

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 ¹⁾
$a_0:b_0:c_0$	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.
\oplus, \ominus	optisch positiv, optisch negativ.
SB.	Strukturbericht.
SR.	Structure Reports.

¹⁾ 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

Ausgeschiedene Mineralnamen und Register	445
---	------------

VIERTER TEIL

Formelregister zur Systematik der Mineralien	535
---	------------

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.

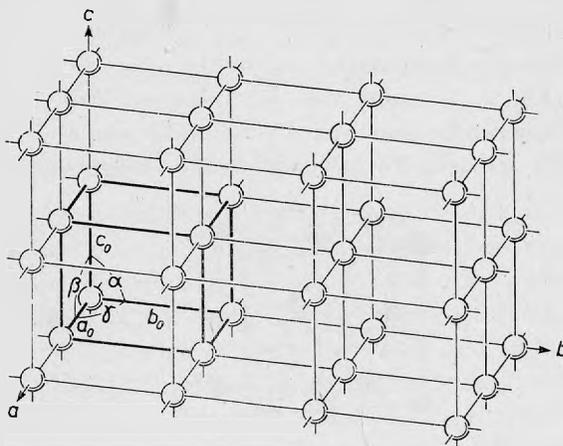


Fig. 1. Dreidimensionales Gitter (Raumgitter)

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 Molekülgittern mehr die spezielle Form der Moleküle maßgebend ist.

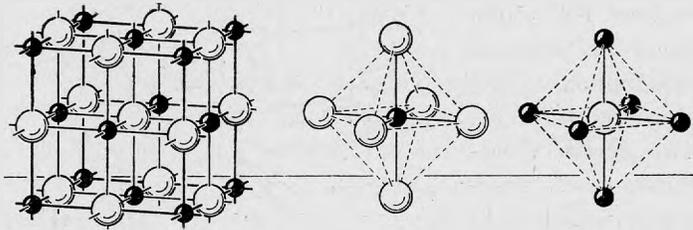


Fig. 2. Kristallgitter von Steinsalz. Oktaedrische Koordinationsgruppen „ NaCl_6 “ und „ ClNa_6 “

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 α , β , γ 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).

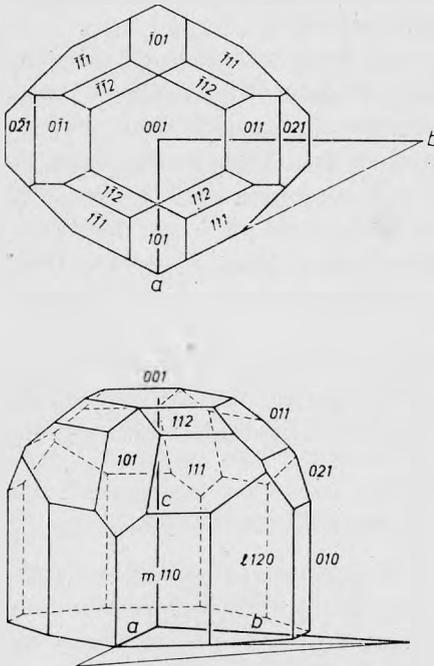


Fig. 3. Topas. Kopfbild und orthogonale Parallelprojektion mit Flächenindizes

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.¹⁾ 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.

¹⁾ R. L. Parker, Schweiz. Min. Petr. Mitt. 29. 1949. 212.

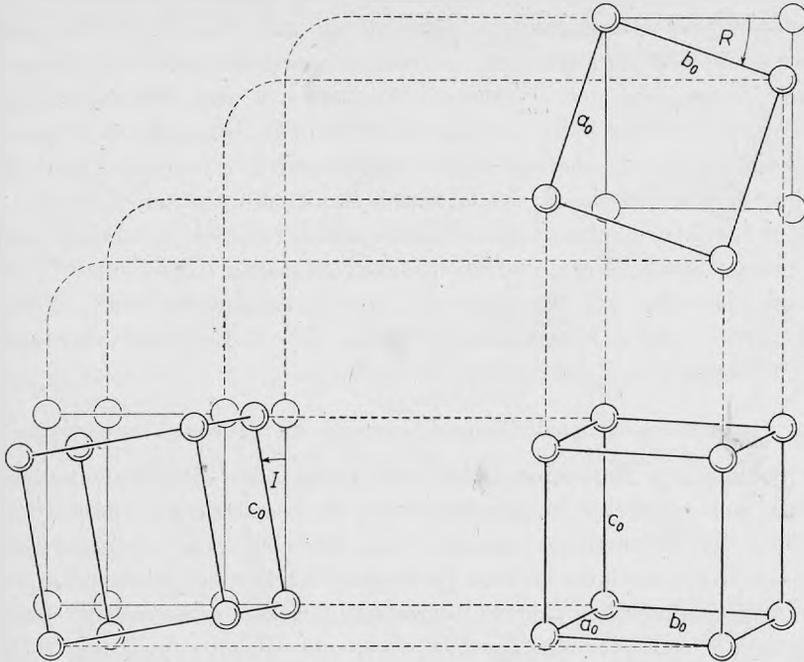


Fig. 4. Konstruktion einer kubischen Elementarzelle in orthogonaler Parallelprojektion

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-

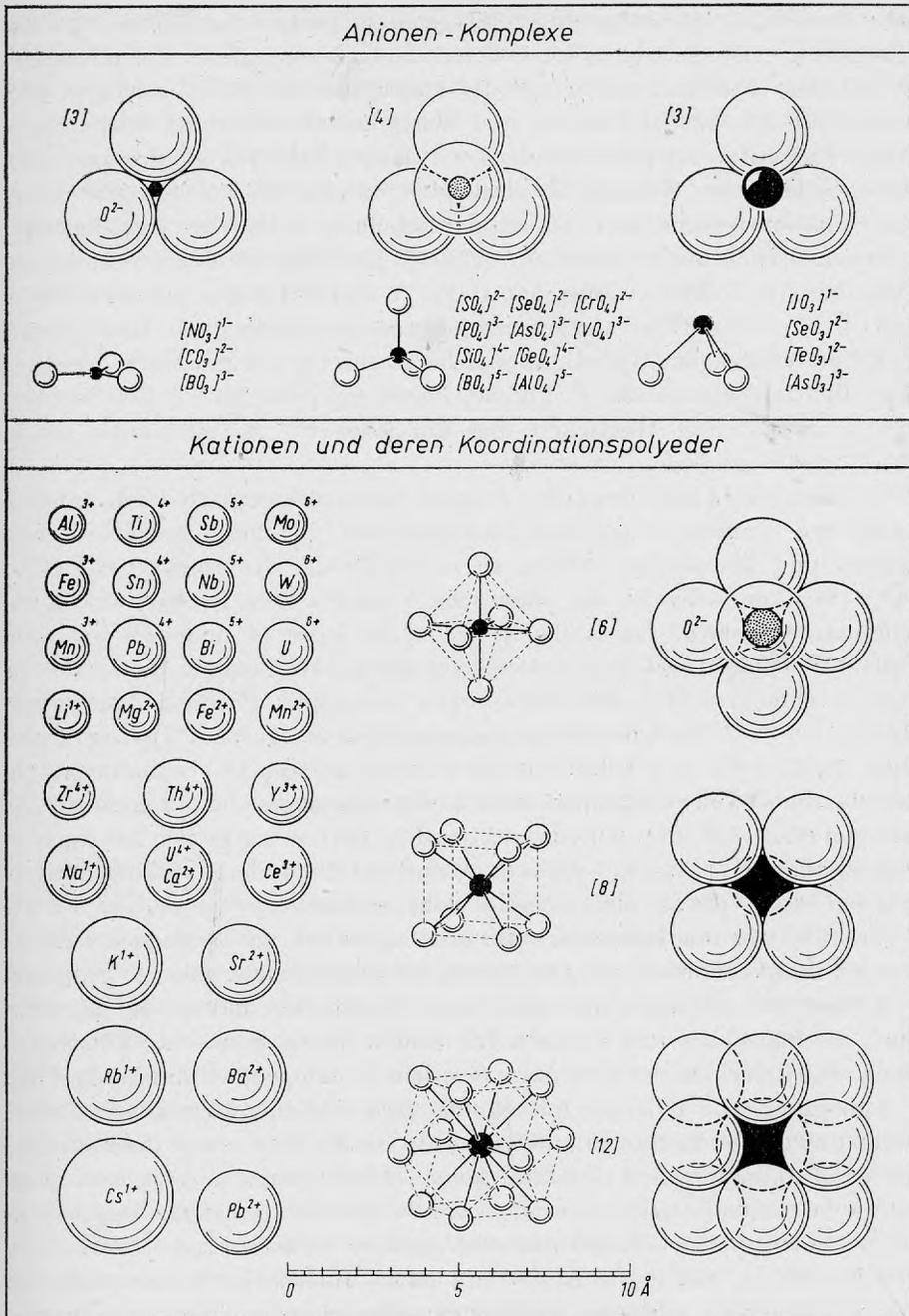


Fig. 5. In Kristallen häufige Koordinationsgruppen: NO_3 in Nitraten, CO_3 in Carbonaten, BO_3 in Boraten; SO_4 in Sulfaten, PO_4 in Phosphaten, SiO_4 in Silikaten; „ AlO_6 “ in Aluminaten, „ TiO_6 “ in Titanaten, „ $NaCl_6$ “ im Steinsalz usw.

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 Na^{1+} - und Cl^{1-} -Teilchen 6 Teilvalenzen mit je ein Sechstel Wertigkeit. Im Flußspat CaF_2 mit würfeligem Koordinationsschema um Ca und mit tetraedrischem Koordinationsschema um F (Fig. 30) liegen um jedes Ca^{2+} 8 Teilvalenzen mit je zwei Achtel Wertigkeit und um jedes 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 CO_3 , SO_4 , PO_4 , SiO_4 , dennoch ist die chemische Valenz streng in Koordinationsschemata aufgeteilt. Im Kalkspat 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 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.

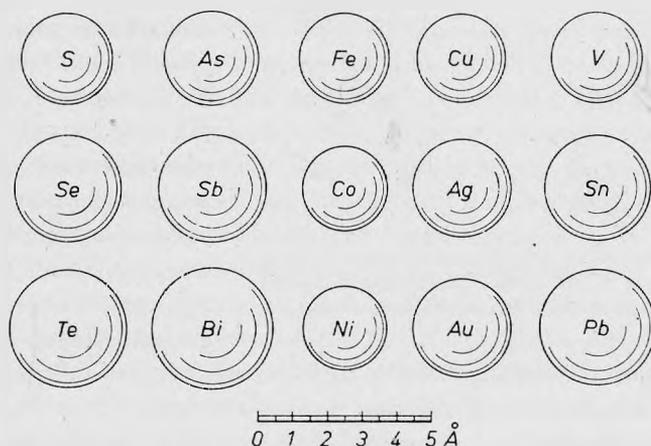


Fig. 6. Gitterbausteine mit Atomcharakter

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

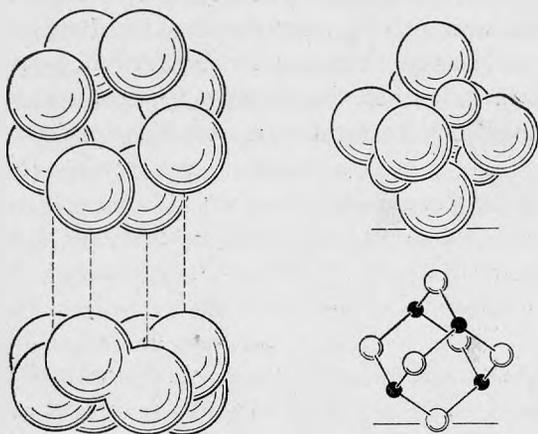


Fig. 7. Gitterbausteine mit Molekülcharakter. Ringförmiges Molekül S_6 im orthorhombischen Schwefel; tetraedrisches Molekül Sb_4O_6 im Senarmonit

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_3 , H_2O , HF , N_2 , O_2 , F_2 , CO_2 , N_2O 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_4S_4 , Kalomel mit linearen Molekülen $Cl-Hg-Hg-Cl$ sowie bei Arsenolith und Senarmonit mit isometrischen Molekülen As_4O_6 und Sb_4O_6 .

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_2PO_4 und KH_2AsO_4 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 $O_h^5-Fm\bar{3}m$, mit den Punktlagen für $A: 000, 0\frac{1}{2}\frac{1}{2}, \frac{1}{2}0\frac{1}{2}, \frac{1}{2}\frac{1}{2}0$, für $B: 00\frac{1}{2}, 0\frac{1}{2}0, \frac{1}{2}00, \frac{1}{2}\frac{1}{2}\frac{1}{2}$. 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 α für den Calcit-Typus zwischen etwa 100° und 104° ; er ist für CaCO_3 $101^\circ 55'$, für MgCO_3 $103^\circ 20'$, für 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: Al_2BeO_4 1.237:1:2.124, Mg_2SiO_4 1.255:1:2.151, Ca_2SiO_4 1.339:1:2.229, LiFePO_4 1.284:1:2.214 usw. — Bei monokliner und trikliner Symmetrie sind zudem die Achsenwinkel β bzw. α , β , γ 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 ($a_0:b_0:c_0$, α , β , γ).

Homöotypie. Bei Gleichheit oder Ähnlichkeit von Form und Verband der Koordinationspolyeder können Unterschiede in der Summenformel und Raumgruppe (C-ZnS ; $\text{Fe}_2\text{O}_3\text{-FeTiO}_3$, $\text{CaCO}_3\text{-CaMg}(\text{CO}_3)_2$), Verdoppelungen usw. der Gitterkonstanten ($\text{SiO}_2\text{-AlPO}_4$; 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 MoS_2 den Molybdänit-2H und Molybdänit-3R, bei 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: α - β -Kobalt, α - β - γ -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 ZnS und Magnetkies 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^{1-} 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, Σ = Analysensumme ~ 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 ₂ O	9.01	30.15	30.15	K = 60.30	Li 3.74
FeO	33.04	45.99	45.99	K = 45.99	Fe 2.85
MnO	12.12	17.09	17.09	K = 17.09	Mn 1.06
P ₂ O ₅	45.6	32.10	160.50	K = 64.20	P 3.99
H ₂ O	0.70	3.89	3.89	K = 7.78	H 0.48
	$\Sigma = 100.47$		$S = 257.62/100$		

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

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

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 RO₃-Komplexen (Nitratre, Carbonate, Borate), wobei viele Borate auch RO₄-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 BO₃- oder BO₄-Komplexen angehören kann, so daß durch Verknüpfung über gemeinsame Sauerstoffe größere Struktur motive entstehen. Die Klassen VI—VIII umfassen die Verbindungen mit tetraedrischen Komplexionen RO₄; ihre Anordnung erfolgt wie für die Nitratre, 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 Nitratre, 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. H₂O in je 4 Abteilungen getrennt, z. B. A.) LiFe[PO₄], B.) Ca₅[F | (PO₄)₃], C.) Fe₃[PO₄]₂ · 8 H₂O, D.) Fe₄[OH | PO₄]₃ · 12 H₂O.

Die Silikate nehmen infolge der Möglichkeit zur Koppelung der SiO₄-Tetraeder zu größeren Tetraederverbänden innerhalb der RO₄-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.

