Mg)Al<sub>2</sub>H<sub>2</sub>Si<sub>3</sub>O<sub>11</sub>  
**Armangit 203**  
 Arménit †, Azurit  
**Armenit 364**  
 Arnimit, Antlerit (Kokkoros 1953)  
**Aromit 254**  
 Arquerit, Kongsbergit  
 Arrhenit †, Zersetzungsprodukt eines Yttriumsilikotantalates  
**Arrojodit 275**  
**Arsen 34, 94**  
 Arsenantimon †, Allemontit  
 Arsenantimonnickelkies †, Korynit  
**Arsenargentit 101**  
 „Arsenat-Belovit“ = Belovit (Nefedov 1953) = Talmessit  
 Arsenblüte †, teils Arsenolith, teils Pharmakolith  
 Arseneisen †, z. T. Löllingit  
 Arseneisen 114  
 Arseneisensinter, Pitticit 304  
 Arsenglanz †, unreines Arsen  
 Arsenicit †, Pharmakolith  
 Arsenikalkies †, Löllingit  
 Arsenikkies †, Arsenkies  
**Arseniopleit 286**  
**Arsenosiderit 309**  
 Arsenit †, Arsenolith  
**Arsenkies 126**  
 Arsenkobalt 114  
 Arsenkupfer †, Domeykite  
 Arsennickel †, Rotnickelkies  
 Arsennickelglanz †, Gersdorffit  
 Arsennickelkies †, Chloanthit  
 Arsenoardennit, Ardennit mit viel Arsen  
**Arsenobismut 310**  
 Arsenoferrit von Joachimsthal = Löllingit (Buerger 1936)  
**Arsenoklasit 284**  
 Arsenokrokite †, Löllingit  
**Arsenolamprit 95**  
**Arsenolith 167**  
 Arsenomelan †, Sartorit  
 Arsenomiargyrit †, Smithit  
**Arsenopalladinit 101**  
**Arsenopyrit 126**  
 Arsenosiderit †, Löllingit  
 Arsenostibit = Arsen-Stibiconit  
 Arsenotellurit †, soll eine Verbindung von Tellur, Arsen und Schwefel sein  
 Arsenothorit, Übersetzung von Shent'u-shih, V mit 3,62% As<sub>2</sub>O<sub>5</sub>  
 Arsenphyllit †, Claudetit  
**Arsenpolybasit (Frondel) 131 = ~~Wuppenit~~**  
 Arsenpolybasit (Rammelsberg 1875) = Pearceit  
 Arsenröbberit, Röbblerit  
 Arsensilber †, Huntolith  
 Arsensilberblende †, Proustite  
**Arsen-Stibiconit 174 = арсенистибит**  
 Arsenstruvit, synthet. 299  
 Arsensulfurit †, Gemenge von Arsen und Schwefel  
**Arsensulvanit 109**  
 Arsentsumebit, Duftit (C. Guillemin 1956)  
**Arsenuranocircit 314**  
**Arsenuranylit 315**  
**Arsen-Vanadinit 291**  
 Arshinovit (Razumnaya et al. 1957), ein metamikter Zirkon  
**Arthurit 306**  
**Artinit 219**  
**Arzrunit 264**

- Asbeferrit, *V* von Dannemorit  
(Hornblendegruppe)
- **Asbest 371, 403**
- **Asbolan**, Co-haltiger Manganomelan  
Asbophit (F. V. Syromyatnikov 1946),  
*V* von Serpentin
- **Ascharit 227**  
 $\beta$ -Ascharit, Ascharit  
Äschynit, Aeschynit
- **Ashcroftin 433**  
Ashtonit †, Ptilolith
- Askanit, ähnlich oder identisch Montmorillonit
- Asmanit †, Tridymit in Meteoriten
- **Asowskit 285**  
Aspasiolith ?, zersetzter Cordierit, ~ Pinit  
Asperolith †, teils Epidot, teils Chrysokoll  
Asphalt (Erdpech), Gemenge hochmolekularer Kohlenwasserstoffe (Gestein!)  
Aspidelith †, Titanit  
Aspidolith ?, ein Na-haltiger Phlogopit  
Asteroit †, Hedenbergit  
Astochit, Na-reicher Richterit (blau);  
Långban
- **Astrakanit (Blödit) 256**  
Astridit, hauptsächlich aus Chromjadeit bestehender Ornamentstein von Neuguinea
- **Astrolith 335**  $\equiv$  *мунит*
- **Astrophyllit 349**
- **Atacamit 151**
- **Atelestit 292**  
Atelit (Scacchi 1873) Paratacamit (Smith 1905); obwohl Atelit Priorität hätte, ist wegen der Verwandtschaft zu Atacamit der Name Paratacamit zu bevorzugen (Fron del 1950)
- Atheriastit †, zersetzter Mejonit
- Atlasit †, Gemenge von Atacamit und (?) Azurit
- Atlasspat, faseriger Calcit, Aragonit oder Gips
- Atopit †, Roméit
- Attakolith ?, ein CaMnAl-Phosphat unsicherer Zusammensetzung
- Attapulgit (de Lapparent 1935) = Palygorskit
- Auerbachit, ein radioaktiv zersetzter Zirkon
- **Auerlith 331**
- **Augelith 284**
- **Augit 366**  
Augustit †, Apatit  
Auralith †, zersetzter Cordierit
- **Aurichalcit 215**
- **Auricuprid 90**
- **Auripigment 138**  
Aurobismuthinit ?, soll  $3(\text{Au, Ag})_2\text{S} \cdot \text{Bi}_2\text{S}_3$  sein
- **Aurostibit 42, 123**
- **Aurosmirid(ium) 94**
- **Austinit 286**  
Automolit †, Gahnit *Mg*
- **Autunjit 311**  
Auxit †, Stevensit
- **Avalit**, Chrom-Illit mit 12%  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  (D. Stangatschilowitsch 1956)
- Avasit ?, angeblich amorphes  $\text{Fe}_{10}\text{Si}_2\text{O}_{19} \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ , nach Groth und Mieleitner vielleicht Gemenge von Opal mit Limonit
- Avelinoit = Cyrilovit (H. Strunz 1956)
- **Aventurinfeuldspat 420**
- **Ayenturinquarz 180**
- **Avicennit 169**
- **Avogadrit 59, 146**
- **Awaruit 33, 92**
- **Axinit 360**  
Ayasit, Oxydationsprodukt der Eisen meteorite
- Azorit †, Zirkon
- Azor-Pyrrhit, Pyrochlor
- **Azurit 55, 215**  
Azurmalachit *HN*, Gemenge von Azurit und Malachit

## B

- Bababudanit, *V* von Riebeckit
- **Babingtonit 378**
- **Babylonquarz 179**  
Bacalit 437 *Sm 74*
- Bacillarit †, säulchenförmiger Kaolinit aus böhmischen und französischen Steinkohlenflözen (A. Orlov 1942)
- Bäckströmit  $\equiv$  Hydrohausmannit (C. Frondel 1953) *(4.?)*
- Baddeckit †, Gemenge von Hämatit mit Leverrierit oder Cimolite
- **Baddeleyit 192**  
Badenit †, Gemenge, ungefähr  $(\text{Co, Ni, Fe})_2(\text{As, Bi})_3$

- **Bafertisit 351**  
 Bagotit †, Lintonit  
 Bagrationit †, ein Orthit  
 Baierin †, Niobit  
 Baikalit, V von Salit = *Monocid*  
 Bakerinit 437  
 „Baikovit“ 164
- **Bakerit 342**  
 Baldaufit †, Huréaulith (H. Strunz 1954)  
 Balkaschit, ein Bitumen  
 Ballas, radialfaserige Massen von Diamant  
 Bailesterosit †, Sn-haltiger Pyrit  
 Baltimorit †, *Chrysothil* *Алтинголит*  
 Balvraidit †, ungefähr  $(Ca, Mg)Al_3H_3Si_5O_{19}$   
 Zersetzungsprodukt, Übergang zu Serpentin  
 Bamilit †, Sillimanit
- Banalsit 422**  
 Bandjaspis, V von Jaspis
- Bandyolith 226**
- **Baotit 360**
- Bararit 147**
- Barbertonit 220**  
 Barbierit, feinverzwillingter Mikroklin-Mikroperthit, mit optisch monoklinem Verhalten (T. R. Schneider & F. Laves, Z. Krist. 109. 1957. 241)
- **Barhosalith 282**  
 Barcenit †, Gemenge von Stibiconit und Zinnober  
 Bardolith, chloritähnliche Aggregate aus einem Diabas von Bardo östlich Posen  
 Barettit †, Serpentin  
 Bariohitcheokit †, Gorceixit  
 Bariumalbit,  $\sqrt{Na-K}$ -Feldspat mit 14%  $BaAl_2Si_2O_8$   
 Bariumanemousit, Barium-Anorthit  
 Barium-Anorthit †, V von Anorthit mit etwa 2% Ba *Min mag. 23 p. 626*
- Barium-Aragonit 213**  
 Barium-Autunit (Beintema 1938), „Uranocircit“
- Barium-Calcit 211  
 Barium-Feldspate 419
- Barium-Heulandit 430**
- Barium-Muskovit 383** = *Oelbacherite*
- Bariumnephelin, künstliches hexagonales  $BaAl_2Si_2O_8$   
 Bariumparisit †, Kordylit
- Barium-Phlogopit 385**
- Bariumphosphoruranit, Uranocircit, Meta-Uranocircit  
 Barium-Phosphuranylit, Bergenit  
 Bariumplagioklas, Plagioklas mit 3 bis 5% BaO  
 Barium-Priderit, Priderit mit vorherrschendem BaO  
 Bariumsänidin, Sänidin mit 5% BaO aus einem Phonolith von Montana
- Bariumuranophan 343**
- Barkevikit 370**
- Barklyit †, Rubin
- Barnesit 318**  
 Barnhardtit †, Chalkopyrit, teilweise in Chalkosin und Covellin verwandelt
- Barolith †, Witherit  
 Baroselenit †, Baryt  
 Barracanit †, unreiner Cubanit
- Barrandit 294** (*АБ-итрензит*)
- Barringtonit 441**  
 Barroisit, gemeine Hornblende
- Barsanovit 443** = *ЗБКОлит*
- Barsowit F, Anorthit
- Barthit 287** *Су-агетнит*
- Bartholomit ?, wohl verunreinigter Ferroatrit, Zersetzungsprodukt von Pyrit
- Baryolith 347**
- Barysilit 347**
- Baryt 59, 243**  
**Baryt-Hedyphan**, V von Hedyphan mit 8% BaO  
 Barytoanglesit, Ba-haltiger Anglesit
- Barytocalcit 213**
- Baryto-Coelestin 244**
- Barytophyllit †, Chloritoid
- Barytsalpeter 209** = *Nitrobarazit*
- Basaltische Hornblende 370**  
 Basaltjaspis, am Basaltkontakt gefritteter Ton (Gestein!)  
 Basaltkainit †, Anhydrokainit
- Basaluminit 262**
- Basanit †, Lydit
- Basanomelan †, eisenrosenförmiger Ilmenit
- Basicerin ~ Bastnäsit
- Basiliit †?, angeblich  $11 (Mn, Fe)_2O_3 \cdot Sb_2O_5 \cdot 21 H_2O$
- Basobismutit †, Bismutit (Frondel 1943)
- Bassanit 259**
- $\beta$ -Bassanit 260**
- „Bassetit“ 311

- Bastinit (Fisher 1945), Huréaulith mit etwa  
1% Li<sub>2</sub>O
- Bastit 367**
- Bastnäsit 216**
- Bastonit †, angewitterter Biotit
- Batavit 393**
- Batchelorit = Muskovit (D. I. Bothwell &  
A. A. Moss, Min. Mag. 31. 1957. 700)
- Bathwillit 437
- Batisit 347**
- Batrachit †, Monticellit von Monzoni
- Baudisserit †, Gemenge, hauptsächlich  
Magnesit
- Bauerit, Endprodukt der Verwitterung von  
Biotit, hauptsächlich SiO<sub>2</sub> + H<sub>2</sub>O
- Baulit †, Gemenge von Quarz und Orthoklas
- Baumbauerit 134**
- Bäumlerit 143** ≡ *Chlorocalcit*
- Bauxit 198**
- Bavalit †, Daphnit
- Bayenit 347**
- Bayat †, brauner eisenschüssiger Jaspis von  
Kuba.
- Bayerit 196**
- Bayleyit 221**
- Bayldonit 288**
- Bazzit (Artini 1915) = Sc-Beryll
- Beaconit †, faseriger Talk
- Bearsit 302**
- Beaumontit, V von Heulandit mit K<sub>2</sub>O  
und etwas MgO
- Beaverit 246**
- Beccarit †, olivgrüner Zirkon
- Bechilith †, Gemenge, hauptsächlich Ca-  
Borat
- Beckelith 339** ≡ *Opuntiumit*
- Beckerit 438 *Chalcedon*
- Becquerelit 202**
- Bedenit 372**
- Beegerit, Bi-reicher anisotroper Bleiglanz
- Beekit †, Chalcedon pseudomorph nach  
Muschelschalen
- Befanamit 345** ≡ *Topilberit*
- Beffanit †, Anorthit
- Behierit 57, 72, 226**
- Beidellit 391**
- Beiyinit?, ein vielleicht optisch einachsiges  
LaCeYEr-Mineral, von Beiyin in der  
Mongolei
- Beldongrit †, ein Psilomelan
- Belgit †, Willemit
- Bellingerit 205**
- Bellit 63, 267**
- Beljankinit 132**
- Beljankit (Dorfman 1950) = Creedit  
(Ermilowa & Molewa 1953)
- Belmontit †, angeblich ein Bleisilikat
- Belomorit, Handelsname für Mondstein  
vom Weißen Meer
- Belonesit, ursprünglich als Mg-Molybdat  
aufgefaßt, ist Sellait (Zambonini 1935)
- Belonit †, Aikinit
- Belovit (E. I. Nefedov 1953) = Talmessit  
(Bariand & Herpin 1960); nach Belov  
(priv. Mitt. 1965) soll der Name Talmessit  
bevorzugt werden
- Belovit** (L. S. Borodin & M. E. Kazakova  
1954) 290
- Bemagalit, Taaffeit
- Bementit 410**
- Bemmelenit, kolloidales Eisencarbonat
- Benitoit 75, 358**
- Benjaminit, wahrscheinlich Alaskait
- Benstonit 212**
- Bentonit 391
- Beraunit 304**
- Berengelith 437 *Chalcedon*
- Beresowit, Gemenge von Krokoit und  
Cerusit
- Beresowskit, V von Chromit, Fe:Mg  
= 3:1
- Bergalith †, „Deeckeit“
- Bergamaskit, eine gemeine Hornblende,  
fast Mg-frei
- Bergenit 315**
- Berggold 90
- Bergholz, meist Palygorskit, z. T. Chrysotil
- Bergkork, teils Chrysotil, teils Palygorskit  
403
- Bergkristall 179**
- Bergleder, meist V von Palygorskit, z. T.  
verfilzter Faserserpentin
- Bergmannit †, unreiner Natrolith
- Bergmilch, pulveriger Calcit
- Bergwolle, Palygorskit
- Berinel, Taaffeit
- Berlavit †, Delessit
- Berlinit 49, 61, 273**
- Bermanit 304**
- Berndtit 440**

Bernonit ?, zweifelhaftes CaAl-Hydrat  
**Bernstein** 437 *малахит*  
**Berthierit** 403  
**Berthierit** 130  
 Berthonit †, Bournonit (Harcourt 1942, Thompson 1947)  
**Bertrandit** 368  
**Beryll** 75, 361  
**Beryllit** 332  
 Beryllium-Feldspat,  $\sqrt{V}$  von Feldspat mit 1,2% BeO  
 Beryllium-Mikroklin, vgl. Beryllium-Feldspat  
 Beryllium-Orthit,  $V$  von Orthit (= „Muro-montit“)  
 Beryllium-Sodalith, Tugtupit  
**Beryllium-Vesuvian** 356  
**Beryllonit** 62, 273  
 Beryllsodalith  $\equiv$  Tugtupit  
**Berzelianit** 102  
**Berzelit** 61, 70, 276  
**Betafit** 174  
**Betehtinit** 132  
**Betpakdalit** 269  
**Beudantit** 246  
 Beustit †, Epidot ?  
**Beyerit** 217  
 Beyrichit  $\sqrt{t}$ , ~ Violarit; manche „Beyrichite“ der Sammlungen sind Eisencarbid, Wismut, Wismutglanz, Emplektit u. a. (Milton & Axelrod 1955)  
 Bhreckit †  $\sqrt{t}$  (?), ein nicht einheitliches Silikat  
**Bialith** 288  $\equiv$  *бальзаит*  
**Bianchit** 250  
 Bidalotit †, Anthophyllit (Rabbitt 1948)  
**Bieberit** 251  
 Bieirosit †, Beudantit  
 Bielzit 437 *биелзит*  
 Biharit ~ Agalmatolith  
**Bikitaït** 414  
**Bildstein** 382  $\equiv$  *орнаментит*  
**Bilibinit** 331  $\sqrt{t}$  = *исогригнит* *изм.*  
**Bilinit** 254  
**Billietit** 202  
 Binarkies (Binarit) †, Markasit  
**Bindheimit** 174  
 Binnit †, teils Tennantit, teils Sartorit und andere Mineralien vom Binnental  
 Biotin †, Anorthit

**Biotit** 384  
 „Biotit-Vermiculit“ 408  
 Biphosphamit  $\sqrt{t}$  (?), ein  $\text{NH}_4$ -Diphosphat aus Guano  
 Birmit †, Burmit  
**Biringuccit** 233  
**Birnessit** 185  
**Birunit** 337  
 Bisbeeit (Schaller 1915) = Lettsomit (A. F. Rogers 1922), =  $(\text{Cu, Mg})\text{SiO}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$  (Laurent & Pierrot, Bull. Soc. Franç. Min. Crist. 85. 1962. 177), mit ähnlichem Dehydrationsverhalten wie Planchét  
**Bischofit** 146  
**Bismit** 167  
**Bismoclit** 155  
 Bismostibnit, Mischkristalle  $(\text{Sb, Bi})_2\text{S}_3$   
 Bismuthin, Bismuthinit  
**Bismuthinit** 41, 119  
**Bismutit** (Wismutcarbonat) 217  
**Bismutoferrit** 335  
 Bismutolamprit †, Bismuthinit  
**Bismuto-Mikrolith** 175  
 Bismutoplagionit  $F$ , Galenobismutit  
 Bismutosmaltin  $\sqrt{t}$ , Skutterudit mit geringem Bi-Gehalt *weib* ?  
 Bismutosphärit †, Bismutit (Frondel 1943)  
**Bismutotalantit** 191  
 Bistagit †, Diopsid  
**Bittersalz** 252  
 Bitterspat, teils Magnesit, teils Dolomit  
**Bitterspat (Magnesit)** 211  
 Bituminit 437  
**Bityit** 386  
 Bixbit †, roter Beryll  
**Bixbyit** 169  
 Bjelkit †, Cosalit  
 Blackeit †, Coquimbit  
 Blakeit (Dana 1850) †, Coquimbit  
 Blakeit (Frondel & Pough 1940), ein (?) Eisentellurit  
**Blanfordit** 367  $\sqrt{t}$   
 Blastonit †, brecciöser Flußspat von Neufundland  
 Blättererz †, Nagyagit  
 Blätterserpentin, Antigorit  
 Blaubleierz  $P$ , Bleiglanz pseudomorph nach Pyromorphit  
 Blaueisenerde (Blaueisenerz) †, Vivianit

**Blauquarz 179**

Blauspat †, Lazulith

**Blei 33, 91**

Bleiantimonglanz †, Zinckenit

Bleiantimonit †, Jamesonit

Bleiantimonpyrochlor, Monimolit

**Blei-Aragonit 213** ≡ *Тагновоуцунт*

Bleiarsenglanz †, Sartorit

Bleicherde, mit Säure aktivierte Bentonite

**Bleiglanz 40, 43, 115** ≡ *Залит*

Bleiglätte, Massicotit

Bleigummi †, Plumbogummit

Bleihornerz †, Phosgenit

Bleihydroxyapatit (A. K. Temple

1955/56), Hydroxyl-Pyromorphit

Bleikupferarsen, Duftit (C. Guillemin 1956)

Bleilasur †, Linarit

**Bleimalachit 215** ✓?

Bleiniere †, Bindheimit

Bleiocker †, Bleiglätte, Massicot

Bleiparkerit, Parkerit mit vorherrschendem Pb, vgl. Wismutparkerit *Шулан*

Bleispat †, Cerussit

Bleivitrol †, Anglesit

Bleiwismutglanz †, Galenobismutit

Blende, Zinkblende

Bliabergsit (Igelström 1896), auch Bliabergit †, Chloritoid

**Blixit 155**

Blockit, Penroseit

Blödit (John 1811), Astrakanit (IMA-Konvention 1962)

**Blomstrandin 190**

Blueit ?, nickelhaltiger Pyrit (~ Bravoit)

Blumenbachit †, Manganblende

Blumit †, teils Hübnerit, teils Bindheimit

**Blutstein 170** ≡ *Зелит*Blythit (Fermor 1926), hypothetischer Granat  $Mn^{2+}Mn^{3+}[SiO_4]_3$ **Bobierit 297**Bobkowitz, ein „Opal“ mit 2,9%  $Al_2O_3$  und wenig Alkalien; röntgenographisch ähnlich Cristobalit (J. V. Kozitzin 1955)

Bobrowkit †, Awaruit vom Flusse Bobrowka, Nischne-Tagilsk

Bodenbenderit †, Spessartin (Ch. Milton &amp; A. T. Myers 1949)

Bodenit †, Allanit

**Böggildit 288**

Bogoslowskit (Kupferblau) ?; unreines Cu-Silikat, ähnlich Chrysokoll

**Böhmit 198****Bolnerz 198****Bokit 194**

Bokspütit †, Gemenge von Bismutit und Massicotit (E. W. Heinrich 1947)

**Bol, Bolus 406****Boldyrevit 148** ≡ *рабдоцит***Boleit 153**

Boleslavit, Bleiglanz

**Bolivarit 306** ≡ *Званит*

Bolivian? (Breithaupt 1866) ?, Silberspießglanz

Bolivianit (Dana 1868) = Bolivian

Bolivianit (Pauly 1926), Hexastannin

Bolivit †, Gemenge von Wismutglanz und Wismutocker

Bologneser Spat †, Baryt

Bolopherit †, Hedenbergit

Boloretin ?, ~ Fichtelit

Boltonit †, Forsterit

**Boltwoodit 343**

Bombiccit †, Hartit

Bonamit †, Smithsonit

**Bonattit 249****Bonchevit 137** *сидит*

Bonsdorffit ~ Pinit, Zersetzungsprodukt von Cordierit

Boodtit †, Heterogenit (Hey 1962)

**Boothit 251****Boracit 236****Borax 57, 229**

Bordit †, Okenit

Bordosit, teils Kongsbergit, teils ein zweifelhaftes  $AgHg$ -Chlorid

Borgniezit, ein ungenügend charakterisierter Na-Amphibol

Borgströmit †, Jarosit

**Borickyit 309** ?**Bornhardtit 118**

Bornin †, Tetradymit

**Bornit 103**

Borocalcit †, Gemenge, ähnlich Bechilith

Boromagnesit †, Ascharit

**Bort 95**

Börzsonyit, unvollständig bestimmtes Bi-Tellurid, inhomogen

**Bosjemanit 254** *Мg-ангрозит*

Bosphorit, kolloidales Fe<sup>+++</sup>-Phosphat, wohl  
Zersetzungsprodukt von Vivianit, Halb-  
insel Kertsch

Bostonit †, Chrysotil (auch Gesteinsname!)

**Botallackit 151**

Botesit †, Hessit

**Botryogen 262**

Botryolith †, Datolith *сиренит. корун*

Bouazzerit †, Stichtit (J. Paclt 1953)

Bouglisit †, Gemenge von Anglesit mit  
Gips

**Boulangerit 136**

Bourboulit †, Melanterit + *полубоксит*

Bourgeoisit † = Cyclowollastonit

**Bournonit 132**

**Boussingaultit 257**

Bowenit †, Antigorit *негрит*

Bowleyit (Rowledge & Hayton 1948) =  
Bityit (Strunz, Zbl. Min. 1949. 205;  
M. Fleischer, Am. Min. 35. 1950. 1091)

Bowlingit, Saponit

Bowmanit, V von Hamlin

Boydit, Probertit von Inyo County, Kali-  
fornien

**Brackebuschit 301**

**Bradleyit 216**

**Braggit 118**

Bragit †, Fergusonit

**Brammallit 387**

Branchit = Hartit

Brandaosit?, wohl V von Almandin

Brandisit, Clintonit

**Brandtit 299**

**Brannerit 190**

Brasilianit (Mawe 1818) †, Wavellit

**Brasilianit** (Pough & Henderson 1945) **287**

Braunbleierz, Pyromorphit

**Brauneisenerz 198** *Аушнит*

**Braunit 335**

Braunmanganerz †, Manganit

Braunsalz †, Tekticit

Braunspat †, teils Ankerit, teils Dolomit

Braunstein, Gemenge verschiedener MnO<sub>2</sub>-  
u. a. Mineralien, hauptsächlich Pyrolusit

**Bravaisit?** Hydromuskovit, **387** = *сильн. слоист.*

**Bravoit 123** *≠? аушнит*

Brazilianit, siehe Brasilianit (P. & H. 1945)

Brazilit †, teils *HN* für ein ölführendes  
Gestein von Bahia, teils Baddeleyit, teils  
*HN* für faseriges Zirkonerz

Breadalbanit  $\Xi$  von Hornblende

Bredbergit †, Andradit

**Bredigit 327**

Breislakit, ~~Vonsenit~~ (M. Federico, Per.  
Mm. Roma 26. 1957. 191)

**Breithauptit 40, 112**

Breunnerit †, Mesitinspat

Brevicit †, Natrolith

**Brewsterit 430**

Brickerit  $F \Xi$  Austinit

**Britholith 290**

Brocchit †, Chondrodit

**Brochantit 244**

**Brookit 278**

Brodricit? (Dake 1941), Glimmermineral  
ähnlich Pholidolith

Bröggerit, V von Uraninit, reich an Tho-  
rium

Broggit †, V von Asphalt, aus Peru

Bromammonium, synthet. NH<sub>4</sub>Br, 142

**Bromargyrit 43, 142**

**Bromchlorargyrit 142** = *зубовит*

**Bromellit 39, 45, 160**

Bromit †, Bromargyrit

Bromlit †, Alstonit

Bromyrit, Bromargyrit

Brongniardit, a) derb, = Diaphorit,  
b) kristallisiert, = V von Argyrodit

Brongniartin †, teils Glauberit, teils Bro-  
chantit

**Bronzit 367**

**Brookit 51, 186**

Brossit †, säuliger Dolomit

Brostenit †, Gemenge von Polianit, Psilo-  
melan und Braunit

**Brownmillerit 162**

**Brucit 52, 197**

Brücknerellit 437 *швар*

**Brugnatellit 219**

Brunckit, kryptokristallines ZnS  
(~, „Cleiophan“)

Brunnerit (Prunnerit) †, Calcit

Brünnichit †, Apophyllit

**Brunsvigit 397** ✓

**Brushit 60, 300**

Bruyerit, Gemenge Calcit, Quarz, Glimmer

**Buddingtonit 418**

Bucaramangit 437 *швар*

Bucholzit †, Sillimanit

Bückingit †, Römerit



Bucklandit, teils Allanit, teils Epidot;  
beide nach b [010] sehr kurz säulig

Buldymit, V von Vermiculit

Bultfontein 337

Bungonit F, Kämmererit

Bunsenin †, Krennerit

Bunsenit 43, 161

Buntkupferkies, Bornit

Buratit †, Aurichalcit

Burbankit 214

Burkeit 248

Burmit 437 *ausen*

Bursait 138

Buryktalskit (Ginsburg 1960) Gemenge  
von Pyrolusit, Lithiophorit, Kryptomelan  
u. a. (M. Fleischer 1961)

Bustamit 374

Buszit †, Bastnäsit (Goni & Guillemin 1953)

Butlerit 261

Bütschliit 219, z. T. Gel-Calcit

Buttermilchsilber †, Ostwaldit

Buttgenbachit 152

Butyrellit, Butyrit, „fossile Butter“,  
wohl kein Mineral

Byssolith 370  $\equiv$  *augustin-actes*

Byströmit 50, 185

Bytownit 420

## C

Cabrerit 297

Cacheutaït †, Gemenge von Seleniden,  
hauptsächlich Clausthalit

Cadmiumblende, Cadmiumocker †,  
Greenockit

Cadmiumspat 211 *amclut*

Cadmosejit 39, 110

Cadwaladerit 146

Cafetit 182

Calmit 227

Ca-Huréalolith 292

Caillërit = Allevardit

Ca-Illit 388

Cairngormstone, Rauchquarz

Cajuelit †, Rutil

Calafatit †, Alunit ?

Calamin †, teils Hemimorphit, teils Smithsonit, teils Hydrozinkit

Calamit †, Grammatit

Calaverit 122

Calcareous sinter (Chester, 44) (u. Mey, 1953) 1

Calcareobaryt ✓ Ca-haltiger Baryt (9,1, 89% CaO)

Calciborit 232

Calciklas †, Anorthit

Calcio-Ancylit 221  $\equiv$  *omn. amclut*

Calcio-Baryt 244  $\equiv$  *Calcares Baryt* †

Calciobiotit (Zambonini 1919), Biotit mit  
angeblich 14,3% CaO-Gehalt, der aber  
wohl z. T. auf Flußspateinschlüsse zurück-  
geht; aus der Gegend von Nocera, Cam-  
pagna

Calciocancrinit †, Mejonit

Calciocarnotit †, Tujamunit (*Calcares Baryt* + *von amclut*)

Calciocelsian, mit 4% CaO

Calcio-Copiapit 263

Calciodiadochit †, Ca-haltiger Mangan-  
spat

Calcioferrit 309 ✓

Calciojadolinit, Ca-haltige Varietät

Calcio-Lazulith 282 ? *weil?*

Calcio-Jarosit 246 *weil?*

Calcio-Olivin (Kalkolivin, Oebbecke 1877),  
wohl Ca-führender Olivin (14% CaO,  
6,5% MnO, 37,7% MgO)  $\equiv$  *Monticellit*

Calcio-Olivin (Bowen 1922), „Shannonit“  
(Winchell 1922), = Monticellit (Tilley  
1928)

„Calcio-Olivin“ (H. O'Daniel & L. Tschei-  
schwili 1942),  $\alpha$ -Ca<sub>2</sub>SiO<sub>4</sub>, synthetisch und  
aus Schlacken, 327

Calciopalygorskit †, Gemenge von Paly-  
gorskit mit Calcit

Calciorhodochrosit †, Gemenge? von Mn-  
und CaCO<sub>3</sub>  $\equiv$  *Ca<sub>2</sub> podokrosit*

Calciosamarskit †, Samarskit mit etwa  
6% CaO; Ontario

Calcioscheelit †, Scheelit

Calciospessartin, V von Spessartin *Ca-messartin*

Calciotalk ? siehe Magnesiomargarit

Calciotantalit †, Tantalit mit etwa 8%  
CaO *weil? Calcio-Tantalit*

Calciothomsonit †, Kalkthomsonit *Thomsonit, CaCO<sub>3</sub>*

Calciothorit ? , Ca-haltiges Zersetzungs-  
produkt von Thorit

Calciovolborthit, Tangeit

Calcit 54, 211

Calcitachat, lagenförmiges Gemenge von  
Chalcedon, Quarz und Calcit

Calciumarsenuranit, Uranospinit, Meta-  
Uranospinit

Calciumbarium-Mimetesit 291  $\equiv$  *Barit-Reduzat*

Calcium-Eisenspessartin, V von Spessartin  
 Calciumferriphosphat<sup>3</sup> (Efremow 1936),  
 $\text{CaFe}^{3+}[(\text{OH})_8 | \text{PO}_4] \cdot \text{H}_2\text{O}$  (?) *изм. мит. пудра?*  
 Calcium-Jarosit, Calcio-Jarosit  
 Calciumkatapleit 359 *= карбунелевый катанцит*  
 Calcium-Larsenit 326 *= эскерит*  
 Calcium-Lipscombite, Erhitzungsprodukt  
 von Richellit, tetragonal,  $a_0 = 5,18$ ,  $c_0 = 12,61$  (D. McConnell, Am. Min. 48. 1963. 300)  
 Calciumoxid 161  
 Calciumpektolith †, Xonotlit  
 Calciumphosphoruranit, Autunit, Meta-Autunit  
 Calcium-Pyromorphit 291 *= мессерит*  
 Calciumrhodochrosit, Kalk-Rhodochrosit  
 Calciumrinkit, Götzenit  
 Calcium-Siderit 211 *= сидерит*  
 Calciumsulfat-Hemihydrat, Bassanit  
 Calcium-Strontianit 213 *записано шиль*  
 Calclacit 435  
 Calcotephroit, Glaukochroit  
 Calcouranit †, Autunit  
 Calcowulfenit, V von Wulfenit mit 1,2% CaO  
 Calcozinkit †, Gemenge von Calcit und Zinkit  
 Calcurmolit 269  
 Caldasit †, Zirkonerz, das im wesentlichen aus Baddeleyit oder Zirkon besteht  
 Calderit 71, 329  
 Caledonit 248  
 Californit †, dichter Vesuvian  
 Calingastit (Angelelli & Trelles 1938),  
 Sommairit = Zn-Cu-мелантерит  
 Calkinsit 219  
 Callaghanit 220  
 Callainit 294 *= карпосит*  
 Calogerasit (Guimaraes 1944), Simpsonit (Fleischer 1945)  
 Calumetit 151  
 Calvonigrit †, Pyrolusit  
 Calyptolith †, Zirkon  
 Calzirtit 175  
 „Camermanit“ 147 *сунт.*  
 Camsellit = Ascharit (Schaller 1942)  
 Canaanit †, Diopsid  
 Canasit 356  
 Canbyit 407 *= ? эскизирит*

Cancrinit 423  
 Candit †, Ceylonit  
 Canfieldit 104  
 Cannizzarit 137  
 Cantonit P, Covellin pseudomorph nach Bleiglanz  
 Capillitit (Ahlfeld & Angelelli 1948), V von ZnFe *подорошит*  
 Rhodochrosit mit viel Zn<sup>2+</sup> und Fe<sup>2+</sup>  
 Caporcianit †, Laumontit  
 Cappelenit 359  
 Capreit †, unreiner Calcit von Capri, ähnlich „Pelagosit“  
 Caracolit 247  
 Carborborit 422  
 Carboer ? , organische Substanz mit 8,2% seltener Erden, von Kola  
 Carbocerit †, Lanthanit  
 Carbocernait 214  
 Carbonado 96  
 Carbonat-Apatit 290 *= мушкетерит, з. редкий карбонат*  
 Carbonat-Cyanotrichit 263  
 Carbonat-Whitlockit V von Whitlockit *= CO<sub>2</sub>-цитролит*  
 Carbonyttrin †, Tengirit  
 Carborund 96  
 Carburan †, eine pechartige Substanz mit 5% UO<sub>3</sub>  
 Cardenit 392  
 Cardosonit (I. A. Amor, Madrid 1955), ähnlich oder identisch mit Dufrenit (vgl. M. Fleischer 1956)  
 Carlosit F, Neptunit  
 Carminit 288  
 Carnallit 151  
 Carnat †, Naktit  
 Carnatit †, Labradorit  
 Carnegieit 414 *сунт.*  
 Carneol 180  
 Carnotit 316  
 Carobbit 43. 141  
 Carolathin †, Allophan  
 Carrolit 119  
 Casium-Biotit 385  
 Cassinit †, ein *сильный а-ортокас, шарофан-цитит*  
 Cassiterit 50, 181  
 Castaingit (Schüller & Ottemann 1963),  
 $\text{CuS} \cdot 2\text{MoS}_2$ , besitzt ein aufgeweitetes Molybdänglanzgitter, vgl. Femolit  
 Castanit, z. T. Amaranit, z. T. Hohmannit  
 Castellit †, Titanit  
 Castelnaudit †, Xenotim

- Castillit †, Gemenge von ZnCuAg-Erzen  
 Castor †, Castorit †, Petalit & *вспомогательный*  
 Caswellit †, Zersetzungsprodukt von *Битум*  
 Catalinit *HN*, geschliffene Strandkiesel;  
 Californien  
 Cathkinit †, Saponit  
 Catlinit, ein Ton (Gestein!)  
**Cattierit 41, 123**  
 Cavolinit †, teils Nephelin, teils Davyn  
 Cayeuxit †, Pyritknöllchen.reich an As, Sb,  
 Ge, Mo, Ni usw., aus den Karpaten  
**Cebollit 339 ✓**  
 Cedarit 437 *сидарит*  
 Cegamit †, Hydrozinkit  
**Celsian 419**  
 Cementit 92  
 Cenosit, falsche Schreibweise für Kainosit  
 Centrallassit ≡ Gyrolith (H. Strunz &  
 H. Micheelsen 1958) 413  
 Cephtosyl, hexagonales Schlackenprodukt  
 Ca-Silikat mit SE *септосил*  
 Ceraltit (Celanit) kub. Ti-Al-Oxid mit selte-  
 nen Erden, aus Schlacken  
 Cerapatit, V von Apatit *серапатит*  
 Cerasin, Phosgenit  
 Cerasit, V von Cordierit (mit regelmäßigen  
 Einschlüssen)  
 Cerbolit †, Boussingaultit  
**Cerfluorit 144**  
 Cerhomilit, wohl Ce-haltiger Gadolinit  
**Cerianit 192**  
 Cerin †, ein Allanit  
 Cerinit ?, unsicherer Zeolith  
**Cerit 339**  
 Ceriumankerit, Gemenge von Ankerit und  
 Parisit  
 Cerorthis, V von Orthit mit 20% Ce<sub>2</sub>O<sub>3</sub>  
 Ceruleofibrit †, Connellit  
**Cerussit 55, 213**  
**Cervantit 191**  
 Cesarolith ✓ (Buttgenbach & Gillet 1920)  
 ~ Coronadit  
 Ceylonit (Ceylanit), Pleonast  
 Ceyssatit †, Tripel *сейссатит*  
**Chabasit 432**  
 Chacaltait, ein grüner Pinit = *чачалтайт?*  
**Chalcedon 180**  
 Chalchihuitl, Jadeit der Azteken  
 Chalchuit †, Türkis  
 Chalcodit †, Stilpnomelan
- Chalilith †, unreiner Thomsonit  
**Chalkanthit 250**  
**Chalkoalunit 262 ✓**  
 Chalkocit †, Chalkosin  
**Chalkocyanit 239**  
 Chalkodit †, Ferri-Stilpnomelan (Hutton  
 1938)  
 Chalkolamprit, Pyrochloer  
 Chalkolith †, teils Autunit, teils Torbernit  
**Chalkomenit 204**  
 Chalkomiclin †, Bornit  
 Chalkomorphit †, teilweise zersetzter Et-  
 tringit  
**Chalkonatronit 219 ✓**  
 Chalkopentlandit (Pauly 1958), hypo-  
 thet. Hochtemperaturphase mit ~ 10%  
 CuFeS<sub>2</sub>  
 Chalkophacit †, Lirokonit  
**Chalkophanit 200**  
**Chalkophyllit 307**  
 Chalkopissit †, „Kupferpecherz“  
**Chalkopyrit 38, 108**  
 Chalkopyrrhoin †, Cubanit; neuerdings  
 auch für Mischkristalle CuFeS<sub>2</sub>-FeS ver-  
 wendet  
**Chalkosiderit 305**  
**Chalkosin 37, 101, 102**  
 Chalkostaktit †, Chrysokoll  
**Chalkostibit 129**  
**Chalkotrichit 160**  
 Chalmersit †, Cubanit  
 Chalybit †, Siderit  
 Chalypit 92? *Fe<sub>2</sub>C?*  
**Chambersit 236**  
 Chamoisit †, Chamosit  
**Chamosit 397**  
 Chanarcillit †, Huntlith  
**Chapmanit 335**  
 Chasovrit (Potapenko 1952), ein Tonmine-  
 ral von Chasovyar, Ukraine *чашовит*  
**Chathamit 128 ?**  
 Chavesit (Murdoch 1957), wasserhaltiges Ca-  
 Mg-Phosphat, triklin, a<sub>0</sub> = 5,49, b<sub>0</sub> = 13,07,  
 c<sub>0</sub> = 5,79, α = 91° 18 1/2', β = 108° 3',  
 γ = 99° 44' (Am. Min. 43, 1948, 1148)  
 Chazellit †, Berthierit  
 Cheleutit? (Wismutkobalterz) †, Gemenge  
 von Skutterudit und Wismut  
 Chelmsfordit †, Skapolith  
 Chemawinit 437 *чемавит*

**Chenevixit 306** ✓

Chenocoprolith †, Ganomatit

**Cheralith 278**

Cherokin, milchweißer Pyromorphit

Cherskit, Tscherskit

**Chervetit 317**

Chessylith †, Azurit

Chesterlith †, Mikroclinperthit

Chevkinitt, Tscheffkinit

**Chiastolith 333**

Chibinit, Lovtschorrit

Chiklit, V von Richterit

**Childrenit 305****Childro-Eosphorit 305**Chileit †, teils krustenförmiger Descloizit,  
teils Goethit**Chilenit** 100 *aus?*Chilesalpeter, Natronsalpeter *нитрат*

Chilkinit, Schilkinit

**Chillagit 268**

Chiltonit †, Prehnit

Chimborazit †, Aragonit

Chinglusuit, Tschinglusuit

Chinkolobwit F, Sklodowskit

Chinoit (Beck &amp; Givens 1953)

= Libethenit (Guillemin 1953)

**Chiolith 149**Chirvinskit, Tschirwinskit *антраксит*Chiviattit, ~  $Pb_2Bi_6S_{11}$ , wohl ein Gemenge

Chizeulit F, Andalusit

Chkalovit, Tschkalowit 414

**Chloanthit 128**Chlopinit 189 = *Chlopinite***Chlor-Apatit 289****Chlorargyrit 43, 141**Chlorastrolith = Pumpellyit (D. S. Coombs  
1953)

Chlorbleispat †, Phosgenit

Chloridmarialit 426 = *маршалит*Chloridmejonit 426 = *мидал***Chloritgruppe 394****Choritoid 340**

Chloritspat †, Ottrelith

Chlormelan †, Cronstedtit

Chlormelanit, Chloromelanit

Chlormerkur †, Kalomel

Chlornatrokalit †, Gemenge, ungefähr  
 $6KCl + 1NaCl$ **Chloroaluminit 146**Chloroarsenian? , ein Mn-Arsenat oder  
-Arsenit

Chlorocalcit ✓ Bäumlerit 143

**Chloromagnesit 144****Chloromanganokalit 150**

Chloromelan †, Cronstedtit

**Chloromelanit 367**Chloropal, Gemenge von Nontronit mit  
Opal, *ночиронит*Chlorophäit, Fe-reicher Leptochlorit mit  
weitgehend Gel-ähnlichen Eigenschaften

Chlorophan †, V von Fluorit

Chlorophanerit †, Glaukonit

**Chlorophoenicit 285**Chlorophyllit ?, ähnlich Pinit, Zer-  
setzungsprodukt von Cordierit

Chloropit †, Delessit

Chlorosapphir, tiefgrüner Sapphir

Chlorospinell (G. Rose 1840), ein grüner  
Spinell  $Mg(Al, Fe^{III})O_4$  mit etwa 7%  
 $Fe_2O_3$  (Bothwell & Hey 1958)**Chlorothionit 245**

Chlorothorit †, Thorogummit

**Chlorotil 310****Chloroxiphit 153**Chlor-Spodiosit, synthet.  $Ca_2[Cl|PO_4]$ ,  
orthorhombisch,  $a_0 = 6,17$ ,  $b_0 = 6,89$ ,  
 $c_0 = 10,74$  (A. L. Mackay, Min. Mag. 30.  
1953. 166)Chocolit †, Gemenge? von Garnierit und  
Limonit *~ garnierit + limonit*

Chodnewit †, unreiner Chiolith

Chondroarsenit †, Sarkinit

**Chondrodit 69, 334****Chondrostibian 176**Chonikrit †, zersetzer und mit Diallag ge-  
mengter Feldspat

Christensenit, Tridymit (Mason 1953)

Christianit †, teils Anorthit, teils Phillipsit

Chrismatin, Chrismatit, 436

Christophit, stark Fe-haltige Zinkblende *26%, Fe*Chromaluminiumhisingerit, ? angeblich  
V von Hisingerit

Chromakmit, Komponente in einem

Chromdiopsid *~ лимал***Chrom-Amesit 404** ✓**Chrom-Antigorit 403** ?**Chromatit 266**Chrombeidellit, ✓ V von Beidellit mit  
1,12%  $Cr_2O_3$

Chrom-Biotit 384  
 Chrombleispat †, Krokoit  
 Chrombrugnatellit *F*, Stichtit  
 Chromchlorit, Kämmererit  
 Chrom-Cyanit, *V* von Cyanit, grün  
**Chrom-Diopsid 366**  
**Chromeisenerz 164**  
**Chrom-Epidot 354** = *хромоэпидот*  
 Chrom-Ferrimontmorillonit, *V* von  
 Montmorillonit vom Ural  
 Chromfordit, Cromfordit †, Phosgenit  
 Chromglimmer, Chrom-Muskovit und  
 Chrom-Biotit  
**Chrom-Halloysit 406** ✓  
**Chromit 46, 164**  
 Chromitit †, Chromit (auch Gesteinsname!)  
 Chromitspinelle 163  
 Chrom-Jadeit, Jadeit mit Cr z. T. für Al  
**Chrom-Kaolinit 400**  
 Chrom-Lanarkit 247  
 Chrom-Magnetit, *V* von Magnetit mit  
 12,3% Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = *хромит*  
**Chrom-Muskovit 384** = *хромит*  
**Chromocker 406**  
 Chromoferrit †, Chromit  
**Chromohercynit 164**  
 Chrom-Phengit, ein Cr-haltiger Glimmer  
 Chromphosphorkupferbleispat †, Ge-  
 menge von Laxmannit und Pyromorphit  
 Chrompicotit †, Picotit mit etwas mehr Cr  
 Chrom-Pyrophyllit (Meixner 1961), grü-  
 ner Pyrophyllit mit 3% Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>  
 Chromrutil (Gordon & Shannon 1928),  
 Redledgeit  
 Chrom-Steigerit (Ankinovich 1964), Cr-  
 haltiger Steigerit  
 Chrom-Tremolit; *V* von Tremolit  
 Chrom-Turmalin, tiefgrüner Cr-haltiger  
 Turmalin  
**Chrom-Vesuvian 356**  
 Chrysitin †, Massicotit  
**Chrysoberyll 68, 166**  
**Chrysokoll 363**  
**Chrysolith 325**  
 Chrysophan †, Clintonit  
**Chrysopras 180**  
**Chrysotil 402**  
 Chubutit, Lorettoit  
**Chuchrovit 148**  
**Chudobait 300**

Churchillit †, Mendipit  
 Churchit, nach Church bzw. Williams  
 (1865) ein wasserhaltiges Phosphat von  
 Ceriterden, nach Claringbull & Hey (1953)  
 von Yttererden, Weinschenkit  
 Chusit †, Zersetzungsprodukt von Olivin  
 Ciempozuelit, ungefähr CaNa<sub>8</sub>[SO<sub>4</sub>]<sub>4</sub>, wohl  
 Gemenge mit Glauberit  
 Cimolit †, Gemenge von Ton und Alunit  
 (Grim & Rowland 1942)  
**Cinnabarit 117**  
 Cipyilit †, stark kieselhaltiger Kollophan  
**Citrim 179**  
 Clarain †, Glanzkohle  
 Clarit, teils Clarain, teils Enargit  
**Clarkeit 203**  
**Claudeit 167**  
**Clausthalit 43, 115**  
 Clayit †, Gemenge, hauptsächlich Fahlerz  
 Cleavelandit, blätteriger Albit  
 Cleiophan, weiße Zinkblende  
**Cleveit 193**  
**Cliftonit 96**  
 Clingmanit †, Margarit  
**Clintonit 386**  
 Cluthalit †, verwitterter Analcim  
**Cobaltin 41, 124**  
 Cobaltocalcit (Millosevich 1910), *V* von  
 Calcit mit Co-Gehalt *Co-карбонат*  
 Cobaltocalcit (Dana 2. 1951. 175), Sphäro-  
 kobaltit  
 Cobaltomelan, Manganomelan mit Co-Ge-  
 halt  
**Cobaltomenit 204** ✓  
 Cobaltorhodochrosit, Kobaltmangan-  
 spat = *Co-родохрозит*  
 Cobalto-Sphärosiderit, *V* von Siderit, *Co-Mn-Fe-сидерит*  
 mit je etwa 10% CoO, MgO und MnO  
 Cobaltpentlandit, Kobaltpentlandit  
**Coccinit 143**  
 Cocinerit (Hough 1919), ~ Cu<sub>4</sub>AgS,  
 legierungsartig, derb; Cocinera-Grube,  
 Mexiko *сидерит*  
 Codazzit, Gemenge von Ankerit und Parisit  
 (Am. Min 13. 1928. 570) *Co-доломит 90 8% TR203*  
 Coelanit, kubisches Schlackenprodukt, pe-  
 rowskitähnlich, mit SE  
**Coelestin 59, 243**  
 Coeruleit †, CuAl<sub>2</sub>[(OH)<sub>2</sub> | AsO<sub>4</sub>].7H<sub>2</sub>O  
 Coeruleofibrit †, Connellit

**Coeruleolaktit 305 ✓****Coesit** 47, 49, 178**Coffinit** 72, 330**Cohenit** 92

Cokeit, ein natürlich entstandener Koks

**Colemanit** 58, 233**Colerainit**, (V von Pennin oder Korundophilith) *колерайнит*

Collbranit †, teils Ludwigit, teils eisenhaltiger Pyroxen

Collieit, CaV-haltiger Pyromorphit

**Collinsit** 298

Colomit †, Roscoelith

**Coloradoit** 38, 107**Columbit** 188

Columbo-Mikrolith, wohl ein Pyrochlor mit Nb statt Ta

**Colusit** 109**Combeit** 362**Compreignacit** 441

Comptonit †, Thomsonit

Comuccit †, Jamesonit

Conchit †, faseriger Aragonit der Muschelschalen

Condurrit, Gemenge Tenorit + Cuprit (Embrey 1958)

Confolensit †, unreiner Kaolinit

**Connellit** 152**Connarit** 403**Cookeit** 394

Coolgardit †, Gemenge von AuAg-Telluriden mit Coloradoit

**Cooperit** 118Coorongit 437 *кооронгит*Copalin 437 *копалин***Copiapit** 262

Copperasinit?, angeblich ein CuFe-Sulfat

Coppit †, Tetraedrit  $Fe_{90} = 13\%$ **Coquimbait** 253

Coracit †, Gummit

**Cordierit** 76, 361

Cordobait, Brannerit

**Corkit** 246**Cornetit** 284

Cornubianit = Cornubit

**Cornubit** 284 ✓

Cornuit, nach Rogers (1917) ein dem Chrysokoll ähnliches kolloidales Kupfersilikat; nach Hahn (1927) ein proteinartiges „Mineral“

**Cornwallit** 284 = *эрмитаж***Coronadit** 183

Coronguit †, silberhaltiger Bindheimit (Mason &amp; Vitaliano 1953)

Coronit †, ein Mg-Turmalin

**Corrensit** 409

Corundellit †, Margarit

Corundum, Korund

**Corvusit** 318**Cosalit** 137

Cossait †, Paragonit

Cossyrit (Foerstner 1881) = Aenigmatit (Shlyukova 1963; Anisimova 1964)

Cottait †, Orthoklas

Cotterit †, perlmutterglänzender Quarz

**Cotunnit** 154**Coulsonit** 164

Courtzilith, Asphalt

Courzit (J. Thugutt 1945) = Wellsit

Couseranit †, Couzeranit †, teils zersetzter Dipyr, (teils Andalusit)

**Cousinit** 269**Covellin** 117Craigtonit?, soll aus  $Al_2O_3$ ,  $Fe_2O_3$ , MgO, MnO und  $K_2O$  bestehen, Dendriten auf Granit

Cramerit †, „Cleiophan“ (weiße Zinkblende)

**Crandallit** 288**Crednerit** 161**Creedit** 148

Creniadit †, Kaolinit von Colorado

Crenit †, durch organische Substanz gelb gefärbter stalaktitischer Calcit

Crestmoreit (Eakle 1917), Gemenge von Tobermorit und Wilkeit (H. F. W. Taylor, Min. Mag. 30. 1953. 155)

**Crichtonit** 172

Crispit †, Sagenit

**Cristobalit** 47, 178**Cristobalitchalcedon** 180 = *амлецаит*

Cromfordit †, Phosgenit

**Cronstedtit** 403**Crookesit** 105**Crossit** 371

Crucit (Crucilith), a) Chiasolith, b) Pseudomorphose von Eisenhydroxiden nach Arsenopyritdrillingen

Cryphiolith, Apatit und Sellait pseudomorph nach Wagnerit (Claringbull &amp; Hey 1956)

**Cs-Beryll 361**  
**Csiklovait 120**  
 Cubait †, Quarz von Cuba  
**Cubanit 111**  
 Cubicit †, Analcim  
 Cuboit †, Analcim  
 Cuccheit †, „Foresit“ (Desmin)  
 Culebrit †, Gemenge von HgSe und ZnS  
 Culsageeit †, Jefferisit  
**Cumengeit 153**  
**Cummingtonit 369**  
 Cuprein †, Chalkosin  
**Cuprit 45. 160**  
 Cupritungstit, irrtümlich für Cuprotungstit  
**Cupro-Adamin 281**  
 Cuproarquerit, V von Silberamalgam mit etwas Cu  
 Cuproasbolan V Manganomelan mit Co und Cu  
 Cuproaurid? Auricuprid + AuCu  
 Cuprobinnit †, Binnit (Fahlerz)  
**Cuprobismuthit 129**  
 Cuproboulangerit, Cu-haltiger Boulangerit = *меллунит*  
 Cuprocalcit †, Gemenge v. Calcit u. Cuprit  
**Cupro-Copiapit 263**  
 Cuprocuprit ?, angeblich Mischung von Cu und Cu<sub>2</sub>O, kubisch  
 Cuprodescloizit †, Mottramit  
 Cuproferrit †, Pisanit  
**Cupro-Goslarit 252**  
 Cuprojarosit †, Cuprokirovit  
 Cuprojoargyrit †, Miersit = *Аг маршит* ✓  
 Cuprokassiterit †, angewitterter Zinnkies  
**Cuprokirovit 251**  
 Cuprolowtschorrit, Cuprowudyawrit  
 Cupromagnesit ? †, Mg-haltiger Boothit, vom Vesuv  
 Cupromontmorillonit = Medmontit  
 Cuproplatin, mit 8–13% Cu  
 Cuproplumbit †, Bayldonit (C. Guillemin 1956)  
 Cupropyrit ?, ~ unreiner Cubanit  
**Cuprorivait 380**  
 Cuproscheelit (Whitney 1866), Gemenge von Cuprotungstit mit Scheelit (Hess 1917)  
**Cuprotungstit 269**  
 Cuprosklodowskit 343 ✓

Cuprouranit †, Torbernit  
 Cuprovanadit (Chleit) †, Descloizit  
 Cuprowudyawrit ✓ Cu-haltiger Wudyawrit  
 Cuprozinkit ? †, Rosasit  
 Cupro-Zippelit ? V von Zippelit 266  
**Curit 203**  
**Curtisit 437** = *идруаит*  
**Cuspidin 348**  
 Custerit †, Cuspidin  
**Cyanit 332**  
 Cyanochalcit ? †, ein Wasser und Phosphorsäure enthaltendes Kupfersilikat, ~ Chrysokoll = ? *хрусок*  
**Cyanochoirit 257** ✓ *хрусок*  
 Cyanoferrit †, Pisanit  
 Cyanolith ? (?), unsicherer Zeolith  
 Cyanosit †, Chalkanthit  
**Cyanotrichit 262**  
 Cyclopeit ?, = feinfaseriger Hvit *спецалит*  
 Cycloplit †, Anorthit  
**Cyclowollastonit 358**  
 Cymatolith P, Gemenge von Muskovit und Albit pseudomorph nach Spodumen  
**Cymrit 426**  
 Cyprin †, blauer, etwas Cu-haltiger Vesuvian  
 Cyprit †, Chalkosin  
 Cyprusit, Jarosit oder Natrojarosit (A. A. Moss 1957) *Купроидит*  
**Cyrlavit 308**  
 Cyrtolith †, ein radioaktiv veränderter Zirkon

D

**D'Achiardit 429**  
**Dabllit 290**  
 Daitonschwefel F, orthorhombischer α-Schwefel  
 Dakeit †, Schroeckingerit (Nováček 1939)  
 Dalarnit †, Arsenopyrit von Dalarne  
 Daleminzit (?), orthorhombisches Ag<sub>2</sub>S (Akanthit oder Pseudomorphose?)  
**Dalyit 359**  
 Damourit †, ein feinschuppiger Muskovit  
**Danait 127**  
**Danalith 425**  
**Danburit 61. 422**  
**Dannemorit 369**  
**D'Ansit 244**  
 Daourit †, Rubellit

**Daphnit 397**

Daphyllit †, Tetradymit

**Darapskit 209**

Darlingit †, Lydit

Darwinit †, Whitneyit

Dashkesanit, ein Amphibol ähnlich Hastingsit mit 7,24% Cl, von Dashkesan in Transkaukasien (Дашкесанит)

**Datolith 62, 341**

Dauberit †, Zippelit

**Daubreéit 155 (см. Дабреэит)****Daubreélith 46, 118**Daunialith (Andreatta 1943), Gemenge von Montmorillonit mit 25% organogenem SiO<sub>2</sub>

Dauphinit †, Anatas

**Davidit 172**

Davidsonit †, Beryll

Daviesit = Hemimorphit (P. G. Embrey in M. H. Hey 1963)

Davisonit †, Apatit (Frondel, priv. Mitt. 1954)

Davit †, Alunogen

Davreuxit ?, ein Vermiculit, Mn-haltig

**Davyn 423****Dawsonit 216**

Dechenit †, krustenförmiger Descloizit

Deeckeit P, Mordenit oder Ferrierit pseudomorph nach Melilith, Material der „Pflöckstruktur“

**Deerit 373**

Degeröit †, Hisingerit

**Dehrnit 290**

De Kalbit †, Diopsid

**Delafossit 161**

Delanovit (Delanovit) ~ Montmorillonit

Delatorreit (Simon &amp; Straszek 1958), Todorokit (Frondel, Marvin, Ito 1960)

Delatynit 437

Delawarit †, Orthoklas von Delaware

**Delessit 397 ✓****Delhayelith 423**

Delislit †, Freieslebenit

Dellait (Agrell 1965), ähnlich der Phase Ca<sub>12</sub>[(OH)<sub>4</sub> | Si<sub>6</sub>O<sub>22</sub>]

Delorenzit = Tanteuxenit (Butler &amp; Embrey 1959) 189

Delphinit †, Epidot

**Delrioit 301**

Deltait, Crandallit, 289

Delvauxen †, teils Delvauxit, teils Borickyit

**Delvauxit 306✓****Demantoid 329**

Demantspat †, gemeiner Korund

Demidoffit, V von Chryssokoll, P-haltig

Denhardtit 436 (Денхардит)

**Denningit 177**

Dennisonit † = Davisonit †, Apatit (Frondel, priv. Mitt. 1954)

Deodatit †, Hauyn

**Derbylith 176**

Dëribërit, Allevardit

Dermatin †, Gemenge, wohl hauptsächlich Serpentin

Dernbachit †, Beudantit

Dervillit?, enthält Sb, Pb, Bi (?), etwas S, monoklin, a:b:c = 1,069:1:1,485 (R. Weil 1941; vgl. M. Fleischer, Am. Min. 34. 1949. 618); vielleicht Fülöppit

Desaulesit ?, H<sub>2</sub>O-haltiges NiZn-Silikat**Descloizit 286****Desmin 430 = Десмин****Destinezit 304**

Devadit †, Vredenburgit (Mason 1943)

**Devillin 263**

Devonit †, Wavellit

Dewalquit †, Ardennit

Deweylith, Serpentin (Konta 1952); - vielleicht dioktaedrische Modifikation von Antigorit (Lapham, Am. Min. 46. 1961. 168)

**Dewindtit 315****Diabantit 396****Diaboleit 153**

Diadelphit †, Haematolith

**Diadochit 304 - Діадохіт 28014423 Діадохіт**

Diagonit †, Brewsterit

Diaklasit †, Bastit

Diallag, Diopside und Augite mit vollkommener Teilbarkeit nach (100)

Dialogit, Rhodochrosit

**Diamant 35, 95**

Dianit †, Columbit

**Diaphorit 133**

Diaspodumen, Verwachsung von Spodumen mit hypothet. Casiumspodumen

**Diaspor 197**

Diasporogelit †, Böhmit

Diastatit V, schwarze Hornblende, von Nordmarken



Diatomit, Opalsubstanz der Diatomeen  
Dichroit, Cordierit

**Dickinsonit 275****Dickit 83. 400**

Dicksbergit †, Rutil von Dicksberg

Diderichit (Vaes 1947) ≡ Rutherfordin  
(Frondel & Meyrowitz 1956)

Didymit †, ein Sericit

**Didymolith 357 ?**

Dienerit<sup>?</sup>, angeblich Ni<sub>3</sub>As, kubisch

**Dietrichit 254 ✓**

Diestit, Vandiestit †, Gemenge

**Dietzeit 205****Digenit 102**

Dihydrit, Pseudomalachit

Dihydrothenardit †, Gemenge von Astrakanit mit Thenardit

Dillenburgit †, Chrysokoll von Dillenburg

Dillnit, F-reicher Zunyit (Konta & Mraz,  
Am. Min. 46. 1961. 629)

Dimagnetit P, Magnetit pseudomorph  
nach Ilvait

**Dimorphin 138**

Dinit 436 *quartzogen*

Diochrom †, Zirkon vom Monte Somma

**Diopsid 78, 365****Diopsidjadeit 367****Dioplas 78, 363**

Dioxylith †, Lanarkit

Diphanit †, Margarit

**Dipyr 425**

Dipyrit †, teils Magnetkies, teils Dipyr

Diskachat, Achat mit scheibenförmigen  
Einschlüssen

Disterrit, Brandisit

**Disthen, Cyanit 332****Dittmarit 300 ✓****Dixenit 62, 336**

Dixeyit (V. Marmo 1959), Schweiz. Min.-  
Petr. Mitt. 39. 1959. 125), ein unbefrie-  
digend beschriebenes Al-Silikat mit 15%  
H<sub>2</sub>O, optisch völlig isotrop, röntgeno-  
graphisch jedoch nicht exakt kubisch  
(vgl. M. Fleischer, Am. Min. 1960)

**Djalindit 200****Djalmit 175****Djurleit 102**

Dneprovskit (Ionov 1957), Holzzinn

Dobschaut †, Gersdorffit von Dobschau

Doelterit<sup>?</sup>, kolloidales TiO<sub>2</sub>, TiO<sub>2</sub>·H<sub>2</sub>O  
oder TiO<sub>2</sub>·2H<sub>2</sub>O, angeblich in manchen  
Lateriten

Dognacskaite<sup>?</sup>, Cu<sub>3</sub>S·2Bi<sub>2</sub>S<sub>3</sub> (?)