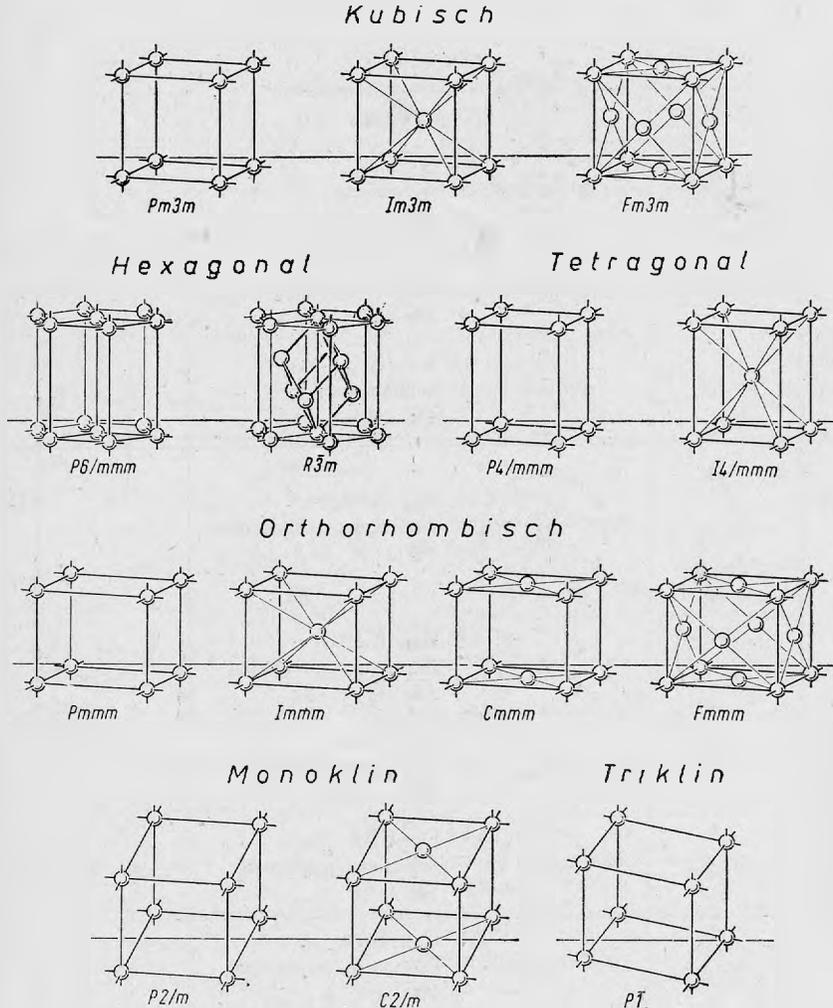
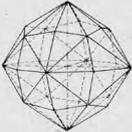
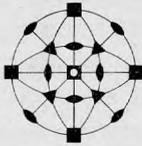
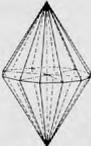
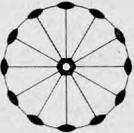


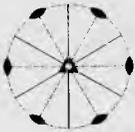
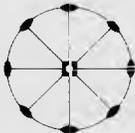
Fig. 8. Die vierzehn Translationsgitter der Kristalle (Bravais 1850)

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 $P1$.

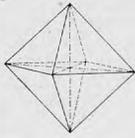
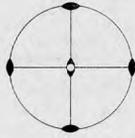
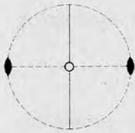
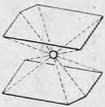
Tabelle 1. Die 32 Symmetrieklassen der Kristalle

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▲ _p 6m	-	-	-	*	
			O - $4\bar{3}2$ Gyroidisch 3■ 4▲ 6◊	-	*	*	-	
			T_h - $m\bar{3}$ Disdodekaedrisch 3◻ 4▲ 3m ◦	i	-	-	-	T_h
			T - 23 Tetartoidisch 3◻ 4▲ _p	-	*	*	*	
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◊ _p 1+3m	-	-	-	*	
			C_{6v} - $6mm$ Dihexagonal-pyramidal 1● _p 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● _p	-	*	*	*	

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 -1̄ Triklin-pinakoidal ◦	i	-	-	-	C _i
		 C ₁ -1 Triklin-pedial -	-	*	*	*	

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

Tabelle 2. Die 230 Raumgruppen

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

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

Schoenflies- und Internationales Symbol (1952)	Internationales Symbol für andere Orientierungen	Vollständiges Mauguin-Symbol
Hexagonal-rhombodrisch		
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 ₁ 12
$D_3^4 - P3_121$		P3 ₁ 21
$D_3^5 - P3_212$		P3 ₂ 12
$D_3^6 - P3_221$		P3 ₂ 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 ₁
$C_3^3 - P3_2$		P3 ₂
$C_3^4 - R3$		R3
Tetragonal		
$D_{4h}^1 - P4/mmm$	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 ₁ /b 2/m
$D_{4h}^6 - P4/mnc$	C4/mcn	P4/m 2 ₁ /n 2/c
$D_{4h}^7 - P4/nmm$	C4/amm	P4/n 2 ₁ /m 2/m
$D_{4h}^8 - P4/ncc$	C4/acc	P4/n 2 ₁ /c 2/c
$D_{4h}^9 - P4_2/mmc$	C4 ₂ /mcm	P4 ₂ /m 2/m 2/c
$D_{4h}^{10} - P4_2/mcm$	C4 ₂ /mcm	P4 ₂ /m 2/c 2/m
$D_{4h}^{11} - P4_2/nbc$	C4 ₂ /acb	P4 ₂ /n 2/b 2/c
$D_{4h}^{12} - P4_2/nmm$	C4 ₂ /amn	P4 ₂ /n 2/n 2/m
$D_{4h}^{13} - P4_2/mbc$	C4 ₂ /mcb	P4 ₂ /m 2 ₁ /b 2/c
$D_{4h}^{14} - P4_2/mnm$	C4 ₂ /mmn	P4 ₂ /m 2 ₁ /m 2/m
$D_{4h}^{15} - P4_2/nmc$	C4 ₂ /acm	P4 ₂ /n 2 ₁ /m 2/c
$D_{4h}^{16} - P4_2/nem$	C4 ₂ /ame	P4 ₂ /n 2 ₁ /c 2/m
$D_{4h}^{17} - I4/mmm$	F4/mmm	I4/m 2/m 2/m
$D_{4h}^{18} - I4/mcm$	F4/mmc	I4/m 2/c 2/m
$D_{4h}^{19} - I4_1/amd$	F4 ₁ /ddm	I4 ₁ /a 2/m 2/d
$D_{4h}^{20} - I4_1/acd$	F4 ₁ /ddc	I4 ₁ /a 2/c 2/d

Schoenflies- und Internationales Symbol (1952)	Internationales Symbol für andere Orientierungen (1935)	Vollständiges Mauguin-Symbol
Tetragonal		
Fortsetzung		
$D_{2d}^1 - P \bar{4}2m$	$C \bar{4}m2$	$P \bar{4}2m$
$D_{2d}^2 - P 42c$	$C \bar{4}c2$	$P 42c$
$D_{2d}^3 - P 42_1m$	$C \bar{4}m2_1$	$P 42_1m$
$D_{2d}^4 - P 42_1c$	$C 4c2_1$	$P 42_1c$
$D_{2d}^5 - P 4m2$	$C 42m$	$P 4m2$
$D_{2d}^6 - P 4c2$	$C 42c$	$P 4c2$
$D_{2d}^7 - P 4b2$	$C 42b$	$P 4b2$
$D_{2d}^8 - P 4n2$	$C 42n$	$P 4n2$
$D_{2d}^9 - I 4m2$	$F 42m$	$I 4m2$
$D_{2d}^{10} - I 4c2$	$F 42c$	$I 4c2$
$D_{2d}^{11} - I 42m$	$F 4m2$	$I 42m$
$D_{2d}^{12} - I 42d$	$F 4d2$	$I 42d$
$C_{4v}^1 - P 4mm$	$C 4mm$	$P 4mm$
$C_{4v}^2 - P 4bm$	$C 4mb$	$P 4bm$
$C_{4v}^3 - P 4_2cm$	$C 4_2mc$	$P 4_2cm$
$C_{4v}^4 - P 4_2nm$	$C 4_2mn$	$P 4_2nm$
$C_{4v}^5 - P 4cc$	$C 4cc$	$P 4cc$
$C_{4v}^6 - P 4nc$	$C 4cn$	$P 4nc$
$C_{4v}^7 - P 4_2mc$	$C 4_2cm$	$P 4_2mc$
$C_{4v}^8 - P 4_2bc$	$C 4_2cb$	$P 4_2bc$
$C_{4v}^9 - I 4mm$	$F 4mm$	$I 4mm$
$C_{4v}^{10} - I 4cm$	$F 4mc$	$I 4cm$
$C_{4v}^{11} - I 4_1md$	$F 4_1dm$	$I 4_1md$
$C_{4v}^{12} - I 4_1cd$	$F 4_1dc$	$I 4_1cd$
$D_4^1 - P 422$	$C 422$	$P 422$
$D_4^2 - P 42_12$	$C 422_1$	$P 42_12^*$
$D_4^3 - P 4_122$	$C 4_122$	$P 4_122$
$D_4^4 - P 4_12_12$	$C 4_122_1$	$P 4_12_12$
$D_4^5 - P 4_222$	$C 4_222$	$P 4_222$
$D_4^6 - P 4_22_12$	$C 4_222_1$	$P 4_22_12$
$D_4^7 - P 4_322$	$C 4_322$	$P 4_322$
$D_4^8 - P 4_32_12$	$C 4_322_1$	$P 4_32_12$
$D_4^9 - I 422$	$F 422$	$I 422$
$D_4^{10} - I 4_122$	$F 4_122$	$I 4_122$
$C_{4h}^1 - 4/mP$	$C 4/m$	$P 4/m$
$C_{4h}^2 - P 4_2/m$	$C 4_2/m$	$P 4_2/m$
$C_{4h}^3 - P 4/n$	$C 4/a$	$P 4/n$
$C_{4h}^4 - P 4_2/n$	$C 4_2/a$	$P 4_2/n$
$C_{4h}^5 - I 4/m$	$F 4/m$	$I 4/m$
$C_{4h}^6 - I 4_1/a$	$F 4_1/d$	$I 4_1/a$
$S_4^1 - P 4$	$C 4$	$P 4$
$S_4^2 - I 4$	$F 4$	$I 4$

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

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

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 ⁺ 0,68	4 Be 1,12 Be ²⁺ 0,35						
11 Na 1,86 Na ⁺ 0,97	12 Mg 1,60 Mg ²⁺ 0,66	III	IV	V	VI	VII	
19 K 2,31 K ⁺ 1,33	20 Ca 1,96 Ca ²⁺ 0,99	21 Sc 1,51 Sc ³⁺ 0,81	22 Ti 1,46 Ti ³⁺ 0,76 Ti ⁴⁺ 0,68	V 1,30 23 V ²⁺ 0,88 V ³⁺ 0,74 V ⁴⁺ 0,63 V ⁵⁺ 0,59	24 Cr 1,25 Cr ³⁺ 0,63 Cr ⁶⁺ 0,52	25 Mn ²⁺ 0,80 Mn ³⁺ 0,66 Mn ⁴⁺ 0,60 Mn ⁷⁺ 0,46	26 Fe 1,24 Fe ²⁺ 0,74 Fe ³⁺ 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 ⁴⁺ 0,70	43 Tc Tc ⁷⁺ 0,56	44 Ru 1,33 Ru ⁴⁺ 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 ³⁺ 0,23
								13 Al 1,43 Al ³⁺ 0,51
V	VI	VII				I	II	
V 1,30 23 V ²⁺ 0,88 V ³⁺ 0,74 V ⁴⁺ 0,63 V ⁵⁺ 0,59	24 Cr 1,25 Cr ³⁺ 0,63 Cr ⁶⁺ 0,52	Mn 1,18 25 Mn ²⁺ 0,80 Mn ³⁺ 0,66 Mn ⁴⁺ 0,60 Mn ⁷⁺ 0,46	26 Fe 1,24 Fe ²⁺ 0,74 Fe ³⁺ 0,64	27 Co 1,25 Co ²⁺ 0,72 Co ³⁺ 0,63	28 Ni 1,24 Ni ²⁺ 0,69	29 Cu 1,28 Cu ⁺ 0,96 Cu ²⁺ 0,72	30 Zn 1,33 Zn ²⁺ 0,74	31 Ga 1,22 Ga ³⁺ 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 57,1	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 157,25	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 ³⁺ 0,23	6 C 0,77 C ⁴⁺ 0,16	7 N 0,71 N ³⁺ 0,16 N ⁵⁺ 0,13	O ²⁻ 1,32 8 O 0,60 O ⁶⁺ 0,10	F ⁻ 1,33 9 F F ⁷⁺ 0,08	10 Ne 1,60
			13 Al 1,43 Al ³⁺ 0,51	14 Si 1,17 Si ⁴⁻ 1,98 Si ⁴⁺ 0,39	15 P P ³⁺ 0,44 P ⁵⁺ 0,35	S ²⁻ 1,74 16 S 1,04 S ⁴⁺ 0,37 S ⁶⁺ 0,30	Cl ⁻ 1,81 17 Cl 1,07 Cl ⁵⁺ 0,34 Cl ⁷⁺ 0,27	18 Ar 1,91
	I	II	31 Ga 1,22 Ga ³⁺ 0,62	32 Ge 1,22 Ge ²⁺ 0,73 Ge ⁴⁺ 0,53	33 As 1,25 As ³⁺ 0,58 As ⁵⁺ 0,46	Se ²⁻ 0,91 34 Se 1,16 Se ⁴⁺ 0,50 Se ⁶⁺ 0,42	Br ⁻ 1,96 35 Br 1,19 Br ⁵⁺ 0,47 Br ⁷⁺ 0,39	36 Kr 2,01
1,24 1,2 ⁺ 0,69	29 Cu 1,28 Cu ⁺ 0,96 Cu ²⁺ 0,72	30 Zn 1,33 Zn ²⁺ 0,74	49 In 1,02 In ³⁺ 0,81	50 Sn 1,40 Sn ⁴⁻ 2,15 Sn ²⁺ 0,74	51 Sb 1,45	Te ²⁻ 2,11 52 Te 1,43	J ⁻ 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 ⁺ 0,68	4 Be 1,12 Be ²⁺ 0,35										
11 Na 1,86 Na ⁺ 0,97	12 Mg 1,60 Mg ²⁺ 0,66	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
19 K 2,31 K ⁺ 1,33	20 Ca 1,96 Ca ²⁺ 0,99	21 Sc 1,51 Sc ³⁺ 0,81	22 Ti 1,46 Ti ³⁺ 0,76 Ti ⁴⁺ 0,68	23 V 1,30 V ²⁺ 0,88 V ³⁺ 0,74 V ⁴⁺ 0,63 V ⁵⁺ 0,59	24 Cr 1,25 Cr ³⁺ 0,63 Cr ⁶⁺ 0,52	25 Mn 1,18 Mn ²⁺ 0,80 Mn ³⁺ 0,66 Mn ⁴⁺ 0,60 Mn ⁷⁺ 0,46	26 Fe 1,24 Fe ²⁺ 0,74 Fe ³⁺ 0,64	27 Co 1,26 Co ²⁺ 0,74 Co ³⁺ 0,64	28 Ni 1,01 Ni ²⁺ 0,68	29 Cu 1,03 Cu ⁺ 0,67 Cu ²⁺ 0,64	30 Zn 1,00 Zn ²⁺ 0,64
37 Rb 2,43 Rb ⁺ 1,47	38 Sr 2,15 Sr ²⁺ 1,12	39 Y 1,81 Y ³⁺ 0,92	40 Zr 1,56 Zr ⁴⁺ 0,79	41 Nb 1,43 Nb ⁴⁺ 0,74 Nb ⁵⁺ 0,69	42 Mo 1,36 Mo ⁴⁺ 0,70 Mo ⁶⁺ 0,62	43 Tc 1,00 Tc ⁷⁺ 0,56	44 Ru 1,33 Ru ⁴⁺ 0,67	45 Rh 1,35 Rh ³⁺ 0,64	46 Pd 1,06 Pd ²⁺ 0,64	47 Ag 1,08 Ag ⁺ 0,64	48 Hg 2,01 Hg ²⁺ 0,64
55 Cs 2,62 Cs ⁺ 1,67	56 Ba 2,17 Ba ²⁺ 1,34	57 La 1,86 *) La ³⁺ 1,14	72 Hf 1,58 Hf ⁴⁺ 0,78	73 Ta 1,43 Ta ⁵⁺ 0,68	74 W 1,36 W ⁴⁺ 0,70 W ⁶⁺ 0,62	75 Re 1,87 Re ⁴⁺ 0,72 Re ⁷⁺ 0,56	76 Os 1,35 Os ⁸⁺ 0,69	77 Ir 1,92 Ir ³⁺ 0,64	78 Pt 2,00 Pt ²⁺ 0,64	79 Au 1,97 Au ⁺ 0,64	80 Hg 2,01 Hg ²⁺ 0,64
87 Fr Fr ⁺ 1,80	88 Ra Ra ²⁺ 1,43	89 Ac Ac ³⁺ 1,18 *)									
Lanthaniden *)		58 Ce 1,82 Ce ³⁺ 1,07 Ce ⁴⁺ 0,94	59 Pr 1,81 Pr ³⁺ 1,06 Pr ⁴⁺ 0,92	60 Nd 1,80 Nd ³⁺ 1,04	61 Pm	62 Sm Sm ³⁺ 1,00	63 Eu Eu ²⁺ 0,98 Eu ³⁺ 0,94	64 Gd Gd ³⁺ 0,94	65 Tb Tb ³⁺ 0,94	66 Dy Dy ³⁺ 0,94	67 Ho Ho ³⁺ 0,94
Actiniden *)		90 Th 1,80 Th ⁴⁺ 1,02	91 Pa Pa ³⁺ 1,13 Pa ⁴⁺ 0,98 Pa ⁵⁺ 0,89	92 U 1,38 U ⁴⁺ 0,97 U ⁶⁺ 0,80	93 Np Np ³⁺ 1,10 Np ⁴⁺ 0,95 Np ⁷⁺ 0,71	94 Pu Pu ³⁺ 1,08 Pu ⁴⁺ 0,93	95 Am Am ³⁺ 1,00	96 Cm Cm ³⁺ 1,00	97 Bk Bk ³⁺ 1,00	98 Cf Cf ³⁺ 1,00	99 Es Es ³⁺ 1,00

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
1 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]

d-, s-Valenzelektronen

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 ³⁺ 0,23	6 C 0,7 C ⁴⁺ 0,1
								13 Al 1,43 Al ³⁺ 0,51	14 Si 1,1 Si ⁴⁺ 0,3 Si ⁴⁻ 1,9
V	VI	VII				I	II	31 Ga 1,22 Ga ³⁺ 0,62	32 Ge 1,2 Ge ²⁺ 0,7 Ge ⁴⁺ 0,5
1,30 2 ⁺ 0,88 3 ⁺ 0,74 4 ⁺ 0,63 5 ⁺ 0,59	24 Cr 1,25 Cr ³⁺ 0,63 Cr ⁶⁺ 0,52	Mn 1,18 25 Mn ²⁺ 0,80 Mn ³⁺ 0,66 Mn ⁴⁺ 0,60 Mn ⁷⁺ 0,46	26 Fe 1,24 Fe ²⁺ 0,74 Fe ³⁺ 0,64	27 Co 1,25 Co ²⁺ 0,72 Co ³⁺ 0,63	28 Ni 1,24 Ni ²⁺ 0,69	29 Cu 1,28 Cu ⁺ 0,96 Cu ²⁺ 0,72	30 Zn 1,33 Zn ²⁺ 0,74	49 In 1,62 In ³⁺ 0,81	50 Sn 1,4 Sn ²⁺ 0,9 Sn ⁴⁺ 0,7 Sn ⁴⁻ 2,1
b 1,43 b ³⁺ 0,74 b ²⁺ 0,69	42 Mo 1,36 Mo ⁴⁺ 0,70 Mo ⁶⁺ 0,62	43 Tc Tc ⁷⁺ 0,56	44 Ru 1,33 Ru ⁴⁺ 0,67	45 Rh 1,34 Rh ³⁺ 0,68	46 Pd 1,37 Pd ²⁺ 0,80 Pd ⁴⁺ 0,65	47 Ag 1,44 Ag ⁺ 1,26 Ag ²⁺ 0,89	48 Cd 1,49 Cd ²⁺ 0,97	81 Tl 1,70 Tl ⁺ 1,47 Tl ³⁺ 0,95	82 Pb 1,7 Pb ²⁺ 1,2 Pb ⁴⁺ 0,8
a 1,43 a ³⁺ 0,68	74 W 1,36 W ⁴⁺ 0,70 W ⁶⁺ 0,62	75 Re Re ⁴⁺ 0,72 Re ⁷⁺ 0,56	76 Os 1,35 Os ⁶⁺ 0,69	77 Ir 1,35 Ir ⁴⁺ 0,68	78 Pt 1,38 Pt ²⁺ 0,80 Pt ⁴⁺ 0,65	79 Au 1,44 Au ⁺ 1,37 Au ³⁺ 0,85	80 Hg 1,50 Hg ²⁺ 1,10		
r 1,81 r ³⁺ 1,06 r ⁴⁺ 0,92	60 Nd 1,80 Nd ³⁺ 1,04	61 Pm	62 Sm Sm ³⁺ 1,00	63 Eu Eu ³⁺ 0,98	64 Gd Gd ³⁺ 0,97	65 Tb Tb ³⁺ 0,93 Tb ⁴⁺ 0,81	66 Dy Dy ³⁺ 0,92	67 Ho Ho ³⁺ 0,91	68 Er 1,8 Er ³⁺ 0,8
a a ³⁺ 1,13 a ⁴⁺ 0,98 a ⁵⁺ 0,89	92 U 1,38 U ⁴⁺ 0,97 U ⁶⁺ 0,80	Np 93 Np ³⁺ 1,10 Np ⁴⁺ 0,95 Np ⁷⁺ 0,71	94 Pu Pu ³⁺ 1,08 Pu ⁴⁺ 0,93	95 Am Am ³⁺ 1,07 Am ⁴⁺ 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 ³⁺ 0,23	6 C 0,77 C ⁴⁺ 0,16	7 N 0,71 N ³⁺ 0,16 N ⁵⁺ 0,13	O ²⁻ 1,32 8 O 0,60 O ⁶⁺ 0,10	9 F 1,33 F ⁷⁺ 0,08	10 Ne 1,60
			13 Al 1,43 Al ³⁺ 0,51	14 Si 1,17 Si ⁴⁺ 0,39	15 P P ³⁺ 0,44 P ⁵⁺ 0,35	S ²⁻ 1,74 16 S 1,04 S ⁴⁺ 0,37 S ⁶⁺ 0,30	17 Cl 1,81 Cl ³⁺ 0,34 Cl ⁷⁺ 0,27	18 Ar 1,91
	I	II	31 Ga 1,22 Ga ³⁺ 0,62	32 Ge 1,22 Ge ²⁺ 0,73 Ge ⁴⁺ 0,53	33 As 1,25 As ³⁺ 0,58 As ⁵⁺ 0,46	Se ²⁻ 0,91 34 Se 1,16 Se ⁴⁺ 0,50 Se ⁶⁺ 0,42	Br ⁻ 1,96 35 Br 1,19 Br ³⁺ 0,47 Br ⁷⁺ 0,39	36 Kr 2,01
1,24 2+ 0,69	29 Cu 1,28 Cu ⁺ 0,96 Cu ²⁺ 0,72	30 Zn 1,33 Zn ²⁺ 0,74	49 In 1,62 In ³⁺ 0,81	50 Sn 1,40 Sn ²⁺ 0,93 Sn ⁴⁺ 0,71	51 Sb 1,45 Sb ³⁺ 0,76 Sb ⁵⁺ 0,62	Te ²⁻ 2,11 52 Te 1,43 Te ⁴⁺ 0,70 Te ⁶⁺ 0,56	J ⁻ 2,20 53 J 1,36 J ³⁺ 0,62 J ⁷⁺ 0,50	54 Xe 2,20
1,37 2+ 0,80 4+ 0,65	47 Ag 1,44 Ag ⁺ 1,26 Ag ²⁺ 0,89	48 Cd 1,49 Cd ²⁺ 0,97	81 Tl 1,70 Tl ⁺ 1,47 Tl ³⁺ 0,95	82 Pb 1,75 Pb ²⁺ 1,20 Pb ⁴⁺ 0,84	83 Bi 1,55 Bi ³⁺ 0,96 Bi ⁵⁺ 0,74	84 Po Po ⁶⁺ 0,67	85 At At ⁷⁺ 0,62	86 Rn

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

Tabelle 4. Internationale Atomgewichte 1961¹⁾

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

¹⁾ bezogen auf den Wert 12 für die relative Atommasse des Kohlenstoffisotops ¹²C.

*) 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 ₄	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.

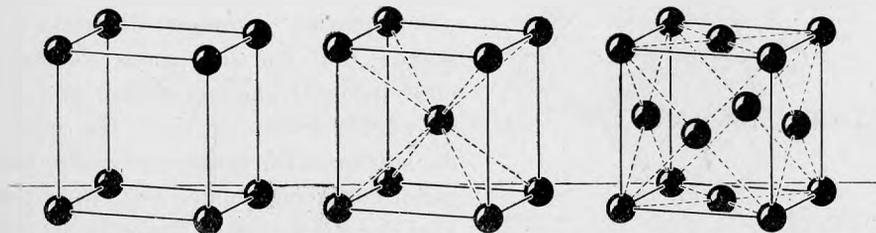


Fig. 9. Primitives, innenzentriertes und flächenzentriertes kubisches Elementargitter

Strukturen vom Kupfertypus besitzen: β -Li, Cu (**Kupfer**), Ag (**Silber**), Au (**Gold**), α -Ca ($< 450\ ^\circ\text{C}$), Sr, Al, β -Se, β -La, „ β “-Ce, β -Pr, Yb, Pb (**Blei**), Th, γ -Fe ($906\text{--}1401\ ^\circ\text{C}$), β -Co ($> 450\ ^\circ\text{C}$), β -Ni, β -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 α -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, β -Tl, Eu, β -Ti ($> 880\ ^\circ\text{C}$), β -Zr ($> 840\ ^\circ\text{C}$), V, Nb, Ta, α -Cr, Mo, α -W, α -Fe (**Eisen**), γ -U ($< 760\ ^\circ\text{C}$), γ -Np, ferner **Nickeleisen** bzw. **Kamazit** (Fe, Ni).

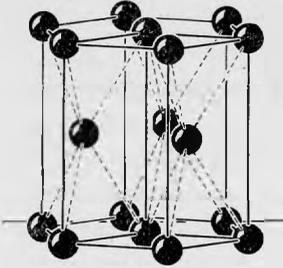


Fig. 10. Zink Zn. Hexagonale dichteste Packung der Atome

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, γ -Ca ($> 450^\circ C$), Zn (**Zink**), Cd, α -Tl ($< 230^\circ C$), α -Sc, Y, α -La, Ce, Pr, Nd, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Lu, α -Ti ($< 880^\circ C$), α -Zr ($< 880^\circ C$), Hf, β -N₂, Te, Re, α -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.

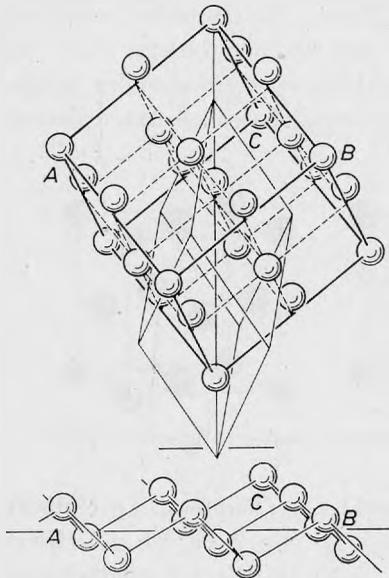


Fig. 11
Arsen As. A-B-C ist eine Atomschicht parallel der hexagonalen Basis (0001)

Die Struktur kann aufgefaßt werden als ein primitives pseudo-kubisches Elementargitter mit der Pseudoachse „ a_0 “ = $\frac{1}{2}a_{rh}$ = 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.

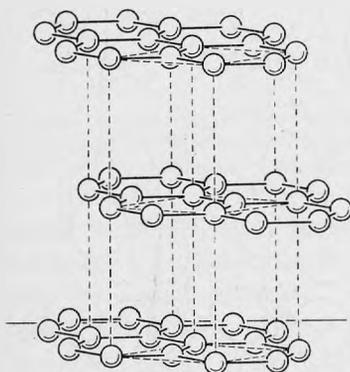


Fig. 12a

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

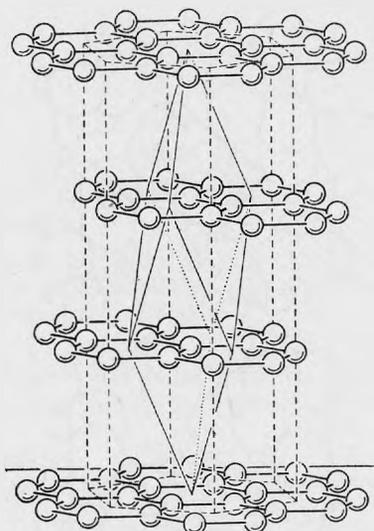


Fig. 12b

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 — Fd3m. $Z = 8$, mit den Atomkoordinaten 000 , $0\frac{1}{2}\frac{1}{2}\frac{1}{2}$, $\frac{1}{2}0\frac{1}{2}\frac{1}{2}$, $\frac{1}{2}\frac{1}{2}0\frac{1}{2}$, $\frac{1}{4}\frac{1}{4}\frac{1}{4}$, $\frac{1}{4}\frac{3}{4}\frac{3}{4}$, $\frac{3}{4}\frac{1}{4}\frac{3}{4}$, $\frac{3}{4}\frac{3}{4}\frac{1}{4}$. Jedes Atom ist von 4 Nachbaratomen tetraedrisch umgeben; die C—C-Abstände betragen 1,54 Å und entsprechen den durchschnitt-

3*

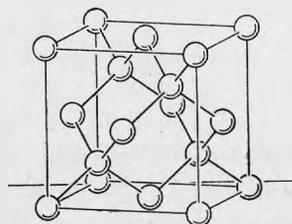


Fig. 13. Diamant. Zwei ineinandergestellte, flächenzentrierte kubische Gitter

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 α -Sn (grau); homöotyp ist Borazon BN.

Schwefel α -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.

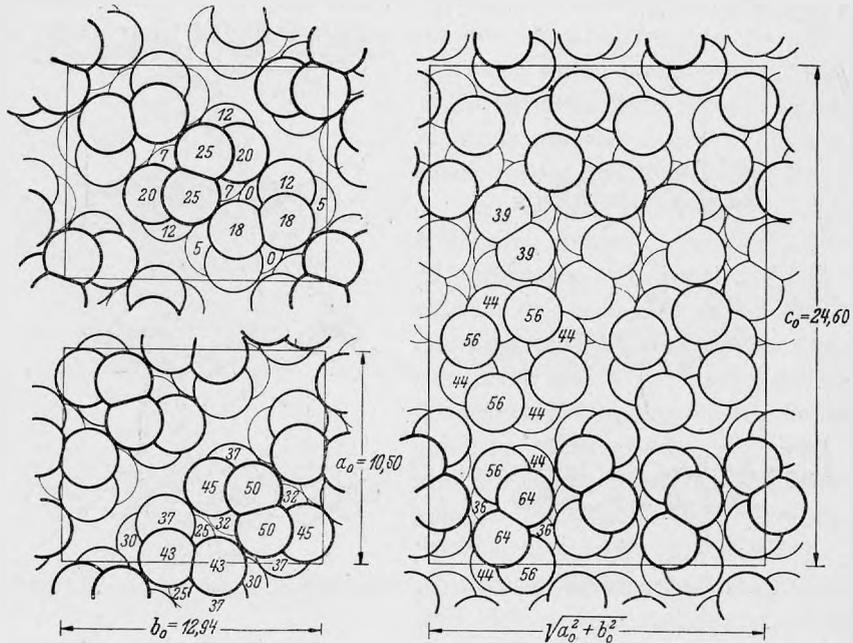


Fig. 14. Orthorhombischer Schwefel.

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

Der monokline β -Schwefel und der gleichfalls monokline γ -Schwefel (**Rosickyit**) besitzen wahrscheinlich ebenfalls ringförmige S_8 -Moleküle, während im rhomboedrischen ϵ -Schwefel S_6 -Moleküle vorzuliegen scheinen. Der β -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 Cu_2S . Hoch-Kupferglanz, 105—450 °C (N. V. Belov & V. P. Butuzov, 1946; R. Ueda, 1949). Hexagonal. D_{6h}^+ —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).

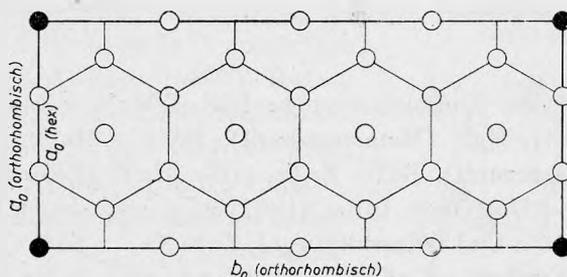


Fig. 15. Die metrischen Beziehungen von Hoch- und Tief-Kupferglanz, Cu_2S . Weiß = identische Gitterpunkte des hexagonalen Kupferglanzes, schwarz = identische Gitterpunkte des orthorhombischen Tief-Kupferglanzes

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. Co_9S_8 .