**Dolerophanit 244**

Dolomian †, Häüyn

**Dolomit 55, 212****Doloresit 194****Domeykit 100**

Domingit †, Warrenit

**Donbassit 400**

Dopplerit (Haidinger), Ca-Salz einer Hu-  
minsäure

Dopplerit (Deicke) †, eine erdige organ.  
Substanz

Doranit ~ Analcim

Doughtyit<sup>?</sup>, ~ Winebergit

**Douglasit 150 ✓****Doverit 216****Drav 362**

Dreelit, Dreelith †, Calcibaryt ~ *Chalk*

Drewit, submariner CaCO<sub>3</sub>-Schlamm; Flo-  
rida

Droogmansit<sup>?</sup>, gelbrote radialstrahlige  
Kügelchen in den uranföhrnden Schich-  
ten von Kasolo, Katanga; optisch zwei-  
achsig positiv, n > 1,74

Dschalindit, Djalindit

Dscheskasganit ✓ (Poplavko, Marchukova  
& Zak, Doklady Akad. Nauk. USSR. 146.  
1962. 433), ein Rhenium-Mineral (wohl  
Sulfid) mit 40–50% Re, röntgenamorph,  
von Dscheskasgan, Kasachstan

Dschulukulit (Shishkin, 1958), ein Nickel-  
Cobaltin mit 7,7% Ni vom Dschulu-Kul-  
See

Dubuissonit ~ Montmorillonit

Ducktownit †, Gemenge von Pyrit und  
Chalkosin

Dudgeonit †, unreiner Annabergit

Dudleyit †, angewitterter Biotit

Dufreniberaunit<sup>?</sup>, H<sub>2</sub>O-haltiges FeMn-  
Phosphat, ähnlich dem Beraunit

**Dufrenit 283****Dufrenovsit 134****Duftit 286**

Dumasit †, ein Chlorit

**Dumontit 315****Dumortierit 342**

Dumreicherit 254 ? *Chalk?*

**Dundasit 221**

Dunhamit $\checkmark$ (?), PbTe-Mineral (Fairbanks 1946)

Duparcit †, Vesuvian

Duplexit (Rowledge & Hayton 1948) = Bavenit (H. Strunz, Zbl. Min. 1949. 205; M. Fleischer & G. Switzer, Am. Min. 38. 1953. 988)

Duporthit †, unreiner asbestartiger Serpentin

**Durangit 73, 286**

Durdenit †, Emmonsit (Frondel & Pough 1944)

Dürfeldtit $\checkmark$ , inhomogenes Sulfantimonid  
Durit (Mattkohle), mikroskopischer Bestandteil des Anthracits

**Dusserit 239  $\checkmark$** 

Dutoitspanit †, Bultfontein

**Duttonit 194**

Duxit 437 *судит*

**Dysanalyt 47, 172**

Dysklasit †, Okenit

Dyskolit †, Saussurit

**Dyskrasit 101**

Dysluit, V von Gahnit

Dysodil 437 *дизодил*

Dyssnit †, verwitterter Fowlerit

Dysyntribit †, Gieseckit (zu dichter Muskovitsubstanz veränderter Nephelin)

Dzhalindit, Djalindit

## E

Eakinsit ~ Boulangerit

Eakleit †, Xonotlit

**Eardleyit 221****Earlandit 435**

Eastonit †, teils ein Phlogopit,  $KMg_{2,5}Al_{1,5}$

$[(OH)_2 | Al_{1,5}Si_{2,5}O_{10}]$ , teils ein Vermiculit

Ebelmenit †, Gemenge von Polianit und Psilomelan

Echellit, Natrolith

**Eckermannit 371**

Eckrit $\checkmark$ (Ravier 1951), eine Hornblende zw. Arfvedsonit und Glaukophan

**Edelopal 180****Edenit 370****Edingtonit 428**

Edisonit †, Rutil

Edmondsonit †, Taenit

30\*

Edwardsit †, Monazit

Egeran, Vesuvian in strahligen Aggregaten

Eggonit, Sterrettit (Bannister 1941)

**Egglestonit 152**

Egueit ?, angeblich Oxydationsprodukt von Vivianit, wohl nicht homogen = *окисленный*

Ehilit, Pseudomalachit

Ehrenbergit $\checkmark$  ~ Allophan

Ehrenwerthit, wohl Siderogel

Eichbergit $\checkmark$ ?,  $(Cu, Fe)Sb_3Bi_3S_5$ ,  $D = 5,4$ ,

$H > 6$ ; nur ein einziges Stück vom Eichberg am Semmering bekannt geworden

**Eichwaldit 223 = *еичвалдит***

Eikoturmalin $\checkmark$  ähnlich Turmalin, opt. zweiachsig, ohne Bor

**Eis 159****Eisen 33, 92**

„Eisenäkermanit“, Schlackenprodukt 346

**Eisenalabandin 115**

Eisenalaun †, Halotrichit

Eisenanthophyllit †, teils Hypersthen, teils Grünerit, teils Aktinolith

Eisenantigorit, Ferro-Antigorit

Eisenantimonglanz †, Berthierit

„Eisen-Berlinit“ (Geith 1953), synthet.

$FePO_4$  mit Berlinit-Struktur

Eisenblüte, V von Aragonit, bäumchenförmig

Eisenboracit 236 = *Fe-борацит = сульфид*

Eisenchlorit †, Delessit

**Eisen-Cordierit 361**

Eisendolomit, V von Ankerit, *доломит*

Eisengedrit, Ferrogedrit

**Eisenglanz 170**

Eisenglimmer †, Lepidomelan

**„Eisenglimmer“ 170**

Eisengymnit $\checkmark$  teils Fe-haltiger Deweylith, teils „Hydrophit“

Eisenhypersthen, Hypersthen mit Mg:Fe = 1:3 = *Мг-гиперит*

Eisenkalkolivin, wohl ein Fe-Monticellit, nur aus Schlacken bekannt

Eisenkies, Pyrit

**Eisenkiesel 180 *кварц-железистый*****Eisenknebelit 325**

Eisenkobaltkies †, Safflorit

Eisenmikroklin, synthet. 418

Eisenmonticellit, synthet.  $CaFe[SiO_4]_2$

Eisennatrolith †, unreiner Natrolith

Eisennickel 92

- Eisennickelkies, Pentlandit  
 Eisenpecherz †, teils Stilpnosiderit, teils Triplit, teils Pitticit  
 Eisenpickeringit, Ferropickeringit, V von Pickeringit  
 Eisenplatin, mineral. Platin mit Fe-Gehalt  
 Eisenrhodonit, Pyroxmangit, 379  
 Eisensanidin, synthet. 418  
 Eisensinter, derbes Gemenge von Arsenaten, hauptsächlich Skorodit oder Pitticit  
 Eisenkutterudit, Arsenoferrit = *Арсенит*  
 Eisenspat 211 = *Сидерит*  
 Eisenspinell †, teils Hercynit, teils Pleonast  
 Eisensteinmark †, Gemenge von Eisen- und Manganoxid mit zersetztem Feldspat  
 Eisenstrigovit = V von Strigovit  
 Eisentephroit, Mischungsglied zwischen Knebelit und Tephroit = *Селенит*  
 Eisenvitriol 251 = *Ириданит*  
 Eisenwollastonit, Ferrowollastonit  
 Eisspat †, Sanidin  
 Eitelit 214  
 Ekanit 361  
 Ekdemit 156  
 Ekebergit †, Mizzonit  
 Ekmanit 388 ✓  
 Ekmannit †, Ekmanit  
 Ektropit †, Karyopilit  
 Eläolith 414 = *Кельмит*  
 Elasmosin †, teils Nagyagit, teils Altait  
 Elaterit (Erdpech), V von Ozokerit (mit Sauerstoffgehalten)  
 Elatolith †, angeblich magmatogenes  $\alpha\text{-CaCO}_3$  im Eläolithsyenit von Kola; nur die Abdrücke sind bekannt  
 Elbait (ein Turmalin) 362  
 Elbait †, Ilvait  
 Elbrussit 391 = *Фельдшпатель*?  
 Eldoradoit †, teils Bleiglanz, teils irisierenden Quarz  
 Elektrum 90  
 Eleonorit 304 = *Берилит*  
 Elfstorpit V wasserhaltiges Mn<sup>++</sup>-Arsenit oder Arsenat, orthorhombisch (?)  
 Elhuyarit †, Allophan  
 Eliasit †, unreiner Gummit  
 Elizavetinskit (Mikheev 1957), Lithiophorit mit Mn- und Co-Gehalten  
 Elkonit, quellfähiges Tonmineral mit Absorptionsvermögen  
 Ellagit †, Skolezit  
 Ellestadit 290  
 Ellonit †, cimolitähnliche Mineralgemenge mit Quarz durchsetzt  
 Ellsworthit V Uran-Pyrochlor  
 Ellweilerit (Bültemann 1960), Na-Meta-Uranospinit  
 Elpasolith 148  
 Elpidit 359  
 Elroquit †, Gemenge von Quarz mit Fe-haltigem Variscit (Jambor 1963)  
 Embolit 142  
 Embrithit †, angeblich reiner Pb-Bournonit = *Бурнонит*  
 Emerylith †, Margarit  
 Emildin, ein Y-haltiger Spessartit  
 Emmonit 213 = *Calcio-stroncianite*  
 Emmonsit 204 ✓  
 Empholith †, Diaspor  
 Emplektit 129  
 Empressit 104  
 Enalith = Uranothorit (T. Kato 1958) = *Торолит*  
 Enargit 111  
 Enceladit †, Warwickit  
 Endeolith, Pyrochlor  
 Endellit, Halloysit  
 Endellionit †, Bournonit  
 Endlichit 291  
 Endothermit †, = Kaolinit = *Канит* (иногда *Термит*)  
 Elektrizit V, winzige farblose monokline Kriställchen im Bernstein von Manitoba (1904)  
 Engelhardt †, Zirkon mit vorherrschendem e {112}  
 Englishit 608  
 Enhydros 180  
 Enophit †, Serpentin  
 Enstatit 367  
 Enysit †, Gemenge von Ton, einem Cu-Sulfat, Calcit u. a.  
 Eosit 268  
 Eosphorit 305  
 Ephesit 386  
 Epiboulangerit †, Boulangerit  
 Epichlorit 389 ?  
 Epidesmin, V von Stilbit (Pabst 1939)  
 Epididymit 380  
 Epidot 75, 354  
 Epigenit, ? möglicherweise identisch mit Tetraedrit (L. G. Berry & R. M. Thompson 1962)  
 Epiglaubit ? Brushit

**Epüanthinit 201** = *окунит*  
 Epileucit †, Gemenge von Orthoklas und Muskovit pseudomorph nach Leucit  
 Epinatrolith ?, Umwandlungsprodukt von Sodalith, Nosean und Hauyn in Phonolithen  
**Epiphant 398** = *хвост*  
 Epiphosphorit †, Apatit  
 Episkolezit, Metathomsonit  
 Episphärit ?, ein Zeolith vom Kaiserstuhl  
**Epistilbit 430**  
**Epistolit 341**  
 Epithomsonit (Thugut 1949), Metathomsonit (Hey 1932)  
**Epsomit 252**  
 Erbsenstein, V von Aragonit oder Calcit  
 Ercinit †, Harmotom  
 Erdkobalt †, gelber oder brauner = Gemenge von Pitticit und Erythrin; schwarzer = Asbolan  
 Erdmannit (Berlin 1853) †, zersetzter Homilit  
 Erdmannit (Engström) †, wohl Ce-haltiger Gadolinit  
 Erdmannit (Esmark) †, veränderter Zirkon  
 Eremit †, Monazit  
**Ericait 236**  
**Erikait 339** = *падгорпан*  
 Erinadin, Y-haltiger Pyrop  
**Erinit** (Haidinger 1828) (Cornwallit) 284  
 Erinit (Beudant 1832, Des Cloizeaux 1845) †, Chalkophyllit  
 Erinit (Thomson 1836), Fe-Montmorillonit  
**Eriochalcit 145**  
**Erionit**, Offretit (Hey & Fejer 1962)  
 Ermakit †, brauner wachsartiger Ton, annähernd  $(Al, Fe)_2O_3 \cdot 3SiO_2 \cdot 2H_2O$ , aus der Gegend von Omsk  
 Ernit †, Oehrnit †, veränderter Pyroxen  
 Ernita F, Grossular  
 Errit †, Parsettensit  
 Ersbyit †, teils Mejonit, teils Mikroklin von Eruby  
 Erubescit †, Bornit  
 Erusibit?, zweifelhaftes Fe-Sulfat  
**Erythrin 297**  
 Erythrit †, fleischroter Orthoklas  
 Erythrochalcit †, Eriochalcit  
 Erythroconit †, Tennantit

**Erythrosiderit 150**  
**Erythroziukit 110**  
 Erzbergit, sprudelsteinartiges Gemenge von Aragonit und Calcit  
 Escherit †, Epidot  
**Eschwegeit 189** = *мантэвксенит*  
 Eschwegeit †, unreiner Haematit  
 Eskebornit (Ramdohr 1950), wahrscheinlich kub.  $CuFeSe_2$  mit  $a_0 = 5,53$  (Tischendorf 1960)  
**Eskolait 47, 169**  
 Esmarkit †, teils angewitterter Anorthit, teils angewitterter Cordierit, teils Datolith  
 Esmeraldait †, Nadeleisenerz (oder Rubin-glimmer?) mit adsorbiertem  $H_2O$  *сманьно суджит*  
**Esperit 326**  
 Estramadurit †, derber Apatit  
**Ettringit 264**  
 Euchlorin V, ein K, Na, Cu-Sulfat, orthorhombisch,  $a:b:c = 0,7616:1:1,8755$   
 Euchlorit †, Biotit  
**Euchroit 302**  
 Euchysiderit †, Hedenbergit  
 Eueryptit, Eukryptit  
**Eudialyt 358**  
**Eudidymit 379**  
 Eudnophit †, Analcim  
 Eugenesit †, Allopalladium  
 Eugenglanz †, Polybasit  
 Eukamptit †, unfrischer Biotit  
**Eukairit 405**  
**Euklas 332**  
**Eukolit 359**  
 Eukolit-Titanit ?, ~ Keilhaut  
 Eukrasit V von Thorit?  
**Eukryptit 66, 324**  
 Eulit<sub>2</sub>, Orthopyroxen  $En_{20}Of_{80}$  aus Eulysitgesteinen (Of = Orthoferrosilit) (Poldervaart 1947)  
**Eulytin 331**  
 Eunicit (J. E. Paiva Hetto 1955), ein Montmorillonit  
 Euosmit 437  
 Euphyllit V, ein Mischkristall Paragonit- + *хвост*  
 Muskovit  
 Eupyrchroit †, unreiner Apatit  
 Euralith<sup>2</sup> †, Delessit  
 Eusynchit †, krustenförmiger Descloizit  
 Euthalit (Euthallit) †, Analcim  
**Euxenit 188**

Euzeolith ~ Heulandit  
Evansit 407  
 Evigtokit †, Gearsutit  
Evenkit 435  
 Exanthalit (†), teils Glaubersalz, teils  
 $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$   
 Exitelit †, Valentinit  
 Eytlandit †, Samarskit  
Ezcurrit 230

## F

Fabianit 234 ✓  
 Fabulit, synthet.  $\text{SrTiO}_3$   
Fahevit 292  
Fahlerz 109 =  $\text{Ca}_2\text{KAl}_2\text{Si}_2\text{O}_{10}$   
Fairchildit 214  
Fairfieldit 298  
Falkenauge 180 (Lorenzschütz 2007)  
 Falkenhaynit †, Tetraedrit (Kutina 1951)  
 Falkensteinit (?), chemisch ähnlich Ashcroftin, optisch ähnlich Gonnardit (T. F. W. Barth 1945)  
 Falkmanit, teils Boulangerit (S. C. Robinson, Am. Min. 33. 1948. 716), teils Jamesonit (J.-E. Hiller, N. Jb. Min. Mh. 1955. 238)  
 Falunit ~ Pinit, Umwandlungsprodukt von Cordierit  
Famatinit, teils Stibioenargit, teils Stibioluzonit  
Farallonit 269 ✓  
 Faratsihit †, Gemenge von Nontronit und Kaolinit (Hendricks 1939)  
 Fargit †, roter Natrolith  
 Farolith †, radialfaserige Kugeln von Thomsonit  
Farringtonit 274 ✓  
 Fasciculit †, eine büschelige Hornblende  
 Faserblende †, Wurtzit  
 Faserkiesel †, Sillimanit  
 Faserserpentin, Chrysotil, 402  
Fassait 366  
Faujasit 433  
Fauserit 252 ✓  
Faustit 305  
 Favas („Bohnen“), Gerölle von  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{ZrO}_2$  usw. in Diamantsanden von Brasilien  
Fayalit 68, 325  
 Federalaun †, Halotrichit

Federerz †, feinnadeliger verfilzter Jamesonit, Antimonit oder Plagionit  
 Fedorowit, V von Pyroxen (zwischen Aegirin und Aegirinaugit)

Fe-Huréaulith, synthet. 292

Feldspat-Familie 84, 416

Felsit †, Orthoklas

Felsöbanyit 262 ✓

Femaghostingsit (Borley & Frost 1963), Hastingsit mit 65 bis 35 Mol% des Mg-Endgliedes = *zuckunzeit*

Femolit (Skvortsova, Sidorenko, Dara, Silanteva & Medoeva 1964),  $\text{Mo}_3\text{FeS}_{11}$ , ähnlich Molybdänglanz, vgl. Castaingit *ähnlich FeS<sub>2</sub>+As<sub>2</sub>*

Fenaakit 380

Fenghuangit (Peng & Liu 1962) = Fenghuang-shih (Peng 1959), V von Britholith mit 19,64%  $\text{ThO}_2$  (M. Fleischer & E. C. T. Chao 1960, M. Fleischer 1963)

Ferberit 187

Ferghanit 415

Fergusonit 190

Fermorit 291

Fernandinit 318 ✓

Ferracit V?, angeblich  $(\text{Ba}, \text{Pb})_3[\text{P}_4\text{O}_{13}] \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ , elfenbeinfarbige Favas aus den Diamantsanden Brasiliens

Ferriallophan 407 ✓

Ferri-Alluaudit, Alluaudit

Ferri-Alunogen 253

Ferri-Beidellit? Eisenbeidellit, V von Beidellit

Ferri-Berthierin 404

Ferri-Biotit, eisenreicher, hoch doppelbrechender Biotit mit großem Achsenwinkel = *лишдомерит*

Ferri-braunit (?), vielleicht Braunit mit Fe-Gehalt *смесь?*

Ferri-Chamosit, oxydierter Chamosit = *среднеберитин*

Ferri-Copiapit 263 ✓

Ferrierit 430

Ferri-Halloysit 406 ? *смесь*

Ferriilmenit 170

Ferrikerolith?, vielleicht Ferripalygorskit oder Ferrisepiolith

Ferri-Metahalloysit 406

Ferrimolybdit 269

Ferri-Montmorillonit 391 *смесь? = нонtronит*

Ferri-Muskovit 383 *линал*

Ferrinatrit 256

**Ferripalygorskit 411**  
**Ferri-Phengit 383** *минал*  
**Ferriphlogopit 385**  
 Ferripyroaurit, oxydierter Ferropyroaurit = *pyroaurite*  
 Ferri-Richterit, Eisenrichterit, Chiklit, V von Richterit 372  
**Ferri-Saponit 392** = *зривогруитит*  
**Ferrisepiolith 411** = *ксм номитал*  
 Ferri-Sericit (H. Minato & Y. Takano 1952), ein Sericit mit 5,7% Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> und 1,5% FeO  
**Ferrisicklerit 274**  
**Ferrisymplesit 297** *?*  
 Ferrit †, teils eisenreicher Serpentin, teils Eisen, teils Limonit, teils Schlacken-substanz  
 Ferritspinelle 163 *зривит ниб*  
**Ferritungstit 269**  
 Ferriwotanit, Ferrititanbiotit  
**Ferroaktinolith 369** = *фортропреомит*  
 Ferroalunogen †, Ferrialunogen (Tektit)  
 Ferroanthophyllit †, teils Hypersthen, teils Aktinolith  
**Ferro-Antigorit 403** *минал*  
 Ferro-Augit, Augit  
**Ferro-Berthierit 404**  
**Ferro-Chrysotil 403** *минал*  
 Ferrocolumbit, V von Niobit mit Fe:Mn > 3:1  
 Ferrocopiapit = Copiapit  
 Ferrodolomit, Ankerit = *минал*  
**Ferroedenit 370** *минал*  
 Ferro-Ferri-Lazulith = Barbosolith  
 Ferroferrimargarit (A. J. Ginzburg 1955), V von Margarit  
 Ferrofranklinit, V von Franklinit = *Mg-Zn-мюггерит*  
**Ferro-Friedelit**, V von Friedelit mit vorherrschendem Fe  
**Ferrogedrit 372** *минал*  
**Ferro-Goslarit 252**  
 Ferrohastingsit, Hastingsit  
 Ferrohedenbergit, V von Hedenbergit  
**Ferrohexahydrat 251**  
 Ferrohortonolith, Mischungsglied zwischen Hortonolith und Fayalit *Мг-Фаялит*  
 Ferrohypersthen, Orthopyroxen En<sub>30</sub>Of<sub>70</sub> (Of = Orthoferrosilit) *Мг-Фаялит*  
 Ferroilmenit †, Niobit  
**Ferro-Johannsenit 366**

**Ferrokapholith 368**  
 Ferrokobaltit †, Glaukodot  
 Ferroludwigit, Paigeit = *вожениит*  
 Ferro-Magnesit 211 = *Фредитерит*  
 Ferronatrit †, Ferrinatrit  
 Ferroniobit, V von Niobit mit Fe:Mn > 3:1 = *КОЛУМБИТ*  
 Ferropallidit †, Schmölnitzit  
**Ferropiriklas** (Tilley 1951), Fe-haltige Varietät von Periklas  
 Ferropicotit †, ein Eisenspinell = *песоцит*  
 Ferropigeonit, V von Pigeonit  
 Ferroprehnit, ein Prehnit mit 4% Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> für Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>  
 Ferropyroaurit = „Eisenbrucit“ von Siebenlehn/Sa., nach Meixner (1937) MgCO<sub>3</sub> · 2Fe(OH)<sub>2</sub> · 5Mg(OH)<sub>2</sub> · 4H<sub>2</sub>O  
**Ferro-Rhodochrosit 211**  
**Ferro-Salit 366** (*Мг-зедитерит*)  
 Ferroschallerit, irrtümlich für Ferro-Friedelit (Frondel & Bauer 1953)  
**Ferroselit 42, 125**  
 Ferrosilit, Klinoferrosilit  
 Ferro-Smithsonit 211 = *монзеймит*  
**Ferrosinell, Hercynit 163**  
**Ferrostibian 176** = *мончанит*  
 Ferrostilpnomelan, V von Stilpnomelan  
 Ferrotantalit, V von Tantalit mit Fe:Mn > 3:1  
**Ferrotellurit 266** *?*  
 Ferrothorit, richtiger = Ferrithorit, ein Thorit mit 13% Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>  
**Ferotin 170** *?*  
 Ferrotitanit †, „Schorlomit“  
**Ferrotschermakit 370** *минал*  
 Ferrowolframit †, Ferberit  
 Ferrowollastonit (Agrell 1950), Eisenwollastonit (Tilley 1937), V von Wollastonit mit 9,29% FeO  
 Ferrozinkit †, Franklinit  
 Ferrozink-Rhodochrosit 211  
**Ferruccit 146**  
**Fersmanit 338**  
**Fersmit 188**  
 Ferutit = Davidit (Contag 1962; Zhabin, Voronkov, Khalezova & Kazakova 1963)  
**Fervanit 293**  
 Festungsachat, V mit Rundungen und Knicken der Bänderung  
 Feuerblende, Pyrostilpnit

**Feueropal 180****Feuerstein 180** = *кремень***Fibroferrit 261****Fibrolith** †, filziger Sillimanit**Fichtelit 436**Ficinit, a) † Hypersthen von Bodenmais,  
b) unter dem Einfluß von  $\text{FeSO}_4$ -Lösung  
zersetzter Vivianit**Fiedlerit 154**

Fieldit †, Tetraedrit

**Filowit 275**

Finbotantalit †, Ixiolith

**Finnemanit 204**

Fiorit, V von Opalsinter

Fireclay, Sedimentgestein, 400

**Fischerit** †, Wavellit (Wherry 1917,  
E. Fischer, Heidelb. Beitr. Min. Petr. 4.  
1955. 522)**Fizelyit 133****Flagstaffit 436****Flaiolotit** = Tripuyit (Mason & Vitaliano  
1953)**Fleischerit 264****Flinkit 285****Flint 180** = *кремень*Flokite = Mordenit (Bannister 1938, Davis  
1958)**Florencit 289**

Floridin †, Walkerde von Florida

Floridit †, harter Phosphorit von Florida

**Fluellit 146**Fluobaryt †, Gemenge von Baryt und  
Fluorit**Fluoborit 225**

Fluocerin †, Bastnäsit

**Fluocerit** (Haidinger) †, Tysonit

Fluochlor †, Pyrochlor

Fluokollophan ~ Kollophan

Fluoradelit †, Tilasit

Fluorapatit, Apatit

Fluorchondroit, synthet., OH-frei

Fluordiopsid, Mansjöt (F-haltiger Diop-  
sid)

Fluor-Edenit, synthet. 370

**Fluorit 44. 144**

Fluor-Norbergit, synthet., OH-frei

Fluor-Phlogopit, synthet. 385

Fluor-Richterit, synthet. 372

Fluor-Taeniolith, synthet. 385

Fluor-Tremolit, synthet. 370

Fluosiderit<sup>?</sup>, orthorhombisch, Silikat von  
Ca, Mg, Al, wenig Fe und Mn (a:b:c  
= 0,3479:1:0,3202)**Flußspat 44. 144**

Flutherit †, Liebigit

Folgerit †, Pentlandit

Footit †, Connellit

**Forbesit<sup>?</sup> 296**Forcherit †, Gemenge von Opal mit „kol-  
loidalem“  $\text{As}_2\text{O}_3$ Forchhammerit ?, angeblich  $\text{FeSiO}_3$   
 $\cdot 6\text{H}_2\text{O}$ Foresit (Rath 1874), Gemenge von Stilbit u.  
Cookeit (G. Cocco & C. Garavelli 1958)**Formanit 190****Fornacit 267****Forsterit 68. 325****Foshagit 375**Foshallasit 348 = *косошаниит***Foucherit 309**

Fouqueit †, Klinozoisit

**Fourmarierit 202**Fournetit †, Gemenge von Bleiglanz mit  
anderen Erzen**Fowlerit 378****Fraipontit 334**

Framesit, V von schwarzem Bort

**Francevillit 317****Franckit 116**

Francolith, Carbonat-Apatit

Franklandit †, verunreinigter Ulexit

**Franklinit 46. 163**

Franquenit †, Slavikit

**Frebaldit 112**Fredericit †, Tennantit = *тениит***Freibergit 109****Freieslebenit 133**

Freirinit, Lavendulan (C. Guillemin 1956)

**Fremontit**, Natramblygonit

Frenzelit †, Guanajuatit

**Fresnoit 443****Freudenbergit 177**

Freyalith, Zersetzungsprodukt von Thorit

**Friedelit 410****Frigidit<sup>?</sup>** †, Ni-haltiges Fahlerz von der  
Grube FrigidoFringelit (Blumer 1951), fossiler Farbstoff  
in sedimentärem Calcit**Friesit<sup>?</sup> 111****Fritzscheit 312**

**Frobergit** 42, 125**Frolovit** 231**Frondelit** 283**Froodit** 126

Frugardit †, Vesuvian

**Fuchsit**, Chrom-Muskovit, 384

Fuggerit †, Gehlenit

Fulgurit, durch Blitz gefritteter Quarzsand

Fullererde, Palygorskite = montmorillonite

Fullonit †, Goethit

**Füllöppit** 135

Funkit, V von Kokkolith

Furnacit = Fornacit

Fuscit †, Skapolith

Fusit (Faserkohle), mikroskopischer Bestandteil des Anthracits

Fynchenit, Fenghuangit

## G

Gabbronit †, teils Eläolith, teils Skapolith  
Gäbhardit †, Fuchsit• **Gadolinit** 341• **Gagarinit** 144

Gagat, Jet, V von Braunkohle, kompakt, glänzend

**Gageit** †, Leukophanoisit• **Gahnit** 46, 163

Gajit †, Gemenge von Calcit und Brucit im Gewichtsverhältnis 2:1 (Lj. Barić 1959)

Galafatit †, „Calafatit“ (Alunit)

Galaktit †, Natrolith

Galapectit †, teils Halloysit, teils Montmorillonit (G. T. Faust 1957)

**Galaxit** 46, 163**Galcit** 247• **Galenit** 40, 43, 115• **Galenobismutit** 137

Galenoceratit †, Phosgenit

**Gallit** 38, 108

Gallitzinit †, Rutil

Gallium-Albit

Gallium-Anorthit

Gallium-Orthoklas

künstl. Feldspate  
mit Ga an Stelle  
von Al (J. R. Goldsmith 1950)

Gallizinit †, Goslarit, auch Ilmenit

Galmei, teils Zinkspat, teils Hemimorphit (= Kieselgalmei)

**Gamagarit** (De Villiers 1943) 301

Gamsigradit V, Mn-haltige Hornblende

„Gangquarz“ 180

**Ganomolith** 353 *аномалит = ? mit In und Ag u Cu***Ganomatit** 304**Ganophyllit** 388**Gänsekötigerz** 304 = zanomomatit

Gapit †, Morenosit

Garbyit †, Enargit

Garividit †, Vredenburgit (Mason 1943)

• **Garnierit** 403

Garnsdorffit †, Pissophan

**Garrelsit** 342**Garronit** 431

Gastaldit, V von Glaukophan

Gastunit (Haberlandt &amp; Schiener) 345

Gastunit (Honea) = Weeksit

• **Gaufroyit** 225

Gaulith †, Tekticit

Gauslinit †, Burkeit

Gavit, V von Talk

• **Gaylussit** 218

Gearskit (Grigoriev &amp; Dolomanova 1951),

Gearskitit (G. &amp; D., 1959)

• **Gearskitit** 148Gedanit 438 *аномалит*• **Gedrit** 372Gedroizit? „kolloidales Bodenmineral“  
(Na, K)<sub>2</sub>Al<sub>2</sub>Si<sub>3</sub>O<sub>10</sub> · 2H<sub>2</sub>O, n = 1,483• **Gehlenit** 74, 346• **Geikielith** 47, 170

Gekrösestein, gefältelter, dichter Anhydrit

Gelbantimonerz †, Cervantit

**Gelbbleierz** 268 *gelbleierz*

Gelbeisenerz †, teils Copiapit, teils Jarosit, teils ockriger Limonit

• **Gelbertrandit** (Semenov 1957), Bertrandit

Gelberz †, Müllerin †, Krennerit

Gelbkupfererz †, Kupferkies

Gelbnickelkies †, Millerit

**Gel-Calcit** 212

„Geldiadochit“ 304

**Gel-Dolomit** 213**Gel-Magnesit** 212

Gelosit, mikroskop. Bestandteil von Bituminat

Gelpyrit, Melnikovit-Pyrit

Geltenorit (Ramdohr 1950), gelförmiger Tenorit

Gelzirkon (Semenov 1960), V von Zirkon

Genevit †, Vesuvian



- **Genthelvin** (Genth-Helvin) 425  
Genthit, wohl Nickel-Antigorit ~ *Зеленит*  
Geocerain 437 *суптм*  
Geocerit, Geocerain
- **Geokronit** 135  
Geolyt, Sammelbezeichnung für „Bodenzeolithe“ oder (nach Stremme 1914) besser für „Allophanone“  
Geomyricit 437  
**Georgiadesit** 292  
Geraesit †, unreiner Gorceixit
- **Gerassimovskit** 182  
**Gerhardt** 209  
• **Germanit** 109  
Germanium-Albit künstl. Feldspate mit  
Germanium-Ge an Stelle von Si  
Anorthit (J. R. Goldsmith  
Germanium-1950)  
Orthoklas  
Geramarit †, Diallag  
Gersbyit?, ein Phosphat ähnl. d. Lazulith
- **Gersdorffit** 42, 124  
**Gerstlevit** 139  
**Geversit** 42, 123  
**Geyerit** (Geierit, Breithaupt 1866) V, Löllingit von Geyer, mit ~ 7% S  
**Geyserit**, Opalsinter als Absatz der Geysire  
Ghassoulit †, ~ Stevensit (Millot 1954)  
Giannettit (D. Guimarães), ein wohl triklinisches Silikat von Ca, Na, Mn, Zr, Ti, Fe; nach M. Fleischer (1949) vielleicht verwandt mit Guarinit
- **Gibbsit** (Torrey 1822) 52, 196  
Gibbsit (Hermann 1847), Richmondit  
Gibbsit, Übersetzungsfehler für Hibscht  
Gieseckit P, zu dichter Muskovitsubstanz veränderter Nephelin
- Giessenit** 137  
Gigantolith P, Gemenge (hauptsächlich Muskovit) pseudomorph nach Cordierit  
Giliabit (W. P. Iwanowa 1940), ein Tonmineral ~~der~~ Montmorillonit-Gruppe  
Gilbertit †, teils Nakrit und Kaolinit, teils Muskovit, oft pseudomorph nach Topas
- **Gillespit** 380  
Gillingit †, Hisingerit  
Gilpinit †, Johannit (Fe<sup>2+</sup>-W.)  
Gilsonit HN, für Uintarit *суптм*  
Ginilsit?, derb, ungefähr (Ca, Mg)<sub>8</sub>(Fe, Al)<sub>4</sub>[SiO<sub>4</sub>]<sub>7</sub>·2H<sub>2</sub>O
- **Ginorit** 231  
Ginzburgit, Gruppenname für eisenhaltige kaolinitähnliche Mineralien  
Giobertit (Beudant 1824) = Magnesit (Karsten 1808)
- Giorgiosit** 220  
• **Gips** 60, 259  
Girnarit? V? von Hastingsit
- **Gismondin** 431  
Giufit †, Milarit  
Giulekhit (Khalifa-Zade 1957), auch Gülechit, ein Hydroglimmer von Giulekh, Kaukasus  
Gjellebakit †, Wollastonit
- Gladit** 132  
Glagerit, V von Halloysit  
Glanzspat †, Sillimanit  
Glasbachit †, „Zorgit“ oder „Kerstenit“  
**Glaserit** 242 = *артифакт*  
Glaserz †, Argentit
- **Glaskopf brauner** 198 *красн. зёрна*  
• **Glaskopf roter** 170 *красн. зёрна*  
Glaskopf, schwarzer, Manganomelan mit glänzender Oberfläche *красн. зёрна*  
Glasopal †, Hyalit  
Glasurerz †, reiner, besonders silberarmer Bleiglanz  
Glasurit?, H<sub>2</sub>O-haltiges FeAlMg-Silikat  
Glaubapatit †, Gemenge von Monetit und Apatit (Frondel 1943)
- **Glauberit** 243  
**Glaubersalz** 259 = *серафит*  
• **Glaucocroit** 326  
Glaukochroit, Glaucocroit
- **Glaukodot** 127  
**Glaukokerinit** 262  
• **Glaukolith** (Weibye) †, Sodalith  
• **Glaukolith** (von Fischer) †, Skapolith
- **Glaukonit** 383  
• **Glaukopargasit**, blauer Amphibol, zwischen Glaukophan und Pargasit
- **Glaukophan** 371  
Glaukopyrit †, Löllingit  
Glaukosiderit †, Vivianit  
**Glendonit** P, Calcit pseudomorph nach Glauberit *серо-зелен. зёрна*  
Glessit 438 *с. м. в. в.*
- Glimmergruppe** 382  
Glinitt †, Gemenge mehrerer Tonminerale (I. D. Sedlezkij 1954)

- Glinkit †, Fe-reicher Olivin  
 Globosit †, wahrscheinlich Strengit  
 Glockerit †, Siderogel mit adsorbierter  $H_2SO_4$  (?)  
 Glоссеколлит, † von Halloysit  
 Glottalith (Thomson, 1836) = Chabasit (M. H. Hey 1960)  
 Glucinit †, Herderit  
 • **Glucin 302**  
 Gluschinskite (Nefedov 1960), ein Magnesium-Oxalat  
 • **Gmelinit 432**  
 • **Goethit 198**  
 Gokait, ein Klinohypersthen mit kleinem opt. Achsenwinkel, von Goka in Japan  
 Gökumit †, Vesuvian von Gökum  
 • **Gold 33, 90**  
**Goldamalgam 90**  
 Goldargentid, † von Elektrum, ~ Au, Ag,  $a_0 = 4,06$   
 Goldeuprid, Auricuprid  
**Goldfieldit**, ein Te-Tetraedrit (Thompson 1946), deutlich anisotrop,  $2\mu c$ .  
 • **Gölichit 256**  
**Goldmanit 71, 329**  
 Goldschmidtin *F*, Stephanit  
 Goldschmidtite †, wohl † von Sylvanit  
 Goldtellur †, Sylvanit  
 „Goldtopas“, *HN* für Citrin, gewonnen durch Erhitzen von Amethyst  
 Gongylit †, Gemenge (hauptsächlich Muskovit), ~ Pinit  
**Gonnardit 428**  
**Gonyerit 397**  
 Goongarrit † Gemenge Cosalit + Galenit (R. M. Thompson 1949)  
**Gorceixit 288**  
 Gordait †, Ferrinatrium  
**Gordonit 303**  
 • **Görgevit 258**  
 Gorlandit †, Mimetesit  
 Gōschwizit, Illit  
 • **Goshenit 361** *Бесцветный*  
**Goslarit 252**  
 Gosseletit ~ Viridin  
 Gotthardit †, Dufrenoyisit  
**Götzenit 351**  
 Gouréit, Narsarsukit (Jérémime & Michel-Lévy 1961)  
 Gouverneurit, brauner Mg-Turmalin  
**Gowerit 232**  
**Govazit 288**  
**Graebert 437**  
 • **Graftonit 274**  
 Grahamit †, „Asphaltmineral“  
 Gramenit †, ~ Nontronit  
 Grammatit-Strahlstein, Tremolit  
 Grammit †, Wollastonit  
**Granat 70, 328**  
 Granatit †, Staurolith *Асидит*  
**Grandidierit 342**  
 • **Grandit 329** (*гросс-андит*) *манганит?*  
**Grängesit 397** (*Ман-брыггесит*)  
**Grantsit 318**  
 Granulin †, pulveriger Opal, auf Vesuv-lava  
 Gränzerit †, Sanidin von Eulenberg  
 • **Graphit 34, 95**  
**Graphitoid †**, dichter, äußerst feinkörniger Graphit  
 Grastit †, Prochlorit  
 • **Gratonit 135**  
 Graubraunstein †, kryptokristalliner Pyrolusit  
 Graulit †, Tektit  
 Graumanganerz †, teils Pyrolusit, teils Manganit  
 Grauspießglanz, Antimonit  
**Grayit 279**  
**Greenalith 402** (*Манганит? манганит, Гринберит*)  
 Greenlandit †, Niobit  
 • **Greenockit 39, 110**  
**Greenovit 338**  
 Gregorit (1818) †, Ilmenit  
 Gregorit (1869) (Agnesit) ~ Steatit  
 • **Greigit 118**  
 Greinerit †, manganhaltiger Dolomit vom Greiner i. Tirol  
 Grenatit †, teils Staurolith, teils Leucit  
 Grengesit †, radialfaseriges Umwandlungsprodukt von Pyroxen, ~ Delessit  
 • **Griffithit 392**  
 • **Griphit 276**  
 Griquait †, Gestein aus Pyroxen und Granat im Blueground  
 Griqualandit *P*, Gemenge von Quarz und Fe-Hydroxiden pseudomorph nach Krokydolith, ~ Tigerauge  
 Grochauit, Sheridanit, 396  
 Grodeckit †, Gmelinit *Na, Mg, Fe<sup>III</sup> анортоклазит*

- Grodnolith †, durch Kaolin verunreinigter Kollophan  
 Groppit *P*, zersetzter Cordierit (~ Pinit)  
 Grorolith †, Wad  
 • **Grossular** 70, 329  
**Grothit** 349  
**Grothit** 338 = *сирен-Ал-Тутанит*  
**Grouit** 198  
 Groutellit, Teilpseudomorphose von Ramsdellit nach Grouit  
**Grovesit** 403  
 Grünauit †, Gemenge von Polydymit mit Wismutglanz  
 Grünbleierz, Pyromorphit  
 Grundit, Illit  
 Grüneisenerde (Grüneisenstein, Grüneisenerz) †, teils Rockbridegit, teils Dufrenit  
 Grünerde †, teils Seladonit, teils Glaukonit  
 • **Grunerit** 369  
 Grünerit, Grunerit (Kenngott 1853)  
**Grünlingit** (Muthmann & Schröder 1898), Joséit (Peacock 1941)  
 Grünmanganerz †, Allagit  
 „Grünquarz“ 179  
 • **Guadalcazarit** 107 ~ *Зеленый кварц*  
 Guadarramit †, Ilmenit, radioaktiv infolge Monazit-Beimengung (Switzer 1952)  
 Guanabaquit *P*, Chalcodon pseudomorph nach Flußspat  
 • **Guanajuatit** 119  
 Guanapit †, teils Gemenge von Sulfaten in Guano, teils Oxammit  
 Guanit †, Struvit  
 Guanovulit ?, wasserhaltiges  $\text{KNH}_4$ -Sulfat, in Eiern im Guano  
 Guanoxalit ?, wohl Gemenge von K-Sulfat und  $\text{NH}_4$ -Oxalat pseudomorph nach Vogeleiern  
**Guarinit** 351 = *Зеленый кварц*  
 Guayacanit †, Enargit  
 Guayaquil, Guyaquilit = *сирен*  
 • **Gudmundit** 127  
 Guejarit †, Wolfsbergit  
 • **Guerinit** 301 † *зеленый кварц*  
**Gugiait** 346  
**Guildit** 263  
**Guilleminit** 441  
 Guitermanit †, unreiner Jordanit
- **Gümbelit** 387 = *Мунит*  
 Gumbrin, Walkerde von Gumbri Transkaukasien (*Мунит*)  
 Gummierz †, unreiner Gummit  
 • **Gummit** 203  
 Gumucionit †, durch Realgar gefärbte Schalenblende  
 Gunnarit ?, ~ Pentlandit  
 Gunnbjarnit 412 = *Ксиолит*  
**Gunningit** 249  
 Gunnisonit †, Gemenge von Flußspat mit einem Silikat  
 Gurhofian (Gurhofit) †, kryptokristalliner Gel-Dolomit (P. Wieden, Tscherm. Min.-Petr. Mitt. 5. 1954. 99)  
 Gurolith †, Gyrolith  
 • **Gutsevichit** 304  
 Guyaquilit 438 *сирен*  
 Gymnit † (Deweylith), Serpentin  
 • **Gyrolith** 412

## H

- Haarkies †, teils Millerit, teils *V* von Markasit  
 Haarsalz †, teils Keramohalit, teils Halotrichit, teils Bittersalz

• **Hackmanit**, Sodalith mit etwas S

Haddamit †, Mikrolith

• **Haemafibrit** 306

• **Haematit** 47, 169

Haematogelit, kolloidales „ $\text{Fe}_2\text{O}_3$ “ im Bauxit

Haematokonit †, blutroter Calcit

• **Haematolith** 62, 285

• **Haematophanit** 153

• **Haematostibiit** 176

Hañefjordit †, Labradorit

Hagatalith, Zirkon mit seltenen Erden Nb *с 15% Тб<sub>2</sub>O<sub>3</sub>*

Hagemannit †, Gemenge von Ralstonit und Thomsenolith (Frondel 1948)

• **Hagendorfit** 275

• **Häggit** 194

• **Haidingerit** 300

• **Haimit** 373

• **Haiweeit** 344

• **Halit** 43, 141

Halitkainit (Thanit), Gemenge von Kainit und Steinsalz

Hallerit, Li-haltiger Paragonit *или Мунит*

- Hallimondit (Walenta & Wimmenauer 1961), angeblich  $\text{AsO}_4$ -Analogon zu Parsonsit
- Hallit †, Aluminit, teils Delessit *Березит*
- Hallit, ein Vermiculit, 393 *? - Daseit*
- Halloysit 406**
- Halochalcit †, Atakamit
- Halotrichit 254**
- Halurgit 229**
- Hamartit †, Bastnäsit
- Hamburgit 235**
- Hamelit ?,  $\text{H}_2\text{O}$ -haltiges  $\text{AlFeMg}$ -Silikat *in Hamit*
- Hamilit, Goyazit
- Hammarit 132**
- Hampdenit †, Antigorit
- Hampshirit *P*, Pseudomorphose von Serpentin nach Olivin
- Hancockit 354** *PbSr* *Каммокозит?*
- Hanksit 243**
- Hannavit 299**
- Hanléit, Uwarowit
- Hanušit, Stevensit (Faust 1961)
- Haplotypit †, Ilmenit
- Haradait 353**
- Harbolit (Tasman 1946), ein harter glänzender Asphalt von Harbol, Türkei
- Harbortit, Gemenge von Millisit und Crandallit (L. Capdecemme, priv. Mitt. 1954)
- Hardystonit 74, 346**
- Haringtonit? (Wilson 1945), ungenügend charakterisiertes Hg-Sulfid *~ Kurokit*
- Harkerit 337**
- Harmophan †, Korund
- Harmotom 431**
- Harringtonit †, „Farolith“ (Thomsonit)
- Harrisit *P*, Kupferglanz pseudomorph nach Bleiglanz
- Harstigit 349**
- Hartin (Schrötter 1843), Xyloretinit 438 *Термин*
- Hartit (Haidinger 1841) 436** *С<sub>2</sub> H<sub>2</sub> Тунка.*
- Hartkobalterz †, Skutterudit
- Hartmanganerz, Manganomelan
- Hartmannit †, Breithauptit
- Hartsalz (Sylvinit), Gemenge von Sylvinit und Steinsalz
- Harttit (Hussak 1906) 246** = Ca *Чантерзит*
- Hastingsit 370** *Хемекит*
- Hastit 42, 125**
- Hatchetit 436 *и магнетит*
- Hatchettolith †, Uran-Pyrochlor**
- Hatchit 135**
- Hauchecornit 106**
- Hauerit 41, 123**
- Haughtonit †, Lepidomelan
- Hausmannit 165**
- Hautefeuillit? Bobierit, Ca<sup>2+</sup>-haltig
- Haüy 424**
- Hawaiiit †, Chrysolith
- Hawleyit 38, 107**
- Haydenit *V*, Ba-haltiger Chabasit
- Hayesin †, Ulexit
- Haytorit *P*, Chalcedon pseudomorph nach Datolith
- Headdenit †, Arrojadit
- Heazlewoodit 106**
- Hebetin †, Willemit
- Hebronit †, Amblygonit von Hebron
- Hecatolith †, Mondstein
- Hectorit (Cox 1882), zersetzter Pyroxen von Australien
- Hectorit (Strese & Hofmann 1941) 392**
- Hedenbergit 365**
- Hedleyit 121**
- Hedyphan 291**
- Heidornit 234**
- Heintzite †, Kaliborit
- Heikolith? (Y. Kinosaki 1935), ein Amphibol mit 70 Mol.-% Riebeckit und 30% Glaukophan, optisch abweichend *и фот. раш. кроцита*
- Heinrichit 312**
- Heldburgit *и* Zirkon
- Heliodor 361**
- Heliolith, Sonnenstein
- Heliophyllit 156**
- Heliotrop 180**
- Hellandit 350**
- Hellyerit 218**
- Helminth †, Rhipidolith
- Helvetan †, angewitterter Biotit
- Helvin 425**
- Hemichalcit †, Emplektit
- Hemimorphit 74, 349**
- Hendersonit 318**
- Hengleinitt †, Bravoit
- Henkelit †, Argentit
- Henryit †, Gemenge von Altaït und Pyrit
- Henwoodit = Türkis (Wooster 1952)
- Hepatinerz † (Kupferpfecherz), Gemenge von Cuprit, Limonit und kolloidalem  $\text{SiO}_2$
- Hepatit †, ein bituminöser Baryt

- Hepatopyrit, knolliger Markasit  
 Heptaphyllit, Gruppenname für Glimmer vom Formeltypus Paragonit, Muskovit (vgl. Oktophyllit)
- Hercynit 46, 163**  
 • **Herderit 62, 279**  
 Hermannit †, Rhodonit  
 Hermannolith *F*, Niobit  
 Hermesit, Hg-Fahlerz =  $\text{Hg}_2\text{S}_2\text{O}_7$   
 Herrngrundit †, Devillin (Meixner 1940)  
 Herrerit †, Cu-haltiger Smithsonit  
**Herschelit 432**  
**Herzenbergit 116**  
 Hessenbergit †, Bertrandit (Grünling 1903, Parker & Indergand 1957)
- **Hessit 104**  
 • **Hessonit 329**  
 • **Hetaerolith 165**  
 Hetairit, Hetaerolith  
 Heteposit †, Heterosit  
 Heterobrochantit †, Antlerit
- **Heterogenit 199**  
 Heteroklas †, Braunit  
 Heteroklin †, Rhodonit  
 Heteromerit †, ein ölgrüner Vesuvian
- **Heteromorphit 136**  
 Heterophyllit (De Jesus 1936), einachsiger Biotit von Mangualde,  $\text{H}_2\text{SiO}_4$
- **Heterosit 274**  
 Heterotyp †, Amphibol
- Heubachit 199** ~  $\text{Ni}_2\text{S}_2\text{O}_7$   
 • **Heulandit 429**  
 • **Hewettit 318**  
 Hexabolith, basaltische Hornblende  
 „Hexacelsian“, hexagon.  $\text{BaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$ , Kunstprodukt
- **Hexagonit †**, ein lilafarbiger Grammatit  
**Hexahydrat 250**  
**Hexastannit 110**  
**Hibbenit 295** ~  $\text{Zn}_2\text{S}_2\text{O}_7$  +  $\text{CaH}_2\text{S}_2\text{O}_7$   
 Hibbertit †, wohl Gemenge von CaMg-Carbonaten
- **Hibonit 171**  
**Hibschildit 329**  
**Hidalgoit 246**  
 • **Hiddenit 367**  
**Hieratit 44, 147**  
 Higginsit, Konichalcit  
 • **Hilgardit 234**
- Hilgenstockit, Schlackenprodukt,  $\text{Ca}_4[\text{O} \mid (\text{PO}_4)_2]$ , monoklin,  $a:b:c = 0,5773:1:1,255$ ,  $\beta \sim 90^\circ$
- Hillängsit †, Dannemorit  
**Hillebrandit 337**  
 Himbeerspat †, Rhodochrosit
- Hinsdalit 246**  
 Hintzeit (Heintzit) †, Kaliborit  
 Hircin 438  $\text{Cu}_2\text{S}_2\text{O}_7$   
 Hirzit, Hircin
- **Hisingerit 407**  
 Hisloplit †, Calcit, durch Glaukonit gefärbt  
 Histrixit, Gemenge von Sulfiden (Ramdohr, N. Jb. Min. Mh. 1950, 139)  
 Hitchcockit †, Plumbogummit  
 Hjelmite, Gemenge von Tapiolit und Pyrochlor (Matias 1961)
- **Hjortdahlit**, Guarinit  
**Hoch-Cristobalit 49, 178**  
 Hoch-Eukryptit 413  
**Hoch-Quarz 48, 178**  
**Hoch-Schapbachit 116**  
 Hochschildit? (Herzenberg 1942), etwa  $\text{PbSnO}_3 \cdot 5-6\text{H}_2\text{O}$ , gelb, erdig, optisch isotrop,  $n$  wenig über 1,55,  $D = 4,45$  bis 4,59,  $H = 3$  oder wenig höher, Pseudomorphosen nach Teallit aus der Oxydationszone der Ichucolla-Mine, Callipampa, Bolivien, vielleicht mit Bindheimit verwandt
- Hoch-Tridymit 49, 178**  
**Hodgkinsonit 67, 332**  
 Hoepfnerit †, Grammatit  
 Hoevelit †, Sylvin  
 Höferit (Katzer 1895), Nontronit  
 Höferit (Cipriani & Vannuccini 1961), Biringuceit
- Hoffmannit †, Löllingit oder Arsenopyrit  
 Hofmannit †, Hartit  
 Högaut (Hegaut) †, Natrolith
- **Högbommit 171**  
 Högtveitit †, Alvit  
 Hohlspar †, Chiasolith  
**Hohmannit 261**  
 • **Hokutolith †** (Anglesobaryt), Pb-haltiger Baryt
- Holdenit 285**  
 • **Hollandit 183**  
**Hollingworthit 439**

- Holmesit †, Clintonit  
 Holmit †, teils Holmesit, teils kieseliges Calciumcarbonat  
 • **Holmquistit 372**  
 Holzachat, Achat pseudomorph nach Holz  
 Holzkupfererz V, derber Olivenit mit fasrig-splittigem Bruch  
 Holzopal, Opal pseudomorph nach Holz  
 • **Holzzinn**, holzähnlich aussehender Zinnstein, radialfaserig  
 Homichlin †, Kupferkies  
**Homilit 341**  
 Honessit (Heyl, Milton, Axelrod 1956), ein wasserhaltiges basisches Ni-Fe<sup>+++</sup>-Sulfat(?)  
 Honigstein 435  
**Hopeit 295**  
 Horbachit †, teilweise verwitterter Pentlandit  
 Hormite (R. C. Mackenzie 1959), überflüssiger Name für eine Gruppe von Tonmineralien (M. Fleischer, Am. Min. 1960; IMA Kopenhagen 1960)  
 Hörnbergit †, Name für ein Mineral, das nie beschrieben wurde; irrtümlich gelegentlich als U-Arsenat bezeichnet  
 • **Hornblende, basaltische, 370**  
 • **Hornblende, gemeine, 370**  
 Hornerz †, Chlorargyrit  
**Hörnesit 297**  
 Hornmangan †, Rhodonit  
**Hornquecksilber 143** = Каломель  
 Hornsilber, Chlorargyrit  
**Hornstein 180** = розовый  
**Horobetsuit 119**  
**Horsfordit 100**  
 Hortonit P, Steatit pseudomorph nach Pyroxen  
**Hortonolith 325**  
 Houghit P, Hydrotalkit pseudomorph nach Spinell  
 Hövellit †, Sylvin  
 Hovit †?, angeblich Ca[HCO<sub>3</sub>]<sub>2</sub>, adsorptiv in Allophan  
 Howdenit †, Chistololith  
**Howieit 373**  
 • **Howlith 342**  
 • **Hsianghualith 416**  
**Hsihtsunit 378**  
 • **Huanghoit 216**  
**Huantajayit 142**
- Huascolith †, Gemenge von Bleiglanz mit anderen Erzen  
 • **Hübnerit 187**  
 Hudsonit (Beck 1842), eine Hornblende  
 Huelvit †, Gemenge von Mn-Mineralien  
**Hügelin 315**  
**Hühnerkobelit 275**  
 Hullit †?, (Hardman 1878), ~~Leptochorit~~, wahrscheinlich inhomogen ~ хлороцит  
 Hullit (Serdyuschenko 1947), eisenreicher Beidellit  
**Hulsit 225**  
 Humboldtolith †, Melilith der Sommaauswürflinge  
**Humboldtin 434**  
 Humboldtit †, teils Humboldtin, teils Datolith  
 Huminit, kohleähnlicher Kohlenwasserstoff  
**Humit 69, 335**  
**Hummerit 319**  
**Hungchaoit 441**  
 Hunterit †, Kaolin  
**Huntolith 100** ? шель?  
**Huntit 212**  
**Huréaulith 292**  
 • **Hurlbutit 61, 273**  
 Huronit †, saussuritisierte, sehr basische Plagioklas  
 Hussakit †, Zirkon (der angebliche SO<sub>4</sub>-Gehalt soll auf unsauberes Arbeiten zurückzuführen sein)  
**Hutchinsonit 133**  
 Hüttenbergit †, Löllingit  
**Huttonit 61, 331**  
 Huyssenit, Fe-haltiger Staßfurtit  
 Hversalt †, unreiner Halotrichit  
**Hyacinth 330** 41 ркш. 2 ркш. 5. Воду блан, не омиет  
 • **Hyalit 180**  
 Hyaloallophan, Allophan gemengt mit Hyalit  
 Hyalomelan, ein Gesteinsglas  
 • **Hyalophan 419**  
 Hyalosiderit, Olivin mit 30–50 Mol.-% Fe<sub>2</sub>SiO<sub>4</sub>  
**Hyalotekit 357**  
 Hyblit, Thorogummit (Frondel, Am. Min. 38. 1953. 1007)  
**Hydrargillit 52, 196** = шибсит  
 Hydroallanit, V von Allanit

- Hydroamesit, hypothet. 407  
 Hydroamesit (Erdelyi, Koblenz & Varga 1959), Amesit mit geringfügigem Ersatz von O durch OH bzw. nach Erdelyi, Melles & Tolnay (1964) Al-haltiger Lizardit  
 Hydroamphibol, Gemenge von Amphibol und Chlorit  
 Hydroantigorit, hypothet. 407  
 Hydroantigorit (Erdelyi, Koblenz & Varga 1959), Antigorit mit geringem OH-Überschuß  
 Hydroapatit ~ Phosphorit  
**Hydrobasaluminat 262**  
**Hydrobiotit 388**  
 Hydrobismutit ~ Bismutit (Frondel 1943)  
**Hydroboracit 233**  
 Hydroborocalcit †, Ulexit  
 Hydrobraunit, V von Psilomelan bzw. Wad  
 Hydrobucholzit ?, soll geringere Dichte als Bucholzit (Sillimanit) besitzen (Material prähistorischer Steinbeile)  
 Hydrocalcit (Kosman), angeblich  $\text{CaCO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$   
 Hydrocalcit (Dana), Hydroconit  
**Hydrocalumit 200**  
**Hydro-Cassiterit 181** ~ *барахолоит*  
 Hydrocastorit, Gemenge  
 Hydrocatapleit? (Semenov & Tichonenkov 1962), unnötiger Name für ein Verwitterungsprodukt (vgl. Bonstedt-Kuplets-kaya & Yakovleskaya 1963; M. Fleischer 1964)  
 Hydrocerit †, teils Lanthanit, teils Bastnäsit; „Hydrocerit“ von Kola ist vielleicht identisch mit Silicorhabdophan (Semenov 1959)  
**Hydrocerussit 217**  
 Hydrocervantit (L. B. Shlain 1950, O. M. Schabnikova 1952), *Stibiconit сервантит*  
 Hydrochlor †, Pyrochlor  
 Hydroconit ?, angeblich  $\text{CaCO}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$   
 Hydrocookeit (A. J. Ginzburg 1953), hydratisierter Cookeit  
 Hydrocuprit, Cuprit (G. Switzer 1957)  
 Hydrocyanit, Chalkocyanit  
 Hydrodolomit †, Gemenge von Hydro-magnesit und Calcit  
 Hydroferrit †, Limonit  
 Hydrofluocerit †, wasserhaltiges Zer-setzungsprodukt von Fluocerit = *флуоцерит*  
 Hydroforsterit, asbestähnlich  
 Hydrofranklinit †, Chalkophanit  
 Hydrogadolinat, V von Gadolinat  
 Hydrogen-Uranospinit, Trägerit  
 Hydrogiobertit †, Gemenge, hauptsächlich Hydromagnesit  
**Hydroglimmer 387**  
 Hydroglockerit ~ Glockerit  
 Hydrogoethit †, Limonit  
 Hydrogrossular (Hutton 1943) = Hib-schit (Fleischer 1944)  
 Hydrohaematit, wohl feindisperser Hae-matit mit adsorbiertem  $\text{H}_2\text{O}$ , vielleicht mit Limonit gemengt  
**Hydrohalit 145**  
 Hydrohalloysit (Erdelyi 1962), Halloysit  
**Hydro-Hausmannit 166**  
 Hydroherderit, fast fluorfreier Herderit  
**Hydro-Hetaerolith 166**  
 Hydroilmenit †, zersetzter Ilmenit  
 Hydrokaolin, Halloysit  
 Hydrokasterit (Grattarola 1876) †, Ge-menge von Stilbit, Petalit u. a. (G. Cocco & C. Garavelli 1958)  
 Hydroklinohumit †, Titanhydroklino-humit (F-freier Titanklinohumit)  
 Hydrolanthanit †, Lanthanit  
 Hydrolepidokrokit, Lepidokrokit mit adsorbiertem Wasser  
 Hydrolith †, teils Gmelinit, teils Kiesel-sinter und Enhydros  
 Hydroloparit, Metalloparit  
**Hydromagnesit 219**  
 Hydromagnocalcit (Hydrodolomit) †, Gemenge von Hydrodolomit und Calcit  
**Hydromelanohallit 151**  
 Hydro-Metavauxit (M. C. Bandy 1946), undefiniertes Umwandlungsprodukt von Metavauxit  
**Hydromuskovit 387**  
 Hydronasturan? (R. V. Getsewa 1956),  $\text{UO}_2 \cdot \text{kUO}_3 \cdot \text{nH}_2\text{O}$ , teilweise oxydierte Pechblende  
 Hydronephelit, Natrolith, durch Zer-setzung aus Eläolith entstanden  
 Hydronickelmagnesit (grünlicher Hydro-dolomit) †, Gemenge von Hydromagnesit und Calcit  
**Hydroparagonit 387** = *драгманит*

Hydroparavauxit (M. C. Bandy 1946), undefiniertes Umwandlungsprodukt von Paravauxit

**Hydrophan 180****Hydrophilit 143**

Hydrophilit †, unreiner Serpentin

**Hydrophlogopit 388** = *воднофлогит*

Hydroplit †, unreiner Rhodonit

Hydroplumbit †, angeblich  $3\text{PbO} \cdot \text{H}_2\text{O}$

Hydropolyolithionit (Semenov 1959), V von Lepidolith

Hydropyrit †, Markasit

Hydrorhodonit †, verwitterter Rhodonit

Hydroroméit = Stibiconit (Mason & Vitaliano 1953)

Hydrosamarskit †, Samarskit

Hydroscarbroit (Duffin & Goodyear 1960), V von Scarbroit

Hydrosiderit †, Limonit

Hydrosilicite †, teils  $\text{H}_2\text{O}$ -haltiges  $\text{CaMg}$ -Silikat, teils Kerolith (derbes  $\text{Mg-Al}$ -Silikatgel)

**Hydrosodalith 424** = *водносода*

Hydrosteatit †, Steatit

Hydrotalc †, Pennin

**Hydrotalkit 220**

Hydrotenorit *F*, aus Gel entstandener Tenorit, mit adsorptiv gebundenem  $\text{H}_2\text{O}$

Hydrotephroit †, angewitterter Tephroit

Hydrothomsonit †, Thomsonit

Hydrothorit,  $\text{ThSiO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ , erdiges Zeretzungsprodukt eines radioaktiv veränderten Thorites, optisch isotrop; = Thorogummit (Frondel, Am. Min. 38. 1953. 1007)

Hydrotitanit †, Zeretzungsprodukt von Perowskit = *титанит*

**Hydrotroilit 113****Hydrotungstit 195**

Hydrowollastonit †, Gruppenname für Crestmorit und Riversideit

**Hydroxyl-Apatit 289****Hydroxyl-Herderit 280****Hydroxyl-Pyromorphit 290** *сшит.***Hydrozinkit 215**

Hydroxisodalith (Borchert & Keidel 1947), Kunstprodukt

Hygrophilit *P*, Sericit pseudomorph nach Feldspat

Hypargyrit †, Miargyrit

31 Strunz, Mineralogische Tabellen. 4. Aufl.

**Hypersthen 367**

Hypoehlorit †, Gemenge von Quarz mit „Bismutoferrit“

Hypodesmin †, Stilbit

Hyposiderit †, Limonit

Hyposklerit †, Albit

Hypostatit †, Fe-reicher Ilmenit

Hypostilbit, teils Stilbit, teils Laumontit

Hypotyphit †, Arsenolamprit

Hypoxanthit („Terra di Siena“), eine Art Bol

Hystatit (Hypostatit), Fe-reicher Ilmenit

**I****Ianthinit 201**

Iberit †, teils zersetzter Cordierit, teils fraglicher Zeolith

Ichthyophthalm †, Apophyllit

**Idait 117**

Iddingsit, komplexes Zeretzungsprodukt von Olivin, im wesentlichen amorphe Phasen, dazu Goethit als einzige kristalline Phase (M.-S. Sun, Am. Min. 42. 1957. 525)

Idokras †, Vesuvian

**Idrialin 437**

Idrialith, Gemenge von Idrialin mit Zinnober, Ton usw.