Zinkblende 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

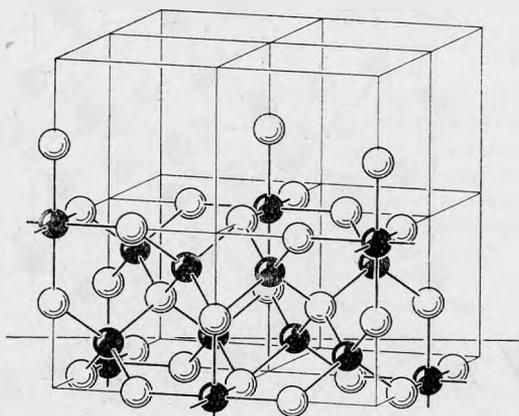


Fig. 16. Pentlandit; es ist die Besetzung in einem Viertel der Elementarzelle gezeichnet

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

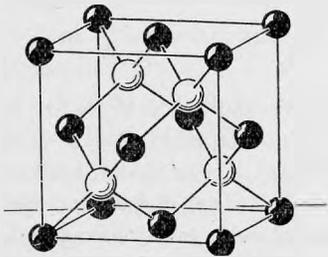


Fig. 17. Zinkblende ZnS. Zwei ineinandergestellte flächenzentrierte kubische Gitter

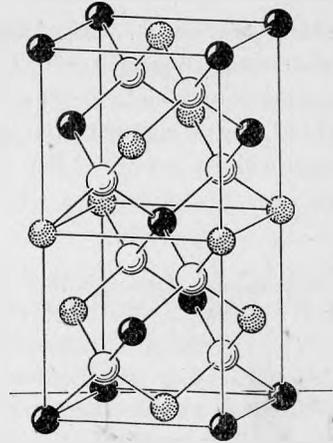


Fig. 18. Chalkopyrit, Kupferkies CuFeS_2 . Vgl. Fig. 17

Beispiele für den Zinkblendetypus: BeS, β -MnS, α -ZnS (**Zinkblende**), α -CdS (**Hawleyit**), HgS (**Metacinnabarit**), BeSe, β -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, α -CuJ (**Marshit**), AgJ, ZnSnAs_2 ($> 635^\circ\text{C}$).

Chalkopyrit, Kupferkies 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** CuFeS_2 , **Gallit** CuGaS_2 , **Roquézit** CuInS_2 , **Zinnkies (Stannin)** $\text{Cu}_2\text{FeSnS}_4$ und **Kösterit** $\text{Cu}_2\text{ZnSnS}_4$, ferner

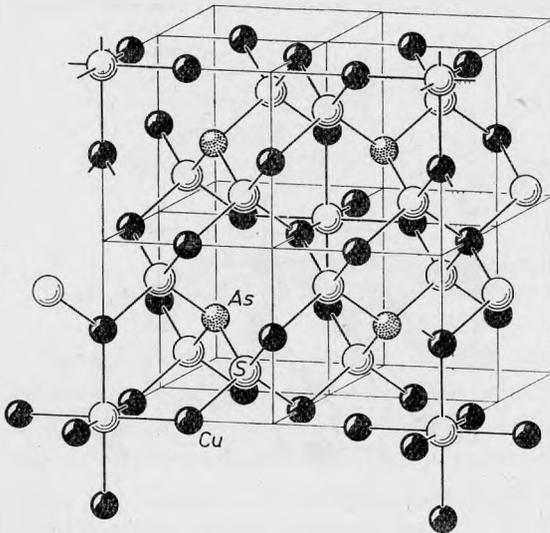


Fig. 19. Fahlerz $\text{Cu}_3\text{AsS}_{3.25}$. Kubisch-innenzentrierte Elementarzelle; hiervon ist nur die vordere Hälfte gezeichnet

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 \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: γ -MnS, β -ZnS (**Wurtzit**), β -CdS (**Greenockit**), γ -MnSe, ZnSe, β -CdSe (**Cadmoselit**), MgTe, MnTe, ZnTe, NH_4F , AgJ (**Jodargyrit**), BeO (**Bromellit**), ZnO (**Zinkit**), AlN, GaN, InN, NbN, SiC u. a.

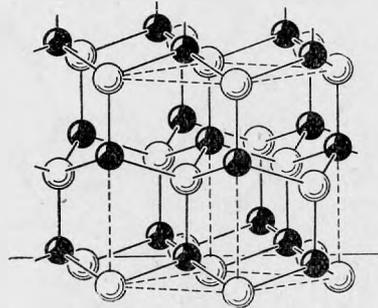


Fig. 20. Wurtzit. Hexagonales ZnS

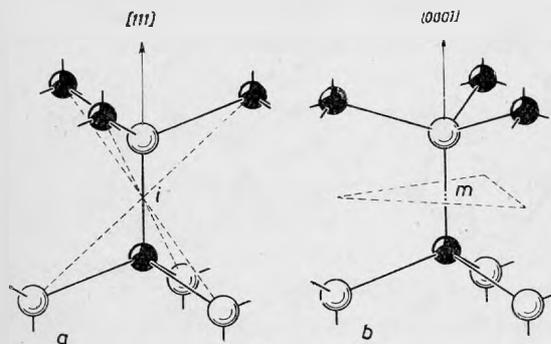


Fig. 21. a) Zinkblende; b) Wurtzit.
Die ZnS-Tetraeder sind nach $[111]$ bzw. $[0001]$ einheitlich orientiert und führen zur polaren Symmetrie dieser Richtungen. Unter der Voraussetzung, daß Zn und S gleichartige Atome wären, erhielte man für a) Zentrosymmetrie, für b) Spiegelsymmetrie (i = Symmetriezentrum, 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

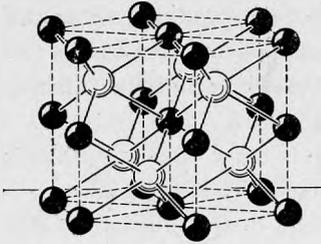


Fig. 22
Nickelin, Rotnickelkies NiAs

umgeben. Der im gleichen Strukturtypus kristallisierende Magnetkies (Pyrrhotin) hat die Zusammensetzung FeS bis Fe_6S_7 . 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**), γ -CoS (**Jaipurit**), γ -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).

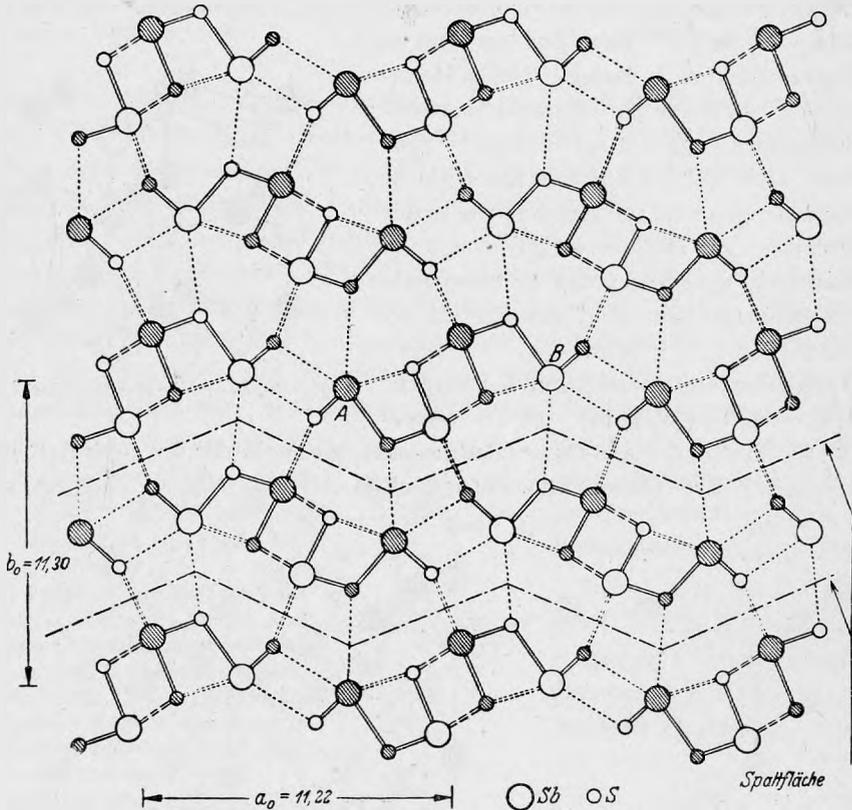


Fig. 23. Antimonglanz Sb_2S_3 . Projektion auf $c(001)$. Der Bereich AB ist in Fig. 24 nochmals gezeigt

Stibnit, Antimonglanz Sb_2S_3 (W. Hofmann, 1933). Orthorhombisch. D_{2h}^{16} — Pbnm. $Z = 4$. Die Struktur besteht aus Doppelketten von der Formel $(\text{Sb}_2\text{S}_3)_\infty$, 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**), $NiSe_2$, $NiAsS$

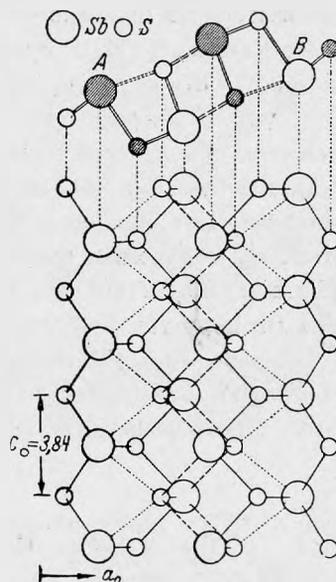


Fig. 24. Stibnit, Antimonglanz. Projektion auf die Fläche (010); für den oberen, mit AB bezeichneten Teil ist die Projektionsebene (001) wie in Fig. 23. Die Ketten $(Sb_2S_3)_\infty$ verlaufen parallel c_0

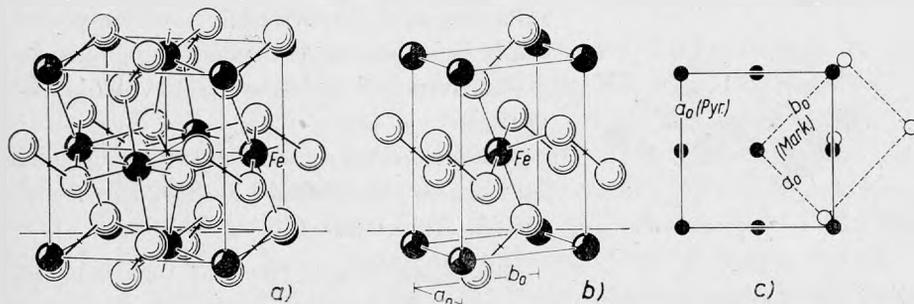


Fig. 25. Dimorphie von FeS_2 : a) Pyrit, b) Markasit. c) Basisprojektion der Elementarzellen beider Mineralien, mit den Fe-Positionen. Während im Pyrit die S_2 -Hanteln nach den vier Raumdiagonalen des Würfels orientiert sind, sind sie im Markasit nur in zwei Richtungen orientiert, und zwar innerhalb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

(**Gersdorffit**), RuS_2 (**Laurit**), RuSe_2 , RuTe_2 , OsS_2 , OsSe_2 , OsTe_2 , RhS_2 , RhSe_2 , RhTe_2 , PdAs_2 , PdSb_2 , PdB_2 (**Michenerit**), PtP_2 , PtAs_2 (**Sperryolith**), PtSb_2 (**Geversit**), PtBi_2 , AuSb_2 (**Aurostibit**). Zum Strukturtypus von Pyrit gehören auch Kohlensäure CO_2 und N_2O .

Markasit 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 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: FeS_2 (**Markasit**), FeSe_2 (**Ferroselit**), FeTe_2 (**Frohbergit**), FeAs_2 (**Löllingit**), FeSb_2 , FeP_2 , CoSe_2 (**Hastit**), CoTe_2 , CoAs_2 (**Safflorit**), CoSb_2 , NiAs_2 (**Rammelsbergit**), NiSb_2 , CrSb_2 , OsP_2 , OsSb_2 , RuP_2 , RuSb_2 .

Molybdänit, Molybdänglanz MoS_2 (R. G. Dickinson und L. Pauling, 1923). Hexagonal. D_{6h}^+ — $\text{P}6_3/\text{mmc}$. $Z = 2$ 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** MoS_2 auch MoSe_2 , MoTe_2 , **Tungstenit** WS_2 und WSe_2 .

Skutterudit CoAs_3 (I. Oftedal, 1928). Kubisch. T_h^8 — $\text{Im}3$. 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 $(g)0yz$, $0y\bar{z}$, $0\bar{y}z$, $0y\bar{z}$ usw., mit $y = 0.35$, $z = 0.15$. Letztere bilden innerhalb der Zelle

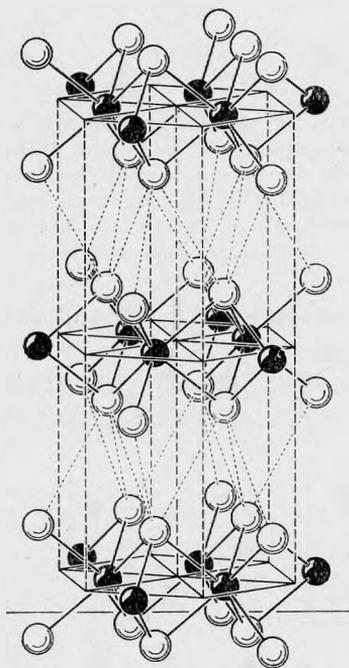


Fig. 26

Molybdänit, Molybdänglanz MoS_2 . Die van der Waalsschen Kräfte von Schicht zu Schicht sind durch dünne gestrichelte Linien angedeutet

sechs As_2 -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 $\frac{1}{4}\frac{1}{4}\frac{1}{4}$.

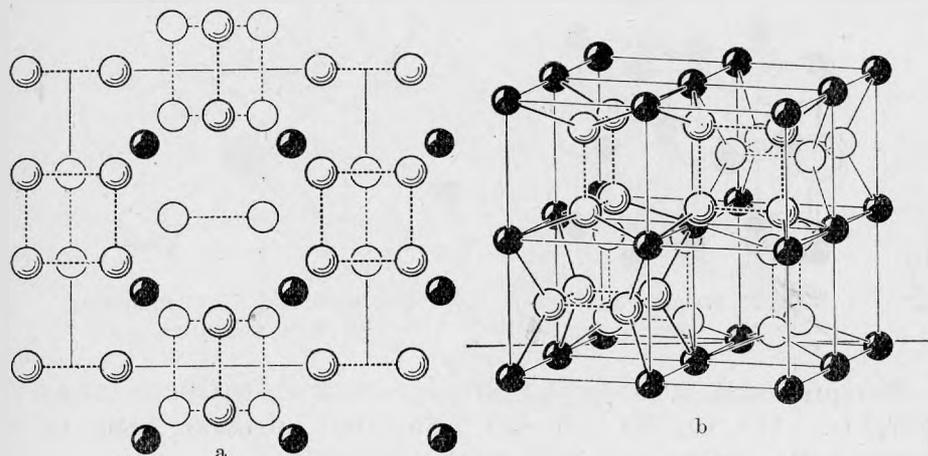


Fig. 27. Skutterudit CoAs_3 . a) Basisprojektion, Koordinatenanfangspunkt in 000; b) dreidimensionale Darstellung, Koordinatenanfangspunkt um $\frac{1}{4}\frac{1}{4}\frac{1}{4}$ verschoben

III. Halogenide

Nantokit CuCl ist isotyp mit Zinkblende ZnS .

Jodargyrit AgJ ist isotyp mit Wurtzit ZnS .

Steinsalz, Halit NaCl , (W. L. Bragg, 1914). Kubisch. $\text{O}_h^2 - \text{Fm}3m$. $Z = 4$ 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 ($> 190^\circ\text{C}$), RbBr , RbJ , CsF , $\beta\text{-CsCl}$ ($> 460^\circ\text{C}$), NH_4Cl ($> 184,3^\circ\text{C}$), NH_4Br ($> 137,8^\circ\text{C}$), NH_4J ($> -17,6^\circ\text{C}$), AgF , AgCl (**Chlorargyrit**), AgBr (**Bromargyrit**), MgO (**Periklas**), FeO („**Wüstit**“), CoO , NiO (**Bunsenit**), MnO (**Manganosit**), CdO (**Monteponit**), CaO , SrO , BaO , MgS , $\alpha\text{-MnS}$ (**Alabandin**), CaS (**Oldhamit**), SrS , BaS , PbS (**Bleiglanz, Galenit**), EuS , $\beta\text{-NaHS}$, $\beta\text{-NaHSe}$, $\beta\text{-KHS}$, $\beta\text{-KHSe}$, $\beta\text{-RbHS}$, $\beta\text{-RbHSe}$, 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 NH_4Cl (= 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 NH_4 . Die NH_4 -Ionen sind von 8 Cl, die Cl-Ionen von 8 NH_4 würfelförmig umgeben.