Idrizit †, Botryogen

Igalikit, Gemenge von Analcim und Muskovit (Danö & Sörensen 1959)

Igdloit (Danö & Sörensen 1959), kubisches  $\gamma\text{-NaNbO}_3$  = *гидролит*

Igelströmit †, teils Pyroaurit von Schottland, teils Fe-reicher Knebelit

Iglesiasit †, Gemenge von Cerussit und Smithsonit

Iglit (Iglloit) †, blaugrüner Aragonit

Igmerald, synthet. Smaragd

Ignatiewit †, Alunit, verunreinigt

Ihleit †, Copiapit

**Ikait 218** ✓**Ikunolith 121**

Ildefonsit †, Tantalit

**Illeit 249**

Ilidromica 408 = *нейтрал смешанной. беден магн - мусковит*

Illit 387 = *гидромусковит*

„Illit-Chlorit“ 408 = *корренсит*

„Illit-Montmorillonit“ 408 = *саронитатит (гид.)*

↑  
гид.



- Illuderit †, smaragdgrüner Zoisit
- **Ilmenit** 47, 170  
Ilmenokorund = Taosit = ~~Häghornit~~ *корунд*  
Ilmenomagnetit, Magnetit mit entmischem Ilmenit
- **Ilmenorutil** 185
- **Ilsemannit** 195
- **Ilvait** 348  
„Imanit“, Schlackenprodukt 329  
Imerinit, eine glaukophanähnliche Hornblende  
*вспомогат. для Al ~ пухтерит*
- Imgreit** 112  
Imogolit (Yoshinaga & Aomine 1962), ~ Allophan  
Impsonit †, ein Asphalt
- **Inderborit** 229
- **Inderit** 228  
**Indialith** 76, 361  
Indianait †, Halloysit  
Indianit †, unfrischer Anorthit
- **Indigolith** 363
- **Indit** 118
- **Inesit** 378
- **Innelit** 352  
Inolith †, Kalksinter  
Inverarit †, Gemenge von Magnetkies und Pentlandit
- **Inyoit** 229  
Iochroit, Turmalin  
Iolith †, Cordierit (Ijolith = Gesteinsname!)  
Ionit (Allan), Anauxit  
Ionit (Purnell) 436  
Isiderit †, Jozit = *лиолит*
- Iranit** 267
- Iridium** 33, 94  
**Iridiumplatin** 94
- **Iridosmin**, Iridosmium  
**Iridosmium** 34, 93 = *иридосмин*
- Iriginit** 269
- **Irit** (Borodin & Kazakova 1954), V von Loparit, metamikt  
Irit †, Gemenge von Osmiridium, Chromit u. a.  
Irvingit, ein Li-Glimmer = *нолимитовит*
- Isabellit †, Richterit  
Ischelit †, Polyhalit  
Iserin, teils Ilmenit, mit häufiger Pseudomorphosierung durch Rutil (vgl. Nigrin), teils Hercynit, teils „Titanomagnetit“  
Iserit †, Iserin
- Ishiganeit (Harada 1948), eine Al-reiche Varietät von  $\alpha$ -MnO<sub>2</sub> (Nambu & Okada 1961) = *криптоманан*
- Ishikawait** 189
- **Ishkulit** (Barsanov 1941), chromhaltiger Magnetit mit FeFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub>:FeCr<sub>2</sub>O<sub>4</sub>:MgFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub> = 8,7:2,5:1
- Ishkyldit** 403
- Isokit** 286
- Isoklas** 308 v  
Isophan ?, vielleicht ähnlich Franklinit  
Isopyrit †, teils unreiner Opal, teils amorphes oder kryptokristallines CaFeAl-Silikat
- Isostannin** 108
- Istisuit** 377 ?  
Itakolumit, schiefriger Quarzsandstein, teils biegsam
- Itoit** 59, 243
- Ittnerit** 425 *изд. заповн*
- Ivanovit** 234  
Ivigtit ?, NaAl-Silikat, vielleicht zu den Glimmern gehörend, aus Kryolith = *мыкелит*
- Iwaarit V, Melanit von Iwaara, Finnland  
*ишкелит*
- **Ixiolith** 187  
~~Ixiolith~~ = angeblich Sn-haltiger Tantalit, ist nach Quensel und Amark (1941) wohl ein Gemenge von Tantalit mit Zinnstein  
Ixolith? 437 *иридосмин*

## J

- Jachymovit, Cuprosklodowskit  
Jacksonit †, Prehnit  
Jade, Nephrit oder dichter Jadeit
- **Jadeit** 367  
Jadeolith, grüner Syenit (als Schmuckstein verwendet, Handelsname)
- Jagoit** 358
- Jaipurit** 40, 112
- **Jakobsit** 46, 163
- Jalpait** 105
- **Jamesonit** 136  
**Janit** 357 ?  
Janosit †, Copiapit  
Janovait, Janit  
Japanit F, Pennin
- **Jargon** 330
- **Jarlit** 148
- **Jarosit** 245  
Jarošit †, Kirovit

Jarrowit, Thinolith *P*, Calcit pseudomorph nach unbekannt Mineralien mit spitzen Pyramiden = *калиндоит*

• **Jaspis 180**

**Jaspopal 180**

Jaulingit 437 *кальцит*

Jefferisit 393 ? ~ *кальцит*

**Jeffersonit 366**

Jelinit (Kansait), fossiles Harz *кальцит*

Jelletit †, lichtgrüner Andradit

Jenkinsit, Fe<sup>++</sup>-haltiger Antigorit (Frondel 1962) = *кальцит*

Jentschit †, Lengenbachit

Jenzschit ?, ~ Chalcedon, von Hüttenberg

Jeremejewit 223 = *кальцит*

Jeromit *V*, wahrscheinlich Auripigment mit Se-Gehalt *кальцит*

Jet, Gagat, *V* von Braunkohle, kompakt, glänzend

Jewreinowit †, Vesuvian

Jezekit (Slavik 1914) = Morinit (Fisher & Runner 1958)

• **Jimboit 223**

Jiningit (Cheng-Chi-Kuo 1959), *V* von Thorit (M. Fleischer 1960) ~ *кальцит*

• **Joachinit 356**

Jocketan ?, wasserhaltiges Fe-Carbonat

Jodammonium, synthet. NH<sub>4</sub>J, 142

• **Jodargyrit 39, 43, 141**

Jodblei †, Schwartzembergite

Jodbromchlorsilber †, Jodobromit = *кальцит*

Jodobromit 142 = *кальцит*

Jodquecksilber 143 *кальцит*

Jodsilber (Jodyrit), Jodargyrit

Jodyrit, Jodargyrit

Jogynait †, erdiger Skorodit

Johachidolith 226

**Johannit 265**

• **Johannsenit 366**

Johnit (Fischer 1816) †, Türkis

Johnit (Fersman & Schubnikow), ~ Ionit

Johnsonit †, Masrit

Johnstonit †, teils *V* von Bleiglanz, teils Vanadinit

Jonstonotit, *V* von Andradit

Johnstrupit (Brögger 1890), Mosandrit (Slepnev 1957) = *кальцит*

Jollyit, Al-haltiger Hisingerit

• **Jordanit 134**

**Jordisit 127**

31\*

**Joséit 121**

Josen †, Hartit

Josephinit 92 = *кальцит*

Jossait †, Gemenge von Krokoit und Smithsonit

Jozit, wohl Ulvöspinell

Juanit, wohl eine faserige Hornblende

Juddit, Mn-haltige Hornblende

Judenpech †, Asphalt

Jujuyit (F. Ahlfeld 1948), ungenügend untersuchtes Fe-Antimonat

Julianit †, ein Arsenfahlerz

**Julienit 435**

Junckerit, Siderit (?), angeblich orthorhombisch

Jurinit †, Brookit

Jurupait †, Xonotlit (H. F. W. Taylor, 1954)

**Jusit 377**

Justit †, teils Koenenit, teils (Ca, Mg, Fe, Zn, Mn)<sub>8</sub>Si<sub>2</sub>O<sub>7</sub> aus Bleischlacken

**Juxporit 377**

**K**

**Kaersutit 370 ✓**

**Kahlerit 311 ✓**

**Kainit 263**

**Kainosit 360**

Kakochlor †, Gemenge, hauptsächlich Wad = ? *кальцит*

Kakoklasit *P*, Gemenge von Grossular, Calcit und Apatit, pseudomorph nach Skapolith, von Wakefield

**Kakoxen 304**

Kalait, Kallait (Plinius)

Kalamit †, Grammatit

Kalbait †, *V* von Turmalin = *кальцит*

Kalgoorlit †, Gemenge von Coloradoit und Petzit

**Kalialaun 254**

Kaliastrakanit, Leonit

Kaliblödit † (Kaliastrakanit), Leonit

**Kaliborit 231**

**Kalicinit 210**

Kalifeldspate 417

**Kalinit 254 ✓**

Kalioalunit †, Alunit

**Kaliophililit 413**

Kaliphit †, Gemenge von Limonit mit Silikaten und Mn-Oxiden

**Kalisalpeter 208**

Kalisaponit, Saponit mit 6,57% K<sub>2</sub>O *кальцит*

**Kalistrontit 242**

Kalithomsonit †, Ashcroftin

Kaliumpriderit ~~†, Priderit mit vorherrschendem K-Gehalt~~ *Priderit mit vorherrschendem K-Gehalt*

Kalium-Richterit (Magnophorit), V von Richterit

Kaliumstruvit, synthet. 299

Kalkbaryt †, Gemenge von Baryt mit  $\text{CaSO}_4$ Kalkeisenolivin †, Eisenmonticellit  
 $\text{CaFeSiO}_4$ , nur aus Schlacken bekannt

Kalkglimmer †, Margarit

Kalkharmotom †, Phillipsit

Kalkkalisulfat †, Syngenit

Kalkmagnesit (Hydrodolomit) †, Gemenge von Hydromagnesit und Calcit

Kalkmalachit †, unreiner Malachit?

Kalkmesotyp †, Skolezit

Kalknatronfeldspate, Plagioklase

Kalkolivin †, Calcio-Olivin

Kalkowskyn? (Rimann 1925), wahrscheinlich Teilpseudomorphose von Rutil und Haematit nach Ilmenit,  $\sim \text{Fe}_2\text{Ti}_4\text{O}_{11}$ ; nach Foshag (1925) = „Arizonit“Kalk-Rhodochrosit 211  $\equiv \text{Ca-}\rho\text{одoчpoзит}$ **Kalksalpeter 209** = *нитрокарбонат***Kalkspat 54, 211** = *кальцит*

Kalkthomsonit †, Na-freier Thomsonit

Kalk-Uran-Carbonat, Uranothallit

Kalkuranglimmer †, Autunit

Kalk-Uranit †, Autunit

Kalkwavellit †, Crandallit

Kallait, Türkis

**Kallilith 124**  $\equiv \text{Bi-галманит}$ , Bi: 9-12%

Kallochrom †, Krokoit

**Kalomel 143****Kalsilit 413**

Kaluszit †, Syngenit

Kalyptolith †, Zirkon

Kalzit, Calcit

**Kamarezit 261** ? = ? *броманит***Kamazit 33, 92**

Kamiokalith (Sakurai, Nagashima &amp; Sorita 1952, Ref. Am. Min. 40. 1955. 367)

*Zn* Veszelyit**Kämmererit 398**

Kammkies, V von Markasit

**Kampylit 291**

Kaneelstein †, Grosular

**Kaneit 110** ? *из. 20111*

Kännelkohle, dichte glanzlose Schwarzkohle

Kanonenspat †, Calcit

Kansasit, folsiles Harz

Kaolin, Gemenge von Kaolinit, Dickit, Nakrit

**Kaolinit 83, 400**

Kapnicit †, Wavellit

Kapnikit †, Rhodonit

Kapnit †, Ferrosmithsonit

**Kappenquarz 179**

Kaprubin, Pyrop

**Karachait 404**

Karamsinit??, CaKMg-Silikat

Kärrarfveit †, unreiner Monazit

Karelianit (Hermann 1858), Gemenge von  $\text{Bi}_2\text{S}_3$ ,  $\text{Bi}_2\text{O}_3$ , Bi und Carbonat (Parascandola 1932)**Karelianit** (Long & al. 1963) 47, 169 ~~ist nicht~~

Karfunkel †, roter Granat oder Rubin

**Karinthin 370** (*~ 3921111*)

Karminspat †, Carminit

Karnasurtit (Kuzmenko &amp; Kozhanow

1959), (La, Ce, Th)(Ti, Nb)(Al, Fe)

[[ $(\text{OH})_4$ ] (Si, P) $_2\text{O}_7$ ]- $3\text{H}_2\text{O}$ , hexagonal,

röntgenamorph, optisch einachs-negativ, meist metamikt, nach dem Erhitzen auf 900 °C im Pulverdiagramm nahe Huttonit. Vielleicht Gemenge mit teilisotropisiertem Lessingit-Britholit oder eine Lärche Varietät von Rhabdophan

Karneol, Carneol

**Karpathit 437****Karpholith 368****Karphosiderit 245** †

Karphostilbit †, Thomsonit

**Karpinskiit** (Schilin 1956) 424  $\equiv \text{неизвестно}$ 

Karpinskiit? (Rukawischnikowa 1956)

 $(\text{Ni, Mg})_4[(\text{OH})_4 \text{Si}_4\text{O}_{10}]$ , vielleicht ein Nickel-Saponit oder Nickel-Antigorit

Karrenbergit (Walger, Diss. Freiburg 1958) ein Montmorillonit-Mineral, angeblich zwischen Nontronit und Saponit

„Karrooit“, synthet.  $\text{MgTi}_2\text{O}_5$  177

Karstenit †, Anhydrit

Karstin †, Ottrelith

**Karyinit 275****Karyocerit 342** †**Karyopilit 402**

Karystiolith †, Chrysotil

**Kascholong 180**

Kasoit  $\vee$  ein Barium-Feldspat von der Kaso-Mine in Japan

**Kasolit 343****Kasparit 254**

Kassiterit, Cassiterit

Kassiterolamprit †, Zinnkies

Kassiterotantalit †, Ixiolith

Kastor, Kastorit †, Petalit

Katangit †,  $V$  von Chrysokoll (Billiet 1943)

**Katapleit 358**

Kataspilit  $V$ , Gemenge (hauptsächlich Muskovit) pseudomorph nach Cordierit

Katharit, Katherit †, Alunogen

**Katophorit 371 $\vee$** **Katoprit 336**

Katzenauge, Stein mit wogendem Lichtschein, teils Quarz, teils Chrysoberyll

Katzengold, angewitterter Biotit

Katzensilber, Muskovit

Kauaiit? †, Gemenge, wohl wesentlich Alunit

Kausimkies †, angeblich As-haltiger Markasit

Kaysorit †, Diaspor mit etwas abweichenden optischen Eigenschaften (Goni 1953)

Keatingin, Keatingit †, Fowlerit

„Keatit“ 178 *caunt*

Keeleyit †, Zinckenit

Keffekilit?, Kaolinit oder Halloysit *Montmorillonit*

**Kehoait 443**

Kehrsalpeter †, Kalisalpeter als Bodenausblüfung

**Keilhaut 338****Keldyshit 347****Kempit 151****Kennedyit 177**

Kenngottit †  $\text{Pb}$ -haltiger Miargyrit

**Kentrolith 74, 353**

Kentsmithit †,  $V$ -haltiger Sandstein

Keramohalit, teils Alunogen, teils Bushmanit

Kerargyrit, Chlorargyrit

Kerasin †, teils Mendipit, teils Phosgenit

Kerat †, Chlorargyrit

Keratit †, Hornstein

**Kermesit 119****Kernit 233**

Kerolith, teils ähnlich Chrysotil ( $\alpha$ -), teils ähnlich Attapulgit ( $\beta$ -) (Ginzburg & Ru-

kawischnikowa 1950); Ni-Kerolith,  $\text{Fe}^{+++}$ -Kerolith (Rukawischnikowa 1956)

**Kerrit 389?** *~ бермудит*

Kersinit †, Gemenge, toniges Nickelerz

**Kerstenit 59, 244 $\vee$** 

Kerstenit (Haidinger) †, Gemenge von Ni-haltigem Skutterudit und Wismut

Kertschenit?, Verwitterungsprodukt von Vivianit

Kesterit, Kösterit

**Kettnerit 217**

Keweenawit †, Gemenge von Kupfer-, Nickel- und Kobaltarseniden

Khakasskyit (Khakassit) †, Alumohydrocalcit

Khibirnit (Chibinit)?, ~ Lovtschorrit *Khlopinit 189*

Khovakhsit (Shishkin & Mikhailov 1956),

ein unbefriedigend beschriebenes

$\text{CaCoFe}^{+++}$ -Arsenat, vielleicht ein Gemenge *Khunit = Zehnerit*

Kibdelophan,  $V$  von Ilmenit

Kieselalumin †, Gemenge von Allophan mit Aluminat

Kieselcerit †, Cerit

Kieselgalmei, Hemimorphit

Kieselgur 180

Kieselkupfer †, Chrysokoll

Kieselmagnetit †, dichtes Gemenge von Magnetit und Quarz

Kieselmalachit †, Chrysokoll

Kieselmangan †, Rhodonit

Kieselsinter (Geysorit), Opalabsatz der Geysire

Kieselwismut †, Eulytin

**Kieselzinkerz 349****Kieserit 248**

Kietyöit †, Apatit von Kietyö

Kievit, fast farblose Hornblende

Kilbrickenit †, Geokronit

**Kilchoanit 347**

Killinit  $P$ , Gemenge (hauptsächlich Muskovit) pseudomorph nach Spodumen

Kilmacooit †, Gemenge von Bleiglanz und Zinkblende

Kimberlit, Muttergestein der Diamanten Glimmerperidotit

**Kimzeyit 71, 329****Kingit 304**

Kinradit †, Jaspis

Kipushit †, Veselyit

- Kirovit 251**  
**Kirchheimerit 312**  
**Kirrolith 287**  
**Kirschsteinit 326**  
 Kirwanit †, zersetzter Amphibol  
 Kiscellit 438  
**Kischtymit 217**  
**Kitkaiit 440**  
 Kivuit (Van Wambeke 1958), wahrscheinlich Phosphuranylit gemengt mit Thorit, Columbit u. a.  
 Kjerulfin †, Wagnerit, teilweise in Apatit umgewandelt  
**Kladnoit 437**  
 Klaprothit †, Gemenge von Wittichenit und Emplektit (Nuffield 1947)  
 Klaprotholith (Klaprothin) †, Wittichenit und Emplektit  
 Klebelsbergit ?, ein basisches Antimon-sulfat (?), monoklin mit  $\beta = 91^\circ 58'$   
**Kleininit 152**  
 Klementit, V von Thuringit  
**Kliachit 198**  
**Klinoamphibole 369**  
 Klinoantigorit 402 = антуропит  
**Klinobarrandit 294**  
 Klinoberthierit 403  
**Klinochlor 396**  
 Klinochrysolit 402 = хризолит  
**Klinoedrit 349**  
**Klinoenstatit 365**  
**Klinoferrosilit 365**  
**Klinohumit 69, 335**  
**Klinohypersthen 365**  
**Klinoklas 285**  
 Klinokrokite?, monoklines wasserhaltiges Sulfat von Al, Fe<sup>+++</sup>, Na und K  
 Klinoolivin †, Titanklinohumit  
 Klinophäit †, Gemenge von Voltait mit anderen Mineralien  
 Klinoptilolith, Natron-Heulandit, mit NaSi für CaAl; Ptilolith ist Mordenit  
**Klinopyroxene 365**  
 Klino-Sklodowskit, angeblich monokliner Sklodowskit  
**Klinostrengit 294** = доломитовидный  
 „Klinotriphylin“ ~ Chavesit (Quensel 1962)  
**Klinoungemachit 264 V**  
 Klinovariscit 294 = метаварисцит
- Klinozoisit 75, 354**  
 Klipsteinit †, zersetzter Rhodonit  
**Klockmannit 117**  
 Kmait (Illarionov 1961) ein Ferri-reicher Glauconit,  $a_0 = 5,27$ ,  $b_0 = 9,14 \text{ \AA}$   
 Knauffit †, Volborthit  
**Knebelit 325**  
 Knipovichit (E. J. Nefedov in V. A. Mokievsky 1953), ein wasserhaltiges Carbonat von Ca, Al und Cr  
 Knollit †, Zeophyllit  
**Knopit 173**  
 Knoxvillit †, Copiapit  
**Kobalt-Adamin 281**  
 Kobaltarsenkies †, teils Danait, teils Glaukodot  
 „Kobaltblau“ †, Lavendulan  
 Kobaltbleierz (Kobaltbleiglanz) †, Gemenge von Clausthalit, Kobaltglanz u. a.  
 Kobaltblende †, Jaipurit  
**Kobaltblüte 297** = спитрум  
**Kobalt-Cabrerit** (V von Erythrin mit geringem MgO-Gehalt) 297  
 Kobalt-Calcit 211  
**Kobaltglanz 124** = кобальцит  
 Kobaltit, Sphaerokobaltit  
 Kobaltkies, Linneit  
 Kobaltlöllingit, Safflorit  
 Kobaltmanganerz †, Asbolan  
 Kobaltmanganspat, V von Manganspat Co-родоохроит  
 Kobaltmulm †, Asbolan  
 Kobaltnickelkies, Siegenit und Linneit  
 Kobaltnickelpyrit (Hengleinit) †, Bravoit  
 Kobaltocker †, Asbolan  
 Kobaltokalzit, siehe Cobaltocalcit  
 Kobaltomenit, siehe Cobaltomenit  
 Kobaltorhodochrosit, Co-führender Rhodochrosit = Kobaltmanganspat  
**Kobaltpentlandit 106**  
**Kobaltpyrit**, teils Pyrit mit 14% Co von Gladhammar, teils (†) Linneit  
 Kobaltschwarze, Asbolan  
 Kobaltskorodit<sup>2</sup> ein bläulicher Skorodit mit Co-Gehalt  
**Kobaltspat 211** сульфид кобальта  
 Kobaltsulfuret †, Jaipurit  
**Kobaltvitriol 251** = сульфат  
 Kobeit (1950), wohl metamikter hydratisierter Polykras  
**Kobellit 138**

- Kobokobit (Thoreau 1957), *V* von Rockbridgeit
- Koboldin †, Linneit
- Kochelit †, unreiner Fergusonit
- Kochenit, bernsteinähnliches fossiles Harz
- Kochit ?, angeblich  $Al_4[SiO_4]_3 \cdot 5H_2O$  und kubisch, nach Wherry vielleicht eine Pseudomorphose, nach Fukuchi und Watanabé vielleicht eine Varietät von Zunyit
- Koehlinnit 168**
- Köflachit 437
- Köhlerit †, zweifelhaftes Hg-Selenit innig gemengt mit Kalomel, Quecksilber, Calcit, Quarz u. a.
- Koenenit 151**
- Koesterit, Kösterit
- Kohleneisenstein, Gemenge von Siderit, Kohle und Ton
- Kohlenspat, † Whewellit
- Kohlenvitriolbleispat †, Lanarkit
- Koivinit (Kukhareno 1951) = Florencit (Frank-Kamenetzki 1953)
- Kokkolith 366** = *каауит*
- Kokscharowit, Edenit, eine Hornblende
- Koktait 259**
- Kolbeckin †, Herzenbergit
- Kolbeckit** = Sterrettit (Mrose & Wappner 1959)
- Kölbingit †, Aenigmatit
- Kollochrom †, Krokoit
- Kollophan 291**
- Kollyrit (Karsten 1800), *V* von Kaolinit oder Halloysit ~ *каауит*
- Kolophonit †, teils Granat, teils Vesuvian
- Kolosorukit †, Jarosit
- Kolovratit, Vésigniét (Guillemin 1955); wasserhaltiges Zn, Ni-Vanadat oder Silikovanadat (Jambor & Lachance, Canad. Min. 7. 1962. 311)
- Kolskit 404**
- Komarit, Connarit
- Konarit, Connarit
- Kondrikowit †, Natrolith mit mikroskopischen Einschlüssen eines rinkitartigen Minerals, von Kola
- Kongsbergit 33, 90**
- Konichalcit 286**
- Königin †, Brochantit
- Konilith, pulveriger Quarz
- Koninckit 296**
- Konit †, teils Gemenge von Dolomit und Magnesit, teils „Konilith“
- Könlit 436
- Könleinit, Könlit
- Koppit 175**
- Korallenachat, teils verkieselte Korallen, teils an Korallen erinnernde Varietät von Achat
- Korallenerz †, krummschaliger Idrialith
- Kordylit 216**
- Korea-Augit, Na-Pyroxen
- Koreit †, Agalmatolith
- Kornelit 252**
- Kornerupin 342**
- Kornit †, Hornstein
- Korschinskite 235**
- Korteit †, Koenenit
- Korund 47, 169**
- Korundellit †, Margarit
- Korundophilit 396**
- Korynit 125**
- Kosmochlorit 334**
- Kosmochromit ~ Chloritoid
- Kossmatit, *V* von Margarit (?)
- Kösterit 38, 108**
- Kotoit 223**
- Kotschubeit 398**
- Köttigit 297**
- Kotulskit 127**
- Koupholith †, zelliger Prehnit
- Koutekit 100**
- Kozhanovit = Karnasurit
- Krablit †, Gemenge von Orthoklas und Quarz
- Kramerit, Probertit (Schaller 1930)
- Krantzit 438
- Kratochwilit 436**
- Kraurit, teils Dufrenit, teils Rockbridgeit
- Krausit 254**
- Krauskopfit 443**
- Kreitonit †, Fe-reicher (entmischter) Gahnit von Bodenmais
- Kremenchugit (Dobrokhotov 1957), ein Chamosit von Kremenchug
- Kremersit 150**
- Krennerit 122**
- Kreuzbergit = Fluellit
- Kreuzstein †, teils Harmotom, teils Staurolith

- Kribergit (Du Rietz 1945), ungefähr  $\text{Al}_2\text{H}_2[\text{SO}_4 | (\text{PO}_4)_2] \cdot 1\frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$ , weiße, kalk-ähnliche Massen von der Kristineberg Mine, Västerbotten, Schweden
- Krisuvigit †, Brochantit
- Kroeberit ?, angeblich Fe-Subsulfid; von La Paz
- Kröhnkit 255**
- Krokolith †, Natrolith
- Krokoit 266**
- Krokydolith 371**
- Krugit, Gemenge von Polyhalit mit etwas Anhydrit
- Kryohalit †, Hydrohalit
- Kryokonit ?, graues Pulver auf Grönlandeis
- Kryolith 147**
- Kryolithionit 70, 147**
- Kryophyllit, ferrohaltiger Lepidolith (Foster & Evans 1962)
- Kryptohalit 45, 147**
- Kryptoklas †, Albit, durch Zwillingbildung pseudomonoklin
- Kryptolin †, flüssige Einschlüsse in Quarz
- Kryptolith †, Monazit in mikroskopischen Nadelchen im Apatit von Arendal
- Kryptomelan 183**
- Kryptomerit ?, zweifelhaftes Borat
- Kryptomorphit †, Ginorit (Hey & Banister 1952)
- Kryptonickelmelan, Kryptomelan mit ~ 5% Ni
- Kryptopertthit 418**
- Kryptotil, Hydromuskovit
- Kryshanovskit 303**
- Ktenasit 260**
- Ktypeit †, Aragonit
- Kubeit †, „Rubrit“ nach Darapsky (Druck- oder Lesefehler) = Botryogen
- Kuboizit †, Chabasit
- Kugeljaspis, Jaspis
- Kühnit, Berzeliit
- Kullerudit 439**
- Kundait, asphaltartige Kohle von Kunda
- Kunzit 367**
- Kupaphrit †, Tirolit
- Kupfer 33, 90**
- Kupferantimonglanz †, Wolfsbergit
- Kupferarsenuranit, Zeunerit
- Kupferasbolan, Cuproasbolan
- Kupferblau †, Gemenge von Azurit und Chrysokoll
- Kupferbleiglanz (Cuproplumbit) †, Gemenge von Bleiglanz und Kupferglanz
- Kupferbleispat †, Linarit
- Kupferblende (Sandbergerit), zinkreiches Fahlerz
- Kupferdiaspor † (Pseudomalachit), Phosphorochalcit
- Kupferglanz 37, 102**
- Kupferglas †, Cuprit
- Kupferglaserz †, Kupferglanz
- Kupferglimmer †, Chalkophyllit
- Kupfergrün †, Chrysokoll
- Kupferhornerz †, Atakamit
- Kupferindig, Covellin
- Kupferkies 38, 108**
- Kupferlasur, Azurit
- Kupferlebererz †, Gemenge, hauptsächlich erdiger Cuprit
- Kupfermanganerz (Lampadit), V von Wad
- Kupfer-Melanterit 251**
- Kupfernickel †, Rotnickelkies
- Kupferpecherz, Gemenge von Chrysokoll, Stilpnosiderit u. a.
- Kupferphosphoruranit, Torbernit
- Kupferphyllit, Chalkophyllit
- Kupferrot †, Cuprit
- Kupfersamterz †, Lettsomit
- Kupfersand †, Atakamit
- Kupfer-Saponit, Medmontit
- Kupferschaum, Tirolit
- Kupferschwarze, Cuproasbolan († auch für Tenorit und Wad)
- Kupfersilberglanz †, Stromeyerit
- Kupfersulfobismutit (Cubroismutit) †, Gemenge, hauptsächlich Emplektit
- Kupfer-Uranit, Torbernit
- Kupfer-Vermiculit (Bassett 1957) ~ Medmontit
- Kupfervitriol 250**
- Kupfervitriol-Heptahydrat 251
- Kupferwismuterz †, Wittichenit
- Kupferwismutglanz †, Emplektit
- Kupferzinkblüte †, Aurichalcit
- Kupfferit (Kokscharov 1862) = Aktinolith
- Kupfferit (Lorenzen 1884) = Hypersthen
- Kupfferit (Allen & Clement 1908) = Mg-Anthophyllit

Kupfferit, hypothet. für das Mg-Endglied  
der Cumingtonit-Reihe

**Kupletskit 349**

Kupholith †, Serpentin

Kuprein †, Chalkosin

**Kurgantait 232**

Kurnakit (Rode 1955),  $Mn_2O_3$ ,  $\beta$ -Kurnakit  
ist identisch mit Partridgeit,  $\alpha$ -Kurnakit  
entspricht wohl synthet.  $\gamma$ - $Mn_2O_3$

**Kurnakovit 228**

Kurskit ~ Francolith

Kurtzit †, Wellsit (Fersman 1909)

**Kurumsakit 341**

Kurzyt, Kurtzit

Küstelit, Au-haltiges Silber

**Kutnahorit 55, 212**

Kuttenbergit, Kutnahorit

Kyanit, Cyanit

Kyanophilit (?), K, Na, Al-Silikat, H = 4,  
D = 2,9, keine Spaltbarkeit, opt. 2-achsigt  
(Ramo Rao 1946)

**Kylindrit 116**

Kymatin †, faseriger Aktinolith

Kymatolith, Gemenge, Zersetzungspro-  
dukt von Spodumen

Kypholith (Kupholith) †, Serpentin

Kyrosit †, Gemenge, angeblich ein As-hal-  
tiger Markasit

**L****Labit 404**

Labrador-Hornblende †, Hypersthen

**Labradorit 420****Labuntsovite 350**

Lacroisit †, Gemenge von Rhodonit und  
Rhodochrosit

**Lacroixit 287**

Lagonit †, Gemenge von Sassolin mit  
Limonit

**Laitakarit 121**

Lambertit †, Uranophan

Lampadit (Kupfermanganerz), V von Wad,  
Cu-haltig

Lamprtit †, Schreibersit

Lamprobolit (Rogers 1940), basaltische  
Hornblende

Lamprophan (Lamprophanit) ?, Sulfat von  
Ca, Pb, Mn, Mg, Na und K mit  $H_2O$ ,  
blättrig; Långban

**Lamprophyllit 352**

Lamprostibian ?, wasserfreies Antimonat  
von Fe und Mn; Sjögrube

**Lanarkit 247**

Lancasterit †, teils Hydromagnesit, teils  
Aragonit

Landerit †, rosa Grossular von Morelos

**Landesit 293**

Landevanit †, rötlicher Ton von Landevan

**Landsbergit 90**

Laneit, V von Barkevikit

**Långbanit 336****Langbeinit 240****Langit 260**

Langstaffit †, Chondrodit

**Lansfordit 218****Lanthanit 219**

Lanthanocerit †, Cerit

**Lapis lazuli 424**

Lapparentit (Ungemach) †, Tamarugit  
(Gordon 1940)

Lapparentit (Rost),  $Al[OH | SO_4] \cdot$   
 $4\frac{1}{2}H_2O$  (?)

**Larderellit 230**

Lardit †, teils Agalmatolith (von Dilln),  
teils angeblich wasserhaltiges  $SiO_2$  in Ton

**Larnit 327****Larsenit 326**

Lasionit †, Wavellit

Lassallit †, Palygorskite

Lassolatit †, Opalsinter vom Puy de Las-  
solas

**Lasurit 424****Laterit 198**

Latialith †, Hauyn

**Latiumit 337****Latrappit 440**

Latrobit †, angewitterter Anorthit

Laubanit, V von Natrolith (H. Strunz  
1957)

**Laubmannit 283****Laucit 303****Laumontit 428****Laurionit 154****Laurit 42, 123****Lausenit 252****Lautarit 205****Lautit 107****Lavendulan 309****Låvenit 350**



- Lavezstein (Topfstein), Gemenge, hauptsächlich Steatit
- Lawrencit 144**
- Lawrowit 366**
- Lawsonit 348**
- Laxmannit, Vauquelinit
- Lazarevicit 109**
- Lazulith 282**
- Leadhillit 248**
- Leberblende †, teils *V* von Zinkblende, teils Voltzin
- Lebererz, *V* von Cuprit
- Leberkies, hauptsächlich Teilpseudomorphosen von Pyrit oder Markasit nach Magnetkies
- Leberopal †, Menilit
- Leberstein (Hepatit) †, ein bituminöser Baryt
- Lechatelierit 47, 178**
- Lecontit 259**
- Ledererit †, Gmelinit
- Lederit †, Titanit
- Ledikit (Brown & al. 1955), ~ *V* von Hydrobiotit
- Ledouxit (Richards 1901), angeblich  $\text{Cu}_4\text{As}$ , Gemenge aus der Reihe Domeykit-Algodonit-Whitheyit
- Leedsit †, Gemenge von  $\text{CaSO}_4$  und  $\text{BaSO}_4$ ; von Leeds
- Leelith †, ein fleischroter Orthoklas
- Leesbergit †, Gemenge von Hydromagnesit und Dolomit
- Lefkasbest (Leukasbest), gebleichter Chrysostil
- Legrandit 302**
- Lehiit 308**
- Lehm, Ton mit hohem Quarz- und Fe-Gehalt (Gestein!)
- Lehmanit †, Saussurit
- Lehmannit †, Krokoit
- Lehnerit = Ludlamit (Berman 1925)
- Lehuntit †, Natrolith
- Leidyit ?, wohl ein Chlorit
- Leifit 424**
- Leightonit 258**
- Leirochroit †, Tirolit
- Lembergite (Lagorio 1895), künstliches  $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8 \cdot \frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$
- Lembergite 392**
- Lemnäsit †, Alluaudit
- Lengenbachit 134**
- Lennilith, teils *V* von Orthoklas, teils Vermiculit
- Lentulith †, Lirokonit
- Lenzinit †, Halloysit
- Leobenit ?, angeblich  $\text{H}_2\text{O}$ -haltiges  $\text{CaFe}$ -Phosphat
- Leonhardit, teilweise entwässertes Laumontit, 429
- Leonhardit 249**
- Leonit 256**
- Leopoldit †, Sylvin
- Lepidochlorit †, unreiner Chlorit
- Lepidokrokite 198**
- Lepidolamprit †, Frankeit
- Lepidolith 385**
- Lepidomelan 385**
- Lepidomorphit *P*, ein Phengit, pseudomorph nach Oligoklas
- Lepidophäit, *V* von Wad, Cu-haltig
- Lepolith †, ein grünbrauner Anorthit
- Leptochlorite 394**
- Leptonematit ~ Psilomelan
- Lerbachit †, Gemenge von Clausthalit und Tiemannit
- Lermontovit 279**
- Lesleyit †, Gemenge von Sericit und Korund
- Lesserit, Inderit (J. D'Ans & K.-H. Behrendt, Kali u. Steinsalz 2. 1957. 121; W. T. Schaller & M. E. Mrose, Am. Min. 45. 1960. 732)
- Lessingit 339**
- Letovicit 241**
- Lettsomit (Percy 1850), Cyanotrichit
- Leuchtenbergit †, Klinochlor
- Leucit 415**
- Leukanterit ?, weiße Ausblühung auf „Copperasin“
- Leukargyrit †, Freibergit
- Leukasbest †, gebleichter Chrysotil
- Leukaugite †, Fe-arme Augite
- Leukochalcit, Olivenit (Berry 1951)
- Leukoglaukit †, Ferrinatrit (Dana II, 1951)
- Leukogranat, fast farblos Grossular
- Leukolith †, teils Dipyr, teils Pyknit, teils Leucit
- Leukomanganit †, Fairfieldit
- Leukopetrit 438

**Leukophan 346****Leukophoenicit 335****Leukosphosphit 308**

Leukophyllit das theor. Endglied  $\text{KMgAl}[(\text{OH})_2|\text{Si}_4\text{O}_{10}]$  der Phengite (Schaller 1950)

Leukopyrit †, Löllingit mit etwas weniger As als der Formel entspricht

Leukosapphir, farbloser Sapphir

**Leukospheinit 357**

Leukotil ~ Chrysotil

Leukoxen, Gemenge, vorzugsweise Titanit

Leukozyklit, Apophyllit, optisch stark anomal

Leverrierit (Termier 1889), teils Illit, teils Illit in orientierter Verwachsung mit Kaolinit (Saalfeld 1959)

Leviglianit †, Gemenge, Metacinnabarit mit Zinkblende

**Levyn 432**

Lewisit †, Roméit

**Lewistonit 290****Libethenit 62, 70, 281**

Libollit †, Albertit

Libyanit, Libit, Lechatelierit

Liebenerit *P*, zu dichter Muskovitsubstanz verwitterter Nephelin

**Liebigit 221**

Lievrit (Werner 1812), Ilvait

Lignit, Braunkohle

Ligurit *V*, apfelgrüner Titanit von Ala

**Likasit 209**

Lilalith †, Lepidolith

Lillehammerit †, Pentlandit von Lillehammer

**Lillianit 138****Lillit 404**

Limaït, Sn-haltige Varietät von Gahnit

Limbachit, ähnlich Saponit, von Limbach

Limbilith ?, Zersetzungsprodukt von Olivin, von Limburg

Limnit (Sumperz), *V* von Limonit oder Siderogel

**Limonit 198****Linarit 245**

Lincolnit †, Heulandit

**Lindackerit 295**

Lindesit †, Urbanit

**Lindgrenit 269**

Lindsayit †, Anorthit

**Lindströmit 132****Linneit 46, 118**

Linosit ?, ähnlich Kaersutit, von Linosa

Linseit † (Lindsayit), Anorthit

**Linsenerz 307**

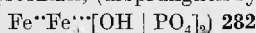
Linsenkupfer †, Lirokonit

Lintonit †, radialer Thomsonit

Lionit †, teils unreines Tellur, teils Chillagit

Liparit †, teils Chrysothall, teils Fluorit, teils Talk (auch Gesteinsname!)

Lipscornbit, (ursprünglich synth.)

**Lirokonit 307**

Lirokonmalachit †, Lirokonit

**Listkeardit 306**

Listvenit, ein grüner Glimmer, Beresowsk, Ural

Listwänit †, Gemenge von Dolomit, Quarz u. a.

**Lithargit 162**

Lithidionit, Litidionit

Lithioneisenglimmer †, Zinnwaldit

Lithionglaukophan †, Holmquistit

Lithionglimmer †, teils Lepidolith, teils Zinnwaldit

Lithionit, Lithionglimmer (Sammelname)

Lithionnephelin †, Eukryptit

Lithionsmaragd †, Hiddenit

**Lithiophilit 273****Lithiophorit 199****Lithiophosphatit 273**

Lithiummuskovit 385

Lithomarge † (Steinmark), Halloysit und ähnliche Mineralien

Lithoxyl †, Holzopal

**Litidionit 380****Liveingit 134**

Liverit, Elaterit von Utah

**Livingstonit 131**

Lizardit (Whittacker & Zussman 1955), *V* von Serpentin 402

Llallagualith (C. Bandy 1946), rhomboedrisches  $\text{CePO}_4$ ?, vielleicht Rhabdophan

Loaisit †, Skorodit

Loboit (Gökumit) †, Vesuvian von Gökum

Lodochnikovit, Lodochnikit (Mokievsky 1953) = Brannerit (Fleischer 1958; Povalitis 1963)

Loewit, Löweit

- Loganit, Pseudomorphose von Pennin nach Amphibol  
 Lohestit ?, Knoten in Phylliten der Ardenennen, fast isotrop  
**Löllingit 42, 125**  
**Lombaardit 355**  
**Lomonossowit 341**  
 **$\beta$ -Lomonossowit 341**  
 Lonchidit †, Markasit mit etwas As  
**Loparit 172**  
**Lopezit 268**  
 Lophoit †, Prochlorit  
**Lorandit 131**  
**Loranskit 189**  
**Lorenzenit 368**  
**Lorettoit 155**  
**Loseyit 215**  
 Losit, Cancrinit mit abweichenden optischen Eigenschaften  
 Lossenit †, Gemenge von Skorodit und Beudantit, bestätigt durch Pearl 1950  
 Lotalit (Lotalalith), Diallag von Lotala  
 Lotrit, Pumpellyit (Sobolew 1947)  
**Louderbackit 253**  
 Louisit †, Gemenge von Quarz und Apophyllit  
**Loughlinit 411**  
 Lovtschorrit, Lovchorrit, metamikter Rinkit  
**Löweit** (benannt von Haidinger 1846 nach A. Löwe, Generalmünzprobierer in Wien) **256**  
 Löwigit †, Alunit  
**Lovozerit 362**  
 Loxoklas †, ein Na-reicher Orthoklas  
 Lubeckit,  $4\text{CuO} \cdot \frac{1}{2}\text{Co}_2\text{O}_3 \cdot \text{Mn}_2\text{O}_3 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ , ursprünglich kolloidal, steht dem Wad nahe  
 Lublinit †, feinfiziger Calcit von Lublin (angeblich neue  $\text{CaCO}_3$ -Modifikation)  
 Lubumbashit ?, ~ Heterogenit  
 Lucasit †, veränderter Muskovit, Vermiculit (?)  
 Luchssapphir †, Cordierit oder dunkler Sapphir  
 Lucianit †, Stevensit  
 Lucinit †, Variscit; Name wurde zurückgenommen  
**Luckyit 252**  
 Lucullan, durch kohlige Bestandteile schwarz gefärbter Marmor  
**Ludlamit 294**  
**Ludwigit 57, 224**  
**Lueshit 173**  
 Luigit ?, „Aloisit“, angeblich amorphes  $\text{Ca}_4[\text{O}_2 | \text{SiO}_4]$   
 Lumachelle †, Muschelmarmor  
**Lüneburgit 228**  
 Lunnit, z. T. Pseudomalachit  
 Luotolit †, Oligoklas von Luotola  
 Lupikkit, Gemenge von Cubanit, Pyrrhotin, Chalkopyrit und Zinkblende  
**Lusakit 334**  
 Lusitanit, Spencerit  
 Lussatin (F. Laves 1939), Cristobalitchalcedon, c-Achsen || Faserrichtung  
 Lussatit, Cristobalitchalcedon  
**Lusungit 289**  
 Lutecin, V von Chalcedon mit [0001] parallel der Faserrichtung  
 Luxullianit, turmalinierter Granit  
**Luzonit 108**  
 Lydit, schwarzer Kieselschiefer, Gold gibt darauf einen charakteristischen Strich (Probierstein)  
 Lyellit †, Devillin  
 Lyndochit, Aeschnit = Ce-Th-U-arme Varietät von Eu Xenit  
 Lyonit †, Chillagit
- M**
- Maakit †, Hydrohalit (Paclt 1953)  
**Macdonaldit 443**  
 Macfarlanit †, Gemenge von Silber, Rotnickelkies, Bleiglanz, Zinkblende und Kupferkies  
**Mackayit 204**  
 Mackensit 398  
**Mackinawit 114**  
 Mackintoshit (Hidden & Mackintosh 1893), Thorogummit (Fronde 1953)  
 Mackit †, Hanksit  
 Maclureit †, teils Fassait, teils Chondrodit  
**Maconit 389**  
 Madeiratopas, V von Citrin (braunrot gebrannter Amethyst)  
 Mafurit?  
 Magallanit, asphaltartige Substanz

**Maghemit 170**

Magnalit, teils Montmorillonit, teils Saponit auf Klüften und Drusen in Basalten Ostbayerns

Magnalumoxid (Bobkov & Kazitzyn 1951) = Spinell (D. P. Serdiuchenko & V. A. Moleva, 1953)

Magnesiaalaun †, Pickeringit

Magnesiagoslarit, *V* von Goslarit

Magnesiapharmakolith †, Berzeliit

**Magnesiassalpeter 209**

Magneso-Arfvedsonit, *V* von Arfvedsonit

Magnesiocalcit †, Dolomit

**Magnesiochromit 46, 163****Magneso-Copiapit 263**

Magnesiocummingtonit, *V* von Cummingtonit mit  $Mg > Fe$

**Magnesioferrit 46, 163****Magnesiokatophorit 371**

Magnesiolaumontit (Borcos 1960), Laumontit mit 0,70% MgO

Magnesioludwigit, *V* von Ludwigit

**Magnesiomargarit 386****Magnesioniobit 188****Magnesioriebeckit 371****Magnesiospinell 163****Magneso-Sussexit 227****Magnesiotriplit 281****Magnesit 55, 211**

Magnesitpat †, Magnesit

Magnesiumapjohnit, Mg-haltiger Apjohnit

Magnesiumbeidellit, Hectorit

Magnesiumbentonit, Hectorit

Magnesiumberzeliit, Berzeliit

**Magnesium-Boothit 252**

Magnesium-Chalkanthit (Winchell 1951), Pentahydrat

**Magnesiumchloritoid 340****Magnesium-Chlorophoenicit 285**

Magnesium-Cordierit = Cordierit

Magnesium-Kaolinit (Efremow 1954), angeblich  $Mg_2Al_3[(OH)_8 | AlSi_3O_{10}]$

**Magnesium-Melanterit 251**

Magnesium-Montmorillonit, *V* von Montmorillonit

Magnesium-Morenosit, ~ Nickelepsomit

Magnesiumorthit, Mg-reicher Allanit

Magnesiumphosphuranit, Saléit

Magnesium-Serizit, Serizit mit etwa 3% MgO

**Magneteisenerz 163**

Magneteisenstein, Magnetit

**Magnetit 46, 163****Magnetkies 40, 112****Magnetoilmenit 170****Magnetoplumbit 171**

Magnetopyrit †, Magnetkies

**Magnetostibian 176**

Magnioborit (Nefedov 1961), identisch mit Suanit (Shabynin, Zapiski Vses. Min. Obshch. **90**. 1961. 754. – M. E. Mrose & M. Fleischer, Am. Min. **48**. 1963. 915)

**Magniophilit 274**

Magniotriplit, Magnesiotriplit

Magnochromit †, Magnesiochromit

Magnocolumbit, Magnesioniobit

Magnoferrit †, Magnesioferrit

**Magnolit 266**

Magnophorit, *V* von Richterit (Kalium-Richterit)

**Magnussonit 204**

Magnymontmorillonit (Sedletzky 1951) = Montmorillonit

Mahadevit (S. Ramaseshan 1945), zwischen Muskovit und Phlogopit

Maitlandit (Simpson 1930) †, Thorogummit (Frondele 1953)

Mäkinenit, natürl. NiSe, isotyp mit Millerit (Y. Vuorelainen, A. Huhma & A. Häkli, C. R. Soc. geol. Finlande **36**. 1964. 113), unbenannt S. 114

Makit †, Thenardit

Makrolepidolith, Lepidolith mit großem Achsenwinkel (im Gegensatz zu „Mikrolepidolith“)

**Makroperthit 418****Malachit 215**

Malachitkiesel †, Chrysokoll

Malakolith †, Diopsid

**Malakon 331****Malayait 338****Maldonit 101**

Malinowskit, *V* von Tetraedrit (kupferarmes Silberbleifahlerz)

**Malladrit 147****Mallardit 251**

Maltesit †, Chiastolith

Malthait?, „Asphaltmineral“

- Malthazit †, Allophan  
 Mamanit †, Polyhalit  
**Manandonit 394**  
**Manasseit 220**  
 Mancinit ?, angeblich Zn-Silikat von Mancino
- Mangan-Aktinolith 369**  
 Manganalaun †, Apjohnit  
**Mangan-Alluaudit 275**  
 Manganamphibol †, Rhodonit  
**Mangan-Andalusit 333**  
**Mangan-Antigorit 403**  
**Mangan-Apatit 290**  
 Mangan-Arfvedsonit (Juddit), V  
**Mangan-Berzeliit 276**  
**Manganblende 115**  
 Manganboracit, Chambersit bzw. Ericait  
**Manganbrucit 197**  
 Mangan-Calcit 211  
 Manganchlorit, V von Pennin  
**Mangan-Chrysotil 403**  
**Mangan-Cummingtonit 369**  
**Mangandiaspor 198**  
 Mangandisthen †, Ardennit  
 Mangandolomit (Naumann) = Mangano-calcit (Breithaupt) ~ Kutnahorit  
 Mangandolomit (Doelter 1911), V von Dolomit mit wenig Mn  
**Mangan-Epidot 354**  
 Manganerz, graues, teils Manganit, teils Pyrolusit  
 Manganerz, schwarzes, teils Kryptomelan, teils Psilomelan  
 Manganlanz †, Alabandin  
**Mangan-Hörnesit 297**  
**Manganhydroxyl-Apatit 290**  
**Manganilmenit 170**  
**Manganit 198**  
 Manganjaspis †, unreiner Rhodonit  
 Mangankies, Hauerit  
 Mangankiesel †, teils Rhodonit, teils Gemenge Quarz + Rhodochrosit  
 Mangankiesel, schwarzer, = Klipsteinit (zersetzter Rhodonit)  
 Manganknebelit, Mischungsglied zwischen Knebelit und Tephroit  
 Mangankoninckit (Beus 1950), V von Koninckit mit 2,7%  $Mn_2O_3$   
 Mangankupfererz †, Crednerit  
 „Mangan-Leonit“ 257
- Manganludwigit, Pinakiolith  
**Mangan-Melanterit 252**  
 Manganmuskovit, tiefvioletter Muskovit mit 2,3% MnO  
**Mangano-Belyankinit 182**  
 Manganocker, angeblich  $Mn_3O_4 \cdot 4H_2O$ , ~ Wad  
 Manganocolumbit, Manganoniobit  
 Manganoferrit (Vogt 1890), ein (Mn, Fe)-Oxid als Schlackenprodukt, chemische Formel usw. unbekannt  
 Manganoferrit (Koenig 1892), Ferrofranklinit  
 Manganoferrit (Beckenkamp), Jakobsit  
**Manganogel 183**  
**Manganolangbeinit 240**  
 Manganolith †, Rhodonit  
 Manganomagnetit †, teils Jakobsit, teils Vredenburgit  
**Manganomelan**, aus kolloidaler Lösung ausgeschiedenes, noch amorph erscheinendes  $MnO_2$ , 182  
 Manganomossit, metamikter Columbit (Hutton 1959)  
**Manganoniobit 188**  
**Manganophyllit 385**  
 Manganoplesit (Bobrovnik 1959), Mangan-Siderit  
 Manganorthit, V von Allanit  
 Manganosideroplesit (Bobrovnik 1959), Mn- und Mg-haltiger Siderit  
**Manganosit 43, 161**  
 Manganosphärit †, Mangan-Siderit  
 Manganosteenstrupin (Vlasow, Kuzmenko & Eskova 1959), chemisch ähnlich Steenstrupin, jedoch amorph und optisch isotrop, also kein Steenstrupin  
**Manganostibiit 176**  
 Manganostilpnomelan (Winchell 1951), Parsettensit  
**Manganotantalit 188**  
 Manganowolframit †, Hübnerit  
**Manganoxy-Apatit 290**  
**Mangan-Pennin 396**  
**Mangan-Phlogopit 385**  
 Manganpickeringit, Bosjemanit  
 Manganpyrosmalith (Frondel & Bauer 1953), V von Pyrosmalith mit stärker vorherrschendem Mn (der Originalpyrosmalith von Nordmarken hat Mn:Fe ~ 1:1)

- Mangan-Rockbridgeit, Mischungsglied zwischen Frondelit und Rockbridgeit
- Manganschaum †, Wad
- Manganschwärze †, Wad
- Mangan-Sicklerit = Sicklerit
- Mangan-Siderit 211
- Mangan-Smithsonit 211
- Manganspat 211**
- Manganspinell**, Galaxit 163
- Mangan-Tremolit 369**
- Mangan-Uralit 371**
- Mangan-Vesuvian 356**
- Manganvitriol 251**
- Mangan-Voelckerit 290**
- Mangualdit, Manganoxyapatit (B. Mason 1941)
- Manjak †, Asphalt
- Mansfieldit 294**
- Mansjöit, körniger Diopsid mit strukturell unerklärtem Fluor-Gehalt
- Marahuit †, erdiger bituminöser Lignit, von Marahu in Brasilien
- Maranit †, Chiastolith
- Marasmolith †, teilweise zersetzte, Fe-haltige Zinkblende
- Marburgit (Thugutt 1949), Ca-Phillipsit
- Marcelin (Beudant) †, Braunit, aus Rhodonit entstanden
- Marcelin (Berthier) †, ~ Rhodonit
- Marcylith †, teils unreiner Atacamit, teils Gemenge von Tenorit, Covellin u. a.
- Marekanit †, Obsidian
- Margarit 386**
- Margarodit *V*, ein talkartig aussehender Mischkristall Muskovit-Paragonit
- Margarosanit 376**
- Marialith 425**
- Marienglas, teils heller Glimmer, teils Gips
- Marignacit, *V* von Pyrochlor
- Marionit †, Hydrozinkit
- Mariposit, *V* von Phengit mit viel Si und etwa 1% Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>
- Markasit 42, 125**
- Marmairolith ~ Richterit, von Långban
- Marmatit †, Fe-reiche Zinkblende
- Marmolith †, Antigorit
- Marokit 165**
- Marrit 440**
- Marshit 38, 141**
- Marsjatskit, ein Mn-Glaukonit
- Martinit, *V* von Whitlockit, mit CaCO<sub>3</sub>-Beimengung
- Martinsit †, teils Gemenge von Steinsalz mit Kieserit, teils Kieserit
- Martit 170**
- Martourit †, Berthierit
- Mascagnin, Mascagnit
- Mascagnit 242**
- Mascareignit, Opalsubstanz pflanzlichen Ursprungs
- Maskelynit 420**
- Masonit †, Chloritoid
- Masrit 254**
- Massicotit (Massicot) 162**
- Masuyit 201**
- Matildit (D'Achiardi 1883) †, Schapbachit
- Matlockit 154**
- Matrait (S. Koch 1958), Wurtzit-3R
- Matricit †, veränderter Olivin von Werm-land
- Matteuccit 259**
- Maucherit 101**
- Mauersalz †, Nitrocalcit
- Maufit 404**
- Maulith †, Labradorit von Maui
- Mauleonit †, „Leuchtenbergit“
- Mauritzit (L. Tokody, T. Mándy & S. Nemes-Varga 1957), vielleicht ein Ferri-Montmorillonit (?)
- Manzeliit †, Roméit
- Mavinit 340**
- Mavudzit, Davidit
- Maxit †, Leadhillit
- Mayait 367**
- Mayenit 162**
- Mazapilit *P*, Arseniosiderit pseudomorph nach Skorodit
- Mboziit (Brock, Gellatly & Knorring 1964), ein Na-Amphibol ~ Na<sub>2</sub>CaFe<sub>3</sub><sup>2+</sup>Fe<sup>3+</sup>[(OH)|AlSi<sub>3</sub>O<sub>11</sub>]<sub>2</sub> (Min. Mag. 33. 1964. 1057).
- McAllisterit 235**
- Mcgovernit 336**
- Mekelveyit 441**
- Mechernichit †, Bravoit von Mechernich
- Medamait (Harada 1948), *V* von Diaspor
- Medjидit, wohl *V* von Zippeit
- Medmontit 392**
- Medziankit, Olivenit
- Meerschaluminit †, Halloysit
- Meerschäum 412

- Megabazit †, Hübnerit  
 Megabromit †, Embolit  
**Mejonit 425**  
 Mekkastein †, blauer Chalcedon aus Arabien  
 Melakonit †, Tenorit  
 Melanasphalt †, Albertit  
 Melanchlor *P*, Heterosit pseudomorph nach Triphylin  
 Melanchym †, Rochlederit  
 Melanerz †, Polymignit  
 Melanglanz †, Stephanit  
 Melanglimmer, Gruppenname für Stilpnomelan, Cronstedtit usw.  
**Melanit 329**  
**Melanocerit 342**  
 Melanochalcit †, Gemenge, hauptsächlich Tenorit  
 Melanochroit †, Phönicit  
 Melanokonit †, Melakonit = Tenorit  
 Melanolith, Delessit (C. Frondel 1955)  
**Melanophlogit 179**  
 Melanosiderit, wahrscheinlich Gemenge von Limonit und einem Fe-Silikat  
**Melanostibian 176**  
**Melanotekit 74, 353**  
**Melanothallit 151**  
**Melanovanadit 319**  
**Melanterit 251**  
 Melichromharz †, Mellit  
**Melilith 74, 346**  
 Melinit (Gelberde), Gemenge von Eisenhydroxid und Bol  
**Melinophan 346**  
 Melinose †, Wulfenit  
 Meliphanit †, Melinophan  
 Melit ?, wohl *V* von Allophan  
**Mellit 435**  
 Mellonit †, Pseudocotunnit oder Gemenge  
 Melnikovit-Markasit 125  
 Melnikovit-Pyrit 123  
**Melonit 127**  
 Melopsit ~ Gymnit  
 Melosark †, Melopsit (~ Gymnit)  
 Menaccanit †, Ilmenit  
 Menakerz †, Sphen  
 Mendelejewit, *V* von Betafit bzw. Koppit  
**Mendipit 155**  
**Mendozit 254**  
**Meneghinit 136**
- Mengit †, teils Niobit, teils Monazit  
 Menilit 180  
**Mennige 166**  
**Mercallit 241**  
 Merkurammonit †, Kleinit  
 Merkurblende †, Zinnober  
 Merkurglanz †, Onofrit  
**Meroxen 385**  
 Merrillit †, Francolith aus Meteoriten  
 Merumit (Bracewell 1946), Gemenge von Eskolaït und a. Chromoxiden mit Quarz, Pyrophyllit und a. (Milton & Chao 1958)  
**Merwinit 326**  
 Mesabit †, ockriger Limonit  
 Mesitinspat 211  
 Mesitit, Mesitinspat  
**Mesodialyt 359**  
 Mesoenstatit (Metatalk), enantiotrope Modifikation (stabil von 900–1270 °C) der Reihe Enstatit  $\rightleftharpoons$  Klinoenstatit  
 Mesolin †, Levyn  
**Mesolith 427**  
 Mesolithin †, Thomsonit  
**Mesomikroklin 417**  
 Mesotyp †, Gruppenname für Natrolith, Mesolith und Skolezit  
 Mesquitelit ?, toniges Umwandlungsprodukt von Feldspat von der Formel  $(\text{Mg, Ca})\text{O} \cdot 2\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 9\text{SiO}_2 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ , wenig verschieden von Montmorillonit; von Mesquitela in Portugal  
**Messefit 298**  
**Messingblüte 215**  
 Messingerz †, Gemenge von Zinkblende und Kupferkies  
 Messingit †, Messingblüte  
**Meta-Alunogen 253**  
**Meta-Ankoleit 312**  
 Meta-Arsenuranocircit, Meta-Heinrichit  
**Meta-Autunit 312**  
 Metabasaluminit 263  
**Meta-Bassetit 312**  
 Metabentonit (Ross 1928), „metamorphosierter“ Bentonit  
 Metabentonit (Bárta, Čap & Satava 1949), ein Montmorillonit-Mineral  
 Metabiotit, „Bauerit“  
**Metaborit 236**

- Metabrucit, orientierte Pseudomorphose von Periklas nach Brucit  
 Metabrushit †, Brushit (Fronde1 1943)  
 Metachalcolith †, Metatorbernit  
 Metachlorit †, Daphnit  
**Metacinnabarit 38, 107**  
 Metacristobalit, Hoch-Cristobalit  
 Metagadolinit †, zersetzter Gadolinit  
 Metagreenalith †, Greenalith  
 Metahaiweeit, Kern der Haiweeit-Aggregate, mit höheren Brechungsindizes  
**Metahalloysit 406**  
**Meta-Heinrichit 313**  
**Metahewellit 318**  
**Metahohmannit 261**  
 Metahydroboracit †, Inderborit  
 Meta-Jarlit ?, ~ Jarlit 148  
**Meta-Kahlerit 313**  
 Metakalkuranit ~ Meta-Autunit-II  
 Metakaolin, künstl. Erhitzungsprodukt von Kaolin  
 Metakernit, künstl. Entwässerungsprodukt von Kernit  
**Meta-Kirchheimerit 313**  
 Metakupferuranit †, Metatorbernit  
 Metalomonossowit,  $\beta$ -Lomonossowit  
 Metalonchidit †, Markasit mit geringem As-Gehalt  
**Metaloparit 173**  
 Metamurmanit, teilweise zersetzter Murmanit  
 Metanatrolith (Rinne 1887), künstlich entwässertes Natrolith  
 Metanatrolith (Thugutt) = „Epinatrolith“ = Natrolith  
**Meta-Na-Uranospinit 313**  
 Metanocerin (?), ~ Nocerin  
**Meta-Novacekit 313**  
**Metarossit 318**  
 Meta-Sandbergerit (Walenta 1958), Meta-Heinrichit  
**Metaschoderit 296**  
 Metaschoepit, Schoepit II, 202  
 Metasericit, *V* von Sericit, vom Wildschapbachtal  
**Metasideronatrit 264**  
 Metasimpsonit †, Mikrolith  
 Metaskolezit 428  
**Metastibnit 138**
- Metastrengit (Phosphosiderit) †, Klinostrengit  
 Metataenit 92  
**Metathenardit 241**  
 Metathomsonit 428  
**Meta-Torbernit 312**  
 Metatriplit ?, schwarzes Umwandlungsprodukt von Triplit, angeblich  $6 \text{ MnO} \cdot 3 \text{ Fe}_2\text{O}_3 \cdot 3 \text{ P}_2\text{O}_5 \cdot 2 \text{ RF}_2 \cdot 4 \text{ H}_2\text{O}$  von Mangualde in Portugal  
**Meta-Tujamunit 316**  
 Meta-Tyuyamunit, Meta-Tujamunit  
**Meta-Uramphit 312**  
 Meta-Uranit 311  
**Meta-Uranocircit 312**  
**Meta-Uranopilit 266**  
**Meta-Uranospinit 313**  
 Metavandendriesscheit, Entwässerungsprodukt von Vandendriesscheit  
 Metavariscit, Klinovariscit 294  
**Metavauxit 303**  
 Metavoltait †, Metavoltin  
**Metavoltin 264**  
 Metaxit †, minderwertiger Chrysotilasbest  
 Metazeolithe 427  
**Meta-Zeunerit 313**  
**Meyerhofferit 229**  
 Meyersit, kolloidales oder kryptokristallines  $\text{AlPO}_4 \cdot 2 \text{ H}_2\text{O}$ , vielleicht mit Variscit oder Metavariscit identisch  
**Meymacit 195**  
 Mg-Vermiculit 392  
**Miargyrit 115**  
 Micaphilit †, Andalusit  
 Micarell *P*, teils Pinit, teils Glimmer pseudomorph nach Skapolith  
 Micaultlith (Micaultit) ?, erdiges ziegelrotes Umwandlungsprodukt von Rutil  
 Michaelit †, Opalsinter  
 Michaelsonit †, Erdmannit  
 Micheewit, siehe Gorgeyit 258  
 Michel-Levyit †, Baryt  
**Michenerit 42, 123**  
 Middletonit 438  
 Miedziankit †, Zn-reicher Tennantit  
 Miemit, *V* von Dolomit  
**Miersit 141**  
 Miesit, ein Ca-haltiger Pyromorphit  
 Mikrodunhamit = Dunhamit  
**Mikroklin 417**



**Mikroklinterthit 418**

Mikrolepidolith, Lepidolith mit kleinem Achsenwinkel, im Gegensatz zu „Makrolepidolith“

**Mikrolith 175****Mikroperthit 418**

Mikrophyllit, Mikroplakit †, Einschlüsse im Labradorit

Mikroschörlit †, Kriställchen von Kaolinit

Mikrosommit †, teils Nephelin, teils Davyn

Mikrotin †, klarer Plagioklas

Mikrovermiculit †, Kriställchen von Kaolinit

Milanit †, grünlichweißer Halloysit

**Milarit 364****Milchopal 180****Milchquarz 180****Millerit 114****Millisit 308**

Miloschin †, Cr-haltiger Allophan

Milowit †, „amorphe“ Kieselsäure von Milos

Miltonit = Bassanit

**Mimetesit 63, 290**

Minasit ?,  $2\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ , „amorph“, als Favas gefunden

**Minasragrit 262**

Mindigit, Heterogenit (Hey 1962)

**Mineral Q 136**

Minervit †, Taranakit (Bannister & Hutchinson 1947)

Minette 198 (auch ein Gestein!)