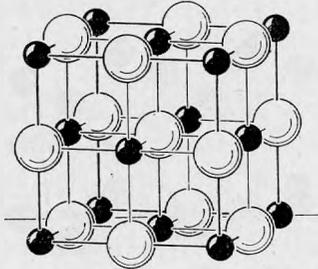
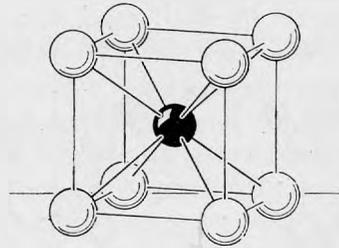
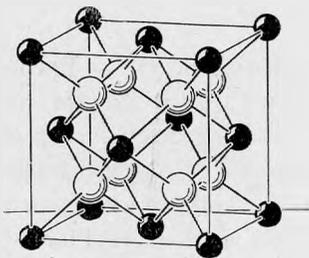


Fig. 28. Steinsalz NaCl

Fig. 29. Salmiak NH_4Cl . Primitives kubisches Gitter

Beispiele sind CsCl, CsBr, CsJ, NH_4Cl ($< 184,3^\circ\text{C}$), NH_4Br ($< 137,8^\circ\text{C}$), NH_4J ($< -17,6^\circ\text{C}$), TlCl, TlBr, TlI, TlSb, TlBi, CuZn, AgZn, AgMg, AgCd, AuZn, AuMg, AuCd, CuPd, NiAl, NdAl, CoBe, PdBe u. a.

Fluorit, Flußspat 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 $\frac{1}{4}\frac{1}{4}\frac{1}{4}$, $\frac{1}{4}\frac{1}{4}\frac{3}{4}$, $\frac{3}{4}\frac{1}{4}\frac{1}{4}$, $\frac{3}{4}\frac{1}{4}\frac{3}{4}$, $\frac{1}{4}\frac{3}{4}\frac{1}{4}$, $\frac{1}{4}\frac{3}{4}\frac{3}{4}$, $\frac{3}{4}\frac{3}{4}\frac{1}{4}$, $\frac{3}{4}\frac{3}{4}\frac{3}{4}$ 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 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 CaF_2

Beispiele für Strukturen vom Fluorittypus sind: CaF_2 (**Fluorit**), SrF_2 , SrCl_2 , BaF_2 , RaF_2 , CdF_2 , CuF_2 , HgF_2 , PbF_2 , EuF_2 , CeO_2 , PrO_2 , TbO_2 , ZrO_2 , HfO_2 , ThO_2 , $(\text{Th}, \text{U})\text{O}_2$ (**Thorianit**), $(\text{U}, \text{Th})\text{O}_2$ (**Uraninit**), UO_2 , NpO_2 , PuO_2 , AmO_2 , CrH_2 ; eine sog. Antifluoritstruktur mit vertauschten Metall- und Nichtmetallpositionen besitzen Li_2O , Li_2S , Li_2Se , Li_2Te , Na_2O , Na_2S , Na_2Se , Na_2Te , K_2O , K_2S , K_2Se , K_2Te , Rb_2O , Rb_2S , Mg_2Ge , Mg_2Si , Mg_2Sn , Mg_2Pb , Al_2Pt , Al_2Au , Ga_2Pt , Ga_2Au , In_2Pt , In_2Au , Sn_2Ir , Sn_2Pt , Rh_2P , Ir_2P , Be_2C .

Hieratit K_2SiF_6 (= K_2PtCl_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 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.

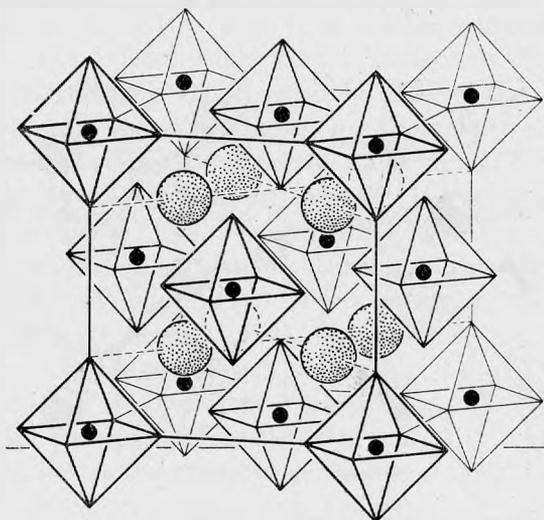


Fig. 31. Hieratit $K_2[SiF_6]$. Die Struktur ist ein flächenzentrierter Würfel
mit oktaedrischen Baugruppen SiF_6

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-

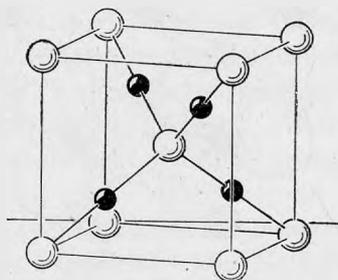


Fig. 32. Cuprit Cu_2O . Jede Zelle enthält vier Cu und zwei O

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.

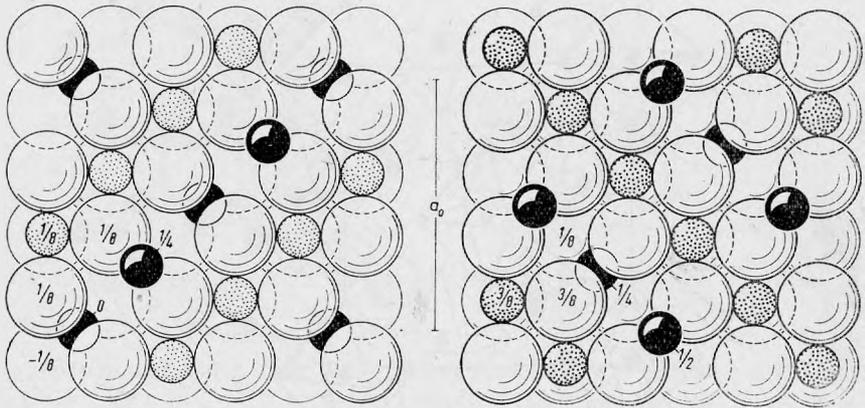


Fig. 33. Spinell. Projektion der Elementarzelle in zwei Schichten: Höhe $-\frac{1}{8}$ bis $+\frac{1}{8}$ (links), $+\frac{1}{8}$ bis $+\frac{3}{8}$ (rechts). Kationenverteilung entsprechend dem Formeltyp $A^{[4]}B^{[6]}O_4$, A-Atome in tetraedrischer Koordination (schwarz), B-Atome in oktaedrischer 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 **Daubréelith** $FeCr_2S_4$. Beispiele für synthetische Verbindungen sind Co-, Ni-, $CuAl_2O_4$; Co-, Cu-, $CdFe_2O_4$; Mn-, Co-, Ni-, Cu-, Zn-

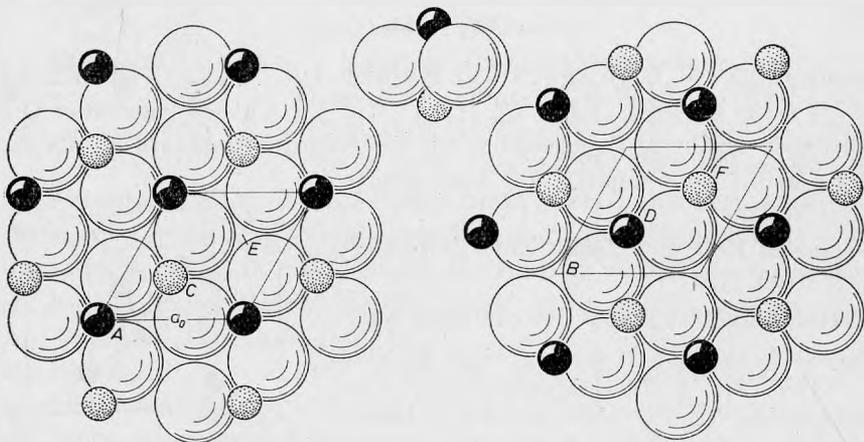


Fig. 34. Korund Al_2O_3 . Projektion auf (0001). In der hexagonalen Zelle (mit $a_0 = 4,77 \text{ \AA}$, $c_0 = 13,04 \text{ \AA}$) folgen sechs O-Al-Schichten derart übereinander, daß $ABCDEF$ auf einer Geraden $[0001]$ liegen. Die hier gezeichnete Struktur ist etwas idealisiert

CdCr_2O_4 ; Mg-, Zn-, CdGa_2O_4 ; Mg-, CaIn_2O_4 ; Mg-, ZnRh_2O_4 ; Mg-, Fe-, ZnV_2O_4 ; Mg_2 -, Mn_2 -, Zn_2TiO_4 ; Ca-, Mg-, Mn-, Fe-, Co-, Ni-, Cd-, HgIn_2S_4 u. v. a. — $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ entspricht einem Spinellgitter mit Kationenausfall.

Korund Al_2O_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 Al_2O_3 , die kleinste rhomboedrische Zelle $\{40\bar{4}1\}$ enthält 2 Al_2O_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**), Cr_2O_3 (**Eskolait**), Ti_2O_3 , V_2O_3 (**Karelianit**), $\alpha\text{-Ga}_2\text{O}_3$ und Rh_2O_3 ; geringere Symmetrie, ohne Gleitpiegelebenen mit der Gleitkomponente $c_0/2$, besitzen MgTiO_3 (**Geikielith**), FeTiO_3 (**Ilmenit**) und MnTiO_3 (**Pyrophanit**).

Perowskit 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 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 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 Nichtmineralien KJO_3 , RbJO_3 , CsJO_3 , KNbO_3 , SrTiO_3 , SrSnO_3 , SrZrO_3 , BaTiO_3 , BaSnO_3 , BaThO_3 , BaCeO_3 , CdTiO_3 , CaZrO_3 , CaSnO_3 , YAlO_3 , LaAlO_3 , LaGaO_3 , KMgF_3 , KZnF_3 , KNiF_3 , CsCdCl_3 , CsHgCl_3 u. a.

Vom BaTiO_3 gibt es auch eine hexagonale Modifikation (Burbank & H. T. Evans, 1948).

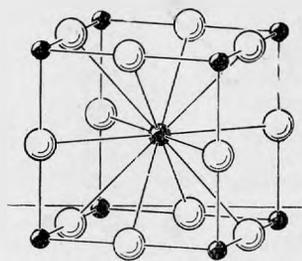
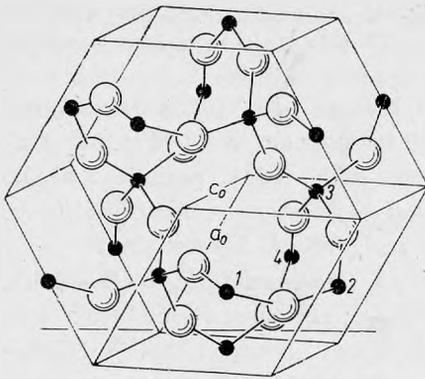


Fig. 35. Perowskit CaTiO_3 . Es ist nur $\frac{1}{8}$ der Elementarzelle gezeichnet

SiO_2

Die bei Atmosphärendruck stabilen 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 Tetraedergelüsten je zwei Tetraeder über ein gemeinsames Sauerstoffteilchen, also über eine Ecke kondensiert sind, liegen im „Faserigen SiO_2 “ Tetraederketten vor, in denen je zwei Tetraeder zwei Sauerstoffteilchen, also eine Kante gemeinsam haben.

← Fig. 36. Hochquarz 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	~ 1.595		
Stishovit	4.35	$\epsilon = 1.826$	$\omega = 1.799$	

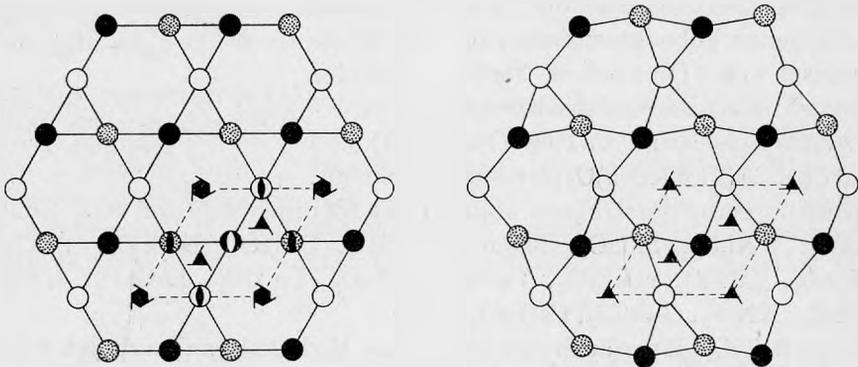


Fig. 37. Linksquarz. Hoch- und Tieftemperaturmodifikation.

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 AlPO_4 bekannt; mit der Tieftemperaturform sind GeO_2 , BeF_2 (?), AlPO_4 (**Berlinit**), AlAsO_4 , GaPO_4 , GaAsO_4 , FePO_4 und 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°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 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°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 AlPO_4 , AlAsO_4 , BPO_4 , BAsO_4 , MnPO_4 , GaPO_4 und 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.

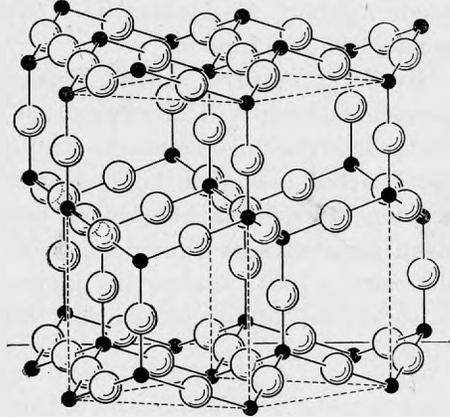


Fig. 38. Hochtridymit SiO_2 . Die Baugruppen Si_2O_7 sind spiegelsymmetrisch

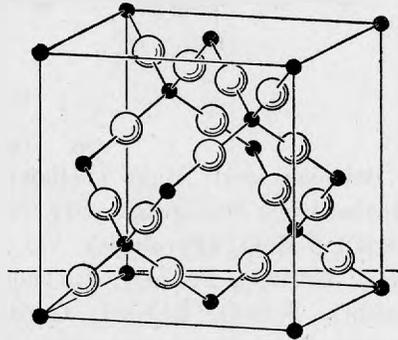


Fig. 39. Hohercristobalit SiO_2 . Die Baugruppen Si_2O_7 sind im Gegensatz zu Hochtridymit zentrosymmetrisch

TiO₂

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}.