Minguetit, Fe-reicher Chlorit

**Minguzzit 434****Minium 166****Minnesotait 381****Minyulit 307****Mirabilit 259**

Miriqidit ?, enthält  $\text{As}_2\text{O}_5$ ,  $\text{P}_2\text{O}_5$ ,  $\text{PbO}$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  und  $\text{H}_2\text{O}$ , braun, trigonal; Schneeberg, Sa.

**Misenit 241****Miserit 377**

Miskeyit †, dichter Chlorit, identisch mit Pseudophit † vom selben Fundort

Mißpickel, Arsenkies

Misy (Misit) †, Copiapit, Jarosit und Metavoltin

Mitchellit †, Magnochromit

**Mitridatit 309****Mitscherlichit 150****Mixit 310****Mizzonit 425****Mn-Bejankinit 182****Modderit 114**

Modumit †, Skutterudit

Moffrasit †, Bindheimit

Mogensenit (Buddington, Fahey & Vlisidis 1955), Ti-haltiger Magnetit mit entmischem Ulvöspinell

Mohavit, Tinkalkonit

Mohawkit (König 1901), Gemenge von Domeykit mit Rotnickelkies und etwas Breithauptit (Schneiderhöhn & Ramdohr 1931)

Mohawkwhitneyit, Gemenge von Algodonit mit etwas Whitneyit (Schneiderhöhn & Ramdohr 1931)

Mohelnit, ein Chlorit ähnlich Klinochlor oder Moravit (Paclt 1953)

**Mohrit 257**

Mohsin †, Löllingit

**Mohsit 172****Moissanit 96**

Mokkastein, Chalcedon mit dendritischen Einschlüssen

Moldavit, teils Glas kosmischer (?) Herkunft, teils (†) schwarzer Ozokerit

Molengraffit *F*, Lamprophyllit

Mollit, Lazulith 282

**Moluranit 269**

Molybdänbleispat †, Wulfenit

**Molybdänglanz 42, 127****Molybdänit 42, 127****Molybdänocker 195**

Molybdänsilber † (Wehrilit), ~ Pilsenit

**Molybdit 195, 269****Molybdomenit 204****Molybdophyllit 353****Molybdo-Scheelit 268**

Molybdosodalith ?, ein  $\text{MoO}_3$ -haltiger Sodalith vom Vesuv

**Molysit 145****Monalbit 419****Monazit 61, 278**

Monazitoid †, Monazit

**Moncheit 127****Mondstein 418****Monetit 276**

Monheimit †, Ferro-Smithsonit

Monimolilit, Bindheimit

Monit †, erdiger Kollophan von der Insel Mona  
 Monophan †, Epistilbit  
 Monothermit (Magny-Monothermit, Endothermit) ~ Kaolinit  
 Monradit *P*, ein serpentinierter Pyroxen  
**Monrepit 385**  
 Monrolith †, Sillimanit  
**Montanit 266**  
 Montasit, Amosit  
**Montbrayit 122**  
 Montebrasit, Amblygonit von Montebras, teils  $F > OH$ , teils  $OH > F$   
**Monteponit 43, 161**  
**Montesit 117**  
**Montgomeryit 307**  
**Monticellit 326**  
 Montmartrit †, Gips  
**Montmorillonit 390**  
 „Montmorillonit-Chlorit“ 408  
 „Montmorillonit-Kaolinit“ 409  
**Montroseit 198**  
**Montroydit 162**  
 Mooraboolit †, Natrolith  
**Mooreit 261**  
**Moorhouseit 250**  
 Moosachat, Achat mit moosähnlichen Einschlüssen  
 Moosopal, Opal mit moosähnlichen Einschlüssen  
**Moraesit 301**  
 Moravit 398  
**Mordenit 429**  
 Morencit †, Nontronit  
**Morenosit 252**  
 Moresnetit †, Gemenge von Sauconit und Hemimorphit  
**Morganit 361**  
**Morinit 307**  
**Morion 179**  
 Mornit †, Labradorit  
 Morocochit †, Schapbachit  
 Moronit †, Gemenge, hauptsächlich  $CaCO_3$   
 Moronolith †, Jarosit  
 Moroxit, grünlichblauer Apatit  
 Morpholith †, Magnesit  
 Morvenit †, Harmotom in unverzwilligten Kristallen  
**Mosandrit 351**  
 Moschellandsbergit, Landsbergit  
**Mosesit 152**

32\*

„**Mossit**“ 50, 185  
 Mossottit, Sr-haltiger Aragonit (vgl. C. Garavelli, Rend. Soc. Min. Ital. **11**. 1955. 182).  
 Moth †, Zn-haltiger Limonit  
**Mottramit 286**  
**Mountainit 428**  
**Mourit 269**  
**Mozambikit 192**  
 Muckit 437  
**Muirit 360**  
 Muldan †, Orthoklas von Mulda  
 Mullanit †, Boulangerit  
 Müllerin †, Krennerit (oder Sylvanit?)  
 Müllerit †, teils Nontronit (Zambonit), teils Schertelit  
 Mulliecit †, Vivianit von Mullica Hill  
**Mullit 333**  
**Munkforsit 246**  
**Munkrudit 246**  
 Muntenit †, Bernstein  
 Murchisonit, *V* von Orthoklas, mit Spaltbarkeit nach (701) oder (801)  
**Murdochit 161**  
 Muriacit †, Anhydrit  
**Murmanit 340**  
 Muromontit †, Allanit  
 Mursinskit ?, tetragonal ( $c/a = 0,5664$ ), Zusammensetzung unbekannt  
 Muschelachat, muschelartig gezeichneter Achat  
 Muschketowitz *P*, Magnetit pseudomorph nach Haematit  
 Müsenit †, Linneit von Müsen  
 Musit †, Parisit  
**Muskovit 82, 383**  
 „Muskovit-Beidellit“ 408  
 Mussit †, Diopsid  
 Mussolinit, *V* von Talk von Sardinien  
 Muthmannit, etwa (Ag, Au)Te, in tafeligen Kristallen  
 Myelin (Steinmark) †, Nakrit  
 Myrickit †, grau und rot gefleckter Chalcodon  
 Mysorin †, Gemenge, hauptsächlich Malachit; von Mysore

N

Na-Autunit 311  
**Nadeleisenerz 198**  
 Nadelerz †, Aikinit

- Nadelspat, *V* von Aragonit  
**Nadorit 155**  
**Naegit 331**  
 Naesumit ?, CaAl-Silikat mit H<sub>2</sub>O  
**Nagatelith 354**  
 Nagelschmidtit 328  
**Nagyagit 122**  
**Nahcolith 210**  
 Na-Heterosit †, Gemenge von Alluaudit  
 + Purpurit  
**Nakasit 133**  
**Nakrit 83, 400**  
 Namaqualith = Cyanotrichit (B. Mason  
 1961)  
**Na-Meta-Autunit 312**  
**Nantokit 38, 43, 141**  
 Napalith 436  
 Naphthadil †, Ozokerit  
 Naphthin, Hatchettin oder Ozokerit  
 Naphtholith 436  
 Napoleonit †, teils Orthoklas, teils Am-  
 phibol  
 Na-Purpurit †, Gemenge von Alluaudit  
 + Purpurit  
**Narsarsukit 80, 379**  
**Nasinit 230**  
**Nasledovit 221**  
**Nasonit 353**  
 Nasturan †, Uranpecherz  
**Natramblygonit 280**  
 Natrikalit †, angeblich K-haltiges Stein-  
 salz  
 Natrit, Soda  
 Natrium-Autunit, Na-Autunit oder Na-  
 Meta-Autunit  
 Natriumglaukonit, Glaukonit mit etwa  
 3% Na<sub>2</sub>O  
 Natrium-Hewettit 318  
**Natrium-Uranospinit 312**  
**Natroalunit 245**  
 Natroborocalcit †, Ulexit  
 Natrocalcit †, teils Gaylussit, teils Datolith  
**Natrochalcit 263**  
**Natrojarosit 245**  
**Natrolith 427**  
 Natromontebrazit, Natramblygonit  
**Natron 218**  
**Natronalaun 254**  
 Natronberzeliit, Na-haltiger Berzeliit  
**Natron-Biotit 385**  
**Natron-Carnotit 316**  
 Natronchabasit †, Gmelinit  
 Natronglimmer, Paragonit  
**Natron-Heulandit 430**  
 Natroniobit (Bulakh, Kucharenko & al.  
 1962), monoklines NaNbO<sub>3</sub>  
 Natronitrit †, Natronsalpeter  
 Natronkatapleit, Ca-freier Katapleit  
 Natron-Mesomikroclin, Natron-Ortho-  
 klas  
 Natronmesotyp †, Natrolith  
**Natron-Mikrolin 417**  
**Natron-Orthoklas 417**  
 Natronphlogopit, *V* von Phlogopit  
**Natronsalpeter 208**  
**Natron-Sanidin 417**  
 Natrontremolit, zwischen Tremolit und  
 Glaukophan  
**Natrophilit 273**  
 Natrosiderit †, Akmit  
 Natroxonotlit †, Miserit  
**Naujaskit 410**  
**Naumannit 103**  
 Naurodit, blaue Hornblende  
 Nauruit, *V* von Kollophan  
**Navajoit 194**  
 Necronit †, Orthoklas  
 Nefedievit ?, ~ Montmorillonit  
 Neftgil †, Ozokerit  
**Neighborit 149**  
**Nekoit 376**  
**Nemalith 197**  
 Nemaphyllit, *V* von Antigorit  
 Némecit (Kašpar 1941), wohl Hisingerit  
 oder Canbyit  
 Nenadkevite, idiomorpher Coffinit, 331  
**Nenadkewitschit 347**  
 Neochrysolith †, Fayalit  
 Neocolemanit †, Colemanit  
 Neocyanit (Scacchi 1811) = Litidionit  
 (Zambonini 1912)  
 Neodigenit = Digenit  
 Neogastunit (Haberlandt 1950), Schrök-  
 kingerit von Gastein (Gastuna)  
 Neoglaukonit, *V* von Glaukonit  
 Neolith †, unreiner Serpentin  
 Neomesselit, Messelit  
 Neopurpurit *F*, Heterosit  
 Neotantalit †, Mikrolith

- Neotesit †, teils Epigenit, teils Zersetzungsprodukt von Tephroit  
 Neotokit ?, Verwitterungsprodukt von Rhodonit, angeblich kolloidal  
 Neotyp †, Bariumcalcit  
**Nephelin 413**  
**Nephrit 370**  
 Nephritoid †, parallelfaseriger Nephrit  
**Nepouit 403**  
**Neptunit 360**  
 Nertschinskit, *V* von Halloysit  
 Neslit †, Opal  
**Nesquehonit 218**  
 Neudorfit 437  
 Neukirchit (Newkirkit) †, Gemenge, hauptsächlich Psilomelan und Polianit  
 Neuquenit, Asphalt  
 Neurolith, wohl *V* von Agalmatolith  
**Newberyit 296**  
 Newboldit, Fe-haltige Zinkblende (Marmatit)  
**Newjanskit 93**  
 Newportit †, Chloritoid  
 Newtonit †, Alunit  
 N'hangellit, *V* von Bitumen, ähnlich Coorongit  
 Niccochromit ?, fragliches Ni-Chromat, auf Zaratit  
**Nicolit**, Nickelin, Rotnickelkies, 112  
**Ni-Chlorit 398**  
**Nicholsonit 213**  
 Nickel 92  
**Nickel-Antigorit 403**  
 Nickelantimonglanz(-kies) †, Ullmannit  
 Nickelarsenglanz(-kies) †, Gersdorffit  
 Nickel-Asbolan, *V* von Asbolan mit 3,6% NiO  
**Nickelblüte 297**  
 Nickel-Cabrerit (Meixner 1951), Mg-haltiger Annabergit mit 4,6–9,3% MgO  
**Nickel-Chrysotil 403**  
 Nickel-Cobaltomelan, Manganomelan mit Ni und Co  
**Nickeleisen 33, 92**  
 Nickelomelan, Manganomelan mit Ni-Gehalt  
**Nickel-Epsomit 252**  
 Nickelglanz †, teils Gersdorffit, teils Ullmannit  
 Nickelgrün †, Nickelblüte  
 Nickelgymnit ~ Nickel-Antigorit  
**Nickelin 39, 112**  
 Nickelkies †, Millerit  
 Nickellinnetit, Polydymit  
 Nickelmagnetit, Trevorit  
 Nickelmagnetkies, Gemenge von Pentlandit in Magnetkies  
 Nickelocker †, Nickelblüte  
 Nickelopyrit 123  
**Nickel-Saponit 392**  
 Nickel-Skutterudit, Chloantit  
 Nickelsmaragd †, Zaratit  
 „Nickelspinell“ 163  
 Nickelspießglanzerz †, Ullmannit  
 Nickel-Talk (?) 382  
**Nickel-Vermiculit 313**  
**Nickelvitriol 352**  
 Nickelwismutglanz †, Gemenge von Linneit und Bismuthin  
 Nicolayit (Simpson 1930) †, Thorogummit (Frondel 1953)  
 Nicomelan ?, ein fragliches Ni-Oxid  
 Nicopyrit †, Pentlandit  
 Nifesit, feinkörniges Aggregat von Bravoit und Pentlandit, im Eisenblock von Ovifak  
**Nifontovit 233**  
**Nigerit 171**  
**Niggliit 94**  
 Nigrescit, *V* von Serpentin, grün bis schwarz  
**Nigrin 181**  
 Nigrin ?, „Asphaltmineral“  
 Nilkiesel, brauner Kugeljaspis  
**Ningyvit 278**  
**Niobit 52, 188**  
**Niobo-Aeschynit 190**  
**Nioboleparit 173**  
**Niobophyllit 350**  
**Niobozirkonolith 175**  
**Niocalit 350**  
 Nipholith †, unreiner Chiolith  
 Ni-Skutterudit, Chloantit  
 Niter, Nitronatrit  
**Nitrammit 208**  
 Nitrat-Hydrotalkit 221  
 Nitratin †, Natronsalpeter  
**Nitrobarit 209**  
**Nitrocalcit 209**

Nitroglauberit †, Gemenge von Natronsalpeter und Darapskit

**Nitrokali** 55, 208

**Nitromagnesit** 209

**Nitronatri** 55, 208

**Nivenit** 193

Nobilit ?, ähnlich Nagyagit

**Nobleit** 234

**Noceerin** 225

Nogizawalith (~ Oyamalith) 331

Nohlit †, zersetzter Samarskit von Nohl

**Nolanit** 194

Nolascit †, As-haltiger Bleiglanz

**Nontronit** 391

Noralith †, fast Mg-freier Barkevikit von Nora

**Norbergit** 69, 334

**Nordenskiöldin** 55, 57, 224

Nordenskiöldit †, Grammatit

**Nordit** 357

Nordmarkit †, Staurolith (auch Gesteinsname!)

**Nordstrandit** 196

Norilskit, Legierung von Pt, Fe, Ni, Cu

Normalin †, Phillipsit

Normannit ~ Bismutit (Frondel 1943)

**Norsethit** 212

**Northupit** 216

**Nosean** 424

Noselith (Nosin) †, Nosean

Noumeait †, Garnierit

**Nováčekit** 311

**Novakit** 100

Novoelpidit, Name ohne nähere Beschreibung

**Nsutit** 184

Nuevit †, Samarskit (J. Murdoch 1951)

Nuolait, innige Verwachsung zweier

NbTaTi-Mineralien

Nussierit, As-haltiger Pyromorphit von Nussière

Nuttalit †, ein Mejonit

**Nyerereit** 214

## O

Oakit †, Lithiophorit

Oborit ?, rhomboedr.,  $\chi$  (0001):(1011) = 51° 12', gute Spaltbarkeit, enthält vielleicht seltene Erden

**Obruchevit** 174

Ochran, gelber Bol von Oravicza

Ochroit, Cerit

Ochrolith †, Nadorit (Sillén und Melander 1941)

Ocker, gelber, 198

Odenit (Odith, Odinit) †, Biotit von Finbo

Odontolith, V von Kollophan, hauptsächlich aus Zähnen entstanden

Oehrnit †, veränderter Pyroxen

Oerstedit †, radioaktiv veränderter Zirkon

**Offretit** 432

Ogkoit (Ogkonkoit), Fe-reicher Prochlorit

Oisanit †, teils Epidot, teils Anatas

**Okenit** 376

Oktaedrit †, teils Anatas, teils Meteoritenfamilie

Oktobolit, basaltischer Augit

Oktophyllit, Gruppenname für Glimmer vom Formeltypus Phlogopit, Biotit, Zinnwaldit usw. (vgl. Heptaphyllit)

Olafit †, Albit

**Oldhamit** 43, 115

**Oligoklas** 419

Oligonit, Oligonspat, Oligonsiderit †, Mangan-Siderit

Oliveirait (?), ungefähr  $3 \text{ZrO}_2 \cdot 2 \text{TiO}_2 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$ , amorph, vielleicht sekundäres Produkt von Euxenit

Olivenerz †, teils Libethenit, teils Olivenit, teils Pharmakosiderit

**Olivenit** 70, 281

**Olivin** 68, 325

**Öllacherit** 383

Ollit (Topfstein) †, Gemenge von Talk mit Chlorit

Olyntholith †, Grossular

**Omphacit** 366

Ondrejtit (Kaspar 1944), vielleicht ein Gemenge von Huntit und Magnesit (Padera & Povondra 1964)

Onegit †, Goethit in Quarz vom Onegasee

Onkoit (Ogkoit) †, Fe-reicher Prochlorit

Onkophyllit †, aus Feldspat entstandener, schuppiger Muskovit

Onkosin †, Paragonit

**Onofrit** (Haidinger 1845) 107

Onofrit (Köhler 1853) †, Köhlerit

Ontariolith, wohl V von Dipyr

**Onyx** 180

- Ooguanolith (Hayes 1855, Hutchinson 1950), wohl *V* von Taylorit
- Oolithe, Aggregate konzentrisch-schaliger Konkretionen, etwa hirsekorngroß
- Oosit *P*, Gemenge (hauptsächlich Muskovit) pseudomorph nach Cordierit
- Opal 178**
- Opalachat, gebänderter Opal
- Opalallophan †, „Schrötterit“ (Gemenge von Halloysit mit Variscit)
- Opaljaspis †, Jaspopal
- Opalkatzenauge, Opal mit Einschlüssen von Krokydolithfasern
- Opalmutter †, mit Opal imprägniertes Gestein
- Ophit, Serpentin
- Orangit 331**
- Oranit †, perthitische Verwachsung von Orthoklas und Anorthit sowie anderer Feldspate
- Oraviezit †, Zn-haltiger Ton von Oravicza
- Orcelit 101**
- Ordit, Pseudomorphose von kristallinem Gips nach faserigem Gips
- Ordonezit 50, 185**
- Oregonit 106**
- Orichalcit †, Aurichalcit
- Orientalischer Amethyst †, violetter Korund
- Orientalischer Girasol †, Sapphirkatzenauge
- Orientalischer Smaragd †, grüner Korund
- Orientalischer Topas †, gelber Korund
- Orientit 336**
- Orileyit †, unreiner Domeykit
- Orlit 344**
- Ornithit †, orientierte Pseudomorphose von Carbonat-Hydroxyl-Apatit nach Brushit (Frondel 1943)
- Oropion †, braunschwarzer, weicher Bol
- Oroseit †, Iddingsit
- Orpiment, französ. Name für Auripigment
- Orthit, Allanit
- Orthoamphibole 372**
- Orthoantigorit 402
- Orthoberthierin 403
- Orthobromit †, Embolit
- Orthochamosit (F. Novak & Mitarb. 1956) = Orthoberthierin
- Orthochlorite 394**
- Orthochrysotil 402
- Orthoklas 84, 417**
- Ortholomonossowit, Lomonossowit
- Orthopinakolith 225**
- Orthopyroxene 367**
- Orthoriebeckit, fast schwarzer Riebeckit
- Orthose, Orthoklas
- Orthotaenit 92
- Orthotscheffkinit, offenbar orthorhombischer Tscheffkinit
- Oruetit (de Rubies 1919), Joseit (Peacock 1941)
- Orvillit †, zersetzter Zirkon
- Oryzit †, nadeliger Heulandit
- Osannit, *V* von Riebeckit
- Osarizawait 246**
- Osannit, Riebeckit, 372
- Osbornit 43, 92**
- Oskerskit †, säuliger Aragonit
- Osmelith †, Pektolith
- Osmiridium 94**
- Osmit, Osmium
- Osmium 93**
- Osmium-Iridium, Osmiridium
- Osteokolla †, zelliger Kalktuff
- Osteolith, Phosphorit, vornehmlich aus Knochen entstanden
- Ostranit †, veränderter Zirkon von Brevig
- Ostwaldit, kryptokristalliner Chlorargyrit
- Osumilith 364**
- Otavit 55, 211**
- Otaylith ?, ~ „Bentonit“
- Otemannit 439**
- Ottrelith (Dethier 1819) 340**
- Ottrelith (Wolff) †, Diallag
- Ouatit †, Wad
- Oulopholit †, blättriger Gips
- Overit 307**
- Owenit †, Thuringit
- Owyhecit 133**
- Oxacalcit †, Whewellit
- Oxahverit †, Oxhaverit
- Oxalit, Humboldtlin
- Oxammit 434**
- Oxhaverit †, Apophyllit
- Oxy-Apatit 289**
- Oxychildrenit 305**

Oxyhornblende, teils basaltische Hornblende (Winchell 1932), teils wohl Hornblende mit O statt OH  
 Oxykaersutit (Aoki & Matsumoto 1959), V von Kaersutit  
 Oxykertschenit ?, Oxydationsprodukt von Vivianit  
 Oxymagnetit †, Maghaemit  
 Oxy-Pyromorphit 290  
**Oyamolith 331**  
 Ozarkit †, Thomsonit  
 Ozokerit (Erdwachs), Gemenge hochmolekularer Kohlenwasserstoffe

## P

**Pabstit 358**  
**Pachnolith 149**  
 Pagodit †, Agalmatolith  
 Paigetit, Vonsenit  
**Painit 342**  
 Painterit, ein grüner Vermiculit  
 Pajsbergit †, Rhodonit  
 Palacheit = Botryogen  
 Palait †, Huréaulith (Schaller 1946)  
 Paläoleucit †, „Ursprungsmineral“ des Pseudoleucits  
 Paläonatrolith †, „Ursprungsmineral“ des „Spreusteins“  
**Palermoit 288**  
**Palladinit 162**  
 Palladit, Palladinit  
**Palladium 33, 94**  
 Palladiumamalgam = Potarit  
 Palladiumgold, Porpezit  
**Pallit 308**  
 Palmerit †, Taranakit (Bannister & Hutchinson 1947)  
**Palmierit 242**  
**Palygorskit 411**  
 Panabase, französ. Name für Tetraedrit  
**Pandait 175**  
**Pandermit 230**  
 Pantellarit †, Anorthoklas  
 Pantellerit, Gesteinsname  
 Pao-t'ou-k'uang, Baotit  
**Papagoit 334**  
 Papierkohle, dünn geschichtete Braunkohle  
 Papierspat, blättriger Kalkspat

Paposit F, Amarantit von Paposo  
**Paraaluminit 263**  
 Para-Autunit 313  
 Parabayldonit, Mischkristall Duftit  $\beta$  und Konichalcit (C. Guillemin 1956)  
**Parabutlerit 261**  
 Paracancrinit 423  
**Paracelsian 422**  
 Parachrysotil 402  
 Paracolumbit †, Ilmenit  
**Paracoquimbit (Ungemach 1933) 253**  
 Paracoquimbit (Klvana 1881) †, Slavikit (Rost 1941)  
**Paradamin 282**  
 Paradoxit, fleischroter Kalifeldspat in Adularform  
 Paraffinkohle, ähnlich Pyropissit  
**Paragearksutit 148**  
**Paragonit 383**  
**Paraguanajuatit 121**  
**Parahilgardit 234**  
**Parahopeit 295**  
 Parailmenit †, Ilmenit  
**Parajamesonit 136**  
 Parakaolinit (Serdjutschenko 1945), Endglied einer hypothetischen isomorphen Reihe Kaolinit-Serpentin  
 Parakobellit †, unreiner Bleiglanz  
 Para-Kupferglanz, Tief-Cu<sub>2</sub>S pseudomorph nach Digenit  
**Paralaurionit 154**  
 Paralogit †, Mizzonit  
 Paramelakonit †, Paratenorit  
 Paramontmorillonit ?, ähnlich „Bergkork“  
**Paramontroseit 198**  
 Parankerit †, Ankerit mit etwas mehr Mg  
 Paranthin †, Mizzonit  
 Parapechblende (Geffroy & Sarcia 1954), provisorischer Name für eine Pechblende mit mehr U<sup>6+</sup> als U<sup>4+</sup>  
**Para-Rammelsbergit 126**  
 Paraschoepit, Schoepit III, 202  
 Parasepiolith †, Sepiolith  
 Para-Silberglanz, Paramorphose von monokl. nach kub. Ag<sub>2</sub>S  
 Parasit †, getrübtter Boracit  
 Parastilbit †, Epidesmin  
**Parasympleisit 297**  
**Paratacamit 151**

**Paratellurit 181****Paratenorit 161**

Parathorit ~ Thorit, angeblich orthorhombisch

Parathuringit 398

Paratooit ?, Gemenge, AlFe<sup>+++</sup>-Phosphate mit H<sub>2</sub>O, aus Guano

Para-Uranit 313

Paraurichalcit, teils Hydrozinkit, teils Rosasit, teils ?

**Paravauxit 303**

Paravivianit †, Vivianit mit Mg, Mn, Ca  
Parawollastonit = Wollastonit (-2M), 374  
Parabigit (Yu. V. Mirtov 1959), wahrscheinlich Messelit (M. Fleischer 1960)

Paredrit †, schwarze Favas von Rutil, mit 0,6% H<sub>2</sub>O

**Pargasit 370**

Parianit †, Asphalt von Trinidad

**Parisit 216****Parkerit 105**

Parophit ?, ~ „Dyssontribit“ (Gieseckit)

Parorthoklas †, Anorthoklas

Parryit ?, wasserhaltiges Ca-Silikat

**Parsetzensit 388****Parsonsit 315****Partridgeit 168**

Partschin (Partschinit) †, Spessartin

**Partzit 174****Pascoit 319**

Passautit †, Mizzonit, z. T. kaolinisiert

Passyit †, erdiger Quarz

Pastreit, Jarosit oder Natrojarosit (A. A. Moss 1957)

Patagosit ?, Calcit aus Schalen von Fossilien

Paterait ?, schwarzes, derbes Kobaltmolybdat von Joachimsthal

Paternoit (Millosevich 1920) †, Kaliborit (Mrose & Schaller 1965)

Patinoit (M. C. Bandy 1949), gelbes Phosphat oder Arsenat ohne nähere Angaben

Patrinit †, Aikinit

**Patronit 138**

Pattersonit, ein Prochlorit, ~ Thuringit

**Paulingit 433**

Paulit (Werner 1812), Hypersthen von der Paulinsel

Paulit (Bültemann 1960), angeblich As-Analogen von Sabugalit

**Pavonit 130****Paxit 119**

Pazit †, S-haltiger Löllingit von La Paz

**Pb-Dolomit 213**

Pealit †, Geyselit (Opalsinter)

**Pearceit 130****Pechblende 193**

Pechkohle †, glänzende Braun- oder Schwarzkohle

Pechkupfer †, „Kupferpecherz“

Pechuran †, rotes = Gummit; schwarzes = Uranpecherz

Peckhamit, wahrscheinlich Gemenge von Enstatit und Olivin

Peganit †, Variscit

Pegmatolith †, Orthoklas

**Pektolith 374**

Pelagit, Manganoxidknollen vom Meeresboden

Pelagosit †, unreiner Aragonit

Pelhamin †, Serpentin

Pelhamit V, Jefferisit von Pelham, Mass.

**Peligotit 266**

Pelikanit ~ Cimolit

Pelinit ?, wasserhaltiges Al-Silikat der Tone

Peliom †, Cordierit

Pelionit †, Kännelkohle von Mt. Pelion

Pelokonit †, Wad

Pelosiderit †, toniger Siderit

Pencatit, Marmor mit Brucit, Hydro-magnesit und Periklas (Gestein!)

**Penfieldit 155**

Pennait (D. Guimarães 1948), ein triklines Silikat von Na, Ca, Mn, Fe, Zr, Ti; nach M. Fleischer (1949) vielleicht verwandt mit Guarinit

**Pennantit 397****Pennin 396**

Pennit †, Hydrodolomit

**Penroseit 123****Pentahydrit 250****Pentahydroborit 233**

Pentahydrocalcit ?, angeblich CaCO<sub>3</sub> · 5H<sub>2</sub>O

Pentaklasit †, Pyroxen

**Pentlandit 37, 106**

Penwithit †, verwitterter Rhodonit

Peplit P, zersetzter Cordierit, ähnlich Pinit

Percivalit, grüner Natronpyroxen

**Percylith 153**



- Perdell †, gelblichgrüner Topas  
**Peridot 325**  
**Periklas 43, 45, 160**  
**Periklin 420**  
**Peristerit 420**  
**Perit 155**  
**Perlglimmer 386**  
 Perlsinter (Fiorit) †, Opalsinter  
 Perlspat, teils Aragonit, teils Dolomit  
**Perowskit 47, 172**  
 Perowskyn †, Triphylin  
 Perplexit (Marshall 1946), ein undefinierter kompakter Zeolith  
**Perrierit 355**  
 Persbergit *P*, Umwandlungsprodukt von Nephelin, ähnlich Pinit (?)  
**Pertthit 418**  
 Peruvit †, Schapbachit  
 Pesillit †, Braunit von Pesillo  
**Petalit 414**  
 Petroleum, Gemenge flüssiger Kohlenwasserstoffe  
 Petterdit †, Mimetesit- $Pb_4$   
 Pettkoit †, Voltait  
**Petzit 104**  
 Pfaffit, teils Bindheimit, teils Jamesonit  
 Pfeifenstein (Catlinit), ein Ton  
 Phäaktinit ~ Delessit  
 Phaestin †, zu Talk verwitterter Bronzit  
 Phakelit, Kaliophilit  
 Phakolith, *V* von Chabasit  
 Pharmakochalcit †, Olivenit  
**Pharmakolith 60, 300**  
 Pharmakopyrit †, Löllingit  
**Pharmakosiderit 309**  
**Phenakit 66, 324**  
**Phengit 383**  
**Philadelphit 385**  
 Philipstadiit †, gemeine Hornblende  
**Phillipit 253**  
**Phillipsit 431**  
**Phlogopit 384**  
 „Phlogopit-Hectorit“ 408  
 Pholerit (Pholidit) †, grobkristalliner Dickit  
 Pholidolith ?, wohl F-freier tonerdearmer Phlogopit  
 Phönicit, Phoenikochroit  
**Phoenikochroit 267**  
 Phonit †, Eläolith  
**Phosgenit 217**  
 Phosphatallophan, phosphathaltiger Allophan  
 „Phosphat-Belovit“ = Belovit (Borodin & Kazakova 1954)  
 Phosphat-Schulthenit, synthet. 277  
**Phosphat-Walpurgin 310**  
 Phosphocerit †, Monazit  
 Phosphochromit (Shepard 1877) †, Fe<sup>+++</sup>-haltiger Variscit (Jambor 1963)  
**Phosphoferrit 293**  
 Phospholith †, Phosphorit  
**Phosphophyllit 295**  
**Phosphor 95**  
**Phosphor-Alunogen 253**  
 Phosphorblei †, Pyromorphit  
 Phosphorchromit (Hermann 1870), Vauquelinit  
 Phosphoreisensinter ~ Diadochit  
 Phosphorgummit †, Gummit  
**Phosphorit 291**  
 Phosphorkupfererz †, Gemenge, hauptsächlich Dihydrat  
 Phosphormangan †, Triplit  
**Phosphor-Mimetesit 291**  
 Phosphorochalcit, Pseudomalachit  
**Phosphorrößlerit 289**  
**Phosphosiderit 294**  
**Phospho-Skorodit 294**  
**Phosphuranylit 315**  
 Phosphyttrit †, Xenotim  
 Photicit †, unreiner Rhodonit  
 Photolith †, Pektolith  
 Phyllit †, Ottrelith (hauptsächlich jedoch Gesteinsname)  
 Phyllochlorit 398  
**Phylloretin 436**  
 Physalit (Pyrophysalit) †, undurchsichtiger Topas  
 Phytokollit, gelatinöses, fossiles Harz  
 Piauzit 438  
**Picit 306**  
**Pickeringit 253**  
**Picotit 163**  
 Pictit †, Titanit  
 Piddintonit, Gemenge von Silikaten, hauptsächlich Hypersthen, aus den Meteoriten von Shalka, Bengalen, gef. 1850  
 Piedmontit, Piemontit  
**Piemontit 75, 354**  
 Pierrepontit ?, Fe-Turmalin

- Pietersit *HN*, dem Trümmer-Achat entsprechendes Trümmer-Falkenaug, von Outjo, SW-Afrika, gut polierbar
- Pietricikit 436
- Piezotit, künstl. Umwandlungsprodukt von Spessartin (P. H. Vaughan & R. Berman, *Acta Cryst.* **16**. 1963. A 13)
- Pigeonit 365**
- Pigeonitaugite, Klinopyroxene zwischen Augiten und Pigeoniten
- Pigotit 435**
- Pihlit ?, nahe Cymatolith, vielleicht ein Gemenge, von Sala
- Pikranalcim *F*, ein falsch analysierter Analcim
- Pikroalunogen †, unreiner Pickeringit
- Pikroamosit †, kein Amosit, sondern ein Anthophyllit
- Pikrochromit †, Magnesiochromit
- Pikrocrichtonit †, Mg-haltiger Ilmenit
- Pikroepidot †, fälschlich als Mg-haltig bezeichnete Epidot
- Pikrofluit †, Gemenge von Flußspat und einem fraglichen Mg-Silikat
- Pikroilmenit 170**
- Pikroknebelit, *V* von Knebelit mit etwa 4% MgO
- Pikrolith †, Antigorit
- Pikromerit, Schönit
- Pikropharmakolith 299**
- Pikrophyll †, zersetzter Pyroxen von Sala
- Pikrosmin †, Chrysotil
- Pikrotephroit †, Mg-haltiger Tephroit
- Pikrothomsonit, *V* von Thomsonit
- Pikrotitanit †, Pikroilmenit
- Pilarit †, Gemenge von Chrysokoll und Kaolinit †
- Pilbarit, Gemenge von Thorogummit und Kasolit (R. M. Honea, *Am. Min.* **42**. 1957. 908)
- Pilinit = Bavenit (J. Switzer & L. E. Reichen 1960)
- Pilit †, teils Aktinolith pseudomorph nach Olivin, teils „Zundererz“
- Pilolith, Palygorskit mit etwa 2% Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>
- Pilsenit (Kenngott 1853), Wehrilit
- Pinelit 392**
- Pinakiolith 57, 224**
- Pinguit, *V* von Nontronit
- Pinit 361, 383**
- Pinitoid *P*, Pinit mit Ton gemengt, pseudomorph nach Feldspat
- Pinnoit 231**
- Pinolit †, Magnesit
- Pintadoit 301**
- Piotin †, Saponit
- Pirssonit 218**
- Pisanit 251**
- Pisekit 278**, nach V. Bouska (1957) Oxid von Nb, Ta, Ti ..., Pulverdiagramm ähnlich Samarskit
- Pisolith, Aragonit als Erbsenstein
- Pissophan ?, ein AlFe-Gel mit SO<sub>3</sub>
- Pistazit †, Epidot
- Pistomesit, *V* von Mesitinspat, Mg: Fe = 1:1
- Pitkärantit *P*, umgewandelter Pyroxen, ~ Uralit
- Pittasphalt, Gemenge von Kohlenwasserstoffen zwischen Petroleum und Asphalt
- Pitticit (Hausmann 1813) 304**
- Pitticit (Beudant 1832), „Glockerit“, Siderogel mit adsorbierter H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (?)
- Pittinit (Pittinerz) †, unreiner Gummit
- Plaffeit, fossiles Harz
- Plagiocitrit †, wohl irrtümlich für kleine Kriställchen von Schwefel
- Plagioklasgruppe 84, 419**
- Plagionit 136**
- Plakodin †, Maucherit als Hüttenprodukt
- Plancheit 363**
- Planerit 305**
- Planoferrit 263**
- Plasma 180**
- Platin 33, 94**
- Plattnerit 50, 181**
- Platynit 121**
- Plazolith, Hibschit
- Plenargyrit ?, ähnlich Schapbachit
- Pleonast, dunkler ferrohaltiger Spinell
- Pleonektit †, Mimetesit mit etwas Sb
- Plessit 92**
- Pleurasit †, Arseniopleit
- Pleuroklas †, Wagnerit
- Pleysteinit *F*, Fluellit
- Plinian †, verzerrter Arsenkies
- Plinthit (Thomson 1836), Gemenge von Kaolinit, Montmorillonit, rotgefärbt durch Haematit (J. M. Sweet 1960)
- Plombierit 376**

- Plumbago †, teils Graphit, teils Bleiglanz  
 Plumballoyphan *P*, Bleiglanz pseudomorph  
 nach Pyromorphit  
 Plumbjodit †, Schwartzembergite  
 Plumbobinnit †, Dufrenoyit  
**Plumbocalcit 211**  
 Plumbocolumbit, Plumboniobit  
 Plumbocuprit †, Gemenge von Chalkosin  
 und Bleiglanz  
 Plumbodolomit, Dolomit mit Bleigehalt  
**Plumboferrit 171**  
**Plumbogummit 289**  
**Plumbojarosit 246**  
 Plumbomanganit †, Sulfid von Mn und Pb  
 Plumbomangit †, Gemenge von Bleiglanz  
 mit anderen Erzen  
**Plumbo-Mikrolith 175**  
 Plumbonakrit †, unreiner Hydrocerussit  
**Plumboniobit 189**  
 Plumboresinit, Plumbogummit  
 Plumbostannit †, Gemenge von Bleiglanz  
 und Zinnkies  
 Plumbostibit †, faseriger Boulangerit  
**Plumbo-Synadelphit 285**  
 Plumosit (Federerz), Habitusbezeichnung  
 für filzig-faserige Bleiantimonspießglanze,  
 „Plumosit“ von Τρεπῆα = *V* von Bou-  
 langerit  
 Plusinglanz †, Argyrodit  
 Podolit ~ Dahllit  
 Poechit, manganreiches Eisensiliziumgel  
 Poikilit, Poikilopyrit †, Bornit (Poikilit  
 auch Bezeichnung für Gesteinsgefüge)  
**Poitevinit 249**  
 Polianit, idiomorpher Pyrolusit  
 Polierschiefer, schiefriger Tripel  
**Pollucit 415**  
 Polyadelphit †, Andradit  
 Polyargit †, zersetzter Anorthit  
 Polyargyrit †, angeblich  $Ag_{24}Sb_2S_{15}$  und  
 kubisch, wohl Silberglanz verwachsen mit  
 Polybasit oder Pyrarygit  
 Polyarsenit †, Sarkinit  
**Polybasit 131**  
 Polychroilit †, Umwandlungsprodukt  
 von Cordierit  
 Polychroit †, Cordierit  
 Polychrom †, Pyromorphit  
**Polydymit 46, 118**  
**Polyhalit 258**  
 Polyhydrat = Bassanit  
 Polyirvingit, ein Lithiumglimmer  
 Polyhydrit ? (†), angeblich  $(Ca, Mn)_3$   
 $(Fe, Al)_2Si_4O_{12} \cdot 6H_2O$ , amorph  
**Polykras 188**  
 Polykrasilith †, Zirkon  
 Polyolith †, schwarzer Augit  
**Polyolithionit 385**  
**Polymignit 189**  
 Polynit (Yarilova & Parfenova 1957), ein  
 Gemenge von Tonmineralien mit unter-  
 schiedlicher Zusammensetzung  
**Polysphärit 291**  
 Polytelit (Glocker 1847) †, ein Sulfoanti-  
 monit von Pb, Zn, Ag, Fe  
 Polytelit (Kobell) †, Freibergit  
**Polyxen 94**  
 Ponit †, Ferro-Rhodochrosit, Mn:Fe = 5:1  
 Poonahlith †, „Punahlith“ (*V* von Meso-  
 lith)  
 Porcellophit, meerschaumähnlicher Ser-  
 pentin  
**Porpezit 90**  
 Porrizin *V*, feinnadeliger Diopsit  
**Portlandit 53, 197**  
 Porzellanerde, Kaolin  
 Porzellanit, Porzellanspat †, zersetzter  
 Skapolith  
 Porzellanjaspis, natürlich gefritteter Ton  
 bzw. toniger Sandstein  
 Porzit (Porcelainit) = Mullit  
 Pošepnyit 436  
**Potarit 90**  
 Pouzacit †, „Leuchtenbergit“  
**Powellit 61, 268**  
 „Pragit“ („Praguit“), synthet.  $2Al_2O_3 \cdot SiO_2$ ,  
 333  
**Prasem 180**  
 Praseolith †, zersetzter Cordierit, ~ Pinit  
 Praser †, Chrysopras  
 Prasolith †, ~ Chlorit  
 Prasin, Prasinchalzit †, Ehlit  
 Prasoehrom †, grünes Umwandlungspro-  
 dukt von Chromit  
**Prasopal 180**  
 Pravdit (Nurlbaev 1962) = angewitterter  
 Britholith (Tarkhanova, Sidorenko &  
 Kuznetsova 1964)

Predazzit, Marmor mit Brucit, Hydro-  
magnesit und Periklas (Gestein!)  
Pregrattit †, teils Paragonit, teils Margarit;  
feinschuppig  
**Prehnit 356**  
Prehnitoid †, teils Marialith, teils unreiner  
Prehnit  
**Preobratschenskit 233**  
Preslit †, Tsumebit  
Priazorit 175  
Pribramit †, teils Cd-haltige Zinkblende,  
teils „Samtblende“  
**Priceit 230**  
**Priderit 181**  
Priguinit, Iriginit  
**Prjevalskit 313**  
Prilepit, fossiles Harz von Prilep  
**Priorit, Blomstrandin 190**  
Prismatin (Sauer 1886) = Kornerupin (Us-  
sing 1889)  
Prixit, faseriger Mimetesit (C. Guillemin,  
J. Prouvost & M. Wintenberger 1955)  
Proarizonit (Bykov 1964), Gemenge, vgl.  
Arizonit  
**Probertit 230**  
**Prochlorit 396**  
Proidonit, SiF<sub>4</sub> vulkanischer Exhalationen  
Prokoenenit, synthetischer Koenenit mit  
geringerer Schichtordnung (Berdiesinski  
1952)  
„Prolektit †, Norbergit  
Pro-Mullit (Comeforo, Fischer & Bradley  
1948) = Metakaolin  
**Prosopit 147**  
Protheit ?, ~ Fassait  
Proto-Amphibol, synthet. 372  
Protobastit, Bronzit, der infolge beginnen-  
der Zersetzung eine abweichende optische  
Orientierung zeigt  
Protocalcit = Lublinit  
Protochlorit, Orthochlorit  
Protodolomit 213  
Protoenstatit, instabiles Erhitzungspro-  
dukt von Enstatit, orthorhombisch,  
 $a_0 = 9.25$ ,  $b_0 = 8.74$ ,  $c_0 = 5.32$  (Smith  
1959)  
Protomelan, Psilomelan  
Protonontronit ~ Nontronit, von Lim-  
burg  
**Protovermiculit 393**

**Proustit 128**

Prunnerit †, chalcedonähnlicher Calcit  
Psathyrit †, Xyloretinit  
Psaturöse †, Stephanit  
Pseudoalbit †, Andesin  
**Pseudoapatelit 246**  
Pseudoapatit *P*, Kalkphosphat pseudo-  
morph nach Pyromorphit  
Pseudoberzeliit, angeblich doppelbre-  
chender Berzeliit  
Pseudobiotit †, angewitterter Biotit  
**Pseudoboleit 153**  
**Pseudobrookit 177**  
Pseudochalcedonit †, optische Varietät  
von Chalcedon  
Pseudocopiapit (H. Ungemach 1935), *V*  
von Copiapit (Berry 1938)  
**Pseudocotunnit 155**  
Pseudodeweylith, Pseudogymnit  
Pseudogaylussit *P*, Kalkspat in Pseudo-  
morphosen  
Pseudoglaukophan, *V* von Glaukophan  
Pseudoheterosit †, Sicklerit  
Pseudohypersthen †, Diallag  
Pseudo-Jade, Pseudojadeit (Bleck), ein  
Mineral oder Kunstprodukt ähnlich Ja-  
deit  
Pseudojadeit (Clarke), eine hypothetische  
Komponente von Jadeit, (Ca, Mg, Fe)  
Al<sub>2</sub>Si<sub>4</sub>O<sub>12</sub>  
Pseudokaliophililit, entschwefelter Ultra-  
marin,  $a_0 = 8.95$  (W. Borchert & J. Kei-  
del 1947)  
Pseudokampylit †, tonnenförmiger Pyro-  
morphit  
Pseudokrokydolith †, Tigerauge und  
Falkenauge (verkieselter Krokydolith)  
**Pseudolaueit 303**  
Pseudolaumontit, Pseudomorphosen (?)  
nach Laumontit  
Pseudolävenit ?, wohl optische Varietät  
von Lävenit  
Pseudoleucit *P*, Gemenge von Orthoklas  
und Nephelin pseudomorph nach Leucit  
Pseudolibethenit, Libethenit  
Pseudolith *P*, Talk pseudomorph nach  
Spinell  
Pseudolussatin, Cristobalitchalcedon, La-  
mellen || (111)  
**Pseudomalachit 284**

- Pseudomanganit *P*, Pyrolusit pseudomorph nach Manganit
- Pseudomejonit (?), ~ Mejonit
- Pseudomendipit †, Mendipit
- Pseudomesolith †, Mesolith mit abweichenden optischen Eigenschaften
- Pseudonatrolith (Grattarola 1879), Mordenit (G. Cocco & C. Garavelli 1958)
- Pseudonephelin †, Nephelin
- Pseudonocerin ?, wohl mit Fluorit identisch
- Pseudoorthoklas †, teils Sanidin (Rhyakolith), teils Anorthoklas
- Pseudoozokerit †, Ozokerit
- Pseudopalait †, Huréaulith (Mason 1941)
- Pseudoparisit †, Kordylit
- Pseudophillipsit, Phillipsit mit abweichendem Verhalten bei der Entwässerung
- Pseudophit †, teils Klinochlor, teils Pennin
- Pseudopyrochroit †, Bäckströmit
- Pseudopyrophyllit †, Gemenge von Pyrophyllit und Donbassit (E. K. Lazarenko 1952)
- Pseudoquarzin, *V* von Chalcedon, nicht nachweisbar faserig
- Pseudoskapolith *P*, Pyroxen pseudomorph nach Skapolith
- Pseudosommit †, Nephelin
- Pseudosteatit †, dunkelgrüner Halloysit
- Pseudosuccinit, im Lösungsverhalten von Succinit verschieden
- Pseudothuringit 397**
- Pseudotriplit *P*, Heterosit pseudomorph nach Zwieselit
- Pseudowavellit †, Crandallit
- Pseudowollastonit 358**
- Psilomelan 184**
- Psimythit †, Leadhillit
- Psittacinit †, Mottramit (Strunz 1939)
- Pterolith *P*, Gemenge von Glimmer, Aegirin u. a., entstanden aus Barkevikit
- Ptilolith = Mordenit (Bannister 1933, Waymouth, Thorneley & W. H. Taylor 1938, R. J. Davis 1958)
- Pucherit 279**
- Puddingstein, Quarzkonglomerat (Gestein!)
- Pufahlit †, Gemenge von Zinkblende und Teallit
- Puflerit †, Desmin (Stilbit) vom Pufferloch
- Pulleit †, Apatitzwillinge
- Pumpellyit 355**
- Punahlith (Poonahlith) †, Mesolith
- Pulszkyit ?, ein hexagonales CuZn-Sulfat (Krenner in Tokody. Schweiz. Min. Petr. Mitt. 28. 1948. 707)
- Punamustein †, Nephrit
- Purpurbende †, Kermesit
- Purpurit 274**
- Purpurkupfer †, Bornit
- Purpursapphir, violetter Korund
- Puschkinit †, Epidot
- p-Veatchit 232**
- Pyknit, stengeliger Topas der Zinnsteinvorkommen
- Pyknochlorit 396**
- Pyknophyllit †, Sericit
- Pyknotrop †, unreiner Serpentin
- Pyralolith *P*, Talk pseudomorph nach Pyroxen
- Pyrantimonit †, Kermesit
- Pyraphrolith †, Gemenge von Feldspat und Opal
- Pyrrargillit *P*, Umwandlungsprodukt von Cordierit, ~ Pinit
- Pyrrargyrit 128**
- Pyrauxit †, Pyrophyllit
- Pyreneit †, Grossular mit graphischen Einschlüssen
- Pyrgom †, Fassait
- Pyriehrolith †, Pyrostilpnit
- Pyrit 41, 123**
- Pyritogelit †, Melnikovitpyrit
- Pyritolamprit (Arseniksilber) †; wohl Gemenge von Arsenopyrit und Dyskrasit
- Pyroaurit 220**
- Pyrobelonit 287**
- Pyrochlor 174**
- Pyrochlor (Hayes) †, Mikrolith
- Pyrochlor-Wiikit, Wiikit
- Pyrochroit 53, 197**
- Pyroguanit (Pyroklasit), *V* von Phosphorit
- Pyroidesin †, massiger Serpentin
- Pyroklasit †, *V* von Phosphorit (Gemenge von Kollophan und Monetit)
- Pyrokonit †, Pachnolith
- Pyrolusit 50, 182**
- Pyromelan ~ Titanit
- Pyromelin †, Morenosit mit etwas Mg
- Pyromorphit 63, 290**

**Pyrop 70, 329**

Pyrophan †, Feueropal

**Pyrophanit 47, 170**

Pyrophosphorit †, Whitlockit

**Pyrophyllit 81, 381**

„Pyrophyllit-Montmorillonit“ 408

Pyrophysalith, V von Topas

Pyropissit (Wachskohle), Gemenge wachsartiger Substanzen

Pyroretin, braunschwarzes, fossiles Harz

Pyrorthit †, zersetzter Orthit

Pyrosklerit, Pseudomorphose von Pennin nach Pyroxen

**Pyrosmalith 410**

Pyrosmaragd †, V von Flußspat

Pyrostibit †, Kermesit

**Pyrostilpnit 129**

Pyrotechnit †, Thenardit

**Pyroxen-Familie 364**

Pyroxenperthit, lamellare Verwachsung verschiedener Pyroxene

**Pyroxmangit 378**

Pyrrbit, Pyrochlor

Pyrrhoarsenit †, ein Mn-reicher Berzeliit

Pyrrholith †, zersetzter, blättriger Anorthit

Pyrrhosiderit †, Goethit

**Pyrrhotin 40, 112****Q****Quarz 47, 178**

Quarzin †, „Lutecin“ (V von Chalcedon faserig nach [0001])

**Quecksilber 90**

Quecksilberfahlerz, Schwazit

Quecksilber-Hornerz †, Kalomel

Quecksilberlebererz †, Gemenge von Ton, Zinnober, Idrialin, Kohle u. a.

Queenstownit, durch Meteoritenaufschlag glasartig geschmolzenes Gestein von Mt. Darwin, Tasmanien

Quellerz, V von Limonit

**Quenselit 200****Quenstedtit 253**

Quercyit, V von Kollophan

Querspiefglang †, Jamesonit

Quetenit †, Botryogen

Quincyit †, ~ Sepiolith, von Quincy

Quirkies †, Safflorit

Quiroguait, Pseudomorphose von Bleiglanz nach einem unbekanntem orthorhombischen Mineral (J. Doetsch, priv. Mitt. 1956)

Quisqueit †, vanadinreiche Braunkohle mit S-Gehalt

**R****Rabbittit 222**

Rabenglimmer, Fe-reicher Zinnwaldit

**Racewinit 391**

Radautit †, Labradorit vom Radautal

Rädelerz, Bournonit

Radiobaryt, V von Baryt, radioaktiv

Radiofluorit †, angeblich Flußspat mit Ra-Gehalt

Radiolith †, radialer Natrolith

Radiophyllit = Zeophyllit (H. Strunz &amp; H. Micheelsen 1958)

Radiotin ~ Serpentin, von Dillenburg

Rafaelit †, teils Paralaurionit, teils asphaltähnliches Mineral mit Vanadiumgehalt, ähnlich Albertit

Rahtit †, unreine Zinkblende

Raimondit, Jarosit oder Natrojarosit (A. A. Moss 1957)

**Ralstonit 149****Ramdohrit 133**

Ramirit †, Descloizit

**Rammelsbergit 42, 126**

Ramosit, vulkanische Schlacke

**Ramsayit 368****Ramsdellit 184****Ranciëit 199**

Randannit (Randanit) †, Tripel, kaolinähnlich

Randit †, Gemenge aus Calcit,  $\beta$ -Uranophan und etwas Tujamunit (Fronde! 1950)

Ranit = Gonnardit (B. Mason 1957)

**Rankinit 347****Ranquilit 344**Ransätit *F*, Gemenge von Spessartin mit Quarz, Pyroxen und Haematit**Ransomit 253**

Raphanosmit (Zorgit) †, Gemenge von Clausthalit, Umangit und Tiemannit

Raphilit †, Aktinolith

Raphisiderit †, Ilvait

Raphit †, Ulexit

Rapidolith †, Skapolith

Raseneisenerz, Limonit, unter der Humusdecke gebildet  
 Rasenläufer, am Tage ausbeißender Erzgang  
**Rashleighit 305**  
 Rasorit, Handelsname für Kernit  
**Raspit 187**  
 Rassoulit (Millot 1950) = Saponit  
 Rastolyt †, veränderter Biotit  
**Rathit 134**  
 Ratholith †, Pektolith  
 Ratofkit †, Flußspat  
**Rauchquarz 179**  
 Rauchtupas †, fälschlich für Rauchquarz  
**Rauenthalit 301**  
 Rauhkalk †, Dolomit  
 Raunit †, veränderter Cordierit von Raumo  
 Rautenspat †, Dolomit  
**Rauvit 319**  
 Razoumowskyn †, blauer und grüner Allophan, von Frankenstein  
**Realgar 138**  
 Réaumurit (Rivait) †, Gemenge von Wollastonit und Glas, durch Entglasung von Lava entstanden  
**Rectorit 408**  
**Reddingit 293**  
**Redingtonit 254**  
**Redledgeit 182**  
**Redondit 294**  
 Redruthit †, Kupferglanz  
**Reedmergerit 420**  
**Reficit 437**  
 Refikit †, fossiles Harz  
 Regnolit †, Tennantit  
 Reichardt †, Epsomit  
 Reichit †, Calcit  
**Reinerit 203**  
 Reinit *P*, Ferberit pseudomorph nach Scheelit  
 Reissacherit, Gasteiner Quellabsatz, teils chemisches Sediment (Aragonit, MnFe-Hydroxide), teils mechanisches Sediment (Muskovit, Albit, Quarz, Chlorit, Biotit)  
 Reißblei †, Graphit  
 Reissit †, teils Epistilbit, teils Glaubersalz  
 Remingtonit †, teils Kobaltblüte, teils Co-Carbonat mit H<sub>2</sub>O auf Serpentin  
 Remolinit †, Atacamit  
**Renardit 315**

**Reniérit 108**

Reniformit †, unreiner Jordanit  
 Rensselaerit *P*, Talk pseudomorph nach Augit  
 Reposit *F*, Graftonit  
 Resanit †, grünes CuFe-Silikat  
 Restormelit ~ Agalmatolith  
**Retgersit 251**  
 Retinalith †, massiger Serpentin  
 Retinallophan †, Pitticit  
 Retinasphalt †, fossiles Harz  
**Retinit (Dana 1892) 438**  
 Retzbanyit (Herman) †, unreiner Cosalit  
 Retzian †, basisches Arsenat von Mn, Ca und seltenen Erden  
 Retzit †, Laumontit  
 Reussin †, Glaubersalz  
 Reussinit 438  
 Revoredit (Amstutz, Ramdohr & de las Casas 1957), ein röntgenamorphes Bleiarsensulfid (vgl. Milton & Ingram, Am. Min. 44. 1959. 1070)

**Rewdanskite 403****Reyerit 412****Rézbányit (Frenzel 1882) 132**

Rezhikit (Soboleva & Sobolev 1959), blauer Amphibol-Asbest, nahe Magnesioriebeckit und Magnesioarfvedsonit (vgl. Miyashiro & Iwasaki sowie Andreev, Ref. Am. Min. 43. 1958. 797)

Rhabdionit, *V* von Wad

**Rhabdit 92****Rhabdophan 278**

Rhabdopissit (Christophovich 1927), braunes bituminöses Material in Kohlen von Sibirien

Rhagit †, Atelestite (Frondel 1943)

Rhastolith †, angewitterter Biotit

Rhätizit †, Cyanit in farblosen wirrstrahligen Aggregaten

Rhenit †, Pseudomalachit

**Rhipidolith 396**

Rhodolit, durch Fe rosa gefärbter Ton von Antrim (Gestein!)