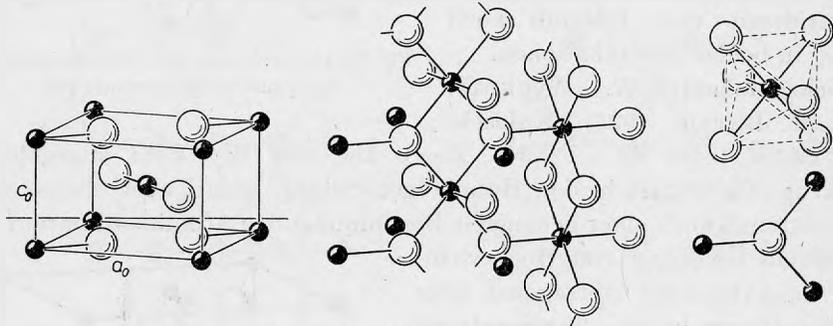


Fig. 40. Rutil TiO₂

Beispiele sind: MgF₂ (**Sellaït**), ZnF₂, MnF₂, FeF₂, CoF₂, NiF₂, PdF₂, Höchstdruck-SiO₂ (**Stishovit**), TiO₂ (**Rutil**), SnO₂ (**Cassiterit**), PbO₂ (**Plattnerit**), β-MnO₂ (**Pyrolusit**), VO₂, NbO₂, GeO₂, TeO₂, CrO₂, RuO₂, OsO₂, IrO₂; CrTaO₄, FeTaO₄, RhTaO₄, CrNbO₄, FeNbO₄, RhNbO₄, AlSbO₄, CrSbO₄, FeSbO₄, RhSbO₄, GaSbO₄, RhVO₄. Eine dreimal so große Gitterkonstante *c*₀, sonst aber ganz analoge Struktur, haben MgSb₂O₆ (**Byströmit**), NiSb₂O₆, CoSb₂O₆, FeSb₂O₆ (**Tripuyit**), ZnSb₂O₆ (**Ordoñezit**), MgTa₂O₆, NiTa₂O₆, CoTa₂O₆, FeTa₂O₆, (Fe, Mn) (Nb, Ta)₂O₆ (**Mossit**) und (Fe, Mn) (Ta, Nb)₂O₆ (**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

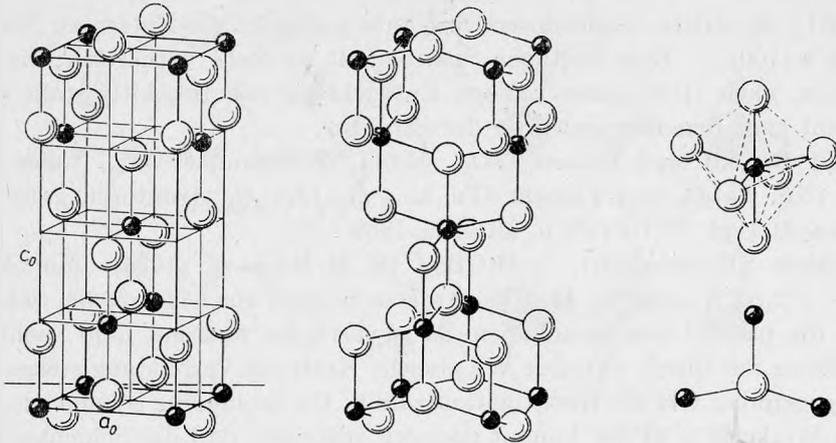


Fig. 41. Anatas TiO_2

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

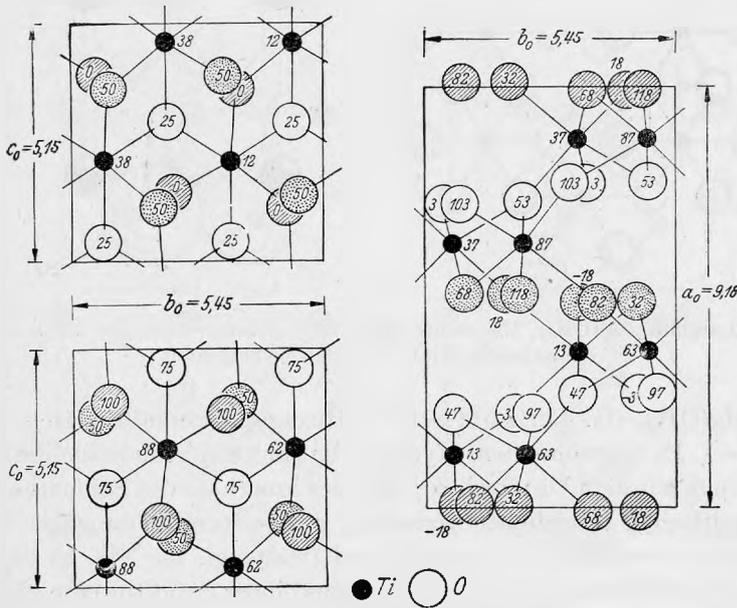


Fig. 42. Brookit TiO_2 . Projektionen auf (100) und (001) . Die linken Teilfiguren sind etwas idealisiert

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** TeO_2 , α -**PbO**₂, **Wolframit** FeWO_4 , **Niobit** (Fe, Mn) (Nb, Ta)₂O₆ und **Tantalit** (Fe, Mn) (Ta, Nb)₂O₆ strukturell ganz eng verwandt (vgl. F. Laves u. Mitarb., 1963).

Gibbsit (Hydrargillit), γ -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.

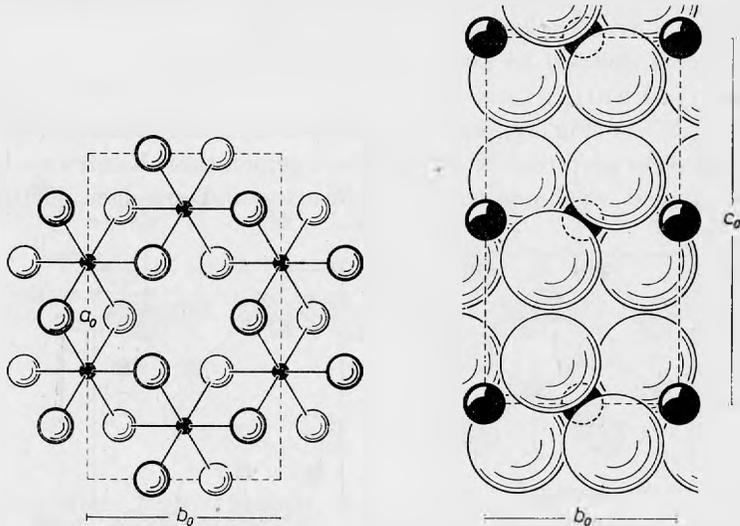


Fig. 43. Hydrargillit γ -Al(OH)₃. Die rechte Figur zeigt deutlich drei, nur durch van der Waalssche Kräfte verbundene Schichten

Brucit 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.

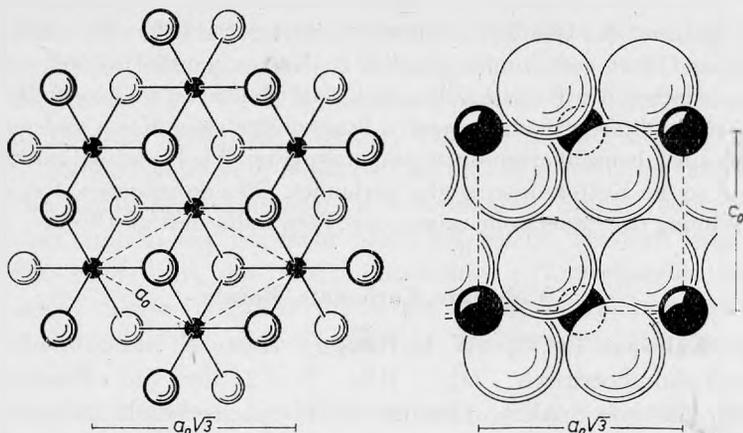


Fig. 44. Brucit $Mg(OH)_2$. Man beachte die beiden valenzmäßig abgesättigten Schichten der rechten Teilfigur

Beispiele: $MgBr_2$, $CoBr_2$, $FeBr_2$, $MnBr_2$, VBr_2 , MgJ_2 , CoJ_2 , FeJ_2 , MnJ_2 , CdJ_2 , CaJ_2 , PbJ_2 , YbJ_2 , VJ_2 , $Mg(OH)_2$ (**Brucit**), $Co(OH)_2$, $Ni(OH)_2$, $Fe(OH)_2$, $Mn(OH)_2$ (**Pyrochroit**), $Cd(OH)_2$, $Ca(OH)_2$ (**Portlandit**), $TiCl_2$, TiJ_2 , TiS_2 , $TiSe_2$, $TiTe_2$, ZrS_2 , $ZrSe_2$, SnS_2 , VSe_2 , $NiTe_2$, PtS_2 , $PtSe_2$, $PtTe_2$, $PdTe_2$.

Salesit $Cu[OH|JO_3]$ (S. Ghose, 1962). Orthorhombisch. $D_{2h}^{16}-Pmcn$, $Z = 4$. Cu ist quadratisch von 2 O und 2 OH umgeben, 2 weitere O in etwas größerem

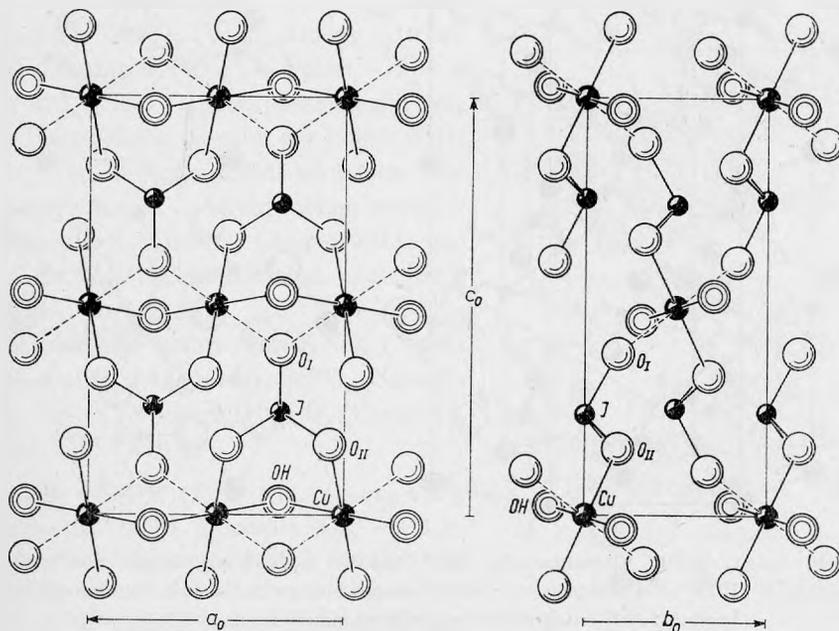


Fig. 45. Salesit. Projektionen auf (010) und (100)

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 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 CO_3 ersetzt. Die entstehende pseudokubische

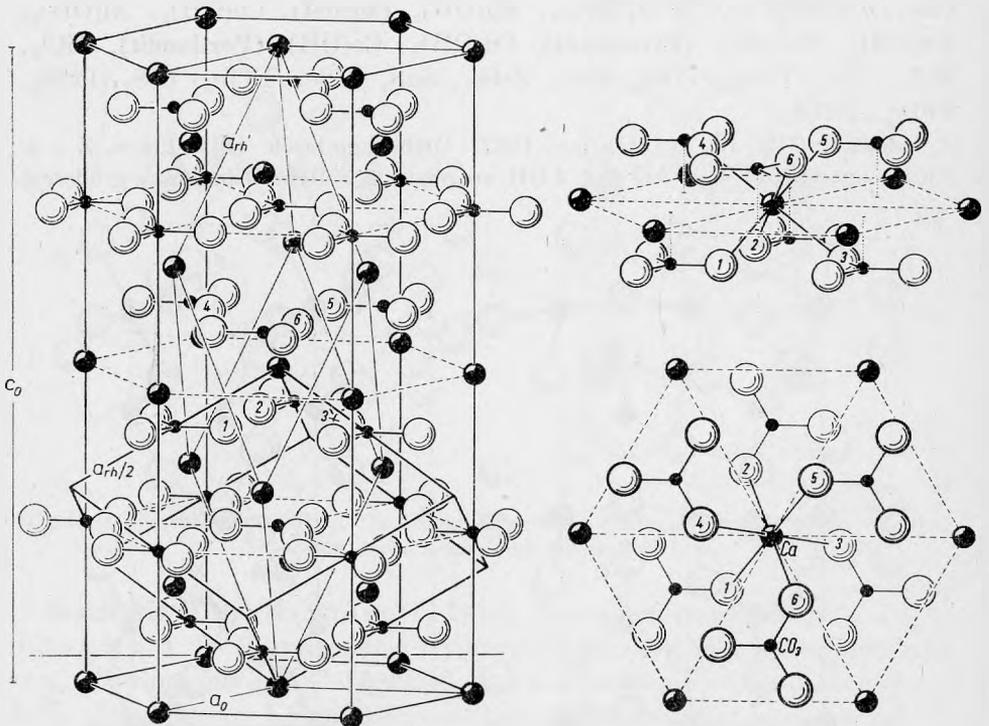


Fig. 46. Calcit. Wahre Elementarzelle $\{4041\}$ mit $Z = 2$ (dünn ausgezogen) und Spaltrhomboeder $\{10\bar{1}1\}$ (dick ausgezogen). Die Atomanordnung von Calcit in der dem Spaltrhomboeder $\{1010\}$ entsprechenden Zelle ist mit Steinsalz vergleichbar.

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

Zelle besitzt einen Polkantenwinkel von etwa 103° statt 90° 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 CO_3 den im Hauptschnitt schwingenden außerordentlichen Strahl in seiner Fortpflanzungsgeschwindigkeit weit weniger behindern als den ordentlichen Strahl.

Die bekannten Beispiele sind: LiNO_3 , NaNO_3 (**Nitronatrit**), InBO_3 , ScBO_3 , LuBO_3 , YBO_3 , MgCO_3 (**Magnesit**), ZnCO_3 (**Smithsonit**), CoCO_3 (**Sphaerokobaltit**), FeCO_3 (**Siderit**), MnCO_3 (**Rhodochrosit**), CdCO_3 (**Otavit**) und 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 CaCO_3 (W. L. Bragg, 1924). Orthorhombisch. $D_{2h}^{16} - \text{Pmcn}$. $Z = 4$ (Fig. 47). Die 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 KNO_3 (**Nitrokalit**), CaCO_3 (**Aragonit**), SrCO_3 (**Strontianit**), BaCO_3 (**Witherit**), PbCO_3 (**Cerussit**), NdBO_3 und 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: Cu_I ist planar quadratisch von $2\text{O} + 2\text{OH}$ umgeben, Cu_{II} annähernd quadratisch von $2\text{O} + 2\text{OH}$ und einem weiteren

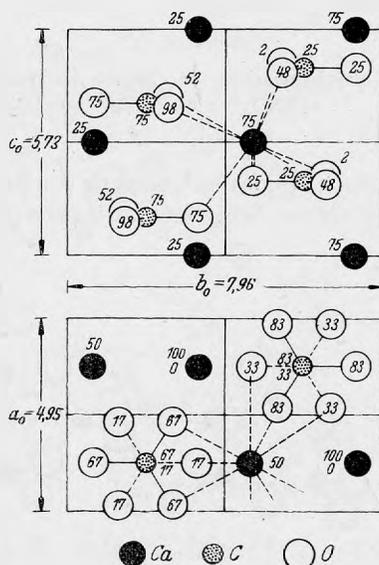


Fig. 47

Aragonit, orthorhombisches CaCO_3

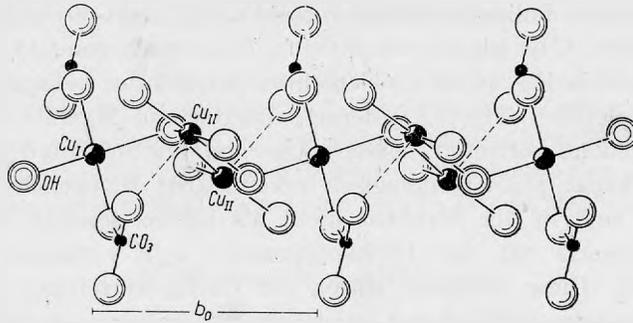


Fig. 48. Azurit. Der Ausschnitt der Struktur zeigt eine Kette parallel [010] aus planaren $\text{Cu}_I[\text{O}_2(\text{OH})_2]$ -Quadraten und Doppelquadraten $\text{Cu}_{II}[\text{O}_4(\text{OH})_2]$ sowie die Verknüpfung zu den CO_3 -Gruppen

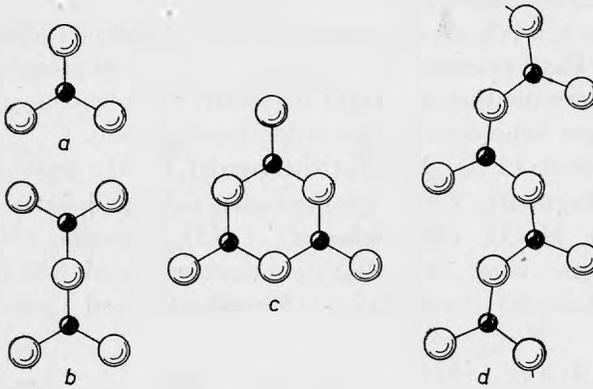


Fig. 49

Strukturmotive der Borate aus planaren 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) $[\text{B}_4\text{O}_7]^{5-}$

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 CO_3 -Gruppe gehören drei verschiedenen Cu-Koordinationsquadraten an.

Borate. Die Borate stellen strukturell gesehen innerhalb der komplexen Oxide den Übergang von RO_3 - zu RO_4 -Verbindungen her; es gibt Borate mit B in ebener Dreieckskoordination, isotyp mit Carbonaten, und solche mit B in tetra-

edrischen Koordination, isotyp mit Silicaten, und solche mit B in oktaedrischer Koordination, isotyp mit Vanadaten.