Rhodhalose †, Bieberit

**Rhodesit 428****Rhodit 90**

Rhodium 94

**Rhodizit 235**

- Rhodoarsenian ?, ein Arsenat  
 Rhodochrom, chromhaltiger Orthochlorit  
**Rhodochrosit 55, 211**  
 Rhodoit (Koechlin) †, Rhodoial, Rhodoïse, Erythrin  
 Rhodolith †, Pyrop  
**Rhodonit 378**  
 Rhodophosphit †, Mn-haltiger Apatit (Henriques 1958)  
 Rhodophyllit †, Chromchlorit  
 Rhodotilit †, Inesit  
 Rhodusit, *V* von Crossit  
 Rhombarsenit †, Claudetit  
**Rhomboklas 252**  
**Rhönit 373**  
 Rhyakolith †, Sanidin  
 Ribeirit (Florencio 1952), ein Hydroxyl-Zirkon  
**Richellit 309**  
**Richetit 203**  
 Richmondit (Skey), Gemenge von Freibergit, Bleiglanz, Zinkblende u. a.  
**Richmondit** (Kennott 1866) **296**  
**Richterit 371**  
**Rickardit 103**  
 Ricolith †, Serpentin  
**Riebeckit 371**  
 Riemannit †, Allophan  
**Rijkeboerit 175**  
 Rilandit †, Gemenge, ungefähr  $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{Cr}_2\text{O}_3 \cdot \text{SiO}_2 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ; zeigt röntgenographisch Beidellit- und starke andere Linien  
 Rimpylith, *V* von Hornblende  
**Rinkit 351**  
 Rinkolit (Bonstedt 1926) = Mosandrit  
**Rinneit 150**  
 Rionit, Riolith †, teils Bi-Fahlerz, teils „Culebrit“  
 Riponit †, trüber Marialith von Ripon  
**Risörit 190**  
 Risseit †, Aurichalcit  
 Rittingerit †, Xanthokon  
 Rivait (Réaumurit †), Gemenge von Wollastonit und Glas, wohl durch Entglasung von Vesuvlava entstanden  
**Riversideit 375**  
 Rivotit †, Gemenge von Malachit und Stibiconit  
 Rizopatronit †, Patronit
- Robellazit ?, enthält V, Nb, Ta, W, Al, Fe, Mn  
 Robertsonit, kolloidales Zinksulfid (vgl. Brunckit)  
**Robinsonit 136**  
 Rochlandit †, Serpentin  
 Rochlederit 438  
**Rockbridgeit 283**  
 Rocklandit †, *V* von Serpentin  
**Roebingit 337**  
**Roepperit 325** (teils auch Mn-Carbonat)  
 Rogenstein (Oolith), Aggregat kleiner Konkretionen  
 Rogersit †, teils Weinschenkit (Heinrich & Quon 1963), teils Lausenit (Sulfat)  
 Romanechit, teils Psilomelan (C. Frondel & E. Wm. Heinrich 1942), teils Kryptomelan (Gruner 1943)  
 Romanzovit †, Hessonit  
 Romein †, Roméit  
**Roméit 174**  
**Römerit 253**  
**Röntgenit 216**  
**Rooseveltit 278**  
**Roquésit 38, 108**  
**Rosasit 215**  
**Roscherit 302**  
 Röschgewächs †, Stephanit  
**Roscolith 383**  
 Roseit †, veränderter Muskovit, ein Vermiculit (?)  
**Rosolith 298, 299**  
 Rosellan (Rosit, Svanberg 1840) †, zersetzer Anorthit  
**Rosenbuschit 351**  
 Rosenit †, Plagionit  
**Rosenquarz 179**  
 Rosenspat †, Manganspat  
**Rosickyit 36, 96**  
**Rosieresit 307**  
 Rosinca *HN*, ein Rhodochrosit aus Südamerika  
 Rosit (Huot) †, Chalkostibit  
 Rosit (Svanberg 1840) †, pinitisches Material pseudomorph nach Anorthit (Rosellan)  
 Rosolith †, rosa Grossular  
**Rossit 317**  
**Rößlerit 298**  
 Rosstrevorit †, radialfaseriger Epidot



- Rosterit, optische Varietät von Beryll  
 Rosthornit 437  
**Rotbleierz 266**  
 Rotbraunstein †, Rhodonit  
**Roteisenerz 170**  
**Rötél 170**  
**Rotgültigerz 128**  
 Rothoffit †, Mn-haltiger Andradit  
**Rotkupfererz 160**  
**Rotnickelkies 39, 112**  
 Rotspießglanz, Kermesit  
**Röttisit 403**  
**Rotzinkerz 160**  
 Roubschit †, Magnesit  
**Roweit 228**  
**Rowlandit 339**  
 Royit †, ein dunkel erscheinender Quarz mit  
 Einschlüssen von Limonit und Biotit  
**Rozenit 249**  
**Rubellan 385**  
**Rubellit 363**  
 Rubicell †, orangegelber Spinell  
 Rubidiummikroklin *V*, mit etwa 3 Gew.-  
 % Rb<sub>2</sub>O  
 Rubiesit, wohl Gemenge von Sulfiden, von  
 Serrania de Ronda  
**Rubin 170**  
 Rubinblende, teils *V* von Zinkblende, teils  
 (†) Rotgültigerz  
 Rubineisen †, Lepidokrokit  
 Rubingirasol, Rubinkatzenauge  
**Rubinglimmer 198**  
 Rubinspinell, *HN* für blutroten Spinell  
 Rubislit, wohl grüner Chlorit  
**Rubrit 254**  
 Rumānit 437  
 Rumongit (Bracewell 1950) †, Ilmenorutil  
**Rumpfit 396**  
**Rusakovit 307**  
**Russellit 168**  
 Rußkobalt, *V* von Asbolan  
 Rustit = Aysit  
**Rustumit 348**  
 Rutenit †, Jaipurit  
**Ruthen-Iridosmium 93**  
 Ruthenium 93  
**Rutherfordin 221**  
 Rutherfordit ~ Fergusonit  
**Rutil 50, 181**
- S**
- Saamit, *V* von Apatit mit SrO und 3–5%  
 seltenen Erden  
**Sabugalit 311**  
 Saccharit †, zuckerkörniges Gemenge von  
 Plagioklas und Quarz im Serpentin  
**Safflorit 42, 126**  
 Safranit †, als Handelsname für gebrannten  
 Amethyst (Citrin) vorgeschlagen, aber  
 nicht angenommen  
**Sagenit 181**  
**Sahamalith 214**  
**Sahlinit 292**  
 Sahlit †, Salit (Pyroxen von Sala)  
**Sainfeldit 292**  
 Sakharowit (I. Kostow 1959), Wismut-  
 Jamesonit (Sakharowa 1955)  
 Sakiit = Hexahydrat  
 Salaït †, Salit  
**Salammoniak, Salmiak, 142**  
 Salammonit †, Salmiak  
 Saldanit †, Alunogen  
**Saléicit 311**  
**Salesit 53, 205**  
**Salit 366**  
 Saliter †, Kalksalpeter  
**Salmiak 44, 142**  
 Salmiit †, Ottrelith  
 Salmoit ?, vermutlich ein basisches Zink-  
 phosphat  
**Salmosnit 292**  
 Salvadorit †, verzwillingter Kröhnkit von  
 Quetena, Chile (Gordon 1940)  
 Salzkupfererz †, Atacamit  
**Samarskit 188**  
**Samarskit-Wiikit 189**  
 Samiresit, Uran-Pyrochlor  
 Samoit ?, teils ~ Montmorillonit, teils ~  
 Labradorit  
**Sampleit 309**  
**Samsonit 129**  
 Samtblende (Samteisenerz), hauptsächlich  
 Goethit, teils Lepidokrokit  
 Samterz †, Lettsomit  
 Sandarac(h)at, Realgar  
**Sanbornit 381**  
 Sandbergerit (Breithaupt 1866) †, Zn-hal-  
 tiger Tennantit

- Sandbergerit (Heddle 1883) angewitterter Muskovit
- Sandbergerit (Walenta 1958), Heinrichit **Sanderit 249**
- Sanfordit †, Rickardit
- Sangarit (Drits & Kossowskaya 1963), ein Chloritmineral mit Wechsellagerung
- Sanguin †, Haematit
- Sanguinit ?, unbekanntes Ag-Sulfarsenit, ~ Proustite
- Sanidin 417**
- Sanmartinit 187**
- Santafelit 309**
- Santolith †, Opalsinter
- Saponit 392**
- Sapparat †, Cyanit
- Sapperit, „mineralische Cellulose“
- Sapphir 170**
- Sapphirin 334**
- Sapphirquarz, durch Krokydolith einschlüsse blauer Quarz
- Sapromyxit †, Kohle mit Algenstrukturen
- Sarawakit ?, wahrscheinlich ein Antimon-oxychlorid
- Sarcit ~ Leucit, von Schottland
- Sarder, bräunlicher Karneol
- Sardinian †, Anglesit vom Monte Poni, angeblich monoklin
- Sardonyx, schwarz und weißer Bandachat
- Sarganzit †, Braunit von Sarganz
- Sarkinit 281**
- Sarkolith (Vauquelin 1807) †, Gmelinit
- Sarkolith (Thompson 1807) 426**
- Sarkopsid 274**
- Sarmientit (Angelelli & Gordon 1941),  $\text{Fe}_2^{2+}[\text{OH} | \text{SO}_4 | \text{AsO}_4] \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ,  $D = 2.58$ , von der Grube Santa Elena, Provinz San Juan, Argentinien; sollte nach Fleischer (1942) mit Pitticit verglichen werden
- Sarospatit (U. Hofmann, J. Endell & H. Maegdefrau 1943), wohl  $V$  von Illit, von Sarospatak
- Sartorit 134**
- Saryarkit (Krol, Chernov, Shipovalov & Khan 1964),  $\text{Al}_{3-2}(\text{Ca}, \text{SE}, \text{Th} \dots)_{1-88} [(\text{SiO}_4)_{1.88} (\text{PO}_4)_{1.28} (\text{AlO}_4)_{0.56} (\text{SO}_4)_{0.28}]_{\Sigma 4.00} (\text{OH})_{1.04} \cdot 9.36\text{H}_2\text{O}$ , Pulveraufnahmen tetragonal indizierbar,  $a_0 = 8.21$ ,  $c_0 = 6.55$ ; vielleicht ähnlich Rhabdophan (Fleischer 1964)
- Sasbachit ?, Zeolith von Sasbach
- Sassolin 196**
- Sätersbergit †, Löllingit
- Satpaevit 194**
- Saualpit †, Zoisit
- Sauconit 392**
- Saussurit 420**
- Savit †, Natrolith
- Savodinskit †, Hessit
- Saynit †, Gemenge von Linneit, Millerit und Wismutglanz
- Sborgit 231**
- Scacchit (Adam 1869) 144**
- Scacchit (Nordenskiöld) †, Monticellit
- Scacchit (Napoli 1859) ?, ziegelrotes Pulver auf Vesuvlava
- Scacchit (Palmieri 1861) †, sehr zweifelhaftes Bleiselenid
- Scarbroit 196**
- Scawtit 376**
- Sc-Beryll 361**
- Schadeit ?, amorpher Plumbogummit
- Schafarzkit 166**
- Schaffnerit †, Mottramit
- Schairerit 247**
- Schalenblende 110**
- Schallerit 410**
- Schanjawskit ?, ~ Alumogel
- Schaphachit 116**
- Scharizerit 437**
- Schätzellit †, Sylvin
- Schaumkalk, Schaumspat  $P$ , schuppiger Aragonit, pseudomorph nach Gips
- Schaurteit (Strunz & Tennyson 1965)  $\text{Ca}_3\text{Ge} [0_2 | (\text{SO}_4)_2] \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ , hexag.  $a_0 = 8.525$ ,  $c_0 = 10.80$ ,  $Z = 2$ , isotyp mit Fleischerit: Tsumeb, SW-Afr.**
- Scheelbleispat †, Stolzit
- Scheelerz †, Scheelit
- Scheelit 60, 268**
- Scheelitin †, Stolzit
- Scheelspat †, Scheelit
- Scheererit 436
- Schefferit 366**
- Schemtschuschnikovit 444**
- Scherbakovit 347**
- Scherbenkobalt,  $V$  von Arsen
- Schernikit †, Muskovit
- Schertelit 300**
- Scheteligit 175

- Schieferspat †, blättriger Kalkspat  
 Schilfglaserz †, Freieslebenit  
**Schillkinit 387**  
**Schillerspat 367**  
 Schirmerit (Endlich) †, Gemenge mit Au, Ag, Te, Fe  
**Schirmerit** (Genth 1874) **133**  
 Schischimskit (Schilin 1940), Perowskit-Spinell-Magnetit-Haematit  
**Schizolith 375**  
 Schlackenkobalt †, Safflorit  
 Schlanit 438  
**Schmöllnitzit 248**  
 Schneebergit †, Roméit  
 Schneiderit †, Laumontit  
**Schoderit 296**  
**Schoepit 202**  
 Schoharit †, faseriger Baryt, mit Quarz gemengt  
**Scholzit 293**  
**Schönit 257**  
**Schörl 362**  
 Schorlit (Hunt) †, Schörl  
 Schorlit (Klaproth) †, *V* von Topas (Pyknit)  
 Schorlomit, *V* von Melanit  
 Schorsuit (N. T. Winnetschenko 1956), wohl ein Mischkristall Pickeringit-Halotrichit (M. Fleischer, Am. Min. **42**. 1957. 441)  
 Schraufit 437  
 Schreibersit (Shepard 1846) ?, vermeintliches meteoritisches Cr<sub>2</sub>S<sub>3</sub>  
**Schreibersit** (Haidinger 1847) **93**  
 Schrifterz †, Sylvanit  
**Schröckingerit 222**  
 Schrötterit †, Gemenge von Halloysit mit Variscit  
 Schubnikowit (E. I. Nefedov 1955), Chloraarsenat von Cu, Ca, K, monoklin, a<sub>0</sub> = 14.05, b<sub>0</sub> = 14.08, c<sub>0</sub> = 30.0, β = 90°  
**Schuchardtit 403**  
**Schuetteit 244**  
 Schuilingit (J. F. Vaes 1947), ungenügend beschriebenes CuPb-Carbonat (vgl. C. Guillemin & R. Pierrot 1957)  
**Schultenit 277**  
**Schulzenit 199**  
 Schulzit †, Geokronit  
 Schungit, hoch inkohler Anthracit  
 Schützit †, Coelestin  
**Schwartzembergite 205**  
 Schwarzbleierz †, dunkler Cerussit  
 Schwarzzeisenerz †, Mackensit  
 Schwarzgültigerz †, Stephanit  
 Schwarzkupfererz †, Tenorit  
 Schwarzmanganerz †, teils „Psilomelan“, teils Hausmannit  
 Schwarzsilberglanz †, Stephanit  
 Schwarzspießglanzerz †, Bournonit  
 Schwatzit (Kenngott 1853) †, Schwazit  
**Schwazit 109**  
**Schwefel 36. 96**  
**Schwefelkies 123**  
 Schwefelkobalt †, Linneit  
 Schwefeltellurwismut †, Tetradymit  
 Schweizerit †, massiger Serpentin, meist Chrysotil, seltener Antigorit; keine Röllchentextur (F. J. Eckhardt, N. Jb. Min. Mh. 1956. 32)  
 Schwerbleierz †, Plattnerit  
**Schwerspat 59, 243**  
 Schwerstein †, Scheelit  
 Schwimmkiesel, schwammiger Opal organogener Entstehung  
**Scorzalith 282**  
 Scotiolith (Arppe 1858), wohl *V* von Nontronit  
 Scoulerit †, Thomsonit  
 Scovillit = Rhabdophan  
**Seamanit 226**  
**Searlesit 357**  
 Sebesit †, Grammatit von Sebes  
**Sederholmit**, natürl. NiSe mit NiAs-Struktur (Vuorelainen, Huhma & Häkli, 1964), unbenannt S. 112  
 Seebachit, Na-reicher Chabasit  
 Seelandit *F*, Epsomit  
 Sefströmit, Gemenge von ein oder zwei metamikten Mineralien mit Rutil und Ilmenit (Bannister & Horn 1950)  
**Seidozerit 352**  
 Seifengold 90  
 Seifenstein, Saponit  
 Seifenzinn, gerollter Zinnstein, auf sekundärer Lagerstätte  
**Seladonit 383**  
 Selbit (Grausilber) †, Gemenge von Silberglanz, Dolomit u. a.  
**Selen 97**  
 Selenblei †, Clausthalit  
 Selenbleisilber †, Naumannit

- Selenbleispat ?, „Kerstenit“ (Dana)  
 Selenbleiwismutglanz †, Weibullit  
 Selencuprit †, Berzelianit  
 Selenio-Siegenit (Vaes 1947), V von Siegenit mit 11,65% Se und 3,80% Te  
 Selenio-Vaesit (Vaes 1947), V von Vaesit mit 13,70–19,70% Se  
 Selenit, Gips  
 Selenkobaltblei †, Gemenge von Clausthalit, Kobaltglanz u. a.  
 Selenkupfer †, Berzelianit  
 Selenkupferblei (Zorgit) †, Gemenge von Clausthalit, Umangit und Tiemannit  
 Selenkupfersilber †, Eukairit  
 Selenmerkur, Selenquecksilber †, Tiemannit  
 Selenobismutit †, Guanajuatit  
 Selenocosalit (Ödmann 1941), wahrscheinlich ein selenhaltiger Cosalit oder Galenobismutit  
 Selenojarosit (Fersman & Schubnikowa 1937), Jarosit mit etwa 0,20% SeO<sub>4</sub> für SO<sub>4</sub>  
 Selenjoseit, Laitakarit (Berry 1963)  
 Selenokobellit (Ödmann 1941), selenhaltiger Kobellit von Boliden, Pb<sub>2</sub>(Bi, Sb)<sub>2</sub>(S, Se)<sub>5</sub> (?) mit 5–6% Se
- Selenolith 186**  
 Selenquecksilberblei (Lerbachit) †, Gemenge von Clausthalit und Tiemannit  
 Selenquecksilberkupferblei †, Gemenge von Clausthalit und Umangit
- Selenschwefel 97**  
 Selenschwefelquecksilber †, Onofrit  
 Selensilber (-glanz) †, Naumannit  
 Selen Silberblei †, Gemenge von Bleiglanz und Naumannit
- Selentellur 97**  
 Selenwismutglanz, Guanajuatit  
 Selfströmit = Sefströmit
- Seligmannit 132**  
**Sellait 50, 143**  
 Selwynit ~ Bol, Cr-haltig  
 Semelin †, Titanit vom Laacher See  
**Semseyit 136**  
**Senait 172**  
**Senarmontit 167**  
**Sengierit 316**  
**Sepiolith 411**  
**Sérandit 374**
- Serbian †, Miloschin (wohl Cr-haltiger Bol)
- Serendibit 342**  
**Sericit 383**  
 Serikolith †, „Atlasspat“ (Kalkspat)  
 Šernikit †, Muskovit
- Serpentin 402**  
 Serpentin talk (Füchtbauer & Goldschmidt 1956), Mg<sub>6</sub>[(OH)<sub>6</sub> | Si<sub>6</sub>O<sub>18</sub>]
- Serpierit 263**  
 Serpochlorit, V von Chlorit  
 Serpophit, dichter Serpentin  
 Serrastein †, streifiger Chalcedon  
 Sesquimagnesiaalaun †, verunreinigter Pickeringit  
 Settlingit 438  
 Severginat (Barsanov 1951), Axinit mit etwas mehr Mn als üblich (vgl. Tinzenit)  
 Severit †, Kaolinit von St. Sévère  
 Sexangulit ?, ~ Blaubleierz (Bleiglanz pseudomorph nach Pyromorphit)
- Seybertit †, Clintonit**  
 Seyrigit, Molybdo-Scheelit
- Shandit 105**  
 Shannonit = Monticellit (Tilley 1928)  
 Shanyavskit, siehe Schanjawskit
- Sharpit 221**  
**Shattuckit 363**  
 Shentulith (Peng 1959), Arsenothorit  
 Shepardit †, Brucit
- Sheridanit 396**  
**Sherwoodit 319**  
 Shilkinit, siehe Schilkinit  
 Shinkolobwit †, Sklodowskit  
 Shishimskit, siehe Schischimskit  
 Shorsuit, siehe Schorsuit
- Shortit 214**  
 Shubnikovit, siehe Schubnikowit  
 Sialit, Gesteinsname für die Tone; sialitische Verwitterung im Gegensatz zur alitischen (bauxitischen) Verwitterung
- Siberit †, Rubellit
- Sibirskit 228**  
**Sicklerit 274**  
**Siderazot 92**  
 Sideretin †, Pitticit  
**Siderit (Haidinger) 55, 211**  
 Siderit (Moll 1797) †, Sapphirquarz  
 Siderit (Moll 1799) †, Lazulith  
 Siderit (Bergman) †, Pharmakosiderit  
 Siderit (Pinkerton) †, Hornblende

- Siderite (Daubrée), Klasse der Eisenmeteorite
- Sideroborin (Lagonit) †, Gemenge von Sassolin mit Limonit
- Siderocalcit †, Fe-haltiger Dolomit
- Siderochalcit †, Klinoklas
- Siderochrom †, Chromit
- Siderodot †, Siderit mit etwas Ca
- Siderogel 198**
- Siderokonit †, mit Limonit verunreinigter Kalkstein
- Sideronatrium 264**
- Siderophyllit 385**
- Sideroplesit †, Mg-haltiger Siderit
- Sideropyrit †, Pyrit
- Sideroschisolith †, Cronstedtit
- Siderosilicite, wohl Gesteinsglas
- Siderotantal †, Tantalit
- Siderotil 250**
- Sideroxen †, Bertrandit
- Siegburgit 438
- Siegelerde, bolartiger Ton, von Lemnos und Sachsen
- Siegenit 118**
- Sigloit 303**
- Sigtesit †, Gemenge von Albit und Eläolith von Sigtes 
- Silaonit †, Gemenge von Guanajuatit und Wismut
- Silber 33, 90**
- Silberamalgam, Kongsbergit bzw. Landsbergit
- Silberantimonglanz †, Miargyrit
- Silberfahlerz, Freibergit
- Silberglanz 104**
- Silberglas †, Silberglaserz †, Argentit und Akanthit
- Silberhornerz †, Chlorargyrit
- Silberjamesonit, Owyheerit
- „Silberkies“ III
- Silberkupferglanz †, Stromeyerit
- Silberphyllinglanz ~ Nagyagit
- Silberspie glanz †, Dyskrasit
- Silberwismutglanz †, Schapbachit
- Silesit, Gemenge von Hydroxyl-Cassiterit und chalcedonartigem Quarz
- Silex, Silexit, dichte SiO<sub>2</sub>-Mineralien
- Silfbergit, teils V von Dannemorit, teils Mn-haltiger Magnetit, beide von Vester Silfberg/Schweden
- Siliciophit †, mit Opal durchtr nkter Serpentin
- Silicite †, Labradorit
- Silicoborocalcit †, Howlith
- Silicocarnotit, Ca<sub>5</sub>[SiO<sub>4</sub> | (PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>] aus Schlacken, 328
- „Silico-Glaserit“ 327
- Silicomagnesiofluorit ?, angeblich Ca<sub>4</sub>Mg<sub>3</sub>H<sub>2</sub>F<sub>10</sub>Si<sub>2</sub>O<sub>7</sub>, radialfaserige Aggregate
- Silicorhabdophan (Semenov 1959), enthält 13,9% SiO<sub>2</sub>
- Silicosmirnovskit (Semenov 1959), Smirnovskit
- Silikat-Wiikite 175**
- Sillb lit †, radialfaseriger Aktinolith von Sillb l
- Sillénit 168**
- Sillimanit 332**
- Silvestrit 92**
- Silvialith †, Sulfatskapolith
- Simetit 438
- Simlait †, Kaolinit
- Simonellit 436**
- Simonyit †, Astrakanit
- Simplotit 194**
- Simpsonit (Wade & Prider) †, Magnophorit (ein Klino-Amphibol)
- Simpsonit 191**
- Sincosit 313**
- Sinhalit 68, 226**
- Sinicite (Ho Chen-Tsi & Chun Chi-Chen 1957), angeblich R<sub>2</sub><sup>2+</sup>R<sub>8</sub><sup>3+</sup>+Th(Nb, Ta)<sub>6</sub>O<sub>31</sub>, mit viel SE
- Sinkanit †, Gemenge, hauptsächlich Bleiglanz
- Sinopit, ein roter Ton aus Anatolien
- Sipyilit F, Fergusonit
- Sismondin †, Chloritoid
- Sitaparit 169**
- Sizilianit †, Coelestin
- Sjögrenit (Krenner 1910) †, ein ungenügend bekanntes Fe-Phosphat
- Sjögrenit (Frondel 1941) 220**
- Sj grufvit †, = Arsenioplit (A. Henriques, Ark. Min. Geol. 3. 1963. 395)
- Skapolith-Reihe 425**
- Skemmatit, Gemenge, hauptsächlich „Psilomelan“ und Polianit, stark Fe-haltig

Skleretinit 438  
 Skleroklas, teils Sartorit, teils (†) Dufrenoyisit  
 Sklerospathit ?, wasserhaltiges FeCr-Sulfat, ähnlich Knoxvillit  
 Sklerotin 438  
**Skłodowskit 343**  
 Skogbölit †, Tapiolith  
 Skolexerose †, Mejonit  
**Skolezit 427**  
**Skolit 384**  
**Skolopsit 425**  
**Skorodit 294**  
 Skotiolit †, Hisingerit  
**Skutterudit 42, 128**  
**Slavikit 261**  
 Sloanit †, Natrolith (Fronde! 1954, priv. Mitt.)  
 Smaltin, Skutterudit  
**Smaragd 361**  
 Smaragdit, aktinolithische Hornblende  
 Smaragdmalachit †, Euchroit  
 Smaragdochalcit †, teils Atacamit, teils Dioptas  
 Smegmatit †, Montmorillonit  
 Smektit †, Montmorillonit  
 Smelit †, Kaolin  
 Smirnowit = Thorutit  
 Smirnowskit, ein PO<sub>4</sub>-reicher metamikter Auerlith bzw. Thorit (I. F. Grigorjew & E. I. Dolomonowa 1957), nach Semenov (1959) vielleicht ein Si-reicher Rhabdophan  
**Smithit 130**  
**Smithsonit 55, 211**  
 Smolianinowit (L. K. Yakhontowa 1956), ein CoNi-Arsenat ähnlich Erythrin-Annabergit (vgl. M. Fleischer, Am. Min. 42. 1957. 307)  
**Smythit 113**  
 Snarumit, V von Gedrit  
 Sobralit †, Pyroxmangit  
**Soda 218**  
 Sodait †, Skapolith  
**Sodalith 424**  
 Sodaniter, Nitronatrit  
**Soddyit 344**  
 Sogrenit (vgl. Soboleva & Puduvkina 1957), Gemenge einer schwarzen harzartigen Substanz mit 12–20% UO<sub>3</sub> u. a.

**Söhngcit 200**

Soimonit †, Korund  
 Sokolovit (Sharova & Gladovskii 1958), chemisch ähnlich Goyazit, Pulverdiagramm ähnlich Svanbergit  
 Solfatarit †, teils Alunogen, teils Mendozit  
 Sombrerit †, V von Phosphorit (Gemenge von Kollophan mit Monetit, Brushit u. a.)  
 Somervillit †, teils Melilith, teils Chrysozell  
**Sommairit 251**  
 Sommit †, Leucit  
 Sommarugait †, Gersdorffit  
 Sommit †, teils Nephelin, teils Davyn  
**Sonnenstein 420**  
**Sonolith 335**  
**Sonomait 254**  
 Sordavalit, ein Gesteinsglas (Diabaspechstein)  
 Soretit, optische Varietät von Pargasit  
 Sosmanit †, Maghemit  
**Souesit 92**  
 Soumansit †, Wardit  
 Souxit (Herzenberg 1946), Hydro-Cassiterit  
**Souzalith 304**  
 Spadait †, Stevensit (Faust 1959)  
 Spandit, Granat, zwischen Spessartin und Andradit  
 Spangit †, Phillipsit  
**Spangolith 262**  
 Spaniolith †, Schwazit  
 Spanischer Topas, V von Citrin  
 Spargelstein, lichtgrüner Apatit  
 Spartait †, Manganocalcit  
 Spartalith †, Zinkit  
 Spathiopyrit †, Safflorit  
**Speckstein 382**  
**Specularit 170**  
 Speculit, ein AgAu-Tellurid, ~ Sylvanit  
 Speerkies, V von Markasit  
**Speiskobalt 128**  
**Spencerit 302**  
**Spencit 339**  
**Sperryolith 42, 123**  
**Spessartin 70, 329**  
 Speziait, Fe-reiche Hornblende, wohl V von Hastingsit  
**Sphalerit 107**  
 Sphaerit ~ Variscit (R. M. Pearl 1950)  
 Sphaerodesmin, Desmin (Stilbit) in Sphärolithen

- Sphaerodialogit, sphärolithischer Rhodochrosit
- Sphaerokobaltit 55, 211**
- Sphaeromagnesit †, Magnesit in rosettenförmigen Aggregaten
- Sphaerosiderit †, teils traubiger Siderit, teils toniger Siderit
- Sphaerostilbit (~ Faröolith) ~ radialfasriger Thomsonit
- Sphen 338**
- Sphenoklas †, Gemenge von Granat und Diopsid
- Sphenomanganit †, Manganit mit sphenoidischem Habitus
- Spherobertrandit (Semenov), ähnlich Bertrandit, aber angeblich  $\text{Be}_3[(\text{OH})_4 | \text{Si}_2\text{O}_7]$  (vgl. Fleischer, Am. Min. 43. 1948. 1219)
- Sphragidit (Siegelerde), bolartiger Ton
- Spiauterit †, Wurtzit
- Spiegelglanz †, „Wehrilit“ ~ Pilsenit
- Spießglanzblei (-erz) †, teils Bournonit, teils Boulangerit u. a.
- Spießglanzblende †, Kermesit
- Spießglanzzocker †, Cervantit
- Spießglanzsilber †, Dyskrasit
- Spinell 45, 163**
- Spinellan †, Nosean
- Spinellin †, Titanit
- Spiroffit 178**
- Spodiophyllit ?, angeblich ein glimmerartiges Mineral
- Spodiosit *P*, Pseudomorphose von Apatit nach einem unbekanntem Mineral
- Spodumen 367**
- Spodumenamethyst †, Kunzit
- Spodumensmaragd †, Hiddenit
- Sporogelit †, Alumogel
- Spreustein, wirrfaseriger Natrolith, Zeretzungsprodukt von Eläolith, Sodalith, Cancrinit
- Sprödglasserz †, Stephanit
- Sprödglimmer 82, 386
- Sprudelstein, Aragonitsinter, von Karlsbad
- Spurrit 337**
- Staffelit †, Francolith (Sandell, Hey & McConnell 1939)
- Stahlerz †, teils Ag-haltiger Arsenkies, teils derber, grauer Zinnober
- Stahlkobalt ~ Glaukodot
- Stainierit, Heterogenit (Hey 1962)
- Stanekit 438
- Stängelkobalt †, Chloanthit
- Stangenspat †, Baryt
- Stangenstein (Pyknit) †, stengeliger Topas, vom Erzgebirge
- Stannin 38, 108**
- Stannoenargit III
- Stann(i)olith †, Zinnstein
- Stannoluzonit 108
- Stannopalladinit 94**
- Stantienit 438
- Stanzait †, Andalusit von Stanzen
- Starkeyit 249**
- Starlit (Starlight) †, blauer Zirkon (als Handelsname vorgeschlagen)
- Stasit, Dewindtit
- Staßfurtit 236**
- Staszizit, Zn-haltiger Konichalcit gelförmiger Entstehung (H. Strunz 1939), Zn-Olivinit (C. Guillemin 1956)
- Staurolith 334**
- Steadit (Sauveur), künstliches eutektisches Gemenge von Eisen und Schreibersit
- Steadit (Kroll 1911), aus Schlacken, wohl Apatit mit Si, z. T. für P (Segnit, Min. Mag. 29. 1950. 173)
- Stealit †, Chiasolith
- Steargillit †, Montmorillonit
- Steatargillit 398
- Steatit 382**
- Steatoid *P*, Serpentin nach Olivin
- Steeleit (Steelit) †, Mordenit
- Steenstrupin 338**
- Steigerit 296**
- Steinheilite †, Cordierit
- Steinmannit †, unreiner Bleiglanz
- Steinmark, hauptsächlich Nakrit, teils Kaolinit oder Halloysit
- Steinsalz 43, 141**
- Stellarit, Asphalt von Nova Scotia
- Stellerit, Stilbit (Pabst 1939)
- Stellit †, Pektolith
- Stelznerit †, Antlerit
- Stenonit 216**
- Stepanovit 435**
- Stephanit 130**
- Stercorit 300**

- Sterlingit †, teils Damourit (Muskovit),  
teils Zinkit
- Sternbergit 111**
- Sternquarz 179**
- Sternrubin, Rubin mit Asterismus
- Sternsaphir, Saphir mit Asterimus
- Sterrettit 294**
- Stetefeldtit 174**
- Stevensit 392**
- Stewartit (Schaller 1912) 303**
- Stewartit (Sutton) †, magnetische, Fe-  
haltige Varietät von Diamantbort
- Stibarsen 34, 94**
- Stiberit †, Ulexit
- Stibianit †, Stibiconit
- Stibiatil 176**
- Stibiconit 174**
- Stibilith †, Stibiconit
- Stibin †, Stibnit
- Stibiobismuthinit ?, wahrscheinlich ein  
Gemenge, ungefähr  $(\text{Bi}, \text{Sb})_4\text{S}_5$
- Stibiobismutotantalit (Bandy 1951), *V*  
von Stibiotantalit mit 4%  $\text{Bi}_2\text{O}_3$
- Stibiocolumbit, Stibioniobit
- Stibio-Domeykit 100**
- Stibioenargit 111**
- Stibioferrit †, Gemenge, hauptsächlich  
Bindheimit und Jarosit (Mason & Vita-  
liano 1953)
- Stibiogalenit †, Bindheimit
- Stibiohexargentit ~ Dyskrasit
- Stibioluminonit 108**
- Stibio-Mikrolith 175**
- Stibioniobit 191**
- Stibiopalladinit 101**
- Stibiotantalit 191**
- Stibio-Tellurobismutit (Magakyan  
1957), Tellurobismutit mit 2.7% Sb
- Stibiotriargentit †, Dyskrasit
- Stibium †, Stibnit
- Stibilith †, Stibiconit
- Stibnit 40, 119**
- Stichtit 220**
- Stiepelmannit, *V* von Florencit
- Stilbit 430**
- Stilleit 38, 107**
- Stillolith †, Opalsinter
- Stillwellit 359**
- Stilobit †, Gehlenit
- Stilpnochloran 389**
- Stilpnomelan 388**
- Stilpnosiderit 199**
- Stinkfluß, Antozonit, Flußspat mit freiem  
Fluor
- Stinkkalk, bituminöser Kalkstein
- Stinkquarz, bituminöser Quarz
- Stinkspat 144**
- Stipoverit, Stishovit
- Stipterit †, Alunogen
- Stirian †, Gersdorffit
- Stirlingit †, Röpperit
- Stishovit 47, 50, 178**
- Stöchiolith †, Dyskrasit
- Stoffertit †, Brushit (Frondel 1943)
- Stokesit 378**
- Stolpenit †, Montmorillonit von Stolpen
- Stolzit 61, 268**
- Stottit 200**
- Strahlenblende, Wurtzit
- Strahlenkupfer, Strahlerz †, Klinoklas
- Strahlkies †, faseriger Markasit
- Strahlstein, Aktinolith
- Strakonitzit *P*, Talk pseudomorph nach  
Pyroxen
- Stransküit 276**
- Stratopeit †, verwitterter Rhodonit
- Strelit †, Anthophyllit
- Strengit 294**
- Striegisan †, Wavellit von Langenstrieigis
- Strigovit 398
- Stroganowit (Hermann 1845), *V* von Me-  
jonit
- Strogonowit †, Stroganowit
- Strohstein †, Karpholith
- Stromeyerit 105**
- Strömit †, Rhodochrosit
- Stromnit †, Gemenge von Strontianit mit  
Baryt
- Stromzinn †, Zinnstein aus Seifen
- Strontianit 55, 213**
- Strontioborit (Lobanova 1960), ~ 4 (Sr,  
Ca)O · 2MgO · 12B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> · 9H<sub>2</sub>O mit Sr : Ca  
= 3 : 1, monoklin
- „Strontiogehlenit“, synthet. 346
- Strontioginorit (Braitsch 1959), Volkovit
- Strontiohilgardit 234**
- Strontium-Apatit, Belovit
- Strontiumaragonit, Sr-haltiger Aragonit  
(Mossottit)
- Strontiumarsen-Apatit 291**



Strontium-Calcit 211  
**Strontium-(Fluor-)Apatit 290**  
**Strüverit** (Zambonini 1907) 185  
 Strüverit (Brezina) †, Chloritoid  
**Strunzit 303**  
**Struvit 299**  
 Stübelit, amorphes Silikat von Mn, Cu, Al, Fe  
 Studerit †, ein Bi-Fahlerz  
**Studtit 222**  
 Sturtit, ungefähr  $(\text{Mn, Ca, Mg})_3\text{Fe}^{3+}$   
 $\text{H}_3\text{Si}_4\text{O}_{14} \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ , amorph  
 Stüvenit ~ Mischkristall Mendozit-Pickerit  
**Stützit 104**  
 Stylobat (Stylobit) †, Gehlenit  
 Stylotyp(it), Tetraedrit  
 Stypterit †, Alunogen  
 Stypticit †, Fibroferrit  
**Suanit 227**  
 Subdelessit †, Chamosit  
 Succinellit 438  
 Succinit, teils Bernstein, teils Grossular  
**Sudoit 394**  
 Sulfatmarialith 426  
 Sulfatmejonit 426  
 Sulfat-Monazit (Kucharenko & al. 1961),  
 Monazit mit 3,12%  $\text{SO}_3$   
 Sulfatskapolithe, Skapolithe mit  $\text{SO}_4$ -  
 Gehalt  
**Sulfoborit 226**  
**Sulfohalit 247**  
 Sulfuricin(it) †, poröser Opal, imprägniert  
 mit Schwefelsäure und einer Kohlenstoff-  
 verbindung  
 Sulfurit, teils angeblich amorpher Schwefel,  
 teils natürlicher Schwefel überhaupt  
 Sulunit (A. A. Nykrov 1959), ein Alkali-  
 chlorit (?) oder ein Gemenge  
**Sulvanit 109**  
 Sumpferz, in Sümpfen entstandener Limonit  
**Sundtit 133**  
 Sundvikit †, Anorthit  
 Sungulit †, Serpentin von Sungul, Ural  
**Sursassit 354**  
 Susannit †, Leadhillit  
**Sussexit 227**  
**Svabit 63, 290**

Svitalskit (Nikolskii & Efimov 1960), ein  
 dioktaedrischer Glimmer ähnlich Sela-  
 donit (vgl. Ref. Am. Min. 48. 1963. 1181)  
**Svanbergit 246**  
**Swartzit 221**  
**Swedenborgit 166**  
 Switzerit, Schweizerit (V von Serpentin)  
 Sychnodymit †, Carrolit  
 Syhedrit †, Stilbit  
 Sylvan †, teils gediegen Tellur, teils Sylvanit  
**Sylvanit 122**  
**Sylvin 43, 141**  
 Sylvinit, Gemenge von Sylvin und Stein-  
 salz  
 Symant (Fabulit), synthet.  $\text{SrTiO}_3$   
**Symplesit 297**  
**Synadelphit 285**  
**Synchisit 216**  
**Syngemit 259**  
 Syntagmatit †, eine basaltische Horn-  
 blende  
**Syssertskit 93**  
 Szaboit †, Hypersthen  
 Szaibelyit = Ascharit  
 Szaskait †, Smithsonit  
 Szechenyit (Krenner 1897) †, V von  
 Richterit  
**Szepterquarz 179**  
**Szmikit 248**  
**Szomolnokit 248**

## T

**Taaffeit 166**  
 Tabbyit *HN*, ein Asphaltit  
 Tabergit †, Gemenge von Klinochlor und  
 Biotit  
 Tablit, Tabulit (Lemoinde 1950), †, Alle-  
 vardit  
 Tacharanit (Sweet, Botwell & Williams  
 1961), etwa  $(\text{Ca, Mg, Al})(\text{Si, Al})\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ,  
 wohl V von Tobermorit  
 Tachyaphalit †, radioaktiv zersetzter  
 Zirkon  
**Tachyhydrit 151**  
 Tachylyt, basaltisches Glas (Gestein!)  
**Taeniolith 385**  
 Taenit (Hitchcock) †, gestreifter Feldspat  
**Taenit 92**  
 Tafelspat †, Wollastonit

- Tagilit 302**  
**Takovit 197**  
**Talasskit 325**  
 Talcit †, teils dichter Talk, teils dichter Muskovit  
 Talcoid ?, wohl Gemenge von Talk und Quarz  
 Talcosit ~ Talk  
**Talk 381**  
 Talkapatit †, zersetzter Apatit  
 Talkchlorit †, zersetzter Klinochlor, Gemenge  
**Talk-Chlorit 396**  
 Talkeisenerz †, Mg-haltiger Magnetit  
 Talkhydrat †, Brucit  
 Talkknebelit †, V von Knebelit mit MgO  
 „Talk-Saponit“ 408  
 Talkspat †, Magnesit  
 Talkspinell †, Magnesiospinell  
 Talksteinmark, Talk  
 Talktriplit †, Ferro-haltiger Wagnerit (A. Henriques 1957)  
 Tallaskit, Talasskit  
 Tallingit †, Connellit (Bannister, Hey, Claringbull 1950)  
**Talmessit 298**  
 Taltalit †, Gemenge von Turmalin und Cu-Erzen  
 Tamanit †, Anapaite  
 Tamarit †, Chalkophyllit  
**Tamarugit 254**  
 Tammelatantalit, Tapiolit  
 Tanatarit †, Diaspor (Gotman 1941)  
 Tangait (D. McKie 1958), Redondit, Fe-haltige Varietät von Variscit  
**Tangeit 286**  
 Tangiwait †, Serpentin (Antigorit)  
 Tankelith †, Tankit (Haidinger)  
 Tankit (Haidinger) †, Xenotim  
 Tankit (Breithaupt 1829) †, Anorthit  
 Tannenit †, Emplektit  
 Tantal, hat sich im Naturvorkommen als TaC erwiesen (Fronde! 1962)  
 Tantalbetafit (Kalita & Bykova 1961), eine Varietät mit 36% Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, a<sub>0</sub> = 10.36  
**Tantalcarbid 93**  
**Tantalit 52, 188**  
**Tantalocker 194**  
 Tantalohattchettolith, U-reicher Mikrolith  
 Tantalo-Rutil, Strüverit  
 Tantalpolykras, Polykras mit vorherrschendem Ta  
 Tantalpyrochlor †, Mikrolith  
**Tanteuxenit 189**  
 Taosit, Högbomit (Lapparent 1946)  
**Tapalpit 130**  
**Tapiolit 50, 185**  
**Taramellit 360**  
 Taramit †, V von Katophorit  
**Taranakit 299**  
**Tarapacait 68, 266**  
 Taraspit †, durch geringen Ni-Gehalt grüner Dolomitsinter  
**Tarbuttit 282**  
 Targionit †, Sb-haltiger Bleiglanz  
**Tarnowitzit 213**  
 Tartüffit †, bituminöser stengeliger Kalk, riecht beim Anschlagen nach Trüffeln  
 Tasmanit 438  
 Tatarkait ?, ungefähr (K, Na, Ca, Mg, Fe) (Al, Fe)<sub>3</sub>H<sub>9</sub>[SiO<sub>4</sub>]<sub>3</sub>·H<sub>2</sub>O  
**Tatarskit 263**  
**Tauriscit 252**  
 Tautoklin †, grauweißer Ankerit von Freiberg  
 Tautolith †, Allanit  
**Tavistockit 287** ≡ anatit u. bismut  
**Tavorit 280**  
**Tawmawit 354**  
**Taylorit 242**  
 Taznit †, Gemenge, hauptsächlich Wismutocker mit Kaolin  
**Teallit 116**  
 Tecoretin †, Fichtelit  
 Teepleit (Doelter) †, dem Burkeit entsprechendes Kunstprodukt  
**Teepleit (Gale, Foshag & Vonsen) 227**  
**Teineit 204**  
**Tekticit 353**  
 Telaspirin †, Fe-haltiger Pyrit  
 Telegdit 438  
 Tellemarkit †, Grossular  
**Tellur 97**  
 Tellurblei, Altait  
 Tellurgoldsilber †, teils Sylvanit, teils Petzit  
**Tellurit 52, 186**  
 Tellurnickel, Melonit  
**Tellurobismutit 120**

- Tellurocker, Tellurit  
 Tellurquecksilber, Coloradoit  
 Tellursilber (Tellursilberglanz) †, teils Hessesit, teils Petzit  
 Tellursilberblei †, Sylvanit  
 Tellursilberblende †, Stützit  
 Tellursilberglanz †, Hessit  
 Tellurwismut (-glanz) †, Tetradymit  
 Tellurwismutsilber †, Tapalpit  
 Temiskamit †, Maucherit  
**Tengerit 219**  
**Tennantit 39, 109**  
**Tenorit 161**  
**Tephroit 68, 325**  
 Tephrowillemit †, Troostit  
 Tequezquit †, Gemenge von Soda, Steinsalz usw., als Ausblüfung  
 Teratolith (sächsische Wundererde), laven-  
 delblauer Bol  
 Terenit †, zersetzter Skapolith  
**Terlinguait 152**  
 Termierit, Gemenge von Montmorillonit,  
 kolloidalem SiO<sub>2</sub> und wohl Anauxit (Or-  
 cel, Hénin, Caillère 1956)  
 Ternärbleierz †, Leadhillit  
 Ternowskit, eine Alkalihornblende, ähnlich  
 Riebeckit  
 Terpizit †, Kieselsinter  
 Terra di Siena (Hypoxanthit), eine Art Bol  
 Terra Lemnia (Siegelerde), Bol von Lem-  
 nos und Sachsen  
 Terra rossa, eisenreicher Bauxit  
**Tertschit 230**  
 Teruelit †, schwarzer Dolomit von Teruel  
**Teschemacherit 210**  
 Teshherogolith, Imenorutil von Teshherogi  
 Tesselit †, Apophyllit  
 Tesseralkies †, Skutterudit  
 Tetartin †, Albit  
**Tetradymit 120**  
**Tetraedrit 39, 109**  
 Tetragophosphit, Lazulith (Henriques  
 1958)  
 Tetraphylin †, Triphylin  
 Texalith †, Brucit  
 Texasit †, Zaratit  
 Thalackerit, V von Anthophyllit  
**Thalenit 345**  
 Thalheimit †, Arsenkies  
 Thallit †, Saponit  
 Thallit †, Epidot  
 Thanit †, Gemenge von Kainit und Steinsalz  
 Tharandtit, Fe-haltiger Dolomit von Tha-  
 randt  
**Thaumasit 337**  
 Thellit ?, angeblich ein Y-Silikat, von  
 Brasilien  
**Thenardit 241**  
 Theophrastit ?, Polydymit  
 Thermokelvit †, Gemenge von Trona  
 Thermonatrit, Nahcolith u. a.  
**Thermonatrit 218**  
 Thermophyllit †, schuppiger Antigorit  
 Thierschit †, Whewellit (Frondel 1962)  
 Thinolith P, Kalkspat pseudomorph nach  
 unbekanntem spitzpyramidalen Mineralien  
 Thioelaterit †, Elaterit mit 3% Schwefel,  
 von Bolivien  
 Thjorsauit †, Anorthit  
 Thomait †, Mangan-Siderit  
**Thomsenolith 149**  
**Thomsonit 427**  
**Thoreaulith 192**  
**Thorianit 44, 192**  
**Thorit 72, 330**  
**Thorogummit 72, 330**  
**Thorosteenstrupin 339**  
**Thorotungst 195**  
**Thortveitit 62, 73, 345**  
 Thoruranin †, Bröggerit  
**Thorutit 177**  
 Thraulit, V von Hisingerit  
 Thrombolith †, Pseudomalachit  
**Thucholith 193**  
 Thuenit †, Ilmenit  
 Thulit, teils Mn-haltiger Zoisit, teils Mn-  
 haltiger Epidot  
 Thumit †, Axinit von Thum  
**Thuringit 397**  
 „Tialit“ 177  
 Tibergit, Richterit mit Al und Fe, von  
 Långban  
 Tielit = Tialit  
**Tiemannit 38, 107**  
**Tigerauge 180**  
**Tikhonenkovit 440**  
 Tikhvinit ?, ein SrAl-Phosphat-Sulfat, ähn-  
 lich Hamilit  
**Tilasit 62, 73, 286**

- Tilkerodit (Selenkobaltblei) †, Gemenge von Clausthalit, Kobaltglanz u. a.
- Tilleyit 348**
- Timazit †, „Gamsigradit“
- Tinkal, Borax, 229
- Tinkalcit †, Ulexit
- Tinkalkonit 229**
- Tinticit 304**
- Tinzenit, Axinit, 360
- Tirodit 369**
- Tirolit 306**
- Titanantimonpyrochlor, Mauzelit und Lewisit
- Titan-Augit 366**
- Titanbetafit 175**
- Titan-Biotit 385**
- Titaneisen †, Ilmenit
- Titaneisenglimmer †, blättriger Ilmenit
- Titanglimmer, Wodanit
- Titangranat, Ti-haltiger Granat
- Titanhaematit, Haematit mit  $TiO_2$  in fester Lösung
- Titanhydroklinohumit, V von Titan-  
klinohumit, F-frei
- Titanioferrit †, Ilmenit
- Titanit 62, 73, 338**
- Titan-Klinohumit 335**
- Titanmelanit ~ Melanit
- Titanmikrolith 175**
- Titanoelpidit = Labuntsovit (Semenow & Burowa 1955); früher als Varietät von Elpidit aufgefaßt
- Titanohaematit 170**
- Titano-Lâvenit, Lavenit mit höherem Titangehalt (11,3%  $TiO_2$ )
- Titanolivin, Titanklinohumit
- „Titanomagnetit“ 164
- Titanomaghemit 171**
- Titanomorphit †, Leukoxen
- Titanorhabdophan (Semenov 1959), ein Rhabdophan mit 13,11%  $TiO_2$
- Titano-Thucholith, V von Thucholith
- Titanpigeonit, V von Titanaugit
- Titanpyrochlor 175**
- Titanspinell, Ulvit
- Titanvesuvianit, V von Vesuvian
- Tiza †, Ulexit
- Tobermorit 375**
- Tocornalit †, wohl Gemenge von AgJ und  $HgJ_2$
- Toddit (Ellsworth 1926), Gemenge von Columbit + Samarskit (E. W. Heinrich 1962) 189
- Todorokit 183**
- Tolypit †, Fe-reicher Orthochlorit
- Tombazit †, teils Pyrit, teils Gersdorffit
- Tomit, Kohle mit Algenstruktur
- Tomosit †, unreiner Rhodonit
- Ton (Sedimentgestein!), Gemenge, vorherrschend Kaolinit u. a. Phyllosilikate
- Toneisenstein (Sedimentgestein!), rot = Haematit mit Ton gemengt; braun = Limonit mit Ton gemengt
- Topas 72, 333**
- Topazolith 329**
- Topfstein †, Gemenge von Talk und Chlorit
- Torbanit †, Bituminit
- Torbernit 311**
- Torendrikrit, ~ Magnesioriebeckit
- Törnebohmit 339**
- Torniellit, Allophanit
- Torrelith †, teils Niobit, teils V von Jaspis
- Torrensit †, Gemenge von  $MnSiO_3$  und  $MnCO_3$
- Torreyit 261**
- Tosudit 409
- Totaigit †, serpentinarartiges Umwandlungsprodukt des Salits
- Towanit †, Kupferkies
- Trachyaugit, Na-haltiger, tiefgrüner Diopsid
- Trainit ?, wohl Gemenge von Vashegyit und Natrolith (Handelsname)
- Transvaalit, Heterogenit (Hey 1962) (auch Gesteinsname!)
- Traskit 362**
- Trautwinit †, unreiner Uwarowit
- Traversellit †, teilweise uralitisierter Diopsid
- Traversit †, Iddingsit
- Traversoit †, blauer Chrysozell
- Travertin, Kalktuff (Gestein)
- Treanorit (Woodford 1944) ~ Allanit
- Trechmannit 130**
- Tremenheerit †, Graphit
- Tremolit 369**
- Trevorit 46, 163**
- Trichalcit 295**
- Trichopyrit †, Millerit
- Tridymit 47, 49, 178**

**Triedit 199**  
**Trigonit 204**  
 Trihydrocalcit ?, angeblich  $\text{CaCO}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ ,  
 schimmelähnlich  
**Tri-Kalsilit 413**  
 Triklasit †, zersetzter Cordierit  
**Trimerit 62, 414**  
 Trimontit *F.*, Scheelit  
 Trinkerit 437  
 Tripel 180  
 Triphan †, Spodumen  
 Triphanit ?, ähnlich „Cluthalit“  
 Triphanspat †, Prehnit  
**Triphylin 61, 68, 273**  
**Triplit 281**  
**Triploidit 281**  
 Triploklas †, Thomsonit  
 Tripolit †, Tripel  
**Trippkeit 166**  
**Tripuyit 50, 185**  
 Tritochorit †, Mottramit  
**Tritomit 339**  
**Trögerit 312**  
**Trogtalit 41, 123**  
**Troilit 113**  
**Trolleit 282**  
 Trömelit,  $\sim 7\text{CaO} \cdot 5\text{P}_2\text{O}_5$ , Kunstprodukt  
**Trona 218**  
**Troostit 324**  
**Trudellit 262**  
 Trüffelstein (Tartüffit) †, stengeliger Kalk  
 Truffit †, teils Tartüffit, teils faseriger Lignit  
 Truscottit = Reyerit (H. Strunz & H. Mi-  
 cheelsen 1958) 413  
**Trüstedtit 439**  
 Tschermakit †, teils Albit, teils Oligoklas  
 Tschermakit (Winchell 1945), hypothe-  
 tisches „Tschermaksches Molekül“  
 $\text{Ca}_2\text{Mg}_3\text{Al}_2[\text{OH} | \text{AlSi}_3\text{O}_{11}]_2$  der Amphibole  
**Tschermakit 370**  
**Tschermigit 255**  
 Tschernichewit †, wahrscheinlich Na- und  
 Fe-reicher Amphibol  
 Tscherskit †, Manganmineral  
**Tschevkinit (Tscheffkinit) 355**  
 Tschinglusuit,  $2(\text{Na}, \text{K})_2\text{O} \cdot 5(\text{Mn}, \text{Ca})\text{O} \cdot$   
 $3(\text{Ti}, \text{Zr})\text{O}_2 \cdot 14\text{SiO}_2 \cdot 9\frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$ , amorph,  
 schwarz pechglänzend  
 Tschirwinski,  $\sim$  Schungit

**Tschkalowit 414**  
 „Tsilaisit“ 363  
**Tsumebit 310**  
 Tuesit (Steinmark) †, Nakrit  
**Tugtupit 424**  
**Tuhualith 357**  
**Tujamunit 316**  
**Tunellit 235**  
 Tungomelan,  $\text{WO}_3$ -haltiger Psilomelan  
 Tungspat †, Baryt  
 Tungstein †, Scheelit  
**Tungstenit 42, 127**  
**Tungstit 195**  
**Tungsto-Powellit 268**  
**Turanit 287**  
 Turgit (Turit) †, Gemenge, hauptsächlich  
 feindisperser Haematit mit adsorbiertem  
 $\text{H}_2\text{O}$   
**Türkis 305**  
**Turmalin 362**  
 Turnerit, Monazit alpiner Klüfte  
**Tusit 263** = *Калыуу колуанит*  
 Tuvit (Shishkin & Mikhailov 1956), ein un-  
 befriedigend beschriebenes  $\text{CaCoFe}^{\dots}$ -Ar-  
 senat, vielleicht ein Gemenge  
 Tuxtalit †, Mayait (Diopsidjadeit der Tuxt-  
 lastatueette aus der Maya-Kultur)  
**Tychit 216**  
 Tynit (Ovchinnikov 1960), angeblich  
 $\text{Ca}_3(\text{Fe}, \text{Mg}, \text{Mn})_7(\text{Fe}, \text{Al})_2[(\text{OH})_2 |$   
 $(\text{SiO}_3)_{12}] \cdot \text{H}_2\text{O}$   
 Tyrit †, Fergusonit  
**Tyrrellit 118**  
**Tysonit 144**  
 Tyuyamunit, Tujamunit

## U

Uddevallit †, Ilmenit von Uddevalla  
 Uferit = Ufertit  
 Ufertit (Melkor 1956) = Davidit (vgl. M.  
 Fleischer 1958; Zhabin, Voronkov, Kha-  
 lezova & Kazakova 1963)  
 Ugandit †, Bismutotantalit  
**Uhligit 173**  
 Uigit = Thomsonit (J. M. Sweet 1959)  
 Uintait †, ein „Asphaltmineral“  
**Uklonskovit 442**  
**Ulexit 230**  
**Ullmannit 124**

**Umit 437**

Ulrichit, Uraninit

Ultrabazit †, Diaphorit (Palache 1941)

Ultramarin, Lasurit, 424

**Ulvit 46, 164****Ulvöspinell, Ulvit 164****Umgangit 103**

Umbra, Gemenge von Bol mit Fe- und Mn-Hydroxiden

**Umohoit 269****Ungemachit 264**

Ungvarit (Unghwarit) †, ~ Chloropal

Unionit †, Zoisit von Unionville

Uraconit †, teils Zippeit, teils Uranopilit

**Uralborit 233****Uralit 371****Uralolith 442****Uramphit 311**

Uranatemnit †, Uranpecherz

Uranbleiglanz, Bleiglanz mit vorwiegend Uranblei (Isotop Pb<sup>206</sup>)**Uranblüte 265**

Uranelain 438

Uranglimmer-Gruppe 310

Urangrün (Uranochalcit), Cuprosklodowskit

Uranin †, Uraninit

**Uraninit 44, 192**

Uranit, Uranglimmer, 311

Urankalk †, Autunit

Urankalkcarbonat †, Uranothallit

**Uran-Mikrolith 175**

Uranniobit (Rose) †, Samarskit

Uranniobit †, Uranoniobit (Hermann)

Uranochalcit (Urangrün), Cuprosklodowskit

**Uranocircit 311**

Uranocker (Weisbach), Uranopilit 265

Uranogummit †, Gummit

Uranolepidit †, Vandenbrandeit

Uranoniobit (Rose) †, Samarskit

Uranoniobit (Hermann) †, V von Uraninit

**Uranophan 343****Uranopilit 265**

Uranopissit †, Uranpecherz

**Uranospathit 312****Uranosphärit 203****Uranospinit 312**

Uranotantal, Urantantalit †, irreführend für Samarskit verwendet

Uranothallit = Liebigit, 221

**Uranothorit 72, 330**

Uranotil (Borický 1870) = Uranophan

**Uranpecherz 193**

Uranphyllit †, Torbernit

**Uran-Pyrochlor 175****Uranvitriol 265**

Urao †, teils Trona, teils Thermonatrit

**Urbanit 367**

Urdit †, Monazit

Urgit, irrtümlich für Urhyt

Urhyt (R. W. Getsewa 1956), wohl ein Gemenge von Gummit mit Uranophan (vgl. M. Fleischer, Am. Min. 42. 1957. 442)

Urpethit 436

**Ursilit 345**

Urusit †, Sideronatrit

Urvölgýit = Devillin (Meixner 1940)

**Usbekit 293** $\beta$ -Usbekit, „Usbekit“ mit 4 statt 3H<sub>2</sub>O(?)

Usihit (Melkov &amp; Pukhalski 1958),

R[(UO<sub>2</sub>)<sub>2</sub> | Si<sub>2</sub>O<sub>7</sub>]·nH<sub>2</sub>O, gelb, radialstruiert, ohne Lumineszenz?**Ussingit 426****Ustarasit 137**

Utahit †, Jarosit

Utahlith †, Variscit

**Uvanit 319****Uvit 363****Uwarowit 71, 329**

Uzbekit, Usbekit

 $\beta$ -Uzbekit,  $\beta$ -Usbekit

## V

**Vaalit 389****Vaesit 41, 123**

Valencianit, Adular

**Valentinit 167**

Valleit †, Anthophyllit mit 5% CaO

**Vallerit 117**

Valuevit, Waluwit (Xanthophyllit)

Vanadinglimmer, Roscoelith

**Vanadinit 63, 290**

Vanadinkupferbleierz †, „Chileit“

**Vanadinocker 193**Vanadiolaumontit, Laumontit mit 2,5% V<sub>2</sub>O<sub>5</sub>

Vanadiolith ?, Ca-Vanadat-Silikat

Vanadit †, teils Descloizit, teils Vanadinit

- Vanadium-Granat (Badalov 1951), *V* von  
Grossular mit 4.52%  $V_2O_3$
- Vanadiumspinell, Coulsonit
- Vanadium-Turmalin (Badalov 1951), *V*  
mit 5,76%  $V_2O_3$
- Vanodomagnetit 164**
- Vanalit 194**
- Vandenbrandeit 203**
- Vandendriesscheit 202**
- Vandiestit †, Gemenge von Tellurobismutit  
und Hessit
- Vanthoffit 241**
- Vanoxit 194**
- Vanuralit 316**
- Vanuxemit †, Gemenge von Sauconit und  
Hemimorphit (Ross 1946)
- Vargasit *P*, Talk pseudomorph nach Pyro-  
xen
- Variscit 294**
- Varlamoffit = Hydro-Cassiterit
- Varulith 275**
- Varvicit, Psilomelan
- Vashegyit †, ~ Bolivarit oder Evansit
- Vaverit 211**
- Vauquelinit 267**
- Vauxit 302**
- Väyrynenit 280**
- Veatchit 232**
- Vegasit † Plumbojarosit
- Velardenit, *V* von Gehlenit
- Velikhovit, siehe Welichowit
- Venasquit †, Chloritoid
- Venerit †, Gemenge, hauptsächlich zer-  
setzter Chlorit
- Verdelith 363**
- Vermiculit 393**  
„Vermiculit-Chlorite“ 408
- Vermontit †, Danait
- Vernadit 183**
- Vernadskyit, Antlerit pseudomorph nach  
Dolerophanit (Mrose 1961)
- Veronit †, Seladonit
- Verplanckit 363**
- Verrucit †, ein Zeolith
- Vesbin, Mottramit (Zambonini & Carrobbi  
1927); Volborthit (Guillemin 1957)
- Vésigniéit 288**
- Vestan †, angeblich triklines  $SiO_2$
- Vesuvian 356**
- Veszelyit 306**
- Viandit †, Opalsinter
- Vibertit (N. R. Goodman 1957) = Bassanit
- Viellaurit †, Gemenge von Tephroit und  
Rhodochrosit
- Vierzonit †, teils pulveriger Opal, teils  
Melinit
- Vietinghofit †, Fe-haltiger Samarskit
- Vignit †, Gemenge, hauptsächlich Magnetit  
und Siderit, von Vignes
- Vilateit †, wohl Mn-haltiger Phosphosiderit
- Villamaninit 123**
- Villarsit, veränderter Olivin
- Villiaumit 43, 141**
- Vilnit †, Wollastonit von Vilna
- Vinogradowit (E. I. Semenov & Mitarb.  
1956), etwa  $Na_8Ti_4Al[SiO_4]_8 \cdot 3H_2O$ , mono-  
klin,  $a:b:c = 1.18:1:0.76$ ,  $\beta = 91^\circ 58'$   
(vielleicht zur Rinkit-Gruppe)
- Violait †, Pyroxen mit geringem Na-Gehalt
- Violan, blauer Diopsid
- Violarit 118**
- Virescit †, grüner Pyroxen
- Viridin 333**
- Viridit 398
- Viscīt 415**
- Vishnevīt, siehe Wischnewit
- Viterbit †, wohl Gemenge von 8 Teilen  
Allophan und 1 Teil Wavellit
- Vitriolbleierz (-spat) †, Anglesit
- Vitriolgelb †, Jarosit
- Vitriolīt †, Pisanit
- Vitriolocker †, Brauneisengel mit adsor-  
bierter  $H_2SO_4$
- Vitrit, Glanzkohle, mikroskopischer Be-  
standteil des Anthracites
- Vivianit 297**
- Vladimirit 301**
- Vlasovit 379**
- Voelckerit, Oxy-Apatit
- Vogesit †, Pyrop (auch Gesteinsname!)
- Vogesit *HN*, regenbogenfarbiger, z. T.  
brecciöser Jaspis von Griquatown, S-Afr.
- Voglianit †, *V* von Zippelit
- Voglit 222**
- Vogtit †, ein nur künstlich bekanntes  
Metasilikat von Fe, Ca, Mn, Mg; triklin
- Voigtit †, angewitterter Biotit
- Volborthit 293**
- Volcanit †, teils Schwefel mit Spur Se, teils  
Pyroxen

Volgerit = Stibiconit (Mason & Vitaliano 1953)  
 Völknerit †, Hydrotalkit  
 Volkonskoit, siehe Wolchonskoit  
**Volkovit 231**  
**Voltait 255**  
**Voltzin 107**  
**Vonsenit 224**  
 Voraulith †, Lazulith  
 Vorhauserit †, massiger Serpentin  
 Vosgit †, zersetzter Labradorit  
**Vrbait 131**  
**Vredenburgit 165**  
 Vudyavrit, siehe Wudjawrit  
**Vulcanit 113**  
 Vulpinit †, körniger Anhydrit von Vulpino  
**Vysotskit 118**

## W

Wackenrodit †, Wad mit PbO-Gehalt  
**Wad 182**  
**Wadeit 358**  
 Wagit †, Hemimorphit  
**Wagnerit 280**  
**Wairakit 415**  
**Wairaut 92**  
 Walait, ein „Asphaltmineral“  
**Walchowit 438**  
 Waldheimit ?, aktinolithähnliches Mineral von Waldheim  
 Walkerde, Bentonit  
 Walkerit (Dana) †, Montmorillonit  
 Walkerit (Heddle 1880), V von Pektolith oder Gemenge Pektolith & Stevensit  
 Wallerian †, Hornblende  
 Walmstedtit (Breunerit) †, Ferro-Magnesit  
**Walpurgin 310**  
**Walstromit 376**  
 Waltherit, Walpurgin (E. Fischer 1955)  
 Waluwit, Xanthophyllit  
 Wapplerit ~ Rößlerit  
**Wardit 308**  
 Waringtonit †, Brochantit  
 Warrenit †, teils Gemenge von Jamesonit u. Zinckenit, teils Co-haltiger Smithsonit  
 Warthait (Goongarrit), Gemenge Cosalit u. Galenit (Thompson 1949)  
 Warthit †, Astrakanit  
**Warwickit 57, 224**

Washingtonit †, Ilmenit  
 Wasit †, unreiner Allanit  
 Wasserblei, Molybdänglanz  
 Wasserglimmer †, Pennin  
 Wasserkies †, Markasit  
 Wasseropal †, Mondstein  
 Wathlingenit (Prager 1923), grobspätig-lamellar verzwilligter Kieserit (K. Friedrich, R. Kühn & H. Strunz 1961)  
 Wattedvillit, etwa  $\text{Na}_2\text{Ca}[\text{SO}_4]_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ , orthorhombische oder monokline Fasern  
**Wavellit 304**  
**Waylandit 289**  
**Weberit 149**  
 Webnerit †, Andorit  
 Webskyit †, Faserserpentin  
 Websterit †, Aluminat  
**Weddellit 434**  
**Weeksit 344**  
**Wegscheiderit 210**  
**Wehrilit 120** (auch Gesteinsname!)  
**Weibullit 138**  
 Weibyeit, Bastnäsit, pseudomorph n. Ankylit, selten n. Zirkon (P. Ch. Saebö 1963)  
 Weichbraunstein †, Pyrolusit  
 Weichgewächs †, Silberglanz  
 „Weichmanganerz“ ~ Pyrolusit  
 Weilerit (Walenta & Wimmenauer 1961), angeblich Ba-, AsO<sub>4</sub>-Analogon zu Svanbergit  
**Weilit 276**  
 Weinbergit ?, NaAlFe<sup>++</sup>-Silikat, aus einem Meteoriten  
 Weinschenkit (Murgoci) †, V von Hornblende  
**Weinschenkit (Laubmann) 60, 300**  
 Weisbachit, Ba-haltiger Anglesit mit Pb:Ba = 5:1 (Kolbeck 1941)  
 Weißbleierz †, Cerussit  
 Weißeisenerz ?, Eisencarbonat gelförmiger Entstehung  
 Weißerz †, teils Krennerit, teils Markasit, teils Siderit  
 Weißgolderz †, Sylvanit  
 Weißgültigerz †, kompliziertes Gemenge verschiedener Ag-Erze von Freiberg  
 Weissian †, Skolezit  
 Weissit, teils ~ Pinit, teils ~ Cu<sub>5</sub>Te<sub>3</sub>  
**Weissit 102**  
 Weißkupfererz †, teils Cubanit, teils „Kyroisit“



- Weißnickelkies, Chloanthit  
 Weißspießglanzerz †, Valentinit  
 Weißstellur †, Krennerit  
 Weldit ?, amorphes NaAl-Silikat  
 Welichowit (Loputschow 1931), ein Bitumen mit glänzendem konchoidalem Bruch, von Welichow/Ural  
**Wellsit 431**  
**Wenkit 423**  
 Wenzelit (Wentzelit) †, Huréaulith  
**Wernerit**, Skapolith  
 Werthemanit ?, ähnlich Aluminit, angeblich mit weniger H<sub>2</sub>O  
 Weslienit †, Roméit  
 Westanit †, ein etwas zersetzter Andalusit von Westana  
**Westgrenit 175**  
 Wetherillit †, teils Hetairit, teils V von Bitumen  
 Whartonit †, Ni-haltiger Pyrit (~ Bravoit)  
 Wheelerit 437  
**Wherryit 248**  
**Whewellit 434**  
**Whitlockit 277**  
 Whitmanit (Murdoch 1948) †, Geikielith (Murdoch & Fahey 1949, 1950)  
**Whitneyit 33, 100**  
 Wichtin †, Wichtyn †, Wichtisit  
 Wichtisit (Sordavalith), ein Gesteinsglas  
 Wicklowit ?, Pb-Vanadat  
 Widenmannit (Walenta & Wimmenauer 1961), ein Bleiuranylecarbonat  
 Wiedgerit †, Elaterit (Handelsname)  
**Wightmanit 225**  
**Wiikit 175**  
**Wilkeit 63, 290**  
**Wilkmanit 439**  
 Willcoxit, Zersetzungsprodukt von Korund, ~ Pyrophyllit  
**Willemit 66, 324**  
 Williamsit †, Chrysotil  
**Willyamit 124**  
 Wilsonit †, zersetzter Skapolith  
 Wiltshireit †, Rathit  
 Wiluit †, teils Vesuvian, teils Grossular, beide von Wilui  
 Winchellit, V von Mesolith  
 Winchit, V von Grammatit, mit Mn-Gehalt  
**Winebergit 262**  
 Winklerit †, Gemenge (Hey 1962)  
 Winkworthit †, Gemenge, wahrscheinlich Howlith und Gips  
**Wisaksonit 331**  
**Wischnewit 423**  
 Wiserin †, teils Anatas, teils Xenotim  
**Wiserit 228**  
**Wismut 34, 94**  
 Wismutantimon, V von Antimon  
 Wismutantimonnickelglanz †, Kallilith  
 Wismutaurit †, Maldonit  
 Wismutblende †, „Eulytin“  
 Wismutblüte †, Bismit  
 Wismutfahlerz, Annivit  
**Wismutglanz 41, 119**  
 Wismutgold, Maldonit  
 Wismuthydroxid, Bi<sub>2</sub>O<sub>3</sub>·3H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> als Mineral nicht bestätigt, 168  
**Wismut-Jamesonit 136 ✓?**  
 Wismutkobalterz †, Cheleutit  
 Wismutnickelkies (Wismutnickelkobaltkies) †, „Grünaut“  
 Wismutocker, Umwandlungsprodukt von metallischem Wismut, wohl z. T. Bismit, z. T. Bismutit  
 Wismutparkerit, Parkerit mit vorherrschendem Bi, vgl. Bleiparkerit  
 Wismutsilbererz †, Schapbachit  
 Wismutspat †, Bismutit  
 Withamit ~ Piemontit, 1% Mn<sub>2</sub>O<sub>3</sub>  
**Witherit 55, 213**  
**Wittichenit 129**  
 Wittingit †, verwitterter Rhodonit  
**Wittit 132**  
 Wladimirit, Vladimirit  
 Wocheinit †, Bauxit von Wochein  
**Wodanit 385**  
 Wodankies †, Gersdorffit  
**Wodginit 187**  
**Wöhlerit 350**  
 Wölchit †, zersetzter Bournonit  
**Wolchonskoit 391**  
 Wolfachit †, Mischkristall zwischen Gersdorffit und Ullmannit  
**Wolfcit 281**  
 Wolframinit †, Wolframocker  
**Wolframit 52, 187**  
**Wolframocker 195**  
**Wolfram-Powellit 268**  
 Wolfsbergit (Huot 1841), Jamesonit  
**Wolfsbergit (Nicol 1849) 129**

Wolfstonit †, Hetaerolith  
 Wolkowit, Volkovit  
**Wollastonit 374**  
 Wollongongit ~ Bituminit  
 Wolnyn †, Baryt  
**Wölsendorfit 202**  
 Woodfordit, Ettringit (Fleischer 1959,  
 Murdoch & Chalmers 1960)  
**Woodhouseit 246**  
**Woodruffit 183**  
 Woodwardit ?, ~ Lettsomit (?), meta-  
 kolloid  
 Worobieffit (Vernadsky 1908) = Cs-Beryll  
 Wörthit †, Sillimanit  
 Wotanit, Wodanit  
 Wudjawrit,  $Ce_4(Ti_2O_6)_3 \cdot nSiO_2 \cdot mH_2O$ ;  
 amorphes gelbes Umwandlungsprodukt  
 von „Lovtschorit“ von Kola  
**Wulfenit 61 268**  
 Würfelgips (Würfelspat) †, Anhydrit  
 Wurtzilith ?, ein „Asphaltmineral“  
**Wurtzit 39, 110**  
**Wüstit 43, 161**  
**Wyartit 222**

## X

Xalostocit (Landerit) †, rosa Grossular  
**Xanthosit 276**  
 Xanthit †, gelber Vesuvian  
 Xanthitan †, Zersetzungsprodukt von Ti-  
 tanit, = Anatas (Frondel 1941)  
 Xanthoarsenit †, Sarkinit  
**Xanthochroit 110**  
**Xanthokon 128**  
 Xantholith †, teils unreiner Staurolith  
 teils „Polyadelphit“  
**Xanthophyllit 386**  
 Xanthopyrit †, Pyrit  
 Xanthorhith †, veränderter, gelber Allanit  
 Xanthosiderit, Limonit  
**Xanthoxen 309**  
 Xenolith †, Sillimanit  
**Xenotim 61, 72, 277**  
 Xiphonit ?, eisenarme Hornblende unbe-  
 kannter Zusammensetzung  
 Xonaltit †, Xonotlit  
**Xonotlit 377**  
 Xylanthit 438  
 Xylochlor †, grüner Apophyllit

34\*

Xylolith, verkieselt Holz  
 Xyloretinit 438  
 Xylotil (Xylit, Bergholz), Sepiolith

## Y

Yamaguchilith (~ Oyamalith) 331  
 Yamagutilith (Kimura 1933), verbessert  
 in Yamaguchilith (Hata 1938)  
 Yanolith † Axinit  
 Yanshainshynit = Jiningit  
**Yavapaiit 241**  
**Yeatmanit 336**  
 Yenerit, Boulangerit (C. S. Robinson 1948)  
 Yenit †, Ilvait  
**Yoderit 333**  
 Yokosukait, Nsutit  
**Yoshimurait 352**  
 Youngit †, Gemenge verschiedener PbZn-  
 Sulfide  
 Ytterbit †, Gadolinit  
 Yttergranat, Yttrium-Granat  
 Ytterit, teils Gadolinit, teils Tengerit  
 Ytterspat †, Xenotim  
**Yttrialith 345**  
 Yttriumapatit, V von Apatit  
**Yttrium-Granat 329**  
 Yttroalunit (Yoder & Keith 1951), syn-  
 thet.  $Y_3Al_2[AlO_4]_3$  oberhalb 1970 °C, tetra-  
 gonal, vgl. Yttrgranat  
 Yttrobetafit (Kalita & al. 1962), ein inter-  
 mediäres Glied der Pyrochlor-Reihe mit  
 5–10%  $Y_2O_3$ , 4–6%  $Ce_2O_3$  und 0–13%  
 $U_3O_8$   
 Yttrocalcit (Glocker 1847) = Yttrfluorit  
 Yttrocalcit (Fedorow 1905) = Apatit  
 Yttrocerit = Cerfluorit  
 Yttrocolumbit, Samarskit  
**Yttrofluorit 144**  
 Yttrogranat (Yoder & Keith 1951), syn-  
 thet.  $Y_3Al_2[AlO_4]_3$ , kubisch bis 1970 °C,  
 möglicherweise vorhanden im Yttergra-  
 nat, Emildin, Erinadin  
 Yttrogummit ?, Zersetzungsprodukt des  
 Cleveits  
 Yttroilmenit †, Samarskit  
**Yttrokrasit 188**  
 Yttroniobit, Samarskit, 158  
 Yttro-Orthit, V von Allanit  
 Yttroparisit, yttriumhaltiger Parisit

**Yttrotantalit 188****Yttrotitanit 338****Yttritungstit 195****Yugawaralith 429****Yukonit 309**

Yuksporit ~ Pektolith

**Z**

Zala †, Borax

Zamboninit †, teils Gemenge von Flußspat und Sellait, teils Müllerit (~ Nontronit)

**Zarait 220****Zavaritskit 154**

Zeagonit †, Phillipsit

Zeasit †, Feueropal

Zebedassit, *V* von Saponit (F. Mazzi, Rend. Soc. Min. Ital. 8. 1952. 134)Zeiringit (Pantz 1811), *V* von Aragonit, durch Einschlüsse von 0,5% Aurichalcit blau gefärbt (Meixner 1962)**Zeolith 85, 426****Zeophyllit 412**

Zepharovichit †, Wavellit (McConnell 1942, Pearl 1950)

Zermattit †, Chrysotil, seltener Antigorit

Zeugit †, Whitlockit

**Zeunerit 311**

Zeuxit †, nadelförmiger Turmalin

Zeyringit †, Zeiringit

Zhemchuzhnikhovit, Schemtschuschnikovit

Ziegelerz (Ziegelit †), teils Verwitterungsprodukt von Kupferkies (Gemenge von Cuprit, Limonit u. a.), teils Dolomit mit feinpulverigem Zinnober

Zillerit †, Hornblendeasbest, in Form von „Bergkork“

Zimapanit ?, zweifelhaftes Vanadinchlorid von Zimapan in Mexiko

**Zinalsit 392****Zinckenit 135****Zincobotryogen 442****Zincocopiapit 442**

Zinesilit (Smolyanmova &amp; al. 1960), Saurkonit

**Zink 34, 90****Zinkaluminit 262****Zink-Aragonit 213**

Zinkazurit †, Gemenge von Zn-Sulfat mit Cu-Carbonat

**Zinkblende 37, 107****Zinkblüte 215****Zink-Boothit 252****Zinkdibraunit 183**

Zinckenit †, Zinckenit

**Zink-Fauserit 252**

Zinkglas †, Hemimorphit

Zinkhausmannit †, Hetaerolith

Zink-Högbomit, *V* von Högbomit**Zinkit 39, 45, 160**

Zinkkieselerz †, Hemimorphit

**Zinklavendulan 309**

Zinkmanganerz ~ Chalkophanit

**Zink-Melanterit 251**Zink-Melanterit (Larsen & Glenn 1920), hypothet.  $Zn[SO_4] \cdot 7H_2O$ , isotyp mit Melanterit

Zinko-Calcit 211

Zinkoferrit †, Franklinit

**Zink-Olivenit 281****Zinkosit 239**

Zinkphyllit †, Hopeit

Zink-Pisanit, Cu-Melanterit mit ganz wenig Zn

Zink-Rhodochrosit 211

**Zinkrockbridegit 283****Zink-Römerit 253**

Zinkrosasit (Strunz 1959), Rosasit mit mehr Zn als Cu

Zinksaponit, Saurkonit

Zinkselenid, Stilleit

Zink-Siderit 211

**Zinkspat 211****Zinkspinell, Gahnit 163**Zinkteallit *F*, Gemenge von Teallit mit Wurtzit**Zinkvitriol 252****Zinkvredenburgit 165****Zinn 91**

Zinnerz, Zinnstein

**Zinnkies 38, 108****Zinnober 117****Zinnstein 181**

Zinn-Titanit, Sn-haltiger Titanit, 338

**Zinnwaldit 385****Zippit 265**

Zircarbit ?, angeblich Zr-Carbonat

Zirfesit (Kostylewa 1945), pulveriges Umwandlungsprodukt von Eudialyt,  $(ZrO_2, Fe_2O_3)SiO_2 \cdot nH_2O$

**Zirkelit** (Hussak & Prior 1895) **173**

**Zirkelit** (Blake & Smith 1913) **173**

Zirkit †, Gemenge von Baddeleyit und Zirkon

**Zirklerit 152**

**Zirkon 72, 330**

**Zirkon-Favas 192**

**Zirkonglaskopf 192**

**Zirkonolith 175**

Zirkonpektolith †, Rosenbuschit

Zirlit †, Gibbsit (Meixner 1961)

Zirsit (Dorfman 1962), Zirfesit (vgl. Ref. Am. Min. **43**. 1963. 1182)

Zittavit, ähnlich Dopplerit (?), V von Lignit

**Zn-Dolomit 213**

Zöblitzit †, unreiner Serpentin

Zodit (Magakyan 1956) = Stibio-Tellurobismutit, Tellurobismutit mit 2,7% Sb  
Zoesit †, Chalcedon in fossilen Muschelschalen

**Zoisit 354**

Zonochlorit †, Pumpellyit

Zorgit †, Gemenge von Clausthalit, Uman-  
git und etwas Tiemannit

Zundererz †, unreines „Federerz“ in fil-  
zigen Lappen (Jamesonit, Antimonit oder  
Plagionit)

**Zunyt 356**

Zurlit †, unreiner Melilith

**Zussmanit 357**

**Zwieselit 280**

Zygadit †, Albit

VIERTER TEIL

**Formelregister**  
zur Systematik der Mineralien

	<b>Ag</b>		$\text{Al}^{[6]} \text{Al}^{[5]} [\text{O} \mid \text{SiO}_4]$	332
Ag		90	$\text{Al}^{[6]} \text{Al}^{[6]} [\text{O} \mid \text{SiO}_4]$	332
(Ag, As)		100	$\text{Al}[\text{AsO}_4]$	273
$\text{Ag}_3\text{As}$		101	$\text{Al}[\text{AsO}_4] \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	294
$\text{Ag}_3\text{AsS}_3$		128	$\text{AlBO}_3$	223
$\text{Ag}_3\text{AuTe}_2$		104	$\text{Al}_6\text{B}_5\text{O}_{15}(\text{OH})_3$	223
(Ag, Bi)		100	$\text{Al}_2\text{BeO}_4$	166
$\alpha\text{-AgBiS}_2$		116	$\text{AlBe}[\text{OH} \mid \text{SiO}_4]$	332
$\beta\text{-AgBiS}_2$		116	$\text{Al}_2\text{Be}_3[\text{Si}_6\text{O}_{18}]$	361
AgBr		142	$\text{Al}_2[\text{C}_{12}\text{O}_{12}] \cdot 18\text{H}_2\text{O}$	435
AgCl		141	$\text{AlCl}_3$	145
Ag(Cl, Br)		142	$\text{AlCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	146
Ag(Cl, Br, J)		142	$\text{AlF}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$	146
$8(\text{Ag}, \text{Cu})_2\text{S} \cdot \text{As}_2\text{S}_3$	130, 131		$\text{Al}_2(\text{F}, \text{OH})_6 \cdot \text{H}_2\text{O}$	149
$8(\text{Ag}, \text{Cu})_2\text{S} \cdot \text{Sb}_2\text{S}_3$	130, 131		$\text{Al}_2[\text{F}_2 \mid \text{SiO}_4]$	333
$\text{AgFe}_4^{***}[(\text{OH})_6 \mid (\text{SO}_4)_2]$		245	$(\text{Al}, \text{Fe})_7[\text{O}_3 \mid \text{BO}_3 \mid (\text{SiO}_4)_3]$	342
$\text{AgFe}_2\text{S}_3$	111, 112		$(\text{Al}, \text{Fe})_3[(\text{OH})_3 \mid ((\text{P}, \text{V})\text{O}_4)_2] \cdot 8\text{H}_2\text{O}$	304
$\text{Ag}_2\text{Fe}_5\text{S}_8$	111, 112		$(\text{Al}, \text{Fe}^{***})_2[\text{SO}_4]_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$	253
$\text{Ag}_3\text{Fe}_7\text{S}_{11}$		111	$(\text{Al}, \text{Fe})_{12}(\text{Sn}, \text{Zn}, \text{Mg}, \text{Fe})_3\text{H}_2\text{O}_{24}$	171
$\alpha\text{-(Ag, Hg)}$		90	$(\text{Al}, \text{H}_3)_4[(\text{OH})_8 \mid \text{Si}_4\text{O}_{10}]$	400
$\beta\text{-(Ag, Hg)}$		90	$(\text{AlH})_{0.5}[\text{UO}_2 \mid \text{AsO}_4]_2 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$	311
$\gamma\text{-(Ag, Hg)}$		90	$(\text{AlH})_{0.5}[\text{UO}_2 \mid \text{PO}_4]_2 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$	311
AgJ	141, 142		$(\text{Al}, \text{Li})(\text{OH})_2 \cdot \text{MnO}_2$	199
$\alpha\text{-AgJ}$		141	$\text{Al}_4\text{MgBeO}_8$	166
$\beta\text{-AgJ}$		141	$(\text{Al}, \text{Mg}, \text{Fe})_2[(\text{O}, \text{OH}) \mid \text{SiO}_4]$	333
Ag <sub>2</sub> S	103, 104		$\{(\text{Al}_{1.67}\text{Mg}_{0.33})[(\text{OH})_2 \mid \text{Si}_4\text{O}_{10}]^{0.33-}\}$	390
$\text{Ag}_2\text{S} \cdot \text{As}_2\text{S}_3$		130	$\{\text{Na}_{0.33}(\text{H}_2\text{O})_4\}$	
$\text{Ag}_2\text{S} \cdot 3\text{Bi}_2\text{S}_3$		130	$\text{Al}_2\text{O}_3$	169
$3\text{Ag}_2\text{S} \cdot \text{Bi}_2(\text{S}, \text{Te})_3$ (?)		130	$\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$	170
$4\text{Ag}_2\text{S} \cdot \text{GeS}_2$		104	$\text{Al}_3[\text{O}_6 \mid \text{C}_6\text{H}_5\text{O}_4] \cdot 13\frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$ (?)	435
$2\text{Ag}_2\text{S} \cdot \text{MnS} \cdot \text{Sb}_2\text{S}_3$		129	$5\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{Ca}_2[(\text{Si}, \text{BH})\text{O}_4]$	342
$5\text{Ag}_2\text{S} \cdot \text{Sb}_2\text{S}_3$		129	$\alpha\text{-Al}(\text{OH})_3$	196
$4\text{Ag}_2\text{S} \cdot (\text{Sn}, \text{Ge})\text{S}_2$		104	$\gamma\text{-Al}(\text{OH})_3$	196
(Ag, Sb)		100	$12\text{Al}(\text{OH})_3 \cdot \text{Al}_2[\text{CO}_3]_3$	196
$\varepsilon\text{-(Ag, Sb)}$		100	$\{\text{Al}_2[(\text{OH})_2 \mid \text{AlSi}_3\text{O}_{10}]\}$	394
Ag <sub>3</sub> Sb		101	$\{\text{Al}_{2.33}(\text{OH})_6\}$	
$\text{Ag}(\text{Sb}, \text{Bi})\text{S}_2$		115	$\{\text{Al}_2[(\text{OH})_2 \mid \text{Al}_{0.5}\text{Si}_{3.5}\text{O}_{10}]^{-0.5-}\}$	391
$\text{Ag}_{1-2}\text{Sb}_{2-1}(\text{O}, \text{OH}, \text{H}_2\text{O})_7$		174	$\{(\text{Ca}, \text{Na})_{-0.3}(\text{H}_2\text{O})_4\}$	
AgSbS <sub>2</sub>		115	$\{\text{Al}_2[(\text{OH})_2 \mid \text{AlSi}_3\text{O}_{10}]^{1-}\}$	394
Ag <sub>3</sub> SbS <sub>3</sub>	128, 129		$\{\text{LiAl}_2(\text{OH})_6^{1+}\}$	
Ag <sub>2</sub> Se		103	$\text{Al}_2[(\text{OH})_3 \mid \text{AsO}_4] \cdot 2\frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$	306
Ag <sub>4</sub> SeS		104	$\text{Al}(\text{OH})_2\text{Cl} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	146
Ag <sub>2</sub> Te		104	$\text{Al}_{10}[(\text{OH})_4 \mid \text{Cl}_4 \mid \text{SO}_4] \cdot 30\text{H}_2\text{O}$	262
Ag <sub>11</sub> Te <sub>8</sub>		104	$\text{Al}_2[(\text{OH})_3 \mid \text{PO}_4]$	284
			$\text{Al}_4[\text{OH} \mid \text{PO}_4]_3$	282
	<b>Al</b>		$\text{Al}_2[(\text{OH})_3 \mid \text{PO}_4] \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	306
$\text{Al}_{12}[\text{AlO}_4 \mid (\text{OH}, \text{F})_{18}\text{Cl} \mid \text{Si}_5\text{O}_{16}]$	356		$\text{Al}_3[(\text{OH})_3 \mid (\text{PO}_4)_2] \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	304
$\text{Al}_4^{[6]} \text{Al}_4^{[4]} [\text{O}_3(\text{O}_{0.5}, \text{OH}, \text{F}) \mid \text{Si}_3\text{AlO}_{16}]$	333		$\text{Al}_3[(\text{OH})_3 \mid (\text{PO}_4)_2] \cdot 9\text{H}_2\text{O}$	304
$\text{Al}^{[6]} \text{Al}^{[4]} [\text{O} \mid \text{SiO}_4]$	332		$\text{Al}_3[(\text{OH})_6 \mid \text{PO}_4] \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	307
			$\text{Al}_2[(\text{OH})_4 \mid \text{SO}_4] \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	262

$Al_4[(OH)_{10}   SO_4] \cdot 5H_2O$	262	$Ba[Al_2Si_3O_{10}] \cdot 3H_2O$	428
$Al_4[(OH)_{10}   SO_4] \cdot 7H_2O$	262	$Ba[Al_2Si_6O_{16}] \cdot 6H_2O$	431
$Al_4[(OH)_{10}   SO_4] \cdot 36H_2O$	262	$BaBe_4[(OH)_2   PO_4]_2 \cdot 0.5H_2O$	302
$Al_2[(OH)_2   Si_4O_{10}]$	381	$BaBe_2[Si_2O_7]$	347
$Al_4[(OH)_8   Si_4O_{10}]$	400, 406	$BaCO_3$	213
$\{Al_4[(OH)_8   Si_4O_{10}]\}$	406	$BaCa_2Al_3[Al_3Si_9O_{30}] \cdot 2H_2O$	364
$\{(H_2O)_4\}$		$(Ba, Ca)_2[(BOOH)_3   SiO_4]$	342
$Al[OH   (UO_2)_2   V_2O_8] \cdot 8H_2O$	316	$BaCa[CO_3]_2$	213
$3Al(OH)_3 \cdot V(O_2OH)$	194	$Ba_6Ca_7[CO_3]_{13}$	212
$6Al(OH)_3 \cdot 3V(O_2OH) \cdot 2V(O(OH)_2)$	194	$(Ba, Ca, Ce, Na)_3(Y, Ce, La)_6[(BO_3)_6   Si_3O_9]$	359
$Al[OH   WO_4] \cdot H_2O$	269	$(Ba, Ca)[SO_4]$	244
$\alpha-AlOOH$	197	$BaCa_2[Si_3O_8]$	376
$\gamma-AlOOH$	198	$BaCa_4[Si_{15}O_{35}] \cdot 11H_2O$	443
$AlOOH + aq.$	198	$Ba_5CaTi[OH   Si_4O_{12}] \cdot 3H_2O$	360
$Al[PO_4]$	273	$BaCe[F   (CO_3)_2]$	216
$Al[PO_4] \cdot 2H_2O$	294	$Ba(Ce, La, Nd)_2[F_2   (CO_3)_3]$	216
$Al[PO_4] \cdot 4H_2O$	296	$BaCu_3[OH   VO_4]_2$	288
$Al_2[PO_3OH   (SO_4)_2] \cdot 18H_2O$	253	$BaCu[Si_4O_{10}]$	380
$Al[(P, V)O_4] \cdot 3H_2O$	296	$Ba(Fe^{3+}, Fe^{2+}, Ti)[OH   Si_2O_6]$	300
$Al[(P, V)O_4] \cdot 4H_2O$	296	$BaFe^{2+}H[(OH)_6   (AsO_4)_2]$	289
$Al_2[SO_4]_3 \cdot 18H_2O$	253	$Ba_2(Fe, Mn)[VO_4]_2 \cdot 1/2H_2O$	301
$Al_2SiO_5$	332	$BaFe[Si_4O_{10}]$	380
$Al_2TiO_5$	177	$Ba_2(Fe^{3+}, Ti, Fe^{2+})_2[(OH)_2   Si_4O_{12}]$	360
$Al[VO_4] \cdot 3H_2O$	296	$Ba_3FeTi[(OH)_4   Si_6O_{18}]$	362
		$BaFe_2Ti[O   (OH)_2   Si_2O_7]$	352
<b>As</b>		$BaFe_2Ti[O_2   Si_2O_7]$	351
As	94	$(Ba, H_2O)_2Mn_5O_{10}$	183
$As_2O_3$	167	$BaH[PO_4]$	277
$As_2S_3$	138	$(Ba, K)_{4.5}(Ca, Na)_{4.5}[(OH)_4   (SO_4)_2  $	
$As_4S_3$	138	$Al_9Si_{12}O_{42}]$	423
$As_4S_3$	138	$BaMg[CO_3]_2$	212
$AsSb$	94	$Ba_{<2}Mn_5O_{16}$	183
		$Ba_6Mn_3[(OH)_6   Si_6O_{18}]$	363
<b>Au</b>		$Ba[NO_3]_2$	209
Au	90	$BaNa_2[Al_2Si_2O_8]_2$	422
$(Au, Ag)Te_2$	122	$Ba(Na, Ca)_4Ti_3[BO_3   Si_5O_{24}]$	357
$AuAgTe_4$	122	$Ba_2(Na, K, Mn, Ti)_2Ti[(O, OH, F)_2  $	
$Au_2Bi$	101	$(S, Si)O_4   Si_2O_7]$	352
$AuCu_3$	90	$BaNa[PO_4]$	242
$Au_2Cu_3$	90	$(Ba, \dots)(Nb, Ti, Ta)_2O_6(H_2O)$	175
$Au_2Hg_3$	90	$BaO \cdot 6Al_2O_3$	172
$AuSb_2$	123	$BaO \cdot 6Fe_2O_3$	172
$Au_2Te_3$	122	$Ba[OH   AlSi_3O_8]$	426
$AuTe_2 \cdot 6Pb(S, Te) (?)$	122	$Ba_3[PO_4]_2$	277
		$(Ba, Pb)[SO_4]$	244
<b>B</b>		$(Ba, Pb)[(UO_2)_2   V_2O_8] \cdot 5H_2O$	317
$B(OH)_3$	196	$Ba[SO_4]$	243
		$Ba[SeO_4]$	243
<b>Ba</b>		$Ba_2[Si_4O_{10}]$	381
$BaAl_3H[(OH)_6   (PO_4)_2]$	288	$Ba_2[Si_4O_{10}] \cdot 6H_2O$	443
$Ba[Al_2Si_2O_8]$	419, 422, 423		

BaSn[Si <sub>3</sub> O <sub>9</sub> ]	358	Bi[PO <sub>4</sub> ]·0.5H <sub>2</sub> O	278
(Ba, Sr) <sub>2</sub> (Mn, Fe, Mg) <sub>2</sub> (Ti, Fe)[(OH, Cl) <sub>2</sub>   (S, P, Si)O <sub>4</sub>   Si <sub>2</sub> O <sub>7</sub> ]	352	Bi <sub>2</sub> S <sub>3</sub>	119
(Ba, ...)(Ta, Nb, Ti) <sub>2</sub> O <sub>6</sub> (O, OH)	175	Bi <sub>4</sub> (S, Se) <sub>3</sub>	121
BaTiGe <sub>3</sub> O <sub>9</sub>	358	BiSbO <sub>4</sub>	191
Ba <sub>4</sub> (Ti, Nb) <sub>8</sub> [Cl   O <sub>16</sub>   Si <sub>4</sub> O <sub>12</sub> ]	360	Bi <sub>2</sub> Se <sub>3</sub>	120
BaTi[Si <sub>3</sub> O <sub>9</sub> ]	358	Bi <sub>3</sub> Se <sub>4</sub>	121
Ba <sub>2</sub> Ti[Si <sub>2</sub> O <sub>8</sub> ]	443	Bi <sub>2</sub> (Se, S) <sub>3</sub>	119
Ba[UO <sub>2</sub>   AsO <sub>4</sub> ] <sub>2</sub> ·8H <sub>2</sub> O	313	Bi <sub>4</sub> Se <sub>2</sub> S	121
Ba[UO <sub>2</sub>   AsO <sub>4</sub> ] <sub>2</sub> ·10–12H <sub>2</sub> O	312	Bi <sub>7</sub> (Se, S) <sub>5</sub>	121
Ba[(UO <sub>2</sub> ) <sub>4</sub>   (OH) <sub>4</sub>   (PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> ]·8H <sub>2</sub> O	315	Bi <sub>4</sub> [SiO <sub>4</sub> ] <sub>3</sub>	331
Ba[(UO <sub>2</sub> ) <sub>3</sub>   (OH) <sub>4</sub>   (SeO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ]·3H <sub>2</sub> O	441	Bi(Ta, Nb)O <sub>4</sub>	191
Ba[UO <sub>2</sub>   PO <sub>4</sub> ] <sub>2</sub> ·8H <sub>2</sub> O	312	BiTaO <sub>4</sub>	191
Ba[UO <sub>2</sub>   PO <sub>4</sub> ] <sub>2</sub> ·10H <sub>2</sub> O	311	BiTe	120
		Bi <sub>2</sub> Te <sub>3</sub>	120
<b>Be</b>		Bi <sub>14</sub> Te <sub>6</sub>	121
Be <sub>2</sub> [GeO <sub>4</sub> ]	324	Bi <sub>2</sub> Te <sub>2</sub> S	120
BeO	160	Bi <sub>4</sub> Te <sub>2</sub> S	121
β-Be(OH) <sub>2</sub>	440	Bi <sub>4</sub> (Te, S) <sub>3</sub> (?)	121
Be <sub>2</sub> [OH   AsO <sub>4</sub> ]·4H <sub>2</sub> O	302	Bi <sub>2</sub> Te(S, Se) <sub>2</sub>	120
Be <sub>2</sub> [OH   BO <sub>3</sub> ]	235	Bi[VO <sub>4</sub> ]	279
Be <sub>2</sub> [OH   PO <sub>4</sub> ]·4H <sub>2</sub> O	301	(Bi <sub>2</sub> , W)O <sub>3</sub>	168
Be <sub>3</sub> [(OH) <sub>2</sub>   SiO <sub>4</sub> ]·H <sub>2</sub> O	332		
Be <sub>4</sub> [(OH) <sub>2</sub>   SiO <sub>4</sub>   SiO <sub>3</sub> ]	368	<b>C</b>	
Be <sub>2</sub> [SiO <sub>4</sub> ]	324	α-C	95
		α'-C	95
<b>Bi</b>		β-C	95
Bi	94	β'-C	95
α-Bi[AsO <sub>4</sub> ]	278	C <sub>13</sub> H <sub>10</sub>	436
β-Bi[AsO <sub>4</sub> ]	279	C <sub>15</sub> H <sub>20</sub>	436
(Bi, Ca)Al <sub>3</sub> [(OH) <sub>6</sub>   (PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> ]	289	C <sub>18</sub> H <sub>18</sub>	436
(Bi, Ca)(Ta, Nb) <sub>2</sub> O <sub>6</sub> OH	175	C <sub>16</sub> H <sub>34</sub>	436
BiFe <sub>2</sub> [OH   (SiO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> ]	335	C <sub>20</sub> H <sub>34</sub>	436
(Bi <sup>+++</sup> , Fe <sup>+++</sup> , ZnH, CaH)Cu <sub>12</sub> [(OH) <sub>12</sub>   (AsO <sub>4</sub> ) <sub>6</sub> ]·6H <sub>2</sub> O	310	C <sub>24</sub> H <sub>14</sub>	437
Bi <sub>2</sub> MoO <sub>6</sub>	168	C <sub>24</sub> H <sub>18</sub>	437
BiNbO <sub>4</sub>	191	C <sub>24</sub> H <sub>50</sub>	435
α-Bi <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	167	C <sub>6</sub> H <sub>4</sub> (CO) <sub>2</sub> NH	437
β-Bi <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	167	C <sub>17</sub> H <sub>14</sub> O <sub>8</sub>	437
(γ)-Bi <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	168	C <sub>18</sub> H <sub>14</sub> O <sub>8</sub>	437
δ-Bi <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	168	C <sub>20</sub> H <sub>32</sub> O <sub>2</sub>	437
Bi <sub>2</sub> [O <sub>2</sub>   CO <sub>3</sub> ]	217	C <sub>22</sub> H <sub>17</sub> O	437
BiOCl	155	(C <sub>15</sub> H <sub>26</sub> O) <sub>n</sub>	438
BiOF	154	C <sub>10</sub> H <sub>18</sub> (OH) <sub>2</sub> ·H <sub>2</sub> O	436
Bi <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ·3H <sub>2</sub> O	168		
Bi <sub>4</sub> [OH   AsO <sub>4</sub> ] <sub>3</sub> ·H <sub>2</sub> O (?)	310	<b>Ca</b>	
Bi <sub>2</sub> [O   OH   AsO <sub>4</sub> ]	292	Ca <sub>4</sub> Al <sub>5</sub> Al <sub>2</sub> [AlO <sub>4</sub> ] <sub>3</sub>	162
[(BiO) <sub>2</sub>   TeO <sub>4</sub> ]·2H <sub>2</sub> O	266	Ca <sub>4</sub> Al <sub>4</sub> F <sub>8</sub> (F, OH) <sub>12</sub> ·3H <sub>2</sub> O	148
[(BiO) <sub>4</sub>   UO <sub>2</sub>   (AsO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> ]·3H <sub>2</sub> O	310	Ca[Al(F, OH) <sub>4</sub> ] <sub>2</sub>	147
Bi[PO <sub>4</sub> ]	278	Ca[Al(F, OH) <sub>5</sub> H <sub>2</sub> O]	148
		Ca <sub>3</sub> [(Al(F, OH, H <sub>2</sub> O) <sub>6</sub>   SO <sub>4</sub> ]	148
		Ca(Al, Fe <sup>+++</sup> ) <sub>3</sub> [(OH) <sub>3</sub> O   (PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> ]·2H <sub>2</sub> O	308



$\text{Ca}_3\text{Al}_2[\text{GeO}_4]_3$	330	$\text{Ca}[\text{B}_6\text{O}_9(\text{OH})_2] \cdot 3\text{H}_2\text{O}$	234
$\text{CaAl}_3\text{H}[(\text{OH})_6   (\text{PO}_4)_2]$	288	$\text{Ca}_2[\text{B}_4\text{O}_6(\text{OH})_4] \cdot 10\text{H}_2\text{O}$	235
$\text{CaAl}_2[(\text{OH})_2   \text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_{16}]$	386	$\text{Ca}_2[\text{B}_5\text{O}_6(\text{OH})_7] \cdot 6\frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$	230
$\text{CaAl}_2[(\text{OH})_4   (\text{CO}_3)_2] \cdot 3\text{H}_2\text{O} (?)$	221	$\text{Ca}_3[(\text{BOOH})_5   \text{SiO}_4]$	342
$\text{Ca}_3\text{Al}_2[\text{OH}   \text{PO}_4]_3$	287	$\text{CaB}_2[\text{SiO}_4]_2$	273
$\text{CaAl}_6[(\text{OH})_2   \text{PO}_4]_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	305	$\text{Ca}[\text{B}_2\text{Si}_2\text{O}_8]$	422
$\text{Ca}_3\text{Al}_3[(\text{OH})_3   (\text{PO}_4)_4]_2 \cdot 15\text{H}_2\text{O}$	307	$\text{Ca}_2(\text{Be}, \text{Al})[\text{Si}(\text{Si}, \text{Al})\text{O}_7] \cdot \text{H}_2\text{O} (?)$	346
$\text{Ca}_4\text{Al}_5[(\text{OH})_5   (\text{PO}_4)_6] \cdot 11\text{H}_2\text{O}$	307	$\text{CaBe}[(\text{F}, \text{OH})   \text{PO}_4]$	279
$\text{Ca}_6\text{Al}_2[(\text{OH})_4   \text{SO}_4]_3 \cdot 24\text{H}_2\text{O}$	264	$\text{Ca}(\text{BeH}, \text{AlH}, \text{Si})[\text{Si}_2\text{O}_7]$	347
$\text{CaAl}_3[(\text{OH})_6   \text{SO}_4\text{PO}_4]$	246	$\text{CaBe}_3[\text{OH}   \text{PO}_4]_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	442
$\text{Ca}_5\text{Al}_2[(\text{OH})_4   (\text{SiO}_4)_3]$	339	$\text{CaBe}_2[\text{PO}_4]_2$	273
$\text{CaAl}_2[(\text{OH})_2   \text{Si}_2\text{O}_7] \cdot \text{H}_2\text{O}$	348	$\text{Ca}_2\text{Be}[\text{Si}_2\text{O}_7]$	346
$\text{Ca}_2\text{Al}_2[(\text{OH})_2   \text{Si}_3\text{O}_{10}]$	356	$\text{CaBi}_2\text{Nb}_2\text{O}_9$	173
$\text{Ca}_2\text{Al}_3[\text{O}   \text{OH}   \text{SiO}_4   \text{Si}_2\text{O}_7]$	354	$\text{CaBi}_2[\text{O}   \text{CO}_3]_2$	217
$\text{Ca}_2\text{Al}[(\text{Si}, \text{Al})_2\text{O}_7]$	346	$\text{CaBi}[\text{OF}   \text{CO}_3]$	217
$\text{Ca}_3\text{Al}_2[(\text{Si}, \text{H}_4)\text{O}_4]_3$	329	$\text{Ca}_3[\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7]_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	435
$\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$	416	$\text{CaCO}_3$	211, 212, 213
$\text{Ca}[\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_6]_3$	420, 423	$\text{CaCO}_3 \cdot 0.65\text{H}_2\text{O}$	441
$\text{Ca}_3\text{Al}_2[\text{SiO}_4]_3$	329	$\text{CaCO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$	441
$\text{Ca}[\text{AlSi}_2\text{O}_6]_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	415	$\text{CaCO}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	218
$\text{Ca}[\text{AlSi}_2\text{O}_6]_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	428	$\text{Ca}[\text{C}_2\text{O}_4] \cdot \text{H}_2\text{O}$	434
$\text{Ca}[\text{Al}_2\text{Si}_3\text{O}_{10}] \cdot 3\text{H}_2\text{O}$	427	$\text{Ca}[\text{C}_2\text{O}_4] \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	434
$\text{Ca}[\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_6] \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	431	$\text{Ca}_5[\text{CO}_3   (\text{SiO}_4)_2]$	337
$\text{Ca}[\text{AlSi}_2\text{O}_6]_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	428	$\text{Ca}_5[(\text{CO}_3)_2   \text{Si}_2\text{O}_7]$	348
$\text{Ca}[\text{Al}_2\text{Si}_5\text{O}_{14}] \cdot 3\text{H}_2\text{O}$	429	$\text{Ca}(\text{Ca}, \text{Zr})_2\text{Zr}_4(\text{Ti}, \text{Fe})_2\text{O}_{16}$	176
$\text{Ca}[\text{Al}_2\text{Si}_6\text{O}_{16}] \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	430	$(\text{Ca}, \text{Ce})\text{F}_{2-2.33}$	144
$\text{Ca}[\text{Al}_2\text{Si}_4\text{O}_{12}] \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	432	$\text{CaCe}[\text{F}   (\text{CO}_3)_2]$	216
$\text{Ca}[\text{Al}_2\text{Si}_7\text{O}_{18}] \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	429	$\text{CaCe}_2[\text{F}_2   (\text{CO}_3)_3]$	216
$\text{Ca}[\text{Al}_2\text{Si}_7\text{O}_{18}] \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	430	$\text{Ca}_2\text{Ce}_2[\text{F}_3   (\text{CO}_3)_5]$	216
$\text{Ca}_3[\text{Al}_3\text{Si}_2\text{O}_{10}]_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	428	$(\text{Ca}, \text{Ce})_2(\text{Fe}^{2+}, \text{Fe}^{3+})\text{Al}_2[\text{O}   \text{OH}   \text{SiO}_4   \text{Si}_2\text{O}_7]$	354
$\text{Ca}_2[\text{AsO}_4   \text{B}(\text{OH})_4]$	227	$(\text{Ca}, \text{Ce})_2(\text{Fe}^{2+}, \text{Fe}^{3+}, \text{Al})\text{Al}_2[\text{O}   \text{OH}   \text{SiO}_4   (\text{Si}, \text{P})_2\text{O}_7]$	354
$\text{Ca}_3[\text{AsO}_4]_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	301	$(\text{Ca}, \text{Ce}, \text{La}, \text{Nd})_5[(\text{O}, \text{OH}, \text{F})   (\text{SiO}_4)_3]$	291, 339
$\text{Ca}_3[\text{AsO}_4]_2 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$	301	$(\text{Ca}, \text{Ce}, \text{La}, \text{Th})[\text{PO}_4]$	278
$\text{Ca}[\text{B}_2\text{O}_4]$	232	$(\text{Ca}, \text{Ce})_2\text{MgAl}[\text{O}   \text{OH}   \text{SiO}_4   \text{Si}_2\text{O}_7]$	354
$\text{Ca}[\text{B}_2\text{O}_4] \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	233	$(\text{Ca}, \text{Ce}, \text{Na})(\text{Nb}, \text{Ti}, \text{Fe}, \text{Al})_2(\text{O}, \text{OH}, \text{F})_6$	188
$\text{Ca}[\text{B}_2\text{O}_4] \cdot 2.3\text{H}_2\text{O}$	233	$(\text{Ca}, \text{Ce})_2(\text{Nb}, \text{Fe})_2\text{O}_6(\text{O}, \text{OH}, \text{F})$	175
$\text{Ca}[\text{B}_2\text{O}_4] \cdot 3.6\text{H}_2\text{O}$	233	$(\text{Ca}, \text{Ce}, \text{Y}, \text{Fe})(\text{Ti}, \text{Zr}, \text{Th})_3\text{O}_7$	173
$\text{Ca}[\text{B}_2\text{O}_4] \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	233	$\text{CaCl}_2$	143
$\text{Ca}_2[\text{B}_2\text{O}_5] \cdot \text{H}_2\text{O}$	228	$\text{Ca}_2[\text{Cl}   \text{B}_5\text{O}_8(\text{OH})_2]$	234
$\text{CaB}^{41}[\text{OH}   \text{SiO}_4]$	341	$\text{Ca}[\text{Cl}   (\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2)_2] \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	435
$\text{Ca}[\text{B}_3\text{O}_5(\text{OH})]$	234	$\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{MgCl}_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$	151
$\text{Ca}_2[\text{B}_4\text{O}_6(\text{OH})_4]$	235	$\text{Ca}_5[\text{Cl}   (\text{PO}_4)_3]$	289
$\text{Ca}_2[\text{B}_5\text{O}_6(\text{OH})_7]$	230	$\text{Ca}_8[(\text{Cl}_2, \text{SO}_4, \text{CO}_3)_2(?)   (\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8)_6]$	425
$\text{Ca}_2[\text{B}_4\text{O}_5(\text{OH})_4][\text{B}_5\text{O}_6(\text{OH})_4]_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	231	$\alpha\text{-Ca}_2\text{Co}[\text{AsO}_4]_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	299
$\text{Ca}[\text{B}_2\text{O}(\text{OH})_6] \cdot \text{H}_2\text{O}$	231	$\beta\text{-Ca}_2(\text{Co}, \text{Mg})[\text{AsO}_4]_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	298
$\text{Ca}[\text{B}_3\text{O}_3(\text{OH})_5] \cdot \text{H}_2\text{O}$	229	$\text{CaCo}[\text{SiO}_4]$	326
$\text{Ca}[\text{B}_3\text{O}_3(\text{OH})_5] \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	229	$\text{Ca}_3\text{Cr}_2[\text{GeO}_4]_3$	330
$\text{Ca}[\text{B}_3\text{O}_3(\text{OH})_5] \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	229	$\text{Ca}[\text{CrO}_4]$	266
$\text{Ca}[\text{B}_3\text{O}_4(\text{OH})_2]_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$	232		
$\text{Ca}[\text{B}_3\text{O}_4(\text{OH})_3] \cdot \text{H}_2\text{O}$	233		

$\text{Ca}_2[\text{CrO}_4   (\text{JO}_3)_2]$	205	$\text{Ca}_5\text{H}_2[\text{AsO}_4]_4 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$	301
$\text{Ca}_3\text{Cr}^{3+}[\text{SiO}_4]_3$	329	$\text{Ca}_3\text{H}_2[\text{CO}_3   \text{SO}_4   \text{SiO}_4] \cdot 13\text{H}_2\text{O}$	337
$\text{CaCuAlH}_2[\text{OH}   (\text{SiO}_4)_2]$	334	$\text{CaH}[\text{PO}_4]$	276
$\text{CaCu}[\text{OH}   \text{AsO}_4]$	286	$\text{CaH}[\text{PO}_4] \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	300
$\text{Ca}_2\text{Cu}_3[(\text{OH})_{10}   (\text{AsO}_4)_4] \cdot 10\text{H}_2\text{O}$	306	$\text{Ca}_2\text{H}[\text{PO}_4\text{SO}_4] \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	259
$\text{CaCu}_4[(\text{OH})_3   \text{SO}_4]_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$	263	$\text{Ca}_5\text{H}_2[\text{Si}_3\text{O}_{12}] \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	375
$\text{CaCu}[\text{OH}   \text{VO}_4]$	286	$\text{Ca}_5\text{H}_2[\text{Si}_3\text{O}_{12}] \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	375
$\text{CaCu}[\text{Si}_4\text{O}_{10}]$	380	$\text{Ca}_5\text{H}_2[\text{Si}_3\text{O}_{12}] \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	376
$\text{Ca}_2\text{Cu}[\text{UO}_2   (\text{CO}_3)_4] \cdot 6\text{H}_2\text{O} (?)$	222	$\text{CaH}_2[\text{UO}_2   \text{SiO}_4]_2 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	343
$\text{Ca}(\text{Cu}, \text{Zn})_4[(\text{OH})_3   \text{SO}_4]_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$	263	$\text{CaH}[\text{VO}_4] \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	301
$\text{CaF}_2$	144	$\text{Ca}[\text{JO}_3]_2$	205
$\text{Ca}_3[\text{F}   (\text{AsO}_4)_3]$	290	$(\text{Ca}, \text{KH}, \text{NaH})(\text{Si}, \text{AlH})\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$	377
$\text{Ca}_4[\text{F}, (\text{OH})_2   \text{Si}_2\text{O}_7]$	348	$\} (\text{Ca}, \text{K}, \text{H}_2\text{O})(\text{Al}, \text{Fe}, \text{Mg})_3$	389
$\text{Ca}_4[\text{F}_2   (\text{OH})_2   \text{Si}_3\text{O}_9] \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	412	$\} [(\text{OH}, \text{O})_2   (\text{Si}, \text{P})_4\text{O}_{10} \text{Xn}(\text{H}_2\text{O})_4] (?)$	
$\text{Ca}_5[\text{F}, (\text{O})   (\text{PO}_4, \text{SiO}_4, \text{SO}_4)_3]$	290	$\text{Ca}_6(\text{K}, \text{Na})_2\text{Al}_4[(\text{O}, \text{CO}_3, \text{SO}_4)   (\text{SiO}_4)_6] (?)$	337
$\text{Ca}_5[\text{F}   (\text{PO}_4)_3]$	289	$(\text{Ca}, \text{K}_2, \text{Na}_2)[\text{AlSi}_5\text{O}_{12}] \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	429
$\text{Ca}_5[\text{F}   (\text{PO}_4, \text{CO}_3\text{OH})_3]$	290	$\text{CaLaGa}[\text{Ga}_2\text{O}_7]$	345
$\text{Ca}_2[\text{F}   \text{Si}_3\text{OH}] \cdot \text{H}_2\text{O}$	337	$\text{CaLiAl}_2[(\text{OH})_2   \text{AlBeSi}_2\text{O}_{10}]$	386
$\text{Ca}_2(\text{Fe}^{3+}, \text{Al})\text{Al}_2[\text{O}   \text{OH}   \text{SiO}_4   \text{Si}_2\text{O}_7]$	354	$\text{Ca}_2[\text{Li}, \text{Be}, \text{Si}]_6\text{O}_{12} \cdot \text{CaF}_2$	416
$\text{Ca}_2\text{Fe}_3(\text{Al}, \text{Fe}^{3+})_2[(\text{OH}, \text{F})_2   \text{Al}_2\text{Si}_6\text{O}_{22}]$	370	$\text{Ca}_2\text{Mg}_3(\text{Al}, \text{Fe}^{3+})_2[(\text{OH}, \text{F})_2   \text{Al}_2\text{Si}_6\text{O}_{22}]$	370
$\text{Ca}(\text{Fe}^{3+}, \text{Al})_4[(\text{OH})_8   (\text{PO}_4)_2] \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	309	$\text{CaMg}_3(\text{Al}_3\text{Mg})[(\text{OH})_{1+3}   (\text{BO}_3)_3   \text{Si}_6\text{O}_{18}]$	363
$\text{Ca}_2\text{FeB}_2[\text{O}   \text{SiO}_4]_2$	341	$(\text{Ca}, \text{Mg})_3(\text{AlO})_5[\text{BO}_3   (\text{SiO}_4)_3]$	342
$\text{CaFe}(\text{CO}_3)_2$	212	$\text{Ca}(\text{Mg}, \text{Al})_{2-3}[(\text{OH})_2   \text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_{10}]$	386
$\text{CaFe}_3\text{Fe}^{3+}[\text{OH}   \text{O}   \text{Si}_2\text{O}_7]$	348	$\text{Ca}(\text{Mg}, \text{Al})[(\text{Si}, \text{BH})\text{O}_4] \cdot \text{CaCO}_3$	337
$\text{Ca}_2\text{Fe}^{2+}\text{Fe}^{3+}[\text{Si}_5\text{O}_{14}\text{OH}]$	378	$\text{Ca}_2\text{Mg}[\text{AsO}_4]_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	298
$\text{Ca}_2\text{Fe}^{2+}\text{Fe}^{3+}[\text{WO}_4]_7 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$	269	$(\text{Ca}, \text{Mg})_3[\text{AsO}_4]_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	299
$\text{Ca}_3\text{Fe}_2[\text{GeO}_4]_3$	330	$\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$	212
$\text{CaFe}_2\text{H}_8[(\text{MoO}_4)_5   (\text{AsO}_4)_2] \cdot 10\text{H}_2\text{O}$	269	$\text{CaMg}_3(\text{CO}_3)_4$	212
$\text{Ca}_2(\text{Fe}, \text{Mn})\text{AlAl}[\text{BO}_3   \text{OH}   \text{Si}_4\text{O}_{12}]$	360	$\text{Ca}_3\text{Mg}[\text{Cl}_2   (\text{OH})_2   \text{CO}_3   \text{SO}_4] \cdot 3.5\text{H}_2\text{O}$	263
$(\text{Ca}, \text{Fe}^{2+}, \text{Mn})_3[\text{PO}_4]_2$	274	$\text{Ca}_4(\text{Mg}, \text{Co}, \text{Ni})\text{H}_2[\text{AsO}_4] \cdot 10\text{H}_2\text{O}$	299
$\text{Ca}_2(\text{Fe}, \text{Mn})[\text{PO}_4]_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	298	$\text{CaMg}[\text{F}   \text{AsO}_4]$	286
$\text{Ca}_3\text{Fe}_4[\text{OH}   \text{AsO}_4] \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	309	$\text{CaMg}[\text{F}   \text{PO}_4]$	286
$\text{CaFe}_{2,33}^{3+}[(\text{OH})_8   (\text{AsO}_4)_2] \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	309	$(\text{Ca}, \text{Mg})_3(\text{Fe}^{3+}, \text{Al})_3[(\text{OH})_3   (\text{PO}_4)_4] \cdot 8\text{H}_2\text{O}$	309
$\text{Ca}_2\text{Fe}_{10}^{3+}[(\text{OH}, \text{F})_3   (\text{PO}_4)_2] \cdot n\text{H}_2\text{O}$	309	$\text{Ca}_2(\text{Mg}, \text{Fe}^{3+}, \text{Al})_5[\text{OH}   (\text{Si}, \text{Al})_4\text{O}_{11}]_2$	372
$\text{Ca}_2\text{Fe}_3[(\text{OH}, \text{F})   \text{Si}_4\text{O}_{11}]_2$	369	$\text{Ca}_{10}(\text{Mg}, \text{Fe})_2\text{Al}_4[(\text{OH})_4   (\text{SiO}_4)_5   (\text{Si}_2\text{O}_7)_3]$	356
$\text{Ca}_2\text{Fe}^{3+}[\text{OH}   (\text{PO}_4)_2] \cdot 1\frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$	309	$(\text{Ca}, \text{Mg}, \text{Fe})\text{Al}_2[\text{Si}_3\text{O}_{10}] (?)$	357
$\text{Ca}_3\text{Fe}_1^{3+}[(\text{OH})_6   (\text{PO}_4)_4] \cdot 2\text{H}_2\text{O} \cdot n \text{ aq.}$	309	$\text{Ca}(\text{Mg}, \text{Fe}^{3+}, \text{Al})[(\text{Si}, \text{Al})_2\text{O}_6]$	366
$\text{CaFe}_4^{3+}[(\text{OH})_8   (\text{PO}_4)_2] \cdot 3\text{H}_2\text{O}$	309	$(\text{Ca}, \text{Mg}, \text{Fe}^{2+}, \text{Fe}^{3+}, \text{Ti}, \text{Al})_2[(\text{Si}, \text{Al})_2\text{O}_6]$	366
$\text{Ca}_2\text{Fe}[\text{PO}_4]_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	295	$\text{Ca}_2(\text{Mg}, \text{Fe}, \text{Mn}, \text{Al})(\text{Al}, \text{Fe}, \text{Ti})_2$	355
$\text{CaFe}[\text{SiO}_4]$	326	$[(\text{OH}, \text{H}_2\text{O})_2   \text{SiO}_4   \text{Si}_2\text{O}_7]$	
$\text{CaFe}[\text{Si}_2\text{O}_6]$	365	$\text{Ca}_4\text{Mg}_6\text{Fe}_{14}^{3+}[(\text{OH}, \text{O})_4   (\text{Al}, \text{Fe})_2\text{Si}_{14}\text{O}_{44}]$	371
$\text{Ca}_2\text{Fe}[\text{Si}_2\text{O}_7]$	346	$\text{Ca}_2(\text{Mg}, \text{Fe})_5[\text{OH}   \text{Si}_4\text{O}_{11}]_2$	369
$\text{Ca}_3\text{Fe}_2^{3+}[\text{SiO}_4]_3$	329	$\text{Ca}_2(\text{Mg}, \text{Fe})[\text{PO}_4]_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	298
$(\text{Ca}, \text{Fe}, \text{Th}, \text{U})_2(\text{Ti}, \text{Zr})_2\text{O}_5 (?)$	173	$(\text{Ca}, \text{Mg}, \text{Ni}, \text{K})_{\leq 1}(\text{Mn}^{4+}, \text{Mn}^{2+})(\text{O}, \text{OH})_2$	185
$\text{Ca}_3\text{Ca}_2[\text{GeO}_4]_3$	330	$\text{CaMg}[\text{OH}   \text{AsO}_4]$	286
$\text{Ca}_2[\text{GeO}_4]$	325	$\text{Ca}_2\text{Mg}_5[(\text{OH}, \text{F})   \text{Si}_4\text{O}_{11}]_2$	369
$\text{CaH}[\text{AsO}_4]$	276	$\text{CaMg}_2[(\text{OH})_2   \text{Si}_4\text{O}_{10}]$	386
$\text{CaH}[\text{AsO}_4] \cdot \text{H}_2\text{O}$	300	$(\text{Ca}, \text{Mg})_2(\text{SE})_8[\text{SiO}_4]_7 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$	339
$\text{CaH}[\text{AsO}_4] \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	300	$\text{CaMg}[\text{SiO}_4]$	326
$\text{Ca}_5\text{H}_2[\text{AsO}_4]_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	292	$\text{CaMg}[\text{Si}_2\text{O}_6]$	365