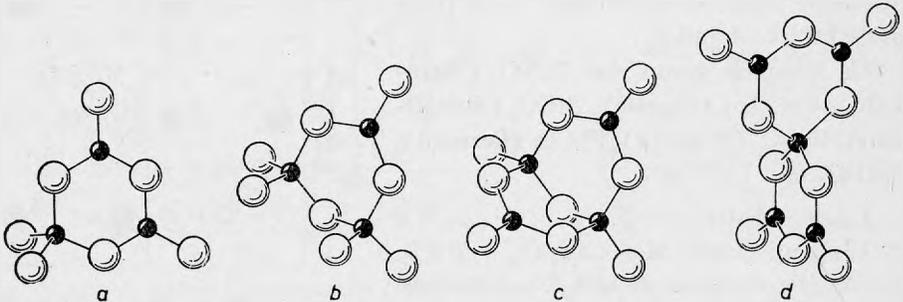


Fig. 50. Strukturmotive der Borate aus planaren BO_3 - und tetraedrischen BO_4 -Koordinationskomplexen: a) $[\text{B}_3\text{O}_7]^{5-}$ bzw. $[\text{B}_3\text{O}_3(\text{OH})_4]^{-}$; b) $[\text{B}_3\text{O}_8]^{7-}$ bzw. $[\text{B}_3\text{O}_3(\text{OH})_5]^{2-}$; c) $[\text{B}_4\text{O}_9]^{6-}$ bzw. $[\text{B}_4\text{O}_5(\text{OH})_4]^{2-}$; d) $[\text{B}_5\text{O}_{10}]^{8-}$ bzw. $[\text{B}_5\text{O}_6(\text{OH})_4]^{-}$

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.	(Takeuchi, Watanabe & Ito, 1950).
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.	

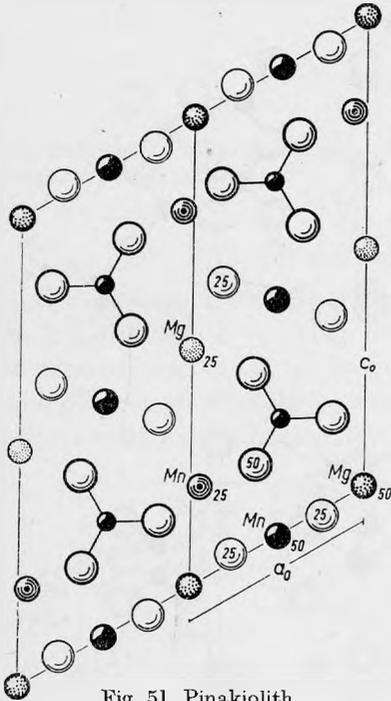


Fig. 51. Pinakiolith

Diese drei Strukturen sind nah miteinander verwandt, sie enthalten neben inselförmigen BO_3 -Dreiecken zusätzliches, nur an (Mg, Fe) bzw. Mn und Ti gebundenes 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. $C_{2h}^6 - C2/c$, $Z = 4$. 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-

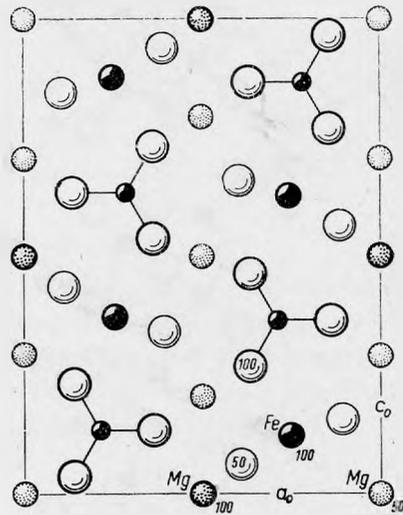


Fig. 52. Ludwigit

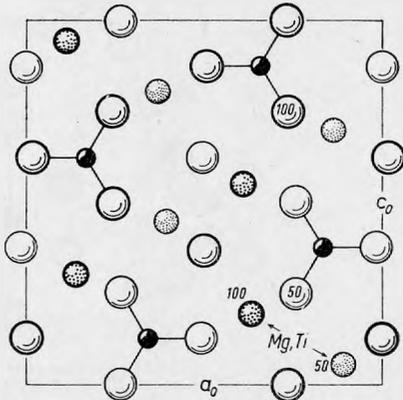


Fig. 53. Warwickit

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).

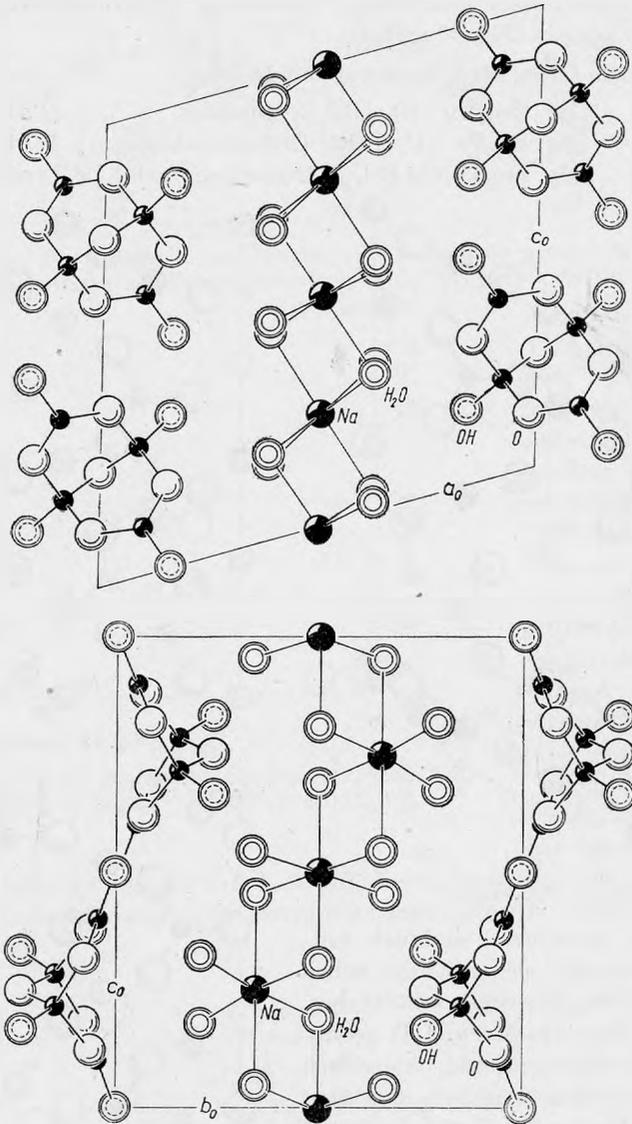


Fig. 54. Borax. Projektionen auf (010), $\beta = 106^\circ 35'$, und auf (100)

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 H₂O in näherem, 2 (O, OH) in weiterem Abstand) so zwischen den Ketten, daß Schichten || (100) entstehen (Fig. 55).

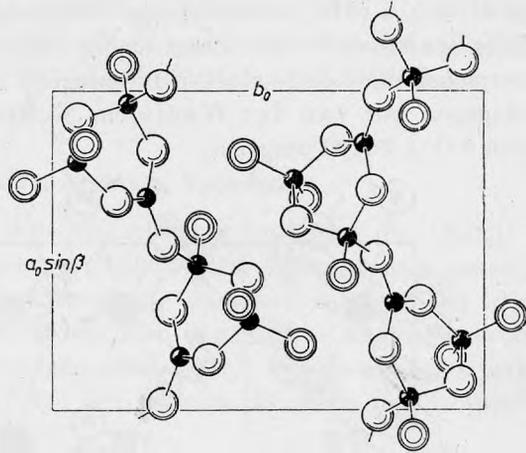


Fig. 55. Colemanit. Projektion längs [001]. Ca ist nicht gezeichnet

VI. Sulfate, Chromate, Wolframate

Baryt, Schwerspat BaSO₄ (R. W. James und W. A. Wood, 1925). Orthorhombisch. D_{2h}¹⁶ — 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 SO₄-Komplexen an. Die Spaltbarkeit ist vollkommen nach c {001}, ziemlich vollkommen nach {210}.

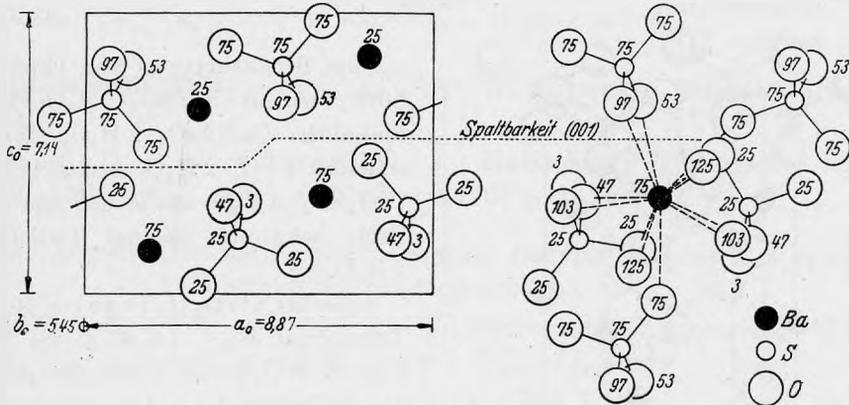


Fig. 56. Schwerspat BaSO₄. Projektionen auf b (010)

Beispiele: BaBeF₄, NH₄BF₄, KBF₄ (**Avogadrit**), RbBF₄, CsBF₄, TlBF₄, SrSO₄ (**Coelestin**), BaSO₄ (**Baryt**), PbSO₄ (**Anglesit**), CoSO₄, EuSO₄, SrSeO₄, BaSeO₄, PbSeO₄ (**Kerstenit**), SrCrO₄, BaCrO₄, PbCrO₄, KMnO₄, NH₄ClO₄, KClO₄, RbClO₄, CsClO₄, TlClO₄, BaPO₃F. — Im **Itoit** Pb₃[GeO₂(OH)₂(SO₄)₂] ist ein Drittel der SO₄-Tetraeder durch GeO₂(OH)₂ 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 Ca und H_2O . Ca ist von $6 \text{O} + 2 \text{H}_2\text{O}$ umgeben.

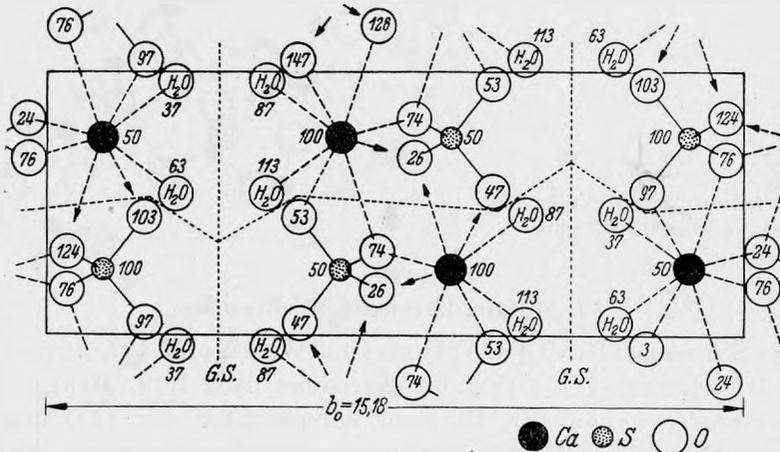


Fig. 57. Kristallstruktur von Gips nach Wooster, projiziert auf eine parallel $[010]$ verlaufende Ebene. $G. S.$ sind Gleitspiegelebenen und gleichzeitig die Spuren der vollkommenen Spaltbarkeit

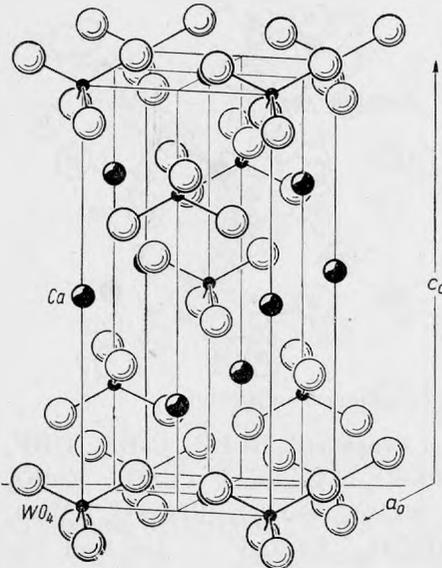


Fig. 58. Scheelit CaWO_4 . Tetragonales innen-zentriertes Gitter

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 CaWO_4 (L. Vegard, 1926). Tetragonal. C_{4h}^6 — $I4_1/a$. $Z = 4$, vgl. Fig. 58. WO_4 bildet Tetraeder, die in der Richtung der c -Achse leicht gestaucht sind; Ca ist von 8 O in Form eines doppelten Disphenoides umgeben. Die vierzahligen Achsen stellen links- und rechtsdrehende Schraubenachsen dar, welche durch die Mitte der in Fig. 58 gezeichneten Viertelprismen verlaufen.

Als Beispiele sind bekannt: CaMoO_4 (**Powellit**), SrMoO_4 , BaMoO_4 , PbMoO_4 (**Wulfenit**), CaWO_4 (**Scheelit**), SrWO_4 , BaWO_4 , PbWO_4 (**Stolzit**), BiAsO_4 , NaJO_4 , KJO_4 , CeGeO_4 , ZrGeO_4 , ThGeO_4 ($< 1100^\circ\text{C}$), UGeO_4 , CsSO_3F , KCrO_3F ; $\text{LiLa}(\text{MoO}_4)_2$, $\text{NaLa}(\text{MoO}_4)_2$, $\text{KLa}(\text{MoO}_4)_2$, $\text{LiLa}(\text{WO}_4)_2$, $\text{NaLa}(\text{WO}_4)_2$, $\text{KLa}(\text{WO}_4)_2$, $\text{LiBi}(\text{MoO}_4)_2$, $\text{NaBi}(\text{MoO}_4)_2$, $\text{KBi}(\text{MoO}_4)_2$, $\text{NaCe}(\text{WO}_4)_2$, $\text{KCe}(\text{WO}_4)_2$.

VII. Phosphate, Arsenate, Vanadate

Analoger Bau und ähnliches kristallechemisches Verhalten der $[\text{SiO}_4]^{4-}$ und $[\text{PO}_4]^{3-}$ (bzw. 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 (SiO_4 , PO_4) — eine nennenswerte Mischbarkeit (Isomorphie) die Folge sein könnte. Beispiele der Isotypie bzw. Homöotypie sind:

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

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 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.

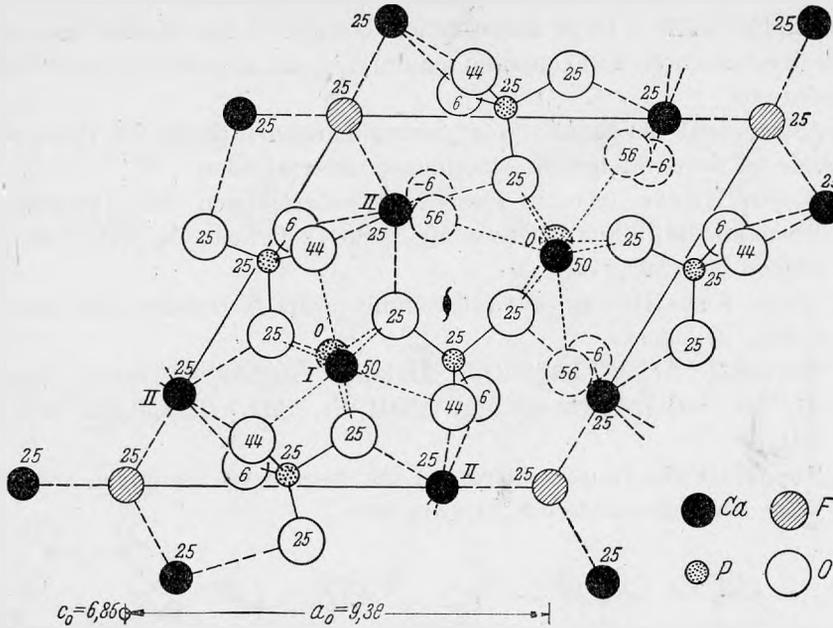


Fig. 59. Apatit, projiziert auf c (0001). Im Fluorapatit liegt F in $z = 25$ und 75 , im Chlorapatit liegt Cl in $z = 0$ und 50

Als weitere Beispiele kennt man die in der Systematik angeführten Mischkristalle, z. B. **Wilkeit**, in dem formal 2 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 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 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 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 Si_2O_7 (Fig. 60):

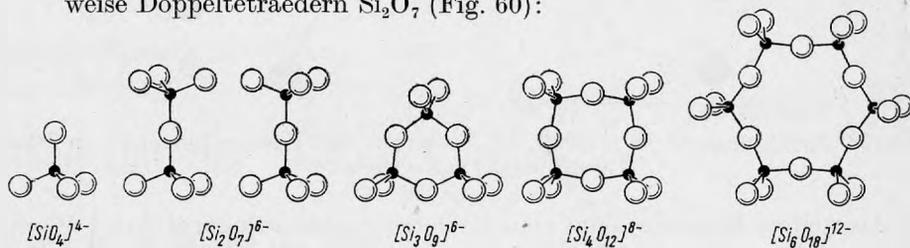


Fig. 60. Baugruppen der Silikate: $[\text{SiO}_4]^{4-}$ der Nesosilikate, z. B. Phenakit $\text{Be}_2[\text{SiO}_4]$, Olivin $\text{Mg}_2[\text{SiO}_4]$; $[\text{Si}_2\text{O}_7]^{6-}$ der Sorosilikate, z. B. Thortveitit $\text{Sc}_2[\text{Si}_2\text{O}_7]$; $[\text{Si}_3\text{O}_9]^{6-}$, $[\text{Si}_4\text{O}_{12}]^{8-}$, $[\text{Si}_6\text{O}_{18}]^{12-}$ 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 Doppeldreerring), 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 $(\text{Mn}, \text{Fe})_7[\text{Si}_7\text{O}_{21}]$.