$\text{Ca}_2\text{Mg}[\text{Si}_2\text{O}_7]$	346	$\text{Ca}_2(\text{Na}, \text{K})(\text{Mg}, \text{Fe}^{2+}, \text{Fe}^{3+})\text{Ti}[(\text{O}, \text{OH},$	
$\text{Ca}_3\text{Mg}[\text{SiO}_4]_2$	326	$\text{F})_2   \text{Al}_2\text{Si}_5\text{O}_{22}]$	370
$(\text{Ca}, \text{Mg})[(\text{Ti}, \text{Fe}^{3+})_6\text{O}_{12}] \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	182	$(\text{Ca}, \text{Na}, \text{La}, \text{Ce})[\text{CO}_3]$	214
$\text{CaMg}[\text{UO}_2   (\text{CO}_3)_3] \cdot 12\text{H}_2\text{O}$	221	$\text{CaNaMg}[\text{AlF}_5(\text{F}, \text{H}_2\text{O})_3]$	148
$\text{Ca}_2\text{Mg}_3[\text{UO}_2   (\text{OH})_2   (\text{CO}_3)_3]_2 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$	222	$\text{Ca}_2\text{NaMg}_2[\text{AsO}_4]_3$	328
$(\text{Ca}, \text{Mg})_2[(\text{UO}_2)_2   \text{Si}_5\text{O}_{14}] \cdot 9-10\text{H}_2\text{O}$	345	$(\text{Ca}, \text{Na})(\text{Mg}, \text{Fe}^{2+}, \text{Fe}^{3+}, \text{Al})[\text{Si}_2\text{O}_6]$	366
$\text{Ca}_2\text{Mn}[\text{AsO}_4]_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	299	$(\text{Ca}, \text{Na})_3(\text{Mg}, \text{Mn})_2[\text{AsO}_4]_3$	276
$\text{CaMn}[\text{B}_2\text{O}_5] \cdot \text{H}_2\text{O}$	228	$(\text{Ca}, \text{Na})_3(\text{Mn}, \text{Mg})_2[\text{AsO}_4]_3$	276
$\text{CaMn}_2[\text{BeSiO}_4]_3$	414	$(\text{Ca}, \text{Na})_2(\text{Nb}, \text{Ta})_2\text{O}_6(\text{O}, \text{OH}, \text{F})$	174
$\text{CaMn}_2\text{Be}_3[\text{SiO}_4]_3$	273	$(\text{Ca}, \text{Na})_8[\text{O}_2   \text{Al}(\text{Al}, \text{Si})\text{Si}_2\text{O}_8]_6]$	426
$\text{CaMn}(\text{CO}_3)_2$	212	$\text{CaNa}_2[\text{SO}_4]_2$	243
$\text{Ca}_2(\text{Mn}, \text{Fe})\text{Al}_2[\text{O}   \text{OH}   \text{SiO}_4   \text{Si}_2\text{O}_7]$	354	$(\text{Ca}, \text{Na}, \text{SE})(\text{Nb}, \text{Ti}, \text{Fe})\text{O}_3$	440
$(\text{Ca}, \text{Mn}, \text{Fe})\text{Be}[\text{OH}   \text{PO}_4] \cdot 2/3\text{H}_2\text{O}$	302	$\text{Ca}_2\text{Na}[\text{Si}_3\text{O}_8\text{OH}]$	374
$\text{Ca}_2(\text{Mn}, \text{Fe})[\text{PO}_4]_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	298	$(\text{Ca}, \text{Na})_2(\text{Ta}, \text{Nb})_2\text{O}_6(\text{O}, \text{OH}, \text{F})$	175
$(\text{Ca}, \text{Mn}, \text{Mg})_6\text{Al}_2[(\text{OH})_4   (\text{Si}_2\text{O}_7)_3]$	349	$\text{CaNaTa}_2\text{O}_6\text{F}$	174
$(\text{Ca}, \text{Mn})_3(\text{Mn}^{2+}, \text{Mn}^{3+}, \text{Mg}, \text{Fe}^{3+})_4[(\text{OH})_4  $		$(\text{Ca}, \text{Na})_3(\text{Ti}, \text{Ce})_{<1}[\text{F}_2   \text{Si}_2\text{O}_7]$	351
$(\text{AsO}_4\text{OH})(\text{AsO}_4)_3]$	286	$(\text{Ca}, \text{Na}, \text{Y})_2(\text{Ti}, \text{Zr}, \text{Ce})[(\text{F}, \text{OH}, \text{O})_2  $	
$(\text{Ca}, \text{Mn}^{2+})\text{Mn}_4^{3+}\text{O}_6 \cdot 3\text{H}_2\text{O} (?)$	199	$\text{Si}_2\text{O}_7]$	351
$\text{CaMn}_2\text{O}_4$	165	$(\text{Ca}, \text{Na})_2(\text{Zn}, \text{Cu})_5[\text{Cl}   (\text{AsO}_4)_4] \cdot 4-5\text{H}_2\text{O}$	309
$3\text{CaMn}[\text{O}   \text{BO}_3] \cdot \text{CaCO}_3$	225	$\text{Ca}_2\text{NaZr}[(\text{F}, \text{OH}, \text{O})_2   \text{Si}_2\text{O}_7]$	350
$\text{CaMn}_4[\text{Si}_5\text{O}_{15}]$	378	$\text{Ca}_2\text{NaZr}[(\text{F}, \text{O})_2   \text{Si}_2\text{O}_7]$	351
$\text{CaMn}[\text{SiO}_4]$	326	$(\text{Ca}, \text{Na})_6\text{Zr}(\text{Ti}, \text{Mn}, \text{Nb})[(\text{F}, \text{O})_2   \text{Si}_2\text{O}_7]_2$	351
$\text{CaMn}[\text{Si}_2\text{O}_6]$	366	$\text{Ca}_3(\text{Nb}, \text{Ca}, \text{Mg})_4[(\text{O}, \text{F})_2   \text{Si}_2\text{O}_7]$	350
$\text{Ca}_4\text{Mn}_4^{3+}[\text{SiO}_4]_5 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	336	$\text{CaNi}[\text{Si}_2\text{O}_6]$	366
$\text{Ca}_2\text{Mn}_7[\text{Si}_5\text{O}_{14}\text{OH}]_2 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	378	$\text{CaO}$	161
$\text{Ca}[\text{MoO}_4]$	268	$2\text{CaO} \cdot \text{AlFeO}_3$	162
$\text{Ca}[\text{NO}_3]_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	209	$\text{CaO} \cdot 6\text{Al}_2\text{O}_3$	171
$\text{Ca}_2\text{NaAl}_2[(\text{F}, \text{OH})_5   (\text{PO}_4)_2] \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	307	$12\text{CaO} \cdot 7\text{Al}_2\text{O}_3$	162
$\text{Ca}_3\text{Na}_2\text{Al}_4\text{H}_4[(\text{F}, \text{OH})   \text{BO}_3]_6$	226	$5\text{CaO} \cdot 6\text{B}_2\text{O}_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$	230
$(\text{Ca}, \text{Na})_2(\text{Al}, \text{Mg})[(\text{Si}, \text{Al})_2\text{O}_7]$	346	$2\text{CaO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$	162
$\{( \text{Ca}, \text{Na} )_{<1} \text{Al}_2[(\text{OH})_2   \text{AlSi}_3\text{O}_{10}]  $		$\text{Ca}(\text{OH})_2$	197
$(\text{H}_2\text{O})_2 \}$	388	$2\text{Ca}(\text{OH})_2 \cdot \text{Al}(\text{OH})_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$	200
$(\text{Ca}, \text{Na})_3[(\text{Al}, \text{Si})_5\text{O}_{10}]_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	428	$\text{Ca}_5[\text{OH}   (\text{CrO}_4)_3]$	267
$(\text{Ca}, \text{Na}_2)[\text{Al}_2\text{Si}_4\text{O}_{12}] \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	432	$\text{Ca}_5[\text{OH}   (\text{PO}_4)_3]$	289
$(\text{Ca}, \text{Na})_2(\text{Be}, \text{Al})[\text{Si}_2\text{O}_6\text{F}]$	346	$\text{Ca}_2[\text{OH}   \text{PO}_4] \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	308
$(\text{Ca}, \text{Na}, \text{Ce})(\text{Ti}, \text{Nb}, \text{Fe})\text{O}_3$	172	$\text{Ca}_4[(\text{OH})_2   \text{Si}_2\text{O}_7]$	348
$\text{Ca}_3\text{Na}_2[\text{Cl}   (\text{SO}_4)_2   \text{B}_5\text{O}_8(\text{OH})_2]$	234	$\text{Ca}_4[(\text{OH})_2   \text{Si}_3\text{O}_9]$	375
$(\text{Ca}, \text{Na})_2\text{Cu}_5[\text{Cl}   (\text{AsO}_4)_4] \cdot 4-5\text{H}_2\text{O}$	309	$\text{Ca}_5[(\text{OH})_2   (\text{SiO}_4)_2]$	335
$\text{CaNaCu}_5[\text{Cl}   (\text{PO}_4)_4] \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	309	$\text{Ca}_6[(\text{OH})_2   \text{Si}_6\text{O}_{17}]$	377
$(\text{Ca}, \text{Na})_2(\text{Fe}, \text{Mn})_3[\text{PO}_4]_3$	275	$\text{Ca}_2[\text{OH}   \text{SiO}_3\text{OH}]$	336
$(\text{Ca}, \text{NaH})_2\text{Be}[\text{Si}_2\text{O}_6(\text{OH}, \text{F})] (?)$	346	$\text{Ca}_5[\text{OH}   (\text{SiO}_4, \text{SO}_4)_3]$	290
$(\text{Ca}, \text{NaH})\text{Sb}_2\text{O}_6(\text{O}, \text{OH}, \text{F})$	174	$\text{Ca}_{10}[\text{O}   (\text{PO}_4)_6]$	289
$(\text{Ca}, \text{NaH})(\text{Si}, \text{AlH})\text{O}_3$	377	$\text{Ca}_3[\text{O}   \text{SiO}_4]$	336
$(\text{Ca}, \text{Na}, \text{K})_2[\text{Al}_3\text{Si}_9\text{O}_{24}] \cdot 9\text{H}_2\text{O}$	432	$\text{Ca}_3[\text{PO}_4]_2$	242
$\text{Ca}_2(\text{Na}, \text{K})(\text{Fe}^{2+}, \text{Mg}, \text{Fe}^{3+}, \text{Mn})_5[(\text{OH},$		$\beta\text{-Ca}_2[\text{PO}_4]_2$	277
$\text{F})_2   \text{Al}_{1.5}\text{Si}_{6.5}\text{O}_{22}]$	370	$\text{Ca}_7[\text{PO}_4   \text{SiO}_4]_2$	328
$(\text{Ca}, \text{Na}, \text{K})_{2-3}(\text{Mg}, \text{Fe}^{2+}, \text{Fe}^{3+}, \text{Al})_5$		$(\text{Ca}, \text{Pb}, \text{Sr}, \text{Mn})_2(\text{Al}, \text{Fe}, \text{Mn})_3[\text{O}   \text{OH}  $	
$[(\text{OH}, \text{F})_2   (\text{Si}, \text{Al})_2\text{Si}_6\text{O}_{22}]$	370	$\text{SiO}_4   \text{Si}_2\text{O}_7]$	354
$\text{Ca}_2(\text{Na}, \text{K})_{0.5-1.0}(\text{Mg}, \text{Fe}^{2+})_{3.4}(\text{Fe}^{3+}, \text{Al})_{2-1}$		$\text{CaS}$	115
$[(\text{O}, \text{OH}, \text{F})_2   \text{Al}_2\text{Si}_6\text{O}_{22}]$	370	$\text{Ca}[\text{SO}_4]$	243

$\gamma$ -Ca[SO <sub>4</sub> ]	243	Ca[(UO <sub>2</sub> ) <sub>2</sub>   (Si <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ) <sub>2</sub> ] · 12H <sub>2</sub> O	344
Ca[SO <sub>4</sub> ] · 1/2 H <sub>2</sub> O	259, 260	Ca[(UO <sub>2</sub> ) <sub>2</sub>   V <sub>2</sub> O <sub>8</sub> ] · 3-5 H <sub>2</sub> O	316
Ca[SO <sub>4</sub> ] · 2H <sub>2</sub> O	259	Ca[(UO <sub>2</sub> ) <sub>2</sub>   V <sub>2</sub> O <sub>8</sub> ] · 5-8 1/2 H <sub>2</sub> O	316
$\alpha$ -CaSiO <sub>3</sub>	326	Ca[(UO <sub>2</sub> ) <sub>2</sub>   V <sub>10</sub> O <sub>28</sub> ] · 16H <sub>2</sub> O	319
$\beta'$ -CaSiO <sub>3</sub>	326	CaU[PO <sub>4</sub> ] <sub>2</sub> · 1.5H <sub>2</sub> O	278
$\beta$ -CaSiO <sub>3</sub>	326	Ca <sub>3</sub> U[(UO <sub>2</sub> ) <sub>6</sub>   (OH) <sub>18</sub>   (CO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ] · 4H <sub>2</sub> O	222
$\alpha$ -Ca <sub>2</sub> [SiO <sub>4</sub> ]	327, 328	Ca[V <sub>2</sub> O <sub>6</sub> ] · 2H <sub>2</sub> O	318
$\alpha'$ -Ca <sub>2</sub> [SiO <sub>4</sub> ]	327, 328	Ca[V <sub>2</sub> O <sub>6</sub> ] · 4H <sub>2</sub> O	317
$\beta$ -Ca <sub>2</sub> [SiO <sub>4</sub> ]	326, 327	CaV <sub>4</sub> O <sub>9</sub> · 5H <sub>2</sub> O	194
$\gamma$ -Ca <sub>2</sub> [SiO <sub>4</sub> ]	325, 326, 327	CaV <sub>6</sub> O <sub>16</sub> · 3H <sub>2</sub> O	318
$\gamma'$ -Ca <sub>2</sub> [SiO <sub>4</sub> ]	326, 327	CaV <sub>6</sub> O <sub>16</sub> · 9H <sub>2</sub> O	318
Ca <sub>3</sub> [Si <sub>2</sub> O <sub>7</sub> ]	326, 347	Ca <sub>2</sub> V <sub>10</sub> O <sub>25</sub> · 7H <sub>2</sub> O	319
Ca <sub>3</sub> [Si <sub>3</sub> O <sub>9</sub> ]	358, 374	Ca <sub>3</sub> [V <sub>8</sub> O <sub>22</sub> ] · 15H <sub>2</sub> O	319
Ca <sub>6</sub> [Si <sub>3</sub> O <sub>9</sub> ] <sub>2</sub> · CaCO <sub>3</sub> · 2H <sub>2</sub> O	376	Ca <sub>3</sub> [V <sub>10</sub> O <sub>28</sub> ] · 16H <sub>2</sub> O	319
8.5CaSiO <sub>3</sub> · 8.5CaCO <sub>3</sub> · CaSO <sub>4</sub> · 15H <sub>2</sub> O	337	Ca[V(OH) <sub>2</sub>   PO <sub>4</sub> ] <sub>2</sub> · 3H <sub>2</sub> O	313
$\beta$ -Ca <sub>2</sub> [SiO <sub>4</sub> ]-Ca <sub>1/5</sub> [PO <sub>4</sub> ]	328	Ca <sub>3</sub> V <sub>2</sub> <sup>***</sup> [SiO <sub>4</sub> ] <sub>3</sub>	329
$\beta$ -Ca <sub>2</sub> [SiO <sub>4</sub> ]-Ca <sub>3</sub> [PO <sub>4</sub> ] <sub>2</sub>	242	Ca <sub>2</sub> V <sup>4+</sup> +V <sub>8</sub> <sup>5+</sup> +O <sub>24</sub> · 8H <sub>2</sub> O	318
Ca <sub>2</sub> [SiO <sub>4</sub> ] · H <sub>2</sub> O	337	CaV <sub>2</sub> <sup>4+</sup> +V <sub>10</sub> <sup>5+</sup> +O <sub>30</sub> · 14H <sub>2</sub> O (?)	318
Ca <sub>2</sub> [Si <sub>4</sub> O <sub>10</sub> ] · H <sub>2</sub> O	412	Ca[WO <sub>4</sub> ]	268
Ca <sub>2</sub> [Si <sub>4</sub> O <sub>10</sub> ] · 4H <sub>2</sub> O	412	CaYAl[Al <sub>2</sub> O <sub>7</sub> ]	345
Ca <sub>2</sub> [Si <sub>2</sub> O <sub>7</sub> ] · 3H <sub>2</sub> O	348	Ca <sub>2</sub> Y <sub>2</sub> [CO <sub>3</sub>   Si <sub>4</sub> O <sub>12</sub> ] · 1-2 H <sub>2</sub> O	360
Ca <sub>2</sub> [Si <sub>4</sub> O <sub>9</sub> (OH) <sub>2</sub> ]	412	(Ca, Y, Ce) <sub>&gt;3</sub> [(AlF <sub>6</sub> ) <sub>2</sub>   SO <sub>4</sub> ] · 10H <sub>2</sub> O	148
Ca <sub>2</sub> [Si <sub>4</sub> O <sub>9</sub> (OH) <sub>2</sub> ] · 3H <sub>2</sub> O	412	(Ca, Y, Ce)(Ti, Al, Fe <sup>***</sup> )[O   SiO <sub>4</sub> ]	338
Ca <sub>1.5</sub> [Si <sub>3</sub> O <sub>6</sub> (OH) <sub>3</sub> ] · 1.5H <sub>2</sub> O	376	(Ca, Y, Er, Mn) <sub>&lt;3</sub> (Al, Fe)[(OH) <sub>2</sub>   Si <sub>2</sub> O <sub>7</sub> ]	350
Ca <sub>1.5</sub> [Si <sub>3</sub> O <sub>6</sub> (OH) <sub>3</sub> ] · 2.5H <sub>2</sub> O	376	(Ca, Y)F <sub>2-2.33</sub>	144
Ca <sub>3</sub> [SiO <sub>3</sub> (OH) <sub>2</sub> ] · 2H <sub>2</sub> O	337	CaY[F   (CO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ]	216
Ca <sub>5</sub> [SiO <sub>4</sub>   (PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> ]	328	CaZn[OH   AsO <sub>4</sub> ]	286
CaSn[BO <sub>3</sub> ] <sub>2</sub>	224	Ca <sub>2</sub> Zn <sub>2</sub> [(OH) <sub>2</sub>   Si <sub>2</sub> O <sub>7</sub> ] · H <sub>2</sub> O	349
CaSn[O   SiO <sub>4</sub> ]	338	CaZn <sub>2</sub> [PO <sub>4</sub> ] <sub>2</sub> · 2H <sub>2</sub> O	293
Ca <sub>2</sub> Sn <sub>2</sub> [Si <sub>6</sub> O <sub>18</sub> ] · 4H <sub>2</sub> O	378	Ca <sub>2</sub> Zn[Si <sub>2</sub> O <sub>7</sub> ]	346
(Ca, Sr, Pb) <sub>2</sub> Al <sub>7</sub> [(OH) <sub>18</sub>   (PO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> ] · 3H <sub>2</sub> O	289	Ca <sub>3</sub> Zr <sub>2</sub> [Al <sub>2</sub> SiO <sub>12</sub> ]	329
Ca <sub>2</sub> Ta <sub>2</sub> O <sub>7</sub>	174	Ca(Zr, Fe <sup>**</sup> )(Ti, Nb, Zr) <sub>2</sub> O <sub>7</sub>	175
Ca <sub>1.5</sub> Ta <sub>2</sub> O <sub>6</sub> F	174	CaZr[Si <sub>3</sub> O <sub>9</sub> ] · 2H <sub>2</sub> O	359
CaTh[PO <sub>4</sub> ] <sub>2</sub>	278	CaZrTi <sub>2</sub> O <sub>7</sub>	175
CaTh[PO <sub>4</sub> ] <sub>2</sub> · H <sub>2</sub> O	278		
CaTiO <sub>3</sub>	172	<b>Cd</b>	
CaTi[O   SiO <sub>4</sub> ]	338	CdCl <sub>2</sub>	144
Ca <sub>3</sub> Ti <sub>2</sub> <sup>***</sup> [SiO <sub>4</sub> ] <sub>3</sub>	329	CdCO <sub>3</sub>	211
(Ca, U) <sub>2</sub> (Nb, Ti, Ta) <sub>2</sub> O <sub>6</sub> (O, OH, F)	174	CdJ <sub>2</sub>	144
Ca[UO <sub>2</sub>   AsO <sub>4</sub> ] <sub>2</sub> · 8H <sub>2</sub> O	313	CdO	161
Ca[UO <sub>2</sub>   AsO <sub>4</sub> ] <sub>2</sub> · 10H <sub>2</sub> O (?)	312	CdS	110
Ca <sub>2</sub> [UO <sub>2</sub>   (CO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub> ] · 10H <sub>2</sub> O	221	$\alpha$ -CdS	107
CaU <sub>2</sub> O <sub>7</sub> · xH <sub>2</sub> O	203	$\beta$ -CdS	110
Ca[(UO <sub>2</sub> ) <sub>4</sub>   (OH) <sub>4</sub>   (AsO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> ] · 6H <sub>2</sub> O	315	$\beta$ -CdSe	110
Ca[(UO <sub>2</sub> ) <sub>3</sub>   (OH) <sub>2</sub>   (MoO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> ] · 11H <sub>2</sub> O	269	CdWO <sub>4</sub>	187
Ca[(UO <sub>2</sub> ) <sub>4</sub>   (OH) <sub>4</sub>   (PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> ] · 8H <sub>2</sub> O	315		
Ca[UO <sub>2</sub>   PO <sub>4</sub> ] <sub>2</sub>	313	<b>Ce</b>	
Ca[UO <sub>2</sub>   PO <sub>4</sub> ] <sub>2</sub> · 6-2H <sub>2</sub> O	312	CeAl <sub>3</sub> [(OH) <sub>6</sub>   (PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> ]	289
Ca[UO <sub>2</sub>   PO <sub>4</sub> ] <sub>2</sub> · 10(12-10)H <sub>2</sub> O	311	Ce[F   CO <sub>3</sub> ]	216
Ca[(UO <sub>2</sub> ) <sub>2</sub>   (Si <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ) <sub>3</sub> ] · 4H <sub>2</sub> O	344		

Ce <sub>4</sub> (Fe <sup>2+</sup> , Fe <sup>3+</sup> , Ti) <sub>3</sub> Ti <sub>2</sub> [O <sub>4</sub>   Si <sub>2</sub> O <sub>7</sub> ] <sub>2</sub>	355
(Ce, La, Al) <sub>3</sub> [OH   (SiO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> ]	339
(Ce, La, ...) <sub>2</sub> [CO <sub>3</sub> ] <sub>3</sub> ·4H <sub>2</sub> O	219
(Ce, La) <sub>3</sub> [B <sub>3</sub> O <sub>6</sub>   Si <sub>3</sub> O <sub>9</sub> ]	359
(Ce, La) <sub>3</sub> F <sub>3</sub>	144
(Ce, La, Nd) <sub>2</sub> (Mg, Fe)[CO <sub>3</sub> ] <sub>4</sub>	214
(Ce, La) <sub>2</sub> Ti <sub>2</sub> [O <sub>4</sub>   Si <sub>2</sub> O <sub>7</sub> ] (?)	355
(Ce, La, Y, Th, Mn, Ca)[(Ti, Zr, Nb, Ta) <sub>2</sub> O <sub>6</sub> ]	189
(Ce, La, Y, Th, Zr, ...) <sub>3.5-3.7</sub> (Si, B) <sub>2.8-3.0</sub> (O, OH, F) <sub>13</sub>	339
CeO <sub>2</sub>	192
Ce[PO <sub>4</sub> ]	278
Ce[PO <sub>4</sub> ]·0-0,5H <sub>2</sub> O	278
(Ce, Th, Ca ...)[(Nb, Ti, Ta) <sub>2</sub> O <sub>6</sub> ]	190
(Ce, Th)O <sub>2</sub>	192

**Co**

CoAl <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	163
CoAs	114
CoAs <sub>2</sub>	126
CoAs <sub>3</sub>	128
Co <sub>3</sub> [AsO <sub>4</sub> ] <sub>2</sub> ·8H <sub>2</sub> O	297
CoAsS	124
Co <sub>3</sub> [BO <sub>3</sub> ] <sub>2</sub>	223
Co <sub>2</sub> [B <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ]	227
CoCO <sub>3</sub>	211
CoCl <sub>2</sub>	144
(Co, Cu)Co <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	199
CoFe	92
(Co, Fe)AsS	127
Co <sub>2</sub> [Ge <sub>2</sub> O <sub>6</sub> ]	365
(Co, Mn, Ni)[SO <sub>4</sub> ]·4H <sub>2</sub> O	249
(Co, Ni)AsS	439
(Co, Ni, Fe)S <sub>3</sub>	106
(Co, Ni, Mn)[SO <sub>4</sub> ]·6H <sub>2</sub> O	250
(Co, Ni) <sub>3</sub> S <sub>4</sub>	118
(Co, Ni)SbS	124
Co(OH) <sub>2</sub>	197
CoOOH	199
β-CoS	114
γ-CoS	112
CoS <sub>2</sub>	123
Co <sub>3</sub> S <sub>4</sub>	118
Co <sub>9</sub> S <sub>3</sub>	106
Co[SO <sub>4</sub> ]	239, 240
Co[SO <sub>4</sub> ]·H <sub>2</sub> O	248
Co[SO <sub>4</sub> ]·4H <sub>2</sub> O	250
Co[SO <sub>4</sub> ]·7H <sub>2</sub> O	251
CoSb <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	166
β-CoSe	114

γ-CoSe	112
CoSe <sub>2</sub>	123, 125
Co <sub>3</sub> Se <sub>4</sub>	118
Co[SeO <sub>3</sub> ]·2H <sub>2</sub> O	204
Co <sub>2</sub> [SiO <sub>4</sub> ]	325
Co[UO <sub>2</sub>   AsO <sub>4</sub> ] <sub>2</sub> ·8H <sub>2</sub> O	313
Co[UO <sub>2</sub>   AsO <sub>4</sub> ] <sub>2</sub> ·nH <sub>2</sub> O	312
CoWO <sub>4</sub>	187

**Cr**

CrBO <sub>3</sub>	223
{(Cr <sub>0.35</sub> Fe <sup>3+</sup> <sub>0.65</sub> Al <sub>0.46</sub> Mg <sub>0.82</sub> )[(OH) <sub>2</sub>   Al <sub>0.18</sub> ] {Si <sub>3.82</sub> O <sub>10</sub> } <sup>0.55-</sup> (Mg <sub>0.17</sub> Ca <sub>0.10</sub> )(H <sub>2</sub> O) <sub>4</sub> }	391
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	169

**Cs**

Cs[BF <sub>4</sub> ]	146
Cs[FeSi <sub>2</sub> O <sub>6</sub> ]	415
(Cs, Na)[AlSi <sub>2</sub> O <sub>6</sub> ]·H <sub>2</sub> O	415
Cs[UO <sub>2</sub>   VO <sub>4</sub> ] <sub>2</sub>	317

**Cu**

Cu	90
{(Cu, Al, Fe <sup>3+</sup> ) <sub>&lt;3</sub> [(OH) <sub>2</sub>   Al <sub>0.4</sub> Si <sub>3.6</sub> O <sub>10</sub> ] {(Ca, Na, K) <sub>x</sub> (H <sub>2</sub> O) <sub>4</sub> }	392
Cu <sub>2</sub> Al[(OH) <sub>4</sub>   AsO <sub>4</sub> ]·4H <sub>2</sub> O	307
(Cu, Al) <sub>3</sub> [(OH) <sub>4</sub>   (AsO <sub>4</sub> , SO <sub>4</sub> )]·6H <sub>2</sub> O	307
Cu <sub>6</sub> Al[(OH) <sub>12</sub>   Cl   SO <sub>4</sub> ]·3H <sub>2</sub> O	262
CuAl <sub>6</sub> [(OH) <sub>2</sub>   PO <sub>4</sub> ] <sub>4</sub> ·4H <sub>2</sub> O	305
CuAl <sub>4</sub> [(OH) <sub>12</sub>   SO <sub>4</sub> ]·3H <sub>2</sub> O	262
Cu <sub>4</sub> Al <sub>2</sub> [(OH) <sub>12</sub>   SO <sub>4</sub> ]·2H <sub>2</sub> O	262
Cu <sub>2</sub> Al[OH   Si <sub>3</sub> O <sub>9</sub> ]·2H <sub>2</sub> O	363
(Cu, As)	100
Cu <sub>2</sub> As	100
Cu <sub>2</sub> As <sub>3</sub>	119
α-Cu <sub>3</sub> As	100
β-Cu <sub>3</sub> As	100
Cu <sub>4</sub> As <sub>3</sub>	100
Cu <sub>6-7</sub> As	100
CuAs <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	166
Cu <sub>3</sub> [AsO <sub>4</sub> ] <sub>2</sub> ·5H <sub>2</sub> O	295
CuAsS	107
Cu <sub>3</sub> AsS <sub>3.25</sub>	109
Cu <sub>3</sub> AsS <sub>4</sub>	108, 109, 111
Cu <sub>3</sub> (As, V)S <sub>4</sub>	109
CuCl	141
CuCl <sub>2</sub>	151
CuCl <sub>2</sub> ·2H <sub>2</sub> O	145
Cu[Cl   B(OH) <sub>4</sub> ]	226
Cu(Cl, OH) <sub>2</sub>	151

$\text{Cu}(\text{Cl}, \text{OH})_2 \cdot \frac{1}{2} \text{H}_2\text{O}$	151	$\text{Cu}_2[\text{OH}   \text{PO}_4]$	281
$\text{Cu}_{19}[\text{Cl}_4   (\text{OH})_{32}   (\text{NO}_3)_2 + 2\text{H}_2\text{O}]$	152	$\text{Cu}_3[(\text{OH})_3   \text{PO}_4]$	284
$\text{Cu}_{19}[\text{Cl}_4   (\text{OH})_{32}   \text{SO}_4 + 4\text{H}_2\text{O}]$	152	$\text{Cu}_5[(\text{OH})_2   \text{PO}_4]_2$	284
$(\text{Cu}, \text{Co}, \text{Ni})_3\text{Se}_4$	118	$\text{Cu}_2[\text{OH}   \text{PO}_4] \cdot \text{H}_2\text{O} (?)$	302
$\text{Cu}_2(\text{Cu}, \text{Sn})\text{SnS}_4$	111	$\text{Cu}_3[(\text{OH})_4   \text{SO}_4]$	244
$\text{Cu}_3(\text{Fe}, \text{As}, \text{Sn})\text{S}_4$	109	$\text{Cu}_4[(\text{OH})_6   \text{SO}_4]$	244
$(\text{Cu}, \text{Fe})_2\text{Cu}_{12}[(\text{OH}, \text{H}_2\text{O})_{12}   (\text{AsO}_4)_6] \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	310	$\text{Cu}_3[(\text{OH})_4   \text{SO}_4] \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	261
$(\text{Cu}, \text{Fe}^{**})\text{Fe}_3^{***}[(\text{OH})_2   (\text{PO}_4)_3]$	283	$\text{Cu}_4[(\text{OH})_6   \text{SO}_4] \cdot \text{H}_2\text{O}$	260
$\text{Cu}_3(\text{Fe}, \text{Ge})\text{S}_4$	108	$\text{Cu}_2[(\text{OH})_2   (\text{UO}_2)_2   \text{V}_2\text{O}_5] \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	316
$\text{CuFeO}_2$	161	$\text{Cu}_2[(\text{OH})_2   \text{WO}_4]$	269
$\text{CuFe}_2\text{O}_4$	164	$\text{Cu}_2[\text{O}   \text{SO}_4]$	244
$\text{Cu}_2\text{Fe}_2[(\text{OH})_2   \text{AsO}_4]_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$	306	$\text{CuS}$	117
$\text{Cu}_2\text{Fe}_4[(\text{OH})_7   (\text{AsO}_4)_3] \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	306	$\text{Cu}_2\text{S}$	101, 102
$\text{CuFe}_3^{***}[(\text{OH})_2   \text{PO}_4]_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	305	$\text{Cu}_9\text{S}_5$	102, 103
$\text{Cu}_3\text{Fe}_4^{***}[(\text{OH})_4   (\text{SO}_4)_7] \cdot 15\text{H}_2\text{O}$	263	$\text{Cu}_2\text{S} \cdot \text{Ag}_2\text{S}$	105
$\text{CuFeS}_2$	108, 117	$\text{Cu}_2\text{S} \cdot 3\text{Ag}_2\text{S}$	105
$\text{CuFe}_2\text{S}_3$	111	$\text{Cu}_2\text{S} \cdot \text{Bi}_2\text{S}_3$	129
$\text{Cu}_2\text{Fe}_4\text{S}_7$	117	$3\text{Cu}_2\text{S} \cdot \text{Bi}_2\text{S}_3$	129
$\text{Cu}_5\text{FeS}_4$	103	$\text{Cu}_2\text{S} \cdot \text{Sb}_2\text{S}_3$	129
$\text{Cu}_5\text{FeS}_6$	117	$\text{Cu}[\text{SO}_4]$	239
$\text{Cu}_2\text{FeSnS}_4$	108, 110	$\text{Cu}[\text{SO}_4] \cdot \text{H}_2\text{O}$	249
$\text{CuFe}_2^{***}[\text{SO}_4]_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	253	$\text{Cu}[\text{SO}_4] \cdot 3\text{H}_2\text{O}$	249
$\text{CuFe}_2^{***}[\text{SO}_4]_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$	253	$\text{Cu}[\text{SO}_4] \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	250
$\text{CuGaS}_2$	108	$\text{Cu}[\text{SO}_4] \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	251
$\text{Cu}_3(\text{Ge}, \text{Fe})\text{S}_4$	109	$\text{Cu}_{1-2}\text{Sb}_{2-1}(\text{O}, \text{OH}, \text{F})_7$	174
$(\text{Cu}, \text{H}_2)_3[\text{AsO}_4]_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	295	$\text{Cu}_6\text{Sb}$	100
$\text{Cu}_9[(\text{H}_2\text{O})_{12}   (\text{AsO}_4)_6] \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	310	$\text{Cu}_3\text{SbS}_{3.25}$	109
$\text{CuH}_2[\text{UO}_2   \text{SiO}_4]_2 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	343	$\text{Cu}_3\text{SbS}_4$	108, 111
$\text{CuInS}_2$	108	$\text{CuSe}$	117
$\text{CuJ}$	141	$\text{Cu}_2\text{Se}$	102
$\text{Cu}_3[\text{JO}_3]_6 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	205	$\text{Cu}_3\text{Se}_2$	103
$\text{Cu}_2\text{Mg}_2[(\text{OH})_6   \text{CO}_3] \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	220	$\text{Cu}_2\text{Se} \cdot \text{Ag}_3\text{Se}$	105
$\text{CuMnO}_2$	161	$\text{Cu}[\text{SeO}_3] \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	204
$(\text{Cu}, \text{Ni}, \text{Co}, \text{Fe})(\text{S}, \text{Se})_2$	123	$\text{CuSiO}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$	363
$\text{CuO}$	161	$\text{Cu}_3[\text{Si}_3\text{O}_9] \cdot \text{H}_2\text{O}$	363
$\text{Cu}_2\text{O}$	160	$\text{Cu}_6[\text{Si}_6\text{O}_{18}] \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	363
$\text{Cu}_2[\text{OH}   \text{AsO}_4]$	281	$\text{CuTe}$	118
$\text{Cu}_3[(\text{OH})_3   \text{AsO}_4]$	285	$\text{Cu}_2\text{Te}$	102
$\text{Cu}_5[(\text{OH})_2   \text{AsO}_4]_2$	284	$\sim \text{Cu}_3\text{Te}_2$	103
$\text{Cu}_2[\text{OH}   \text{AsO}_4] \cdot 3\text{H}_2\text{O}$	302	$\text{Cu}[\text{TeO}_3] \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	204
$\text{Cu}_2[(\text{OH})_2   \text{CO}_3]$	215	$(\text{Cu}, \text{Tl}, \text{Ag})_2\text{Se}$	105
$\text{Cu}_3[\text{OH}   \text{CO}_3]_2$	215	$\text{Cu}[\text{UO}_2   (\text{As}, \text{P})\text{O}_4]_2 \cdot \sim 12\text{H}_2\text{O}$	312
$\text{CuOHCl}$	151	$\text{Cu}[\text{UO}_2   \text{AsO}_4]_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$	313
$\text{Cu}_2(\text{OH})_3\text{Cl}$	151	$\text{Cu}[\text{UO}_2   \text{AsO}_4]_2 \cdot 10(16-10)\text{H}_2\text{O}$	311
$\text{Cu}(\text{OH}, \text{Cl})_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	151	$\text{Cu}[\text{UO}_2   \text{OH}   \text{SO}_4]_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	265
$\text{Cu}(\text{OH}, \text{Cl})_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$	151	$\text{Cu}[\text{UO}_2   \text{PO}_4]_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$	312
$\text{Cu}[\text{OH}   \text{JO}_3]$	205	$\text{Cu}[\text{UO}_2   \text{PO}_4]_2 \cdot 10(12-8)\text{H}_2\text{O}$	311
$\text{Cu}_3[\text{OH}   \text{MoO}_4]_2$	269	$\text{Cu}_3[\text{VO}_4]_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$	293
$\text{Cu}_2[(\text{OH})_3   \text{NO}_3]$	209	$\text{Cu}_3\text{VS}_4$	109
$\text{Cu}_6[(\text{OH}_7)   (\text{NO}_3)_2   \text{PO}_4]$	209	$\text{CuZn}_2[\text{AsO}_4]_2$	276















Mg <sub>2</sub> [UO <sub>2</sub>   (CO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub> ]·18H <sub>2</sub> O	221	(Mn, Fe <sup>2+</sup> ) <sub>3</sub> [PO <sub>4</sub> ] <sub>2</sub> ·3H <sub>2</sub> O	293
MgU <sub>2</sub> [(OH) <sub>6</sub>   (MoO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> ]·2H <sub>2</sub> O	269	(Mn, Fe <sup>3+</sup> ) <sub>&lt;3</sub> [PO <sub>4</sub> ] <sub>12</sub> ·3H <sub>2</sub> O	293
Mg[UO <sub>2</sub>   PO <sub>4</sub> ] <sub>2</sub> ·10H <sub>2</sub> O	311	(Mn, Fe)S	115
MgWO <sub>4</sub>	187	(Mn, Fe) <sub>2</sub> [SiO <sub>4</sub> ]	325
(Mg, Zn, Mn) <sub>7</sub> [(OH) <sub>12</sub>   SO <sub>4</sub> ]·4H <sub>2</sub> O	261	Mn <sub>3</sub> Fe <sub>3</sub> <sup>3+</sup> [SiO <sub>4</sub> ] <sub>3</sub>	329
(Mg, Zn, Mn) <sub>8</sub> [(OH) <sub>14</sub>   SO <sub>4</sub> ]·4H <sub>2</sub> O (?)	261	(Mn, Fe)Ta <sub>2</sub> O <sub>6</sub>	188
		(Mn, Fe)WO <sub>4</sub>	187
		(Mn, Fe, Zn) <sub>8</sub> [S <sub>2</sub>   (BeSiO <sub>4</sub> ) <sub>6</sub> ]	425
		Mn <sub>2</sub> [Ge <sub>2</sub> O <sub>6</sub> ]	368
		Mn <sub>2</sub> (H <sub>3</sub> )Al <sub>2</sub> [O   OH   SiO <sub>4</sub>   Si <sub>2</sub> O <sub>7</sub> ]	354
		(Mn, Mg, Al) <sub>6</sub> [(OH) <sub>8</sub>   (Si, Al) <sub>4</sub> O <sub>10</sub> ]	403
		(Mn, Mg) <sub>2</sub> [AsO <sub>4</sub> ] <sub>2</sub> ·8H <sub>2</sub> O	297
		(Mn, Mg, Cu) <sub>5</sub> [(OH, Cl)   (AsO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub> ]	204
		(Mn, Mg, Fe) <sub>5</sub> [(OH) <sub>7</sub>   AsO <sub>4</sub> ]	285
		(Mn, Mg, Fe <sup>3+</sup> ) <sub>3</sub> [(OH) <sub>2</sub>   (Si, Fe <sup>3+</sup> )Si <sub>3</sub> O <sub>10</sub> ]	397
		(Mn, Mg, Fe <sup>3+</sup> ) <sub>3</sub> (O, OH) <sub>6</sub>	
		(Mn, Mg, Fe <sup>3+</sup> ) <sub>3</sub> [PO <sub>4</sub> ] <sub>2</sub>	274
		(Mn <sup>2+</sup> , Mg) <sub>5</sub> (Mn <sup>3+</sup> , Fe <sup>3+</sup> ) <sub>8</sub> [(OH) <sub>5</sub>   (PO <sub>4</sub> ) <sub>4</sub> ] <sub>2</sub> ·15H <sub>2</sub> O	304
		(Mn, Mg, Na)Fe <sub>2</sub> <sup>2+</sup> Be <sub>2</sub> [PO <sub>4</sub> ] <sub>4</sub> ·6H <sub>2</sub> O	292
		(Mn, Mg) <sub>5</sub> [(OH) <sub>2</sub>   AsO <sub>4</sub> ] <sub>2</sub> ·5H <sub>2</sub> O	306
		Mn <sub>4</sub> MnAl <sub>5</sub> [(OH) <sub>2</sub>   (V, As)O <sub>4</sub>   SiO <sub>4</sub>   (Si <sub>2</sub> O <sub>7</sub> ) <sub>2</sub> ]·2H <sub>2</sub> O	355
		(Mn <sup>4+</sup> , (Mn <sup>2+</sup> , Ca, Mg, Na, K))(O, OH) <sub>2</sub>	185
		Mn <sub>3</sub> [AsO <sub>3</sub> ] <sub>2</sub>	165
		Mn <sub>5</sub> As <sub>2</sub> <sup>2+</sup> [O <sub>6</sub>   SiO <sub>4</sub> ]·H <sub>2</sub> O	285
		(Mn <sup>3+</sup> , Mn <sup>2+</sup> )(O, OH) <sub>2</sub>	184
		(Mn <sup>2+</sup> , Mn <sup>3+</sup> ) <sub>3</sub> (O, OH) <sub>4</sub>	166
		Mn <sup>2+</sup> Mn <sup>3+</sup> [O <sub>8</sub>   SiO <sub>4</sub> ]	335, 336
		(Mn, Na, Ca) <sub>8</sub> (Al, Mn) <sub>2</sub> [PO <sub>3</sub> (OH, F)] <sub>3</sub>	276
		MnO	161
		MnO <sub>2</sub>	182
		α-MnO <sub>2</sub>	183
		β-MnO <sub>2</sub>	181, 182
		γ-MnO <sub>2</sub>	184
		δ-MnO <sub>2</sub>	185
		Mn <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	168
		γ-Mn <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	169
		Mn(OH) <sub>2</sub>	197
		Mn <sub>2</sub> [OH   AsO <sub>4</sub> ]	281
		Mn <sub>4</sub> [(OH) <sub>5</sub>   AsO <sub>4</sub> ]	285
		Mn <sub>3</sub> [(OH) <sub>2</sub>   AsO <sub>4</sub> ] <sub>2</sub>	284
		Mn <sub>7</sub> [(OH) <sub>4</sub>   AsO <sub>4</sub> ] <sub>2</sub>	285
		Mn <sub>3</sub> [(OH) <sub>3</sub>   AsO <sub>4</sub> ] <sub>1</sub> ·H <sub>2</sub> O	306
		Mn <sub>2</sub> (OH) <sub>3</sub> Cl	151
		Mn <sub>4</sub> [(OH, Cl) <sub>4</sub>   B <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ]	228
		Mn <sub>5</sub> [(OH, F) <sub>2</sub>   (SiO <sub>4</sub> ) <sub>4</sub> ]	335
		Mn <sub>5</sub> [(OH) <sub>2</sub>   (SiO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> ]	335
		Mn <sub>6</sub> [(OH) <sub>8</sub>   Si <sub>4</sub> O <sub>10</sub> ]	402
		Mn <sub>8</sub> [(OH) <sub>10</sub>   Si <sub>6</sub> O <sub>15</sub> ]	410
Mn <sub>2</sub> AlAl <sub>3</sub> [(OH) <sub>4</sub>   O <sub>2</sub>   (SiO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> ]	340		
(Mn, Al, Fe <sup>3+</sup> ) <sub>3</sub> [(OH) <sub>2</sub>   (Al, Si)Si <sub>3</sub> O <sub>10</sub> ]	397		
Mn <sub>3</sub> (OH) <sub>6</sub>			
MnAl <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	163		
MnAl <sub>2</sub> [(OH) <sub>4</sub>   Si <sub>2</sub> O <sub>6</sub> ]	368		
MnAl <sub>2</sub> [SO <sub>4</sub> ] <sub>2</sub> ·22H <sub>2</sub> O	254		
Mn <sub>3</sub> Al <sub>2</sub> [SiO <sub>4</sub> ] <sub>3</sub>	329		
MnAs	110		
Mn <sub>3</sub> [AsO <sub>3</sub> ] <sub>2</sub>	203		
Mn <sub>3</sub> As <sub>2</sub> <sup>2+</sup> [O <sub>6</sub>   SiO <sub>4</sub> ]·H <sub>2</sub> O	336		
Mn <sub>3</sub> [BO <sub>3</sub> ] <sub>2</sub>	223		
Mn <sub>2</sub> [B <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ]·H <sub>2</sub> O	227		
MnBe[(OH, F)   PO <sub>4</sub> ]	280		
MnCO <sub>3</sub>	211		
(Mn, Ca) <sub>2</sub> Na[Si <sub>3</sub> O <sub>8</sub> OH]	374		
Mn <sub>5</sub> Ca[PO <sub>4</sub> ] <sub>4</sub> ·4H <sub>2</sub> O	292		
(Mn, Ca) <sub>3</sub> [Si <sub>3</sub> O <sub>9</sub> ]	374		
(Mn, Ca) <sub>4</sub> (Zn, Mg, Fe) <sub>2</sub> [(OH) <sub>5</sub> O <sub>2</sub>   AsO <sub>4</sub> ]	285		
(Mn, Ca, Zn)Te <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	177		
MnCl <sub>2</sub>	144		
Mn <sub>3</sub> [Cl   B <sub>2</sub> O <sub>13</sub> ]	236		
MnCr <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	164		
(Mn, Fe <sup>2+</sup> )Al[(OH) <sub>2</sub>   PO <sub>4</sub> ]·H <sub>2</sub> O	305		
(Mn, Fe <sup>2+</sup> ) <sub>2</sub> [F   PO <sub>4</sub> ]	281		
(Mn, Fe <sup>2+</sup> )Fe <sup>2+</sup> [(OH) <sub>5</sub>   (PO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> ]	283		
MnFe <sub>12</sub> Fe <sub>7</sub> <sup>3+</sup> (OH) <sub>11</sub> Si <sub>13</sub> O <sub>44</sub>	373		
(Mn, Fe <sup>2+</sup> ) <sub>5</sub> H <sub>2</sub> [PO <sub>4</sub> ] <sub>4</sub> ·4H <sub>2</sub> O	292		
(Mn, Fe <sup>3+</sup> ) <sub>5</sub> H <sub>2</sub> [PO <sub>4</sub>   (OH) <sub>4</sub> ] <sub>4</sub> ·4H <sub>2</sub> O	292		
(Mn, Fe)Nb <sub>2</sub> O <sub>6</sub>	188		
MnFe <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	163		
(Mn, Fe) <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	169		
(Mn, Fe) <sub>3</sub> O <sub>4</sub>	165		
(Mn, Fe) <sub>8</sub> [(OH, Cl) <sub>10</sub>   Si <sub>6</sub> O <sub>15</sub> ]	410		
(Mn, Fe <sup>2+</sup> ) <sub>2</sub> [OH   PO <sub>4</sub> ]	281		
MnFe <sub>2</sub> <sup>2+</sup> [OH   PO <sub>4</sub> ] <sub>2</sub> ·H <sub>2</sub> O	303		
MnFe <sub>2</sub> <sup>2+</sup> [OH   PO <sub>4</sub> ] <sub>2</sub> ·6H <sub>2</sub> O	303		
MnFe <sub>2</sub> <sup>2+</sup> [OH   PO <sub>4</sub> ] <sub>2</sub> ·8H <sub>2</sub> O	303		
(Mn, Fe) <sub>8</sub> [(OH) <sub>10</sub>   (Si, As) <sub>6</sub> O <sub>15</sub> ]	410		
6(Mn, Fe)O·Sb <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (?)	176		
8(Mn, Fe)O·Sb <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (?)	176		
(Mn <sup>3+</sup> , Fe <sup>3+</sup> )[PO <sub>4</sub> ]	274		

Mn <sub>7</sub> [(OH) <sub>2</sub>   (SiO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> ]	335	NaAl[Si <sub>2</sub> O <sub>6</sub> ]	367
α-MnOOH	198	NaAlSi <sub>3</sub> O <sub>8</sub>	416
γ-MnOOH	198	Na[AlSi <sub>3</sub> O <sub>8</sub> ]	419
Mn <sub>3</sub> [PO <sub>4</sub>   BO <sub>3</sub> ]·3H <sub>2</sub> O	226	Na[AlSi <sub>2</sub> O <sub>6</sub> ]·H <sub>2</sub> O	415
α-MnS	115	Na <sub>2</sub> [Al <sub>2</sub> Si <sub>3</sub> O <sub>10</sub> ]·2H <sub>2</sub> O	427
β-MnS	110, 115	NaAl <sub>3</sub> V <sub>10</sub> O <sub>38</sub> ·30H <sub>2</sub> O	194
γ-MnS	115	Na[BF <sub>4</sub> ]	146, 242
MnS <sub>2</sub>	123	Na[B <sub>5</sub> O <sub>6</sub> (OH) <sub>4</sub> ]·3H <sub>2</sub> O	231
Mn[SO <sub>4</sub> ]	240	Na <sub>2</sub> [B <sub>4</sub> O <sub>5</sub> (OH) <sub>4</sub> ]·3H <sub>2</sub> O	229
Mn[SO <sub>4</sub> ]·H <sub>2</sub> O	248	Na <sub>2</sub> [B <sub>4</sub> O <sub>5</sub> (OH) <sub>4</sub> ]·8H <sub>2</sub> O	229
Mn[SO <sub>4</sub> ]·4H <sub>2</sub> O	249	Na <sub>2</sub> [B <sub>4</sub> O <sub>6</sub> (OH) <sub>2</sub> ]·3H <sub>2</sub> O	233
Mn[SO <sub>4</sub> ]·5H <sub>2</sub> O	250	Na <sub>2</sub> [B <sub>5</sub> O <sub>6</sub> (OH) <sub>5</sub> ]·H <sub>2</sub> O	230
Mn[SO <sub>4</sub> ]·7H <sub>2</sub> O	251, 252	Na[B <sub>3</sub> Si <sub>3</sub> O <sub>9</sub> ]	420
Mn <sub>14</sub> Sb <sub>2</sub> (Al, Fe) <sub>4</sub> [O <sub>21</sub>   (SiO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> ]	336	NaB[Si <sub>2</sub> O <sub>6</sub> ]·H <sub>2</sub> O	357
MnSb <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	166	(Na, Ba, Ca, Y, SE, U) <sub>1</sub> [CO <sub>3</sub> ] <sub>9</sub> ·5H <sub>2</sub> O	441
MnSb <sub>2</sub> O <sub>6</sub>	189	NaBa(Ti, Fe) <sub>3</sub> [Si <sub>4</sub> O <sub>15</sub> ]	356
Mn <sub>2</sub> [SiO <sub>4</sub> ]	325	Na <sub>2</sub> BaTi <sub>2</sub> [Si <sub>2</sub> O <sub>7</sub> ] <sub>2</sub>	347
MnTiO <sub>3</sub>	170	α-Na <sub>2</sub> [BeF <sub>4</sub> ]	324
MnWO <sub>4</sub>	187	β-Na <sub>2</sub> [BeF <sub>4</sub> ]	242
Mn <sub>9</sub> Zn <sub>2</sub> Mg <sub>4</sub> [O   (OH) <sub>14</sub>   (AsO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>   (SiO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> ]	336	NaBe[OH   Si <sub>3</sub> O <sub>7</sub> ]	379, 380
(Mn, Zn) <sub>7</sub> [(OH) <sub>5</sub>   CO <sub>3</sub> ] <sub>2</sub>	215	NaBe[PO <sub>4</sub> ]	273
MnZn <sub>2</sub> [(OH) <sub>2</sub>   SiO <sub>4</sub> ]	332	Na <sub>2</sub> [BeSi <sub>2</sub> O <sub>6</sub> ]	414
(Mn, Zn) <sub>16</sub> Sb <sub>2</sub> [O <sub>13</sub>   (SiO <sub>4</sub> ) <sub>1</sub> ]	336	NaBr·2H <sub>2</sub> O	145
(Mn, Zn) <sub>2</sub> Te <sub>3</sub> O <sub>8</sub>	178	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> ·H <sub>2</sub> O	218
		Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> ·10H <sub>2</sub> O	218
		Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> ·3NaHCO <sub>3</sub>	210
		Na <sub>6</sub> [CO <sub>3</sub>   (SO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> ]	248
		NaCa <sub>2</sub> [Al <sub>2</sub> (Al, Si)Si <sub>2</sub> O <sub>10</sub> ] <sub>2</sub> ·6H <sub>2</sub> O	427
		NaCa[AlF <sub>6</sub> ]·H <sub>2</sub> O	149
		(Na, Ca)Al <sub>2</sub> [(OH) <sub>2</sub>   Al(Al, Si)Si <sub>2</sub> O <sub>10</sub> ]	386
		Na <sub>4</sub> Ca <sub>2</sub> Al <sub>3</sub> [(OH, F) <sub>8</sub>   (PO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> ]	287
		(Na, Ca)Al <sub>3</sub> [(OH, O) <sub>4</sub>   (PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> ]·2H <sub>2</sub> O	308
		Na <sub>2</sub> Ca <sub>2</sub> Al <sub>5</sub> [(OH) <sub>12</sub>   (PO <sub>4</sub> ) <sub>8</sub> ]·6H <sub>2</sub> O	308
		NaCa <sub>2-3</sub> [Al <sub>3</sub> Si <sub>5</sub> O <sub>16</sub> ] <sub>2</sub> ·13.5H <sub>2</sub> O	431
		(Na <sub>2</sub> , Ca)[Al <sub>2</sub> Si <sub>4</sub> O <sub>12</sub> ] <sub>2</sub> ·6H <sub>2</sub> O	432
		Na <sub>2</sub> Ca[Al <sub>2</sub> Si <sub>4</sub> O <sub>12</sub> ] <sub>2</sub> ·16H <sub>2</sub> O	433
		Na <sub>2</sub> Ca <sub>2</sub> [Al <sub>2</sub> Si <sub>3</sub> O <sub>10</sub> ] <sub>3</sub> ·8H <sub>2</sub> O	427
		NaCa <sub>5</sub> [Al <sub>10</sub> Si <sub>5</sub> P <sub>5</sub> O <sub>30</sub> (OH) <sub>18</sub> ]·8H <sub>2</sub> O	415
		NaCa[B <sub>5</sub> O <sub>6</sub> (OH) <sub>6</sub> ]·2H <sub>2</sub> O	230
		NaCa[B <sub>5</sub> O <sub>6</sub> (OH) <sub>6</sub> ]·5H <sub>2</sub> O	230
		Na <sub>2</sub> Ca[CO <sub>3</sub> ] <sub>2</sub>	214
		Na <sub>2</sub> Ca <sub>2</sub> [CO <sub>3</sub> ] <sub>3</sub>	214
		Na <sub>2</sub> Ca[CO <sub>3</sub> ] <sub>2</sub> ·2H <sub>2</sub> O	218
		Na <sub>2</sub> Ca[CO <sub>3</sub> ] <sub>2</sub> ·5H <sub>2</sub> O	218
		(Na <sub>2</sub> , Ca) <sub>4</sub> [CO <sub>3</sub>   (H <sub>2</sub> O) <sub>0-3</sub>   (AlSiO <sub>4</sub> ) <sub>6</sub> ]	423
		(Na, Ca, Ce) <sub>2</sub> (Al, Ce, La, Nd) <sub>3</sub> [OH   ((Si, P)O) <sub>3</sub> ]·H <sub>2</sub> O	339
		(Na, Ca, Ce) <sub>3</sub> (Ti, Ce)[(F, OH, O) <sub>2</sub>   Si <sub>2</sub> O <sub>7</sub> ]	351
		NaCa <sub>2</sub> Fe <sub>1</sub> (Al, Fe <sup>+++</sup> )[(OH, F) <sub>2</sub>   Al <sub>2</sub> Si <sub>6</sub> O <sub>22</sub> ]	370
		Na <sub>2</sub> CaFe <sub>1</sub> (Fe <sup>+++</sup> , Al)[(OH, F) <sub>2</sub>   AlSi <sub>7</sub> O <sub>22</sub> ]	371
<b>Mo</b>			
MoO <sub>3</sub>	195		
Mo <sub>3</sub> O <sub>8</sub> + aq. ± H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	195		
MoO <sub>3</sub> ·2H <sub>2</sub> O	195		
MoS <sub>2</sub>	127		
MoSe <sub>2</sub>	127		
<b>Na</b>			
α-Na <sub>3</sub> [AlF <sub>6</sub> ]	147		
β-Na <sub>3</sub> [AlF <sub>6</sub> ]	148		
Na <sub>5</sub> [Al <sub>3</sub> F <sub>14</sub> ]	149		
NaAl[F   AsO <sub>4</sub> ]	286		
Na <sub>x</sub> (Al, Fe, Ti) <sub>24-x</sub> O <sub>36-x</sub>	171		
Na <sub>3</sub> Al <sub>2</sub> [LiF <sub>4</sub> ] <sub>3</sub>	148		
NaAl <sub>23</sub> O <sub>35</sub>	171		
NaAl[(OH) <sub>2</sub>   CO <sub>3</sub> ]	216		
NaAl <sub>2</sub> [(OH, F) <sub>2</sub>   AlSi <sub>3</sub> O <sub>10</sub> ]	383		
NaAl <sub>3</sub> [(OH) <sub>2</sub>   PO <sub>4</sub> ] <sub>2</sub>	287		
NaAl <sub>3</sub> [(OH) <sub>4</sub>   (PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> ]·2H <sub>2</sub> O	308		
NaAl <sub>3</sub> [(OH) <sub>6</sub>   (SO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> ]	245		
Na <sub>3</sub> Al <sub>2</sub> [PO <sub>4</sub> ] <sub>3</sub>	276		
NaAl[SO <sub>4</sub> ] <sub>2</sub> ·6H <sub>2</sub> O	254		
NaAl[SO <sub>4</sub> ] <sub>2</sub> ·11H <sub>2</sub> O (?)	254		
NaAl[SO <sub>4</sub> ] <sub>2</sub> ·12H <sub>2</sub> O	254		
Na[AlSiO <sub>4</sub> ]	414		

(Na, Ca)(Fe <sup>+++</sup> , Mg, Al, Mn)[Si <sub>2</sub> O <sub>6</sub> ]	367	Na <sub>8</sub> [(Cl <sub>2</sub> , SO <sub>4</sub> , CO <sub>3</sub> )   (AlSi <sub>3</sub> O <sub>8</sub> ) <sub>6</sub> ]	425
Na <sub>2,5</sub> Ca <sub>0,5</sub> (Fe <sup>++</sup> , Mg, Fe <sup>+++</sup> , Al) <sub>5</sub> [(OH, F) <sub>2</sub>   Al <sub>0,5</sub> Si <sub>7,5</sub> O <sub>22</sub> ]	371	Na <sub>2</sub> Co[SCN] <sub>4</sub> ·8H <sub>2</sub> O	435
(Na, Ca) <sub>2</sub> (Fe, Mn) <sub>3</sub> [PO <sub>4</sub> ] <sub>3</sub>	275	Na <sub>2</sub> Co[SO <sub>4</sub> ] <sub>2</sub> ·4H <sub>2</sub> O	256
NaCa <sub>2</sub> Fe <sup>++</sup> [(OH, F) <sub>2</sub>   AlSi <sub>7</sub> O <sub>22</sub> ]	370	Na <sub>2</sub> Cu[CO <sub>3</sub> ] <sub>2</sub> ·3H <sub>2</sub> O	219
(Na, Ca)(Fe <sup>++</sup> , Ti, Al, Fe <sup>+++</sup> ) <sub>5</sub> [O <sub>3</sub>   Si <sub>4</sub> O <sub>11</sub> ]	373	NaCu <sub>2</sub> [OH   (SO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> ]·H <sub>2</sub> O	263
(Na, Ca, Fe) <sub>6</sub> Zr[(OH, Cl)   (Si <sub>3</sub> O <sub>9</sub> ) <sub>2</sub> ]	358	Na <sub>2</sub> Cu[SO <sub>4</sub> ] <sub>2</sub> ·2H <sub>2</sub> O	255
(Na, Ca, H <sub>2</sub> ) <sub>&lt;2</sub> (Fe <sup>+++</sup> , Mn) <sub>3</sub> [PO <sub>4</sub> ] <sub>3</sub>	275	NaF	141
NaCa <sub>2</sub> Mg <sub>4</sub> (Al, Fe <sup>+++</sup> )[(OH, F) <sub>2</sub>   Al <sub>2</sub> Si <sub>6</sub> O <sub>22</sub> ]	370	Na <sub>3</sub> [F   Cl   SO <sub>4</sub> ]	247
(Na, <sup>1/2</sup> Ca, <sup>1/2</sup> Mg)Al <sub>4</sub> [(OH) <sub>8</sub>   AlSi <sub>3</sub> O <sub>10</sub> ]	400	Na <sub>6</sub> [F   Cl   (SO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> ]	247
NaCa <sub>2</sub> Mg <sub>5</sub> [F   Si <sub>3,5</sub> Al <sub>0,5</sub> O <sub>11</sub> ]	370	Na <sub>2</sub> [(F, OH, H <sub>2</sub> O) <sub>1-2</sub>   (Al, Si)Si <sub>3</sub> O <sub>12</sub> ]	424
Na <sub>2</sub> CaMg <sub>4</sub> (Fe <sup>+++</sup> , Al)[(OH, F) <sub>2</sub>   AlSi <sub>7</sub> O <sub>22</sub> ]	371	Na <sub>4</sub> Fe <sup>++</sup> Al <sub>4</sub> H <sub>4</sub> Si <sub>6</sub> O <sub>27</sub>	410
Na <sub>2,5</sub> Ca <sub>0,5</sub> (Mg, Fe <sup>++</sup> , Fe <sup>+++</sup> , Al) <sub>5</sub> [(OH, F) <sub>2</sub>   Al <sub>0,5</sub> Si <sub>7,5</sub> O <sub>22</sub> ]	371	NaFe <sub>3</sub> <sup>++</sup> Al <sub>6</sub> [(OH) <sub>1+3</sub>   (BO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub>   Si <sub>6</sub> O <sub>18</sub> ]	362
Na <sub>2</sub> Ca(Mg, Fe <sup>++</sup> , Mn, Fe <sup>+++</sup> , Al) <sub>5</sub> [(OH, F)   Si <sub>4</sub> O <sub>11,2</sub> ]	371	Na <sub>4</sub> Fe <sup>++</sup> Al <sub>4</sub> [(O, OH) <sub>4</sub>   Si <sub>4</sub> O <sub>10,2</sub> ]	410
NaCa <sub>2</sub> Mg <sub>5</sub> [(OH, F) <sub>2</sub>   AlSi <sub>7</sub> O <sub>22</sub> ]	370	Na <sub>2</sub> Fe <sub>3</sub> <sup>++</sup> Fe <sup>++</sup> [(OH, F)   Si <sub>4</sub> O <sub>11,2</sub> ]	371
NaCa <sub>2</sub> Mg <sub>2</sub> [PO <sub>4</sub> ] <sub>3</sub>	276	Na <sub>2</sub> (Fe, Mg) <sub>4</sub> (AlO) <sub>16</sub>	
(Na, Ca) <sub>2</sub> (Mn, Fe) <sub>3</sub> [PO <sub>4</sub> ] <sub>3</sub>	275	[(OH) <sub>3</sub>   BO <sub>3</sub>   (SiO <sub>4</sub> ) <sub>5</sub> ]	342
(Na, Ca) <sub>2</sub> (Mn, Mg, Ca, Pb) <sub>3</sub> [AsO <sub>4</sub> ] <sub>3</sub>	275	Na <sub>0,8</sub> (Fe <sup>+++</sup> , Mg <sub>0,7</sub> )[(OH) <sub>2</sub>   Al <sub>0,4</sub> Si <sub>3,6</sub> O <sub>10</sub> ]	383
(Na, Ca, Mn) <sub>3</sub> Zr[(F, OH, O) <sub>2</sub>   Si <sub>2</sub> O <sub>7</sub> ]	350	Na <sub>2</sub> (Fe <sup>++</sup> , Mn <sup>++</sup> ) <sub>5</sub> [PO <sub>4</sub> ] <sub>4</sub>	275
(Na, Ca)(Nb, Ti, Mg, Fe, Mn)[OH   SiO <sub>4</sub> ]	341	NaFe <sub>3</sub> <sup>+++</sup> [(OH) <sub>4</sub>   (PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> ]·2H <sub>2</sub> O	308
α-NaCa[PO <sub>4</sub> ]	242	NaFe <sub>3</sub> <sup>+++</sup> [(OH) <sub>6</sub>   (SO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> ]	245
(Na <sub>0,53</sub> Ca <sub>0,26</sub> Pb <sub>0,26</sub> Th <sub>0,6</sub> U <sub>0,02</sub> H <sub>2</sub> O <sub>0,88</sub> ) U <sub>2</sub> (O <sub>6,93</sub> H <sub>2</sub> O <sub>0,07</sub> )	203	Na <sub>2</sub> Fe <sup>+++</sup> [OH   (SO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> ]·1 <sup>1/2</sup> H <sub>2</sub> O	264
(Na, Ca) <sub>8-11</sub> [(SO <sub>4</sub> ) <sub>2-1</sub>   (AlSiO <sub>4</sub> ) <sub>6</sub> ]	424	Na <sub>2</sub> Fe <sup>+++</sup> [OH   (SO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> ]·3H <sub>2</sub> O	264
(Na, Ca) <sub>8</sub> [(SO <sub>4</sub> , S, Cl) <sub>2</sub>   (AlSiO <sub>4</sub> ) <sub>6</sub> ]	424	NaFe <sup>+++</sup> [SO <sub>4</sub> ] <sub>2</sub> ·6H <sub>2</sub> O	254
Na <sub>4</sub> Ca <sub>3</sub> [Si <sub>6</sub> O <sub>16</sub> (OH, F) <sub>2</sub> ]	362	Na <sub>2</sub> Fe[SO <sub>4</sub> ] <sub>2</sub> ·4H <sub>2</sub> O	256
Na <sub>2</sub> (Ca, Sr, Ba, Ce, La) <sub>4</sub> [CO <sub>3</sub> ] <sub>3</sub>	214	Na <sub>3</sub> Fe <sup>+++</sup> [SO <sub>4</sub> ] <sub>3</sub> ·3H <sub>2</sub> O	256
(Na, Ca, Sr, SE) <sub>9</sub> (Fe, Mn) <sub>2</sub> (Zr, Nb) <sub>2</sub>		NaFe <sup>+++</sup> [Si <sub>2</sub> O <sub>6</sub> ]	367
[Cl   Si <sub>1,2</sub> O <sub>3,5</sub> ]	443	NaFe <sup>+++</sup> (Ti, Nb) <sub>3</sub> O <sub>7</sub> (O, OH) <sub>2</sub>	177
Na <sub>4</sub> Ca <sub>4</sub> Ti <sub>4</sub> [(O, OH, F) <sub>3</sub>   SiO <sub>4</sub> ] <sub>3</sub>	338	Na <sub>4</sub> Fe <sub>10</sub> Ti <sub>2</sub> [O <sub>4</sub>   (Si <sub>2</sub> O <sub>6</sub> ) <sub>6</sub> ]	373
Na <sub>2</sub> Ca[VO <sub>2</sub>   (CO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub> ]·6H <sub>2</sub> O	222	Na <sub>2</sub> FeTi[Si <sub>4</sub> O <sub>12</sub> ]	360
NaCa <sub>3</sub> [VO <sub>2</sub>   F   SO <sub>4</sub>   (CO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub> ]·4H <sub>2</sub> O	222	NaHCO <sub>3</sub>	210
NaCa <sub>2</sub> [VO <sub>2</sub>   F   SO <sub>4</sub>   (CO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub> ]·10H <sub>2</sub> O	222	Na <sub>3</sub> H[CO <sub>3</sub> ] <sub>2</sub> ·2H <sub>2</sub> O	218
(Na, Ca) <sub>2</sub> V <sub>6</sub> O <sub>16</sub> ·4H <sub>2</sub> O	318	NaHF <sub>2</sub>	199
NaCaYF <sub>6</sub>	144	(Na, H <sub>2</sub> O)Al <sub>2</sub> [(H <sub>2</sub> O, OH) <sub>2</sub>   AlSi <sub>3</sub> O <sub>10</sub> ]	387
Na <sub>4</sub> Ca <sub>16</sub> (Y, La) <sub>3</sub> (Zr, Ce) <sub>6</sub> [F <sub>12</sub>   (BO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub>   (SiO <sub>4</sub> ) <sub>12</sub> ]	342	NaH[SO <sub>4</sub> ]·H <sub>2</sub> O	259
(Na, Ce, Ca) <sub>5</sub> [F   (SiO <sub>4</sub> , PO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> ]	290	(Na, K)(Al, Mg, Fe, Li) <sub>2-3</sub>	
(Na, Ce, Ca)(Ti, Nb) <sub>3</sub> O <sub>3</sub>	173	[(OH, F) <sub>2</sub>   AlSi <sub>3</sub> O <sub>10</sub> ]	385
(Na, Ce, Ca)TiO <sub>3</sub>	172	(Na, K)[AlSiO <sub>4</sub> ]	413
Na <sub>4</sub> (Ce, La...) <sub>1,5</sub> (Sr, Mn, Ca, Mg) <sub>3</sub> Si <sub>5</sub> O <sub>23</sub>	357	Na <sub>0,95</sub> K <sub>0,30</sub> Ca <sub>0,05</sub> [Al <sub>1,35</sub> Si <sub>1,65</sub> O <sub>18</sub> ]·5H <sub>2</sub> O	430
Na <sub>2</sub> Ce(Mn, Ta, Fe...) <sub>2</sub> H <sub>2</sub> [(Si, P)O <sub>4</sub> ] <sub>3</sub>	338	(Na, K) <sub>10</sub> Ca <sub>2</sub> [(Cl <sub>2</sub> , F <sub>2</sub> , SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>   O <sub>4</sub>   Al <sub>6</sub> Si <sub>32</sub> O <sub>76</sub> ]·18H <sub>2</sub> O	428
NaCl	141	(Na, K, Ca)(Fe, Al, Mg)[Si <sub>2</sub> O <sub>6</sub> ]·2H <sub>2</sub> O	357
Na <sub>8</sub> [Cl <sub>2</sub>   (AlSiO <sub>4</sub> ) <sub>6</sub> ]	424	(Na, K, Ca)(Mn, Al, Mg) <sub>3</sub> [(OH) <sub>2</sub> (OH, H <sub>2</sub> O) <sub>2</sub>   (Si, Al)Si <sub>3</sub> O <sub>10</sub> ]	388
Na <sub>2</sub> [Cl   B(OH) <sub>4</sub> ]	227	(Na, K, Ca)(Nb, Ti)[Si <sub>2</sub> O <sub>7</sub> ]·2H <sub>2</sub> O	347
Na <sub>8</sub> [Cl <sub>2</sub>   (BeAlSi <sub>4</sub> O <sub>12</sub> ) <sub>2</sub> ]	424	(Na, K) <sub>5</sub> Ca <sub>4</sub> [(OH, F) <sub>3</sub>   Si <sub>10</sub> O <sub>25</sub> ]	356
NaCl·2H <sub>2</sub> O	145	(Na, K) <sub>6</sub> Ca <sub>2</sub> [(SO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>   (AlSiO <sub>4</sub> ) <sub>6</sub> ]	423
		(Na, K) <sub>2</sub> Fe <sup>+++</sup> (Al, Fe <sup>+++</sup> ) <sub>2</sub> Si <sub>5</sub> O <sub>15</sub> ·H <sub>2</sub> O	385
		(Na, K) <sub>2</sub> Mg[OH   Al <sub>3</sub> Si <sub>15</sub> O <sub>36</sub> ]·9H <sub>2</sub> O	430
		(Na, K)(Mg, Zn) <sub>2</sub> H[AsO <sub>4</sub> ] <sub>2</sub> ·4H <sub>2</sub> O	300

(Na, K, Mn) <sub>2</sub> Fe <sup>••</sup> (Fe <sup>•••</sup> , Al, Mg, Ti)H [(Si, AlH) <sub>8</sub> O <sub>20</sub> ]	357	Na <sub>8</sub> [SO <sub>4</sub>   (AlSiO <sub>4</sub> ) <sub>6</sub> ]	424
(Na, K) <sub>2</sub> V <sub>6</sub> O <sub>16</sub> · 9 H <sub>2</sub> O	318	Na <sub>2</sub> [SO <sub>4</sub> · 10 H <sub>2</sub> O]	259
(Na, K, Zn, Mg) <sub>2</sub> [(OH, H <sub>2</sub> O) <sub>1-2</sub>   (Al, Be) <sub>2</sub> Si <sub>4</sub> O <sub>12</sub> ]	424	Na <sub>3</sub> [SO <sub>4</sub>   NO <sub>3</sub> ] · H <sub>2</sub> O	209
Na(Li, Al) <sub>3</sub> Al <sub>6</sub> [(OH) <sub>1+3</sub>   (BO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub>   Si <sub>6</sub> O <sub>18</sub> ]	362	NaSbBe <sub>4</sub> O <sub>7</sub>	166
Na <sub>3</sub> Li <sub>3</sub> [AlF <sub>6</sub> ] <sub>2</sub>	147	NaSb(OH) <sub>6</sub>	200
(Na, Li) <sub>4</sub> As <sub>2</sub> Sb <sub>8</sub> S <sub>17</sub> · 6 H <sub>2</sub> O	139	Na <sub>2</sub> [SiF <sub>6</sub> ]	147
NaLi[BeF <sub>4</sub> ]	326	Na <sub>4</sub> [Si <sub>2</sub> O <sub>6</sub> ]	367
Na <sub>2</sub> Li[Be <sub>2</sub> F <sub>7</sub> ]	345	α-Na <sub>4</sub> [Si <sub>4</sub> O <sub>10</sub> ]	381
Na <sub>3</sub> Li[BeF <sub>4</sub> ] <sub>2</sub>	326	β-Na <sub>4</sub> [Si <sub>4</sub> O <sub>10</sub> ]	381
(Na, Li)[(OH, F)   PO <sub>4</sub> ]	280	NaSr <sub>2</sub> [AlF <sub>6</sub> ] · [AlF <sub>5</sub> H <sub>2</sub> O]	148
Na <sub>2</sub> Mg[AlF <sub>7</sub> ]	149	NaSr <sub>2</sub> Al <sub>2</sub> (F, OH) <sub>11</sub>	148
NaMg(Al, Fe)[C <sub>2</sub> O <sub>4</sub> ] <sub>3</sub> · 8-9 H <sub>2</sub> O	444	Na <sub>2</sub> Sr <sub>2</sub> Al <sub>2</sub> [F <sub>9</sub>   PO <sub>4</sub> ]	288
NaMg <sub>2</sub> Al <sub>6</sub> [(OH) <sub>1+3</sub>   (BO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub>   Si <sub>6</sub> O <sub>18</sub> ]	362	Na <sub>3</sub> Sr <sub>2</sub> Ti <sub>3</sub> [(O, OH, F) <sub>2</sub>   Si <sub>2</sub> O <sub>7</sub> ] <sub>2</sub>	352
Na <sub>2</sub> Mg <sub>3</sub> Al <sub>2</sub> [(OH, F)   Si <sub>4</sub> O <sub>11</sub> ] <sub>2</sub>	371	Na <sub>2</sub> Ti <sub>2</sub> [O   Si <sub>4</sub> O <sub>10</sub> ]	379
Na <sub>2</sub> Mg[CO <sub>3</sub> ] <sub>2</sub>	214	Na <sub>2</sub> Ti <sub>2</sub> [O <sub>3</sub>   Si <sub>2</sub> O <sub>6</sub> ]	368
Na <sub>3</sub> Mg[Cl   (CO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ]	216	Na <sub>2</sub> U <sub>2</sub> O <sub>7</sub>	203
Na <sub>21</sub> Mg[Cl <sub>3</sub>   (SO <sub>4</sub> ) <sub>10</sub> ]	244	Na <sub>2</sub> [UO <sub>2</sub>   AsO <sub>4</sub> ] <sub>2</sub> · 8 H <sub>2</sub> O	313
NaMgF <sub>3</sub>	149	Na <sub>2</sub> [UO <sub>2</sub>   AsO <sub>4</sub> ] <sub>2</sub> · x H <sub>2</sub> O	312
NaMgFe <sup>•••</sup> [C <sub>2</sub> O <sub>4</sub> ] <sub>3</sub> · 8-9 H <sub>2</sub> O	435	Na <sub>2</sub> [UO <sub>2</sub>   PO <sub>4</sub> ] <sub>2</sub> · 8 H <sub>2</sub> O	312
Na <sub>2</sub> Mg <sub>3</sub> Fe <sup>•••</sup> [(OH, F)   Si <sub>4</sub> O <sub>11</sub> ] <sub>2</sub>	371	Na <sub>2</sub> [UO <sub>2</sub>   PO <sub>4</sub> ] <sub>2</sub> · 10(?) H <sub>2</sub> O	311
NaMg[OH   SO <sub>4</sub> ] · 2 H <sub>2</sub> O	442	Na <sub>2</sub> [(UO <sub>2</sub> ) <sub>2</sub>   (Si <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ) <sub>3</sub> ] · 4 H <sub>2</sub> O	344
Na <sub>2</sub> Mg <sub>3</sub> [(OH) <sub>2</sub>   Si <sub>6</sub> O <sub>15</sub> ] · 2 H <sub>2</sub> O + 4 H <sub>2</sub> O	411	Na <sub>2</sub> [(UO <sub>2</sub> ) <sub>2</sub>   V <sub>2</sub> O <sub>6</sub> ] · n H <sub>2</sub> O	316
Na <sub>3</sub> Mg[PO <sub>4</sub>   CO <sub>3</sub> ]	216	Na <sub>2</sub> V <sub>6</sub> O <sub>16</sub> · 3 H <sub>2</sub> O	318
Na <sub>6</sub> Mg[SO <sub>4</sub> ] <sub>4</sub>	241	Na <sub>2</sub> Zn[SO <sub>4</sub> ] <sub>2</sub> · 4 H <sub>2</sub> O	256
Na <sub>6</sub> Mg <sub>2</sub> [SO <sub>4</sub>   (CO <sub>3</sub> ) <sub>4</sub> ]	216, 248	Na <sub>2</sub> Zr[O   Si <sub>4</sub> O <sub>10</sub> ]	379
Na <sub>2</sub> Mg[SO <sub>4</sub> ] <sub>2</sub> · 4 H <sub>2</sub> O	256	Na <sub>2</sub> Zr[Si <sub>2</sub> O <sub>7</sub> ]	347
Na <sub>12</sub> Mg <sub>7</sub> [SO <sub>4</sub> ] <sub>13</sub> · 15 H <sub>2</sub> O	256	Na <sub>2</sub> Zr[Si <sub>3</sub> O <sub>9</sub> ] · H <sub>2</sub> O	358
NaMn <sub>3</sub> Al <sub>6</sub> [(OH) <sub>1+3</sub>   (BO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub>   Si <sub>6</sub> O <sub>18</sub> ]	363	Na <sub>2</sub> Zr[Si <sub>6</sub> O <sub>15</sub> ] · 3 H <sub>2</sub> O	359
Na <sub>2</sub> (Mn <sup>••</sup> , Ca, Sr) <sub>6</sub> Mn <sub>3</sub> <sup>•••••</sup> [(OH) <sub>8</sub>   (V, As)O <sub>4</sub> ] <sub>6</sub> ] · 4 H <sub>2</sub> O	309	Na <sub>3</sub> Zr[Si <sub>6</sub> O <sub>12</sub> (OH) <sub>6</sub> ] · 0.5 NaOH	362
Na <sub>2</sub> (Mn <sup>••</sup> , Fe <sup>••</sup> , Ca, H <sub>2</sub> ) <sub>5</sub> [PO <sub>4</sub> ] <sub>4</sub>	275		
NaMn <sub>3</sub> Fe <sup>••</sup> (Fe <sup>•••</sup> , Al) <sub>2</sub> (OH) <sub>11</sub> Si <sub>12</sub> O <sub>32</sub>	373	<b>Nb</b>	
Na(Mn <sup>••</sup> , Fe <sup>••</sup> )[PO <sub>4</sub> ]	273	(Nb, Ti, Mn, Ca) <sub>2</sub> · 1.5 H <sub>2</sub> O	182
Na <sub>&lt;1</sub> (Mn <sup>••</sup> , Fe <sup>••</sup> )[PO <sub>4</sub> ]	275	<b>Nd</b>	
Na <sub>2</sub> (Mn <sup>••</sup> , Fe <sup>••</sup> )[PO <sub>4</sub> ] <sub>4</sub>	275	Nd[PO <sub>4</sub> ] · 0-0.5 H <sub>2</sub> O	278
Na <sub>12</sub> Mn <sub>7</sub> [SO <sub>4</sub> ] <sub>13</sub> · 15 H <sub>2</sub> O	256	<b>NH<sub>4</sub></b>	
Na <sub>2</sub> MnTi <sub>3</sub> [SiO <sub>4</sub> ] <sub>4</sub> · 8 H <sub>2</sub> O	340	α-(NH <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> [AlF <sub>6</sub> ]	148
Na <sub>2</sub> MnTi <sub>3</sub> [SiO <sub>4</sub> ] <sub>4</sub> · 2 Na <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	341	β-(NH <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> [AlF <sub>6</sub> ]	148
Na <sub>2</sub> MnTi <sub>3</sub> [SiO <sub>4</sub> ] <sub>4</sub> · Na <sub>3</sub> H <sub>3</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>	341	NH <sub>4</sub> Al[SO <sub>4</sub> ] <sub>2</sub> · 12 H <sub>2</sub> O	255
Na <sub>4</sub> MnTi(Zr <sub>1.5</sub> Ti <sub>0.5</sub> )[O   (F, OH)   Si <sub>2</sub> O <sub>7</sub> ] <sub>2</sub>	352	NH <sub>4</sub> [AlSi <sub>3</sub> O <sub>8</sub> ]	418
NaNO <sub>3</sub>	208	NH <sub>4</sub> [B <sub>5</sub> O <sub>6</sub> (OH) <sub>4</sub> ]	230
NaNbO <sub>3</sub>	173	NH <sub>4</sub> [B <sub>5</sub> O <sub>6</sub> (OH) <sub>4</sub> ] · <sup>2</sup> / <sub>3</sub> H <sub>2</sub> O	231
α-NaNbO <sub>3</sub>	173	NH <sub>4</sub> [B <sub>5</sub> O <sub>6</sub> (OH) <sub>4</sub> ] · 2 H <sub>2</sub> O	231
γ-NaNbO <sub>3</sub>	173	NH <sub>4</sub> Br	142, 143
Na <sub>2</sub> Ni[SO <sub>4</sub> ] <sub>2</sub> · 4 H <sub>2</sub> O	256	(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> [C <sub>2</sub> O <sub>4</sub> ] · H <sub>2</sub> O	434
Na <sub>2</sub> [OH   AlSi <sub>3</sub> O <sub>8</sub> ]	426	(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> Ca[SO <sub>4</sub> ] <sub>2</sub> · H <sub>2</sub> O	259
α-Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	241	(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> Cd[SO <sub>4</sub> ] <sub>2</sub> · 6 H <sub>2</sub> O	257
β-Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	241	NH <sub>4</sub> Cl	142, 143



$\text{NH}_4\text{Cr}[\text{SO}_4]_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$	255	$\text{NiCr}_2\text{O}_4$	164
$(\text{NH}_4)_2[\text{FeCl}_5\text{H}_2\text{O}]$	150	$(\text{Ni, Cu, Co})\text{Se}_2$	123
$\text{NH}_4\text{Fe}^{3+}[(\text{OH})_6   (\text{SO}_4)_2]$	245	$(\text{Ni, Fe})$	92
$(\text{NH}_4)_2\text{Fe}[\text{SO}_4]_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	257	$\text{Ni}_2\text{FeAs}_2$	106
$\text{NH}_4\text{HCO}_3$	210	$(\text{Ni, Fe, Co})\text{S}_2$	123
$(\text{NH}_4)_3\text{H}[\text{SO}_4]_2$	241	$\text{NiFe}_2\text{O}_4$	163
$\text{NH}_4\text{J}$	142, 143	$(\text{Ni, Fe})\text{S}_8$	106
$\text{NH}_4\text{Mg}[\text{AsO}_4] \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	299	$(\text{Ni, Fe})_x\text{Si}_y$	93
$(\text{NH}_4)\text{Mg}_3\text{H}_2[\text{PO}_4]_3 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$	300	$\text{NiO}$	161
$(\text{NH}_4)_2\text{MgH}_2[\text{PO}_4]_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	300	$\text{Ni}(\text{OH})_2$	197
$(\text{NH}_4)_2\text{Mg}_3\text{H}_4[\text{PO}_4]_4 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$	299	$5\text{Ni}(\text{OH})_2 \cdot 4\text{Al}(\text{OH})_3 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	197
$\text{NH}_4\text{Mg}[\text{PO}_4] \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	299	$\text{Ni}_3[(\text{OH})_4   \text{CO}_3] \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	220
$(\text{NH}_4)_2\text{Mg}_2[\text{SO}_4]_3$	240	$4\text{Ni}(\text{OH})_2 \cdot \text{NiOOH}$	440
$(\text{NH}_4)_2\text{Mg}[\text{SO}_4]_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	257	$\beta\text{-Ni}_3\text{Pb}_2\text{S}_2$	105
$(\text{NH}_4)_2\text{Mg}[\text{SeO}_4]_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	257	$\beta\text{-Ni}_3\text{Pb}_2\text{Se}_2$	105
$(\text{NH}_4)_2\text{Mn}[\text{SO}_4]_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	257	$\beta\text{-NiS}$	114
$\text{NH}_4\text{NO}_3$	208, 209	$\gamma\text{-NiS}$	112
$(\text{NH}_4)\text{NaH}[\text{PO}_4] \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	300	$\text{Ni}_{1.00-0.83}\text{S}_{1.00}$	113
$(\text{NH}_4)\text{Na}[\text{SO}_4] \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	259	$\text{NiS}_2$	123
$(\text{NH}_4)_2\text{Ni}[\text{SO}_4]_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	257	$\text{Ni}_3\text{S}_2$	106
$(\text{NH}_4)_2[\text{SO}_4]$	242	$\text{Ni}_3\text{S}_4$	118
$(\text{NH}_4)_2[\text{SiF}_6]$	147	$\text{Ni}[\text{SO}_4]$	240
$(\text{NH}_4)_2[\text{UO}_2   \text{AsO}_4]_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$	313	$\text{Ni}[\text{SO}_4] \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	250
$(\text{NH}_4)_2[\text{UO}_2   \text{PO}_4]_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	312	$\text{Ni}[\text{SO}_4] \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	251
$(\text{NH}_4)_2[\text{UO}_2   \text{PO}_4]_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}$	311	$\alpha\text{-Ni}[\text{SO}_4] \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	251
$(\text{NH}_4)_2\text{Zn}[\text{SO}_4]_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	257	$\text{Ni}[\text{SO}_4] \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	252
		$\text{NiSb}$	112
<b>Ni</b>		$\text{Ni}(\text{Sb, Bi})\text{S}$	124
$\text{Ni}$	92	$\text{NiSb}_2\text{O}_4$	166
$\text{NiAl}_2\text{O}_4$	163	$\text{NiSbS}$	124
$\text{Ni}_6\text{Al}_2[(\text{OH})_{16}   \text{CO}_3] \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	221	$\beta\text{-NiSe}$	114
$\text{NiAs}$	112	$\gamma\text{-NiSe}$	112
$\text{NiAs}_2$	126	$\text{NiSe}_2$	123, 439
$\text{NiAs}_3$	128	$\text{Ni}_3\text{Se}_2$	106
$\text{Ni}_{<3}\text{As}_2$	101	$\text{Ni}_3\text{Se}_4$	439
$\text{Ni}_{5-x}\text{As}_2$	101	$\text{Ni}[\text{SeO}_3] \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	204
$\text{Ni}_{<5}\text{As}_2$	101	$\text{Ni}_2[\text{SiO}_4]$	325
$\text{NiAs}_2\text{O}_4$	166	$\text{NiTe}$	112, 113
$\text{Ni}_3[\text{AsO}_4]_2$	276	$\text{Ni}_{1.00-0.50}\text{Te}_{1.00}$	113
$\text{Ni}_3[\text{AsO}_4]_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$	297	$\text{NiTe}_2$	113, 127
$\text{NiAsS}$	124	$\text{NiTeSe}$	440
$\text{Ni}(\text{As, Sb})$	112	$\text{NiWO}_4$	187
$\text{Ni}_3[\text{BO}_3]_2$	223		
$\alpha\text{-Ni}_3(\text{Bi, Pb})_2\text{S}_2$	105	<b>Os</b>	
$\text{NiCO}_3$	212	<b>Os</b>	93
$\text{NiCO}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	218	$(\text{Os, Ir, ...})$	93
$\text{NiCl}_2$	144		
$\text{NiCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	146	<b>Pb</b>	
$(\text{Ni, Co})_9(\text{Bi, Sb})_2\text{S}_8$ (?)	106	<b>Pb</b>	91
$(\text{Ni, Co})\text{H}[\text{AsO}_4] \cdot 3\text{--}4\text{H}_2\text{O}$	296	$\text{PbAgAsS}_3$	440

$(\text{Pb}, \text{Ag})_3[\text{Cl}   (\text{CrO}_4, \text{AsO}_4, \text{SiO}_4)_3]$	267, 291	$\text{Pb}_2\text{Cu}[\text{OH}   \text{CrO}_4   \text{AsO}_4]$	267
$\text{Pb}_4\text{Ag}_3\text{CuSb}_{12}\text{S}_{24}$	133	$\text{Pb}_2\text{Cu}[\text{OH}   \text{CrO}_4   \text{PO}_4]$	267
$\text{Pb}_4\text{Ag}_3\text{Sb}_{12}\text{S}_{24}$	133	$\text{Pb}_2\text{Cu}[(\text{OH})_3   \text{PO}_4] \cdot 3\text{H}_2\text{O}$	310
$\text{Pb}_6\text{AgSb}_{10}\text{S}_{23}$	133	$\text{PbCu}[(\text{OH})_2   \text{SO}_4]$	245
$\text{PbAl}_3\text{H}[(\text{OH})_6   (\text{PO}_4)_2]$	289	$\text{Pb}_4\text{Cu}[(\text{O}, \text{OH}, \text{Cl})_3   \text{CO}_3   (\text{SO}_4)_2]$	248
$\text{PbAl}_3[(\text{OH})_6   \text{SO}_4\text{AsO}_4]$	246	$\text{Pb}(\text{Cu}, \text{Zn})[\text{OH}   \text{VO}_4]$	286
$\text{PbAl}_3[(\text{OH})_6   \text{SO}_4\text{PO}_4]$	246	$\text{PbFCl}$	154
$\text{Pb}_3\text{AsO}_{<4}\text{Cl}_{<2}$	156	$\text{Pb}_3\text{Fe}^{***}[(\text{Cl}, \text{O})   \text{Si}_3\text{O}_9]_3$	358
$\text{Pb}_5\text{As}_9\text{S}_{18}$	134	$\text{PbFe}_3^*[\text{OH}   \text{AsO}_4]_2$	288
$\text{Pb}_6\text{As}_{10}\text{S}_{20}$	134	$\text{Pb}^{**}\text{Fe}_6^{***}[(\text{OH})_6   (\text{SO}_4)_2]_2$	246
$\text{Pb}_7\text{As}_9\text{S}_{20}$	134	$\text{PbFe}_3^{***}[(\text{OH})_6   \text{SO}_4\text{AsO}_4]$	246
$\text{Pb}_9\text{As}_{13}\text{S}_{28}$	134	$\text{PbFe}_3^{***}[(\text{OH})_6   \text{SO}_4\text{PO}_4]$	246
$\text{Pb}_2\text{-As}_{14}\text{S}_{18}$	135	$\text{Pb}_2\text{Fe}_3^{***}[\text{O}_2   \text{Si}_2\text{O}_7]$	353
$\text{PbBiO}_2\text{Cl}$	155	$\text{Pb}_3\text{Ge}^{2+}[(\text{OH})_4   (\text{SO}_4)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}]$	264
$\text{Pb}_3\text{Bi}_5\text{S}_{11} (?)$	137	$\text{Pb}_3[\text{GeO}_2(\text{OH})_2(\text{SO}_4)_2]$	243
$\text{Pb}_1\text{Bi}_7\text{Se}_7\text{S}_4$	121	$\text{PbH}[\text{AsO}_4]$	277
$\text{PbCO}_3$	213	$\text{PbH}[\text{PO}_4]$	276, 277
$(\text{Pb}, \text{Ca}, \text{Ba})_4\text{B}[\text{Si}_6\text{O}_{17}(\text{F}, \text{OH})]$	357	$\text{PbK}_2[\text{SO}_4]_2$	242, 277
$\text{Pb}_6\text{Ca}_4[\text{Cl}_2   (\text{Si}_2\text{O}_7)_3]$	353	$\text{Pb}_2\text{Mg}_2[(\text{OH})_2   \text{Si}_2\text{O}_7]$	353
$\text{PbCa}_3\text{H}_6[\text{SO}_4   (\text{SiO}_4)_3]$	337	$\text{Pb}_2(\text{Mn}, \text{Fe})[\text{VO}_4]_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$	301
$\text{Pb}(\text{Ca}, \text{Mn})_3[\text{Si}_3\text{O}_9]$	376	$\text{Pb}_3\text{MnH}[\text{AsO}_3]_3$	204
$\text{Pb}_6\text{Ca}_3[(\text{OH})_2   (\text{Si}_2\text{O}_7)_3]$	353	$\text{Pb}_{\leq 2}\text{Mn}_8\text{O}_{16}$	183
$\text{PbCl}_2$	154	$\text{PbMn}[\text{OH}   \text{VO}_4]$	287
$\text{Pb}_3[\text{Cl}_3   \text{AsO}_4]$	292	$\text{Pb}_2\text{Mn}_2^{**}[\text{O}_2   \text{Si}_2\text{O}_7]$	353
$\text{Pb}_5[\text{Cl}   (\text{AsO}_3)_3]$	204	$\text{Pb}[\text{MoO}_4]$	268
$\text{Pb}_5[\text{Cl}   (\text{AsO}_4)_3]$	290	$\text{Pb}[(\text{Mo}, \text{W})\text{O}_4]$	268
$\text{Pb}_5[\text{Cl}_{<1}   (\text{AsO}_4, \text{WO}_4)_3]$	290	$\text{PbNa}_2[\text{OH}   \text{Cl}   \text{SO}_4]$	247
$\text{Pb}_2[\text{Cl}_2   \text{CO}_3]$	217	$\text{Pb}_{1.5}\text{Nb}_2\text{O}_{6.5}$	174
$\text{PbCl}_2 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$	153	$\alpha\text{-PbO}$	162
$5\text{PbCl}_2 \cdot 4\text{Cu}(\text{OH})_2 \cdot \text{AgCl} \cdot 1\frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$	153	$\beta\text{-PbO}$	162
$5\text{PbCl}_2 \cdot 4\text{Cu}(\text{OH})_2 \cdot 2\frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$	153	$\text{PbO}_2$	181
$5\text{PbCl}_2 \cdot 5\text{Cu}(\text{OH})_2 \cdot 1\frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$	153	$\alpha\text{-PbO}_2$	187
$\text{Pb}_{14}[\text{Cl}_4   \text{O}_9   (\text{AsO}_4)_2]$	292	$\text{Pb}_3\text{O}_4$	166
$2\text{PbClOH} \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$	153	$\text{Pb}_3\text{O}_3\text{Cl}_2 \cdot \text{CuCl}_2$	153
$\text{Pb}_5[\text{Cl}_3\text{O}_3   \text{JO}_3]$	205	$\text{Pb}_3[\text{O}   \text{CrO}_4]$	442
$\text{Pb}_5[\text{Cl}   (\text{PO}_4)_3]$	290	$\text{Pb}_3[\text{O}   (\text{CrO}_4)_2]$	267
$\text{PbCl}_2 \cdot 2\text{PbO}$	155	$\text{PbO} \cdot 2\text{Fe}_2\text{O}_3$	171
$\text{PbCl}_2 \cdot 6\text{PbO}$	155	$\text{PbO} \cdot 6\text{Fe}_2\text{O}_3$	171
$\text{Pb}_5[\text{Cl}   (\text{VO}_4)_3]$	290	$\text{Pb}_3[\text{OH}   \text{CO}_3]_2$	217
$\text{Pb}[\text{CrO}_4]$	266	$\text{PbOHCl}$	154
$\text{Pb}[\text{CrO}_4] \cdot \text{H}_2\text{O}$	267	$\text{Pb}_2\text{OHCl}_3$	155
$\text{Pb}(\text{Cu}, \text{Al})_3[(\text{OH})_6   (\text{SO}_4)_2]$	246	$\text{Pb}_3(\text{OH})_2\text{Cl}_4$	154
$\text{Pb}(\text{Cu}, \text{Fe})_3[(\text{OH})_6   (\text{SO}_4)_2]$	246	$\text{Pb}_5[\text{OH}   (\text{PO}_4)_3]$	290
$\text{Pb}(\text{Cu}, \text{Fe})_{21}\text{S}_{15}$	132	$\text{Pb}_4[(\text{OH})_2   \text{SO}_4   (\text{CO}_3)_2]$	248
$\text{PbCu}_6\text{O}_8$	161	$\text{PbO} \cdot \text{MnOOH}$	200
$\text{Pb}_2\text{Cu}_4[\text{O}_2   \text{Cl}_6   \text{SO}_4] \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	264	$\text{Pb}_2(\text{O}, \text{OH})_{<2}\text{Cl}$	155
$\text{PbCu}[\text{OH}   \text{AsO}_4]$	286	$4\text{PbO} \cdot \text{Pb}(\text{Cl}, \text{OH})_2 \cdot 2\text{Fe}_2\text{O}_3$	153
$\text{PbCu}_3[\text{OH}   \text{AsO}_4]_2$	288	$\text{Pb}_2[\text{O}   \text{SO}_4]$	247
$\text{PbCu}_3[(\text{OH})_2   (\text{CO}_3)_3]$	215	$\text{Pb}_2[\text{O}   (\text{SO}_4, \text{CrO}_4)]$	247
$\text{Pb}_5\text{Cu}_2[(\text{OH})_6   \text{CO}_3   (\text{SO}_4)_3]$	248	$3\text{PbO} \cdot 8\text{UO}_3 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	203

$Pb_3[PO_4]_2$	277	$Pb[SeO_3]$	204
PbS	115	$Pb[SeO_4]$	244
$6PbS \cdot (Ag, Cu)_2S \cdot 2As_2S_3$	135	$Pb_3[Si_3O_7]$	347
$PbS \cdot 2Ag_2S \cdot 2Bi_2S_3$	133	$Pb_3[Si_3O_9]$	377
$4PbS \cdot 2Ag_2S \cdot 2Sb_2S_3$	133	$PbSnS_2$	116
$4PbS \cdot 3Ag_2S \cdot 3Sb_2S_3$	133	$(Pb, \dots)(Ta, Nb, Ti)_2O_6(H_2O)$	175
$5PbS \cdot Ag_2S \cdot 3Sb_2S_3$	133	PbTe	115
$7PbS \cdot 1.5Ag_2S \cdot 5Sb_2S_3$	133	$(Pb, Tl)S \cdot Ag_2S \cdot 5As_2S_3$	133
$PbS \cdot As_2S_3$	134	$PbUO_4$	192
$2PbS \cdot As_2S_3$	134	$Pb_2[(UO_2)_3   (OH)_4   (AsO_4)_2] \cdot 3H_2O$	315
$4PbS \cdot 3As_2S_3$	134	$Pb[(UO_2)_4   (OH)_4   (PO_4)_2] \cdot 8H_2O$	315
$5PbS \cdot As_2S_3$	134	$Pb_2[(UO_2)_3   (OH)_4   (PO_4)_2] \cdot 3H_2O$	315
$7PbS \cdot 2As_2S_3$	134	$Pb_2[UO_2   (PO_4)_2] \cdot 2H_2O$	315
$9PbS \cdot 2As_2S_3$	135	$Pb[UO_2   PO_4]_2 \cdot 4H_2O$	313
$5PbS \cdot AsSbS_3$	135	$Pb[UO_2   PO_4]_2 \cdot 8H_2O$	313
$PbS \cdot Bi_2S_3$	137	$Pb_2[UO_2   SiO_4]_2 \cdot 2H_2O$	343
$PbS \cdot 2Bi_2S_3$	137	$Pb_2V_2O_7$	317
$PbS \cdot 3Bi_2S_3$	137	$Pb_3[VO_4]_2$	277
$2PbS \cdot Bi_2S_3$	137	$\alpha$ -PbWO <sub>4</sub>	187
$3PbS \cdot Bi_2S_3$	138	$\beta$ -Pb[WO <sub>4</sub> ]	268
$5PbS \cdot 2Bi_2S_3$	138	$Pb(Zn, Cu)[OH   VO_4]$	286
$8PbS \cdot 3Bi_2S_3$	137	$PbZn[SiO_4]$	326
$6PbS \cdot 2Bi_2S_3 \cdot Sb_2S_3$	138		
$PbS \cdot (Bi, Sb)_2S_3$	136		
$PbS \cdot Bi_2Se_3$	138		
$7PbS \cdot (Cu, Ag)_2S \cdot 3Bi_2S_3$	132		
$2PbS \cdot Cu_2S \cdot As_2S_3$	132		
$2PbS \cdot Cu_2S \cdot Bi_2S_3$	132		
$2PbS \cdot Cu_2S \cdot 2Bi_2S_3$	132		
$2PbS \cdot Cu_2S \cdot 3Bi_2S_3$	132		
$2PbS \cdot Cu_2S \cdot 5Bi_2S_3$	132		
$2PbS \cdot Cu_2S \cdot nBi_2S_3$	132		
$2PbS \cdot Cu_2S \cdot Sb_2S_3$	132		
$4PbS \cdot FeS \cdot 3Sb_2S_3$	136		
$Pb[SO_4]$	243		
$PbSO_4 \cdot 3CaH_2[SiO_4]$	337		
$PbS \cdot Sb_2S_3 (?)$	135		
$3PbS \cdot 4Sb_2S_3$	135		
$4PbS \cdot Sb_2S_3 (?)$	136		
$5PbS \cdot 2Sb_2S_3$	136		
$5PbS \cdot 4Sb_2S_3$	136		
$7PbS \cdot 6Sb_2S_3$	136		
$9PbS \cdot 4Sb_2S_3$	136		
$11PbS \cdot 6Sb_2S_3 (?)$	136		
$Pb(S, Se)$	100		
$5PbS \cdot 3SnS_2 \cdot Sb_2S_3$	116		
$6PbS \cdot 6SnS_2 \cdot Sb_2S_3 (?)$	116		
$PbSbO_2Cl$	155		
$Pb_{1-2}Sb_{2-1}(O, OH, H_2O)_{6-7}$	174		
PbSe	115		
		<b>Pd</b>	
		Pd	94
		$Pd_3As$	101
		$PdBi_2 (?)$	123
		$\alpha$ -PdBi <sub>2</sub>	126
		$PdHg$	90
		(Pd, Ni)S	118
		PdO	162
		(Pd, Pt)BiTe	123
		PdS	118
		$Pd_3Sb$	101
		$Pd_3Sn_2$	94
		$Pd(Te, Bi)_{1-2}$	127
		<b>Pt</b>	
		Pt	94
		$PtAs_2$	123
		(Pt, Pd, Ni)S	118
		(Pt, Pd)(Te, Bi) <sub>2</sub>	127
		PtS	118
		$PtSb_2$	123
		$Pt(Sn, Te)$	94
		<b>Rh</b>	
		Rh	94
		(Rh, Pd)AsS	439

	<b>Ru</b>		$\text{SnPb}_2\text{O}_4$	166
Ru		93	$\text{SnS}$	116
$\text{RuS}_2$		123	$\text{SnS}_2$	440
			$\text{Sn}_2\text{S}_3$	439
	<b>S</b>		$\text{Sn}[(\text{Ta}, \text{Nb})_2\text{O}_7]$	192
$\text{S}_\alpha$		96		
$\text{S}_\beta$		96		
$\text{S}_\gamma$		96		
$\text{S}_\epsilon$		97		
			<b>Sr</b>	
			$\text{Sr}_2\text{Al}[\text{AlSiO}_7]$	346
			$\text{Sr}_2\text{Al}[\text{F}_5   \text{CO}_3]$	216
			$\text{SrAl}_3\text{H}[(\text{OH})_6   (\text{PO}_4)_2]$	288
	<b>Sb</b>		$\text{SrAl}_2[\text{OH}   \text{PO}_4]_2$	288
Sb		94	$\text{SrAl}_3[(\text{OH})_6   \text{SO}_4\text{PO}_4]$	246
$(\text{Sb}, \text{Bi})_2\text{S}_3$		119	$\text{Sr}[\text{B}_2\text{O}_4]$	232
$\text{SbFe}_2[\text{OH}   (\text{SiO}_4)_2]$		335	$\text{Sr}[\text{B}_3\text{O}_4(\text{OH})_2]_2$	232
$\text{Sb}(\text{Nb}, \text{Ta})\text{O}_4$		191	$\text{Sr}[\text{B}_6\text{O}_9(\text{OH})_2] \cdot 3\text{H}_2\text{O}$	235
$\text{Sb}_2\text{O}_3$		167	$(\text{Sr}, \text{Ba}, \text{Ca})[\text{Al}_2\text{Si}_6\text{O}_{16}] \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	430
$\text{Sb}_2\text{O}_4$		191	$(\text{Sr}, \text{Ba})[\text{SO}_4]$	244
$\text{Sb}_2\text{S}_3$		119, 138	$\text{SrCO}_3$	213
$\text{Sb}_2\text{S}_2\text{O}$		119	$(\text{Sr}, \text{Ca})[\text{AlF}_4\text{OH} \cdot \text{H}_2\text{O}]$	440
$\text{SbSb}_2\text{O}_6\text{OH}$		174	$(\text{Sr}, \text{Ca})\text{Al}_3[(\text{OH})_6   (\text{SO}_4, \text{PO}_4)_2]$	246
$\text{Sb}_2\text{Se}_3$		119	$(\text{Sr}, \text{Ca})_2[\text{B}_4\text{O}_8] \cdot \text{H}_2\text{O}$	232
$\text{Sb}(\text{Ta}, \text{Nb})\text{O}_4$		191	$(\text{Sr}, \text{Ca})[\text{B}_3\text{O}_4(\text{OH})_2]_2$	232
			$(\text{Sr}, \text{Ca})_2[\text{B}_4\text{O}_8(\text{OH})_4][\text{B}_3\text{O}_6(\text{OH})_4]_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	231
	<b>Sc</b>		$\text{SrCa}[\text{Cl}   \text{B}_3\text{O}_8(\text{OH})_2]$	234
$\text{ScBO}_3$		223	$\text{SrCaH}_2[\text{VO}_4]_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	301
$\text{ScNbO}_4$		191	$\text{Sr}_3(\text{Ce}, \text{La}, \text{Dy})_4[(\text{OH})_4   (\text{CO}_3)_7] \cdot 3\text{H}_2\text{O}$	221
$\text{Sc}(\text{OH})_3$		200	$\text{Sr}(\text{Ce}, \text{La}, \text{Nd})[\text{O}   (\text{CO}_3)_3]$	217
$\text{ScOOH}$		198	$\text{Sr}[\text{CrO}_4]$	266, 278
$\text{Sc}[\text{PO}_4]$		277	$\text{SrCu}[\text{Si}_4\text{O}_{10}]$	380
$\text{Sc}[\text{PO}_4] \cdot 2\text{H}_2\text{O}$		294	$\text{SrK}_2[\text{SO}_4]_2$	242
$\text{Sc}_2[\text{Si}_2\text{O}_7]$		345	$\text{SrNa}[\text{PO}_4]$	242
$\text{ScTaO}_4$		191	$\text{SrO} \cdot 6\text{Al}_2\text{O}_3$	172
			$\text{SrO} \cdot 6\text{Fe}_2\text{O}_3$	172
	<b>Se</b>		$\text{Sr}_5[\text{OH}   (\text{PO}_4)_3]$	290
$\text{Se}_\beta$		97	$\text{Sr}_3[\text{PO}_4]_2$	277
$\text{Se}_\gamma$		97	$(\text{Sr}, \text{Pb})\text{Fe}^{3+}\text{H}[(\text{OH})_6   (\text{PO}_4)_2]$	289
$\text{SeO}_2$		186	$\text{SrV}[\text{Si}_2\text{O}_7] \cdot \text{H}_2\text{O}$	353
			$\text{Sr}[\text{SO}_4]$	243
	<b>Si</b>			
SiC		96		
$\text{SiO}_2$		178, 179	<b>Ta</b>	
$\text{SiO}_2 + \text{aq.}$		178	$\text{Ta}_3\text{Al}_4(\text{O}_{13}\text{OH})$	191
			$\text{TaC}$	93
	<b>Sm</b>		$(\text{Ta}, \text{Nb})[\text{BO}_4]$	226
			$(\text{Ta}, \text{Nb}, \text{Sn}, \text{Mn}, \text{Fe})_2\text{O}_4$	187
$\text{Sm}[\text{PO}_4] \cdot 0-0.5\text{H}_2\text{O}$		278	$\text{Ta}_2\text{O}_5$	194
	<b>Sn</b>			
$\beta\text{-Sn}$		91	<b>Te</b>	
$(\text{Sn}, \text{Fe})(\text{O}, \text{OH})_2$		181	$\text{Te}$	97
$\text{SnO}_2$		181	$\text{TeO}_2$	181, 186
			$(\text{Te}, \text{Se})$	97

<b>Th</b>		[[6UO <sub>2</sub>   2(OH) <sub>2</sub>   4SO <sub>4</sub> ].12H <sub>2</sub> O] 4H <sub>2</sub> O	265
(Th, SE, U)(O, OH) <sub>2</sub>	192	(UO <sub>2</sub> ) <sub>15</sub> [(OH) <sub>20</sub>   Si <sub>6</sub> O <sub>17</sub> ].8H <sub>2</sub> O	344
Th[SiO <sub>4</sub> ]	330, 331	(UO <sub>2</sub> + UO <sub>3</sub> ).5.5MoO <sub>3</sub> .5.3H <sub>2</sub> O	269
(Th, ...)[(Si, P)O <sub>4</sub> ]	331	UO <sub>2</sub> .5[UO <sub>2</sub>   (OH) <sub>2</sub> ].H <sub>2</sub> O	201
ThTi <sub>2</sub> O <sub>5</sub> . <sup>1</sup> / <sub>2</sub> H <sub>2</sub> O	177	[(UO <sub>2</sub> ) <sub>2</sub>   V <sub>6</sub> O <sub>17</sub> ].15H <sub>2</sub> O	319
ThO <sub>2</sub>	192	U[SiO <sub>4</sub> ]	330
(Th, U)[SiO <sub>4</sub> ]	330	U[Ti <sub>2</sub> O <sub>6</sub> ]	190
(Th, U)[SiO <sub>4</sub> , (OH) <sub>4</sub> ]	330		
		<b>V</b>	
<b>Ti</b>		VBO <sub>3</sub>	223
TiBO <sub>3</sub>	223	(V, Fe)OOH	198
(Ti, Mn, Nb, Ca)(O, OH) <sub>2</sub> .~1H <sub>2</sub> O	182	VO <sub>2</sub>	198
TiN	92	V <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	169
(Ti, Nb, Zr, Ca)(O, OH) <sub>2</sub> .1.5-2H <sub>2</sub> O	182	V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	193
TiO <sub>2</sub>	181, 186	V <sub>2</sub> O <sub>5</sub> .3H <sub>2</sub> O	194
Ti <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	169	VO <sub>2</sub> OH	194
Ti <sub>2</sub> TiO <sub>5</sub>	177	V <sub>2</sub> ····[(OH) <sub>2</sub>   (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> ].15H <sub>2</sub> O	262
Ti <sub>3</sub> O <sub>5</sub>	177	VO(OH) <sub>2</sub>	194
		V <sup>4+</sup> O <sub>4</sub> (OH) <sub>4</sub>	194
<b>Tl</b>		2V <sub>2</sub> O <sub>4</sub> .V <sub>2</sub> O <sub>5</sub> .8H <sub>2</sub> O	194
TlAsS <sub>2</sub>	131	V <sup>3+</sup> V <sup>4+</sup> O <sub>2</sub> (OH) <sub>3</sub>	194
Tl <sub>2</sub> Mg[SO <sub>4</sub> ] <sub>2</sub> .6H <sub>2</sub> O	257	V <sup>4+</sup> V <sup>5+</sup> O <sub>12</sub> O <sub>34</sub> .nH <sub>2</sub> O	318
Tl <sub>2</sub> Mn <sub>2</sub> [SO <sub>4</sub> ] <sub>3</sub>	240	VS <sub>4</sub>	138
Tl <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	169		
Tl <sub>2</sub> S.2As <sub>2</sub> S <sub>3</sub> .Sb <sub>2</sub> S <sub>3</sub>	131	<b>W</b>	
		WO <sub>3</sub>	195
<b>U</b>		α-WO <sub>3</sub>	195
(U, Ca, Ce) <sub>3</sub> [PO <sub>4</sub> ] <sub>4</sub> .6H <sub>2</sub> O	279	WO <sub>2</sub> (OH) <sub>2</sub>	195
(U, Ca, Th, Y)[(Ti, Fe) <sub>2</sub> O <sub>6</sub> ]	190	WO <sub>2</sub> (OH) <sub>2</sub> .H <sub>2</sub> O	195
UO <sub>2</sub>	192	2W <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .H <sub>2</sub> O + (ThO <sub>2</sub> , Ce <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , ZrO <sub>2</sub> ) + H <sub>2</sub> O	195
[UO <sub>2</sub>   CO <sub>3</sub> ]	221	WS <sub>2</sub>	127
[UO <sub>2</sub>   CO <sub>3</sub> ].H <sub>2</sub> O	221		
[UO <sub>2</sub>   MoO <sub>4</sub> ].4H <sub>2</sub> O	269	<b>Y</b>	
[UO <sub>2</sub>   (OH) <sub>2</sub> ]	201	Y <sub>3</sub> Al <sub>2</sub> [AlO <sub>4</sub> ] <sub>3</sub>	328
6[UO <sub>2</sub>   (OH) <sub>2</sub> ].Ba(OH) <sub>2</sub> .4H <sub>2</sub> O	202	YAl <sub>3</sub> [BO <sub>3</sub> ] <sub>3</sub>	224
[UO <sub>2</sub>   (OH) <sub>2</sub>   BiOOH]	203	Y[AsO <sub>4</sub> ]	277
6[UO <sub>2</sub>   (OH) <sub>2</sub> ].Ca(OH) <sub>2</sub> .4H <sub>2</sub> O	202	YBO <sub>3</sub>	223
[UO <sub>2</sub>   (OH) <sub>2</sub> ].Cu(OH) <sub>2</sub>	203	(Y, Ca, Ce, La, Th, Al, ...) <sub>2.8-3.8</sub>	
[UO <sub>2</sub>   (OH) <sub>2</sub> ].H <sub>2</sub> O	201	(Si, B) <sub>3.4-3.9</sub> (O, OH, F) <sub>13</sub>	339
8[UO <sub>2</sub>   (OH) <sub>2</sub> ].8H <sub>2</sub> O	202	(Y, Ce, Ca, U, Th)(Ti, Nb, Ta) <sub>2</sub> (O, OH) <sub>6</sub>	188
6[UO <sub>2</sub>   (OH) <sub>2</sub> ].2K(OH).4H <sub>2</sub> O	441	Y <sub>3</sub> (Ce, Pr, Th)Ca[O   BO <sub>4</sub> (SiO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> ]	339
2[UO <sub>2</sub>   (OH) <sub>2</sub> ].PbO	202	(Y, Ce, Th, Ca, Na, U)[(Ti, Nb, Ta) <sub>2</sub> O <sub>6</sub> ]	190
8[UO <sub>2</sub>   (OH) <sub>2</sub> ].2Pb(OH) <sub>2</sub>	202	(Y, Er, Ce, U, Pb, Ca)[(Nb, Ta, Ti) <sub>2</sub> (O, OH) <sub>6</sub> ]	188
8[UO <sub>2</sub>   (OH) <sub>2</sub> ].Pb(OH) <sub>2</sub> .4H <sub>2</sub> O	202	(Y, Er, Fe, Mn, Ca, U, Th, Zr)(Nb, Ta) <sub>2</sub> (O, OH) <sub>6</sub>	188
[[6UO <sub>2</sub>   5(OH) <sub>2</sub>   1SO <sub>4</sub> ].12H <sub>2</sub> O] 1H <sub>2</sub> O	265	(Y, Er)[PO <sub>4</sub> ].2H <sub>2</sub> O	300
[[6UO <sub>2</sub>   3(OH) <sub>2</sub>   3SO <sub>4</sub> ].12H <sub>2</sub> O] 3H <sub>2</sub> O	265	YF <sub>3</sub>	145
		Y <sub>2</sub> FeBe <sub>2</sub> [O   SiO <sub>4</sub> ] <sub>2</sub>	341

(Y, Fe, Ce) <sub>3</sub> [(F, OH)   (SiO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> ]	339	{(Zn, Mg) <sub>3</sub> [(OH) <sub>2</sub>   (Si, Al) <sub>4</sub> O <sub>10</sub> ]}	392
Y <sub>3</sub> Fe <sub>2</sub> [FeO <sub>4</sub> ] <sub>3</sub>	328	{(1/2 Ca, Na) <sub>x</sub> (H <sub>2</sub> O) <sub>4</sub> }	
(Y, Fe, U, Ce, Zr)(Ta, Nb, Ti, Sn) <sub>2</sub> O <sub>6</sub>	188	Zn(Mn, H <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	166
(Y, Na, Ca) <sub>2</sub> (Nb, Ti, Ta) <sub>2</sub> O <sub>6</sub> (O, OH, F)	174	ZnMn <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	165
YNbO <sub>4</sub>	190	(Zn, Mn) <sub>3</sub> [(OH) <sub>7</sub>   AsO <sub>4</sub> ]	285
Y[PO <sub>4</sub> ]	277	ZnMn <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ·2H <sub>2</sub> O	183
Y <sub>2</sub> [Si <sub>2</sub> O <sub>7</sub> ]	345	ZnMn <sub>3</sub> O <sub>7</sub> ·3H <sub>2</sub> O	200
YTiNbO <sub>6</sub>	188	(Zn, Mn)S	110
YTi <sub>2</sub> O <sub>5</sub> OH	188	(Zn, Ni, Cu)Al <sub>8</sub> [(VO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>   (SiO <sub>4</sub> ) <sub>5</sub> ]·27H <sub>2</sub> O	341
YTaO <sub>4</sub>	190	ZnO	160
(Y, Th, Ca) <sub>5</sub> [(F, O)   (SiO <sub>4</sub> , PO <sub>4</sub> , AlO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> ]	291	Zn <sub>2</sub> [OH   AsO <sub>4</sub> ]	281, 282
		Zn <sub>2</sub> [OH   AsO <sub>4</sub> ]·H <sub>2</sub> O	302
		Zn <sub>5</sub> [(OH) <sub>3</sub>   CO <sub>3</sub> ] <sub>2</sub>	215
<b>Zn</b>		Zn <sub>2</sub> [OH   PO <sub>4</sub> ]	282
Zn	90	Zn <sub>2</sub> [OH   PO <sub>4</sub> ]·1 1/2 H <sub>2</sub> O	302
ZnAl <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	163	Zn <sub>7</sub> [OH   (PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> ] <sub>2</sub> ·6H <sub>2</sub> O	295
ZnAl <sub>6</sub> [(OH) <sub>2</sub>   PO <sub>4</sub> ] <sub>4</sub> ·4H <sub>2</sub> O	305	Zn <sub>4</sub> [(OH) <sub>2</sub>   Si <sub>2</sub> O <sub>7</sub> ]·H <sub>2</sub> O	349
Zn <sub>3</sub> Al <sub>3</sub> [(OH) <sub>18</sub>   SO <sub>4</sub> ] <sub>2</sub> ·2H <sub>2</sub> O	262	7ZnO·Sb <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	164
Zn <sub>3</sub> Al <sub>4</sub> [(OH) <sub>8</sub>   (SiO <sub>4</sub> ) <sub>5</sub> ]·7H <sub>2</sub> O	334	Zn <sub>3</sub> [PO <sub>4</sub> ] <sub>2</sub> ·4H <sub>2</sub> O	295
ZnAl <sub>3</sub> [SO <sub>4</sub> ] <sub>1</sub> ·22H <sub>2</sub> O	254	α-ZnS	107
Zn <sub>3</sub> [AsO <sub>4</sub> ] <sub>2</sub>	203	β-ZnS	110
Zn <sub>3</sub> [AsO <sub>4</sub> ] <sub>2</sub> ·8H <sub>2</sub> O	297	Zn(S, As)	107
ZnBr <sub>2</sub>	144	Zn <sub>8</sub> [S <sub>2</sub>   (BeSiO <sub>4</sub> ) <sub>6</sub> ]	425
ZnCO <sub>3</sub>	211	Zn[SO <sub>4</sub> ]	239
(Zn, Ca)[Al <sub>2</sub> P <sub>2</sub> (H <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> O <sub>12</sub> ]·4H <sub>2</sub> O	443	Zn[SO <sub>4</sub> ]·H <sub>2</sub> O	249
ZnCl <sub>2</sub>	144	Zn[SO <sub>4</sub> ]·4H <sub>2</sub> O	250
(Zn, Cu) <sub>10</sub> Al <sub>4</sub> [(OH) <sub>30</sub>   SO <sub>4</sub> ] <sub>2</sub> ·H <sub>2</sub> O	262	Zn[SO <sub>4</sub> ]·7H <sub>2</sub> O	252
(Zn, Cu) <sub>2</sub> [(OH) <sub>2</sub>   CO <sub>3</sub> ]	215	ZnSb <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	166
(Zn, Cu) <sub>5</sub> [(OH) <sub>3</sub>   CO <sub>3</sub> ] <sub>2</sub>	215	ZnSb <sub>2</sub> O <sub>6</sub>	185
(Zn, Fe, Mn)S	110	ZnSe	107
(Zn, Fe, Mn)Fe <sup>+++</sup> [OH   (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> ] <sub>2</sub> ·18H <sub>2</sub> O	442	Zn[SeO <sub>3</sub> ]·2H <sub>2</sub> O	204
(Zn, Fe, Mn)S	110	Zn <sub>2</sub> [SiO <sub>4</sub> ]	324
ZnFe <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	163	ZnWO <sub>4</sub>	187
ZnFe <sup>+++</sup> [(OH) <sub>5</sub>   (PO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> ]	283		
Zn <sub>2</sub> Fe[PO <sub>4</sub> ] <sub>2</sub> ·4H <sub>2</sub> O	295	<b>Zr</b>	
Zn, Fe[SO <sub>4</sub> ]·6H <sub>2</sub> O	250	ZrO <sub>2</sub>	192
(Zn, Fe)WO <sub>4</sub>	187	ZrSnO <sub>4</sub>	192
Zn <sub>2</sub> [GeO <sub>4</sub> ]	324	Zr[SiO <sub>4</sub> ]	330
(Zn, H <sub>2</sub> O) <sub>≤2</sub> (Mn, Zn, ...) (O, OH) <sub>16</sub>	183	(Zr, ...)[(Si, P)O <sub>4</sub> ]	331
(Zn, Mg, Mn, Fe)Fe <sup>+++</sup> [OH   (SO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> ]·6,6H <sub>2</sub> O	442		