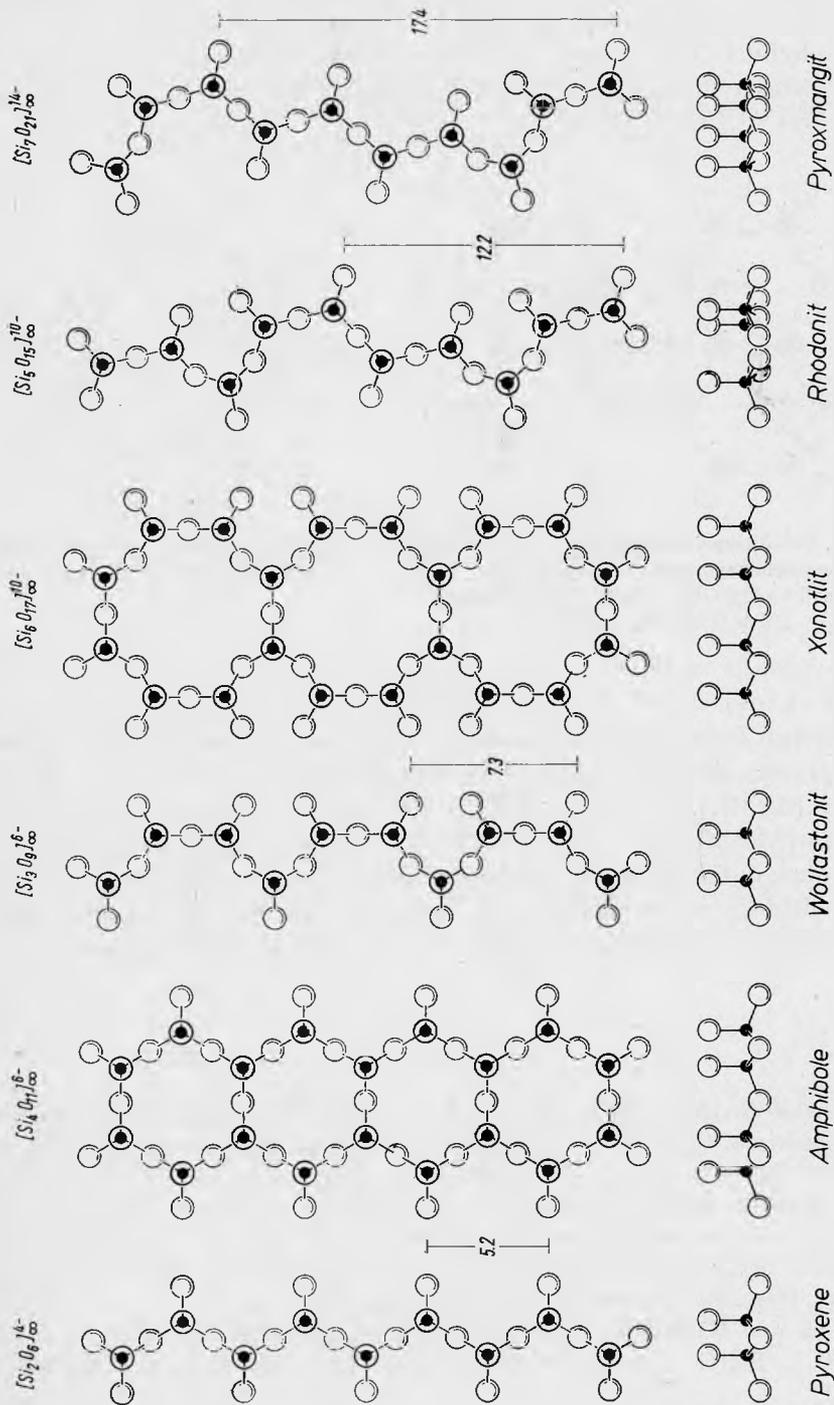


Fig. 61. Eindimensionale unendliche Baugruppen der Inosilikate

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 $\text{Al}_4[(\text{OH})_8 | \text{Si}_4\text{O}_{10}]$.

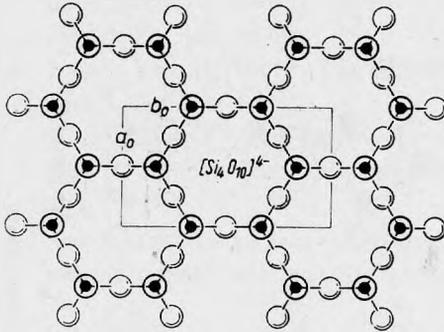


Fig. 62. Zweidimensional unendliche Baugruppen der pseudohexagonalen Phyllosilikate, z. B. Pyrophyllit $\text{Al}_2[(\text{OH})_2 | \text{Si}_4\text{O}_{10}]$ oder Muskovit $\text{KAl}_2[(\text{OH}, \text{F})_2 | \text{AlSi}_3\text{O}_{10}]$

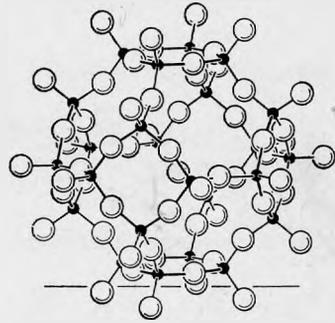


Fig. 63. Dreidimensional unendliches Tetraedergerüst der Ultramarine

F. Tektosilikate (*τεκτονεία* = 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 SiO_4 - und 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 Ge_3N_4 .

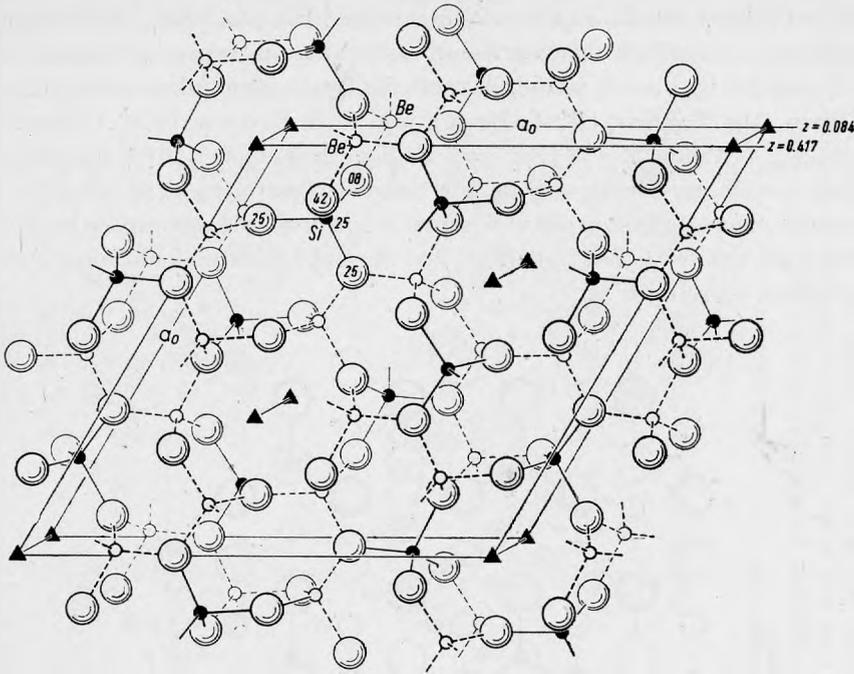


Fig. 64. Phenakit. In-Richtung der c-Achse ist nur etwa die Hälfte der Elementarzelle gezeichnet

Hodgkinsonit $\text{Mn}^{[6]}\text{Zn}_2^{[4]}[(\text{OH})_2 | \text{SiO}_4]$ (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 $\text{Zn}(\text{O},\text{OH})_4$ - und SiO_4 -Tetraeder über gemeinsame Spitzen entstehen Schichten parallel (001), desgleichen entstehen durch Vernetzung der $\text{Mn}(\text{O},\text{OH})_6$ -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 Willemit, Hardystonit und Hemimorphit ein

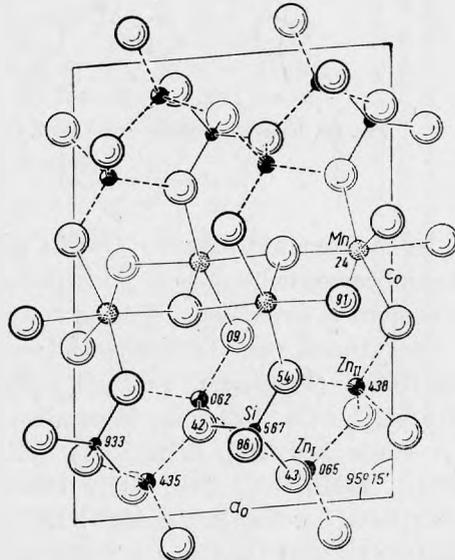


Fig. 65. Hodgkinsonit, Projektion auf (010) ?

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.

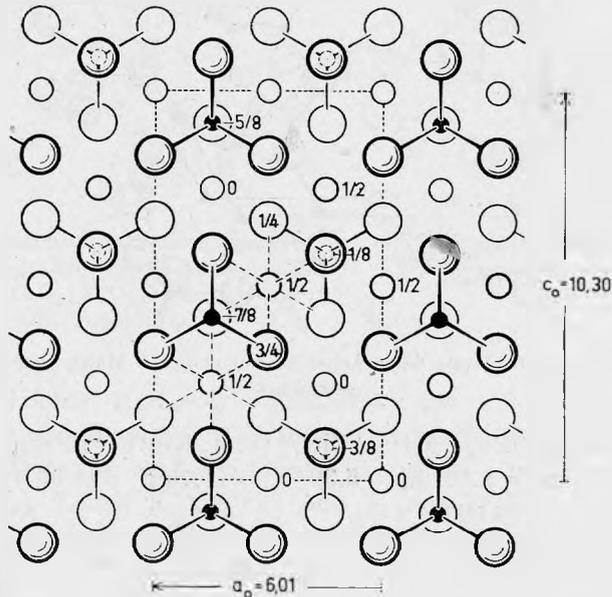


Fig. 66. Kristallstruktur von Olivin (W. L. Bragg und G. B. Brown, 1926).
Projektion auf b (010)

Im Monticellit 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** K_2CrO_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 .

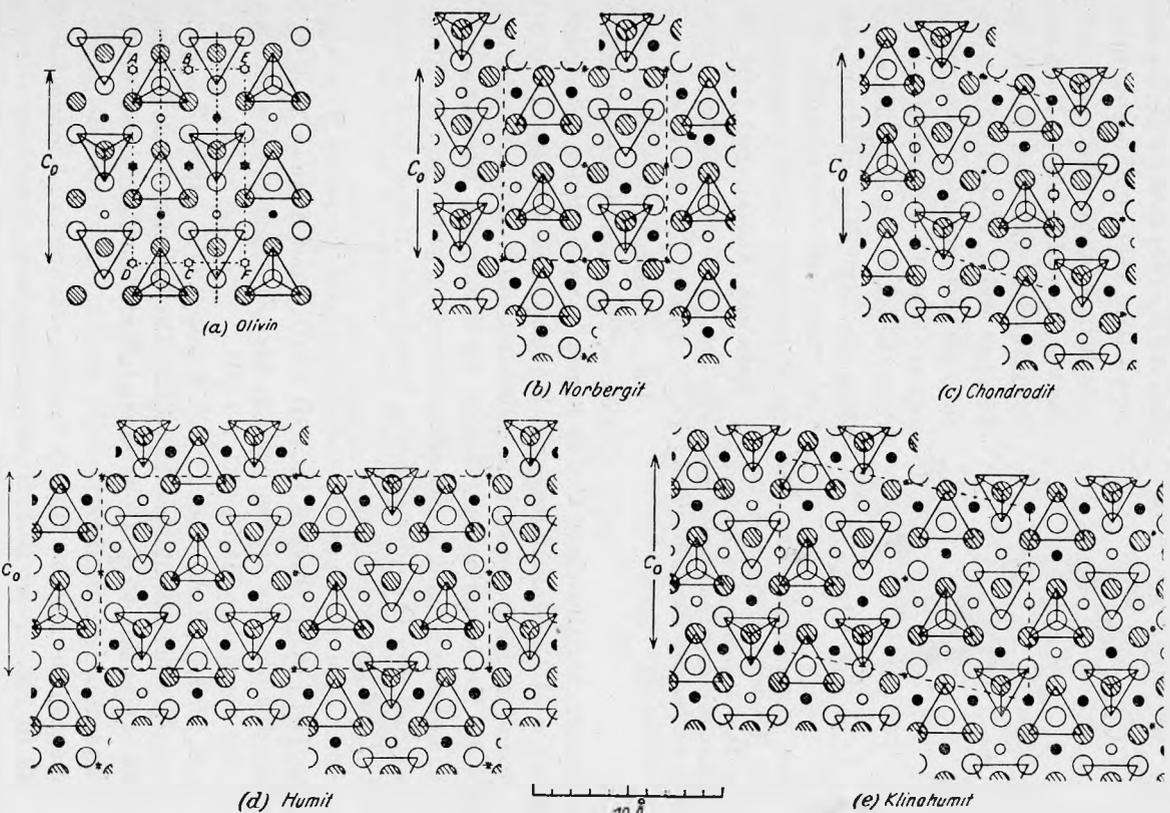


Fig. 77. Olivin und die Mineralien der Norbergitgruppe. Projektionen der Kristallstrukturen auf $b(010)$. Die Dreiecke bedeuten SiO_4 -Tetraeder mit der Spitze abwechselnd nach oben und unten. Die nicht zu Dreiecken (Tetraedern) gehörenden großen Kreise bedeuten die eingelagerten (OH, F)-Ionen (nach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

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

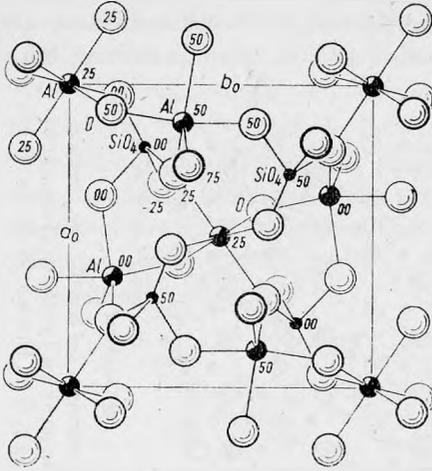


Fig. 68. Andalusit, Projektion auf $c(001)$. Die Zahlen geben die Höhenlage in Prozenten von $c_0 = 5.57 \text{ \AA}$ an. Das Aluminium im Zentrum und in den Ecken der Zeichnung besitzt die Höhe 25 und 75; zur besseren Übersichtlichkeit wurde Al mit $z = 75$ nicht gezeichnet

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 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**), Mn_3Fe_2 -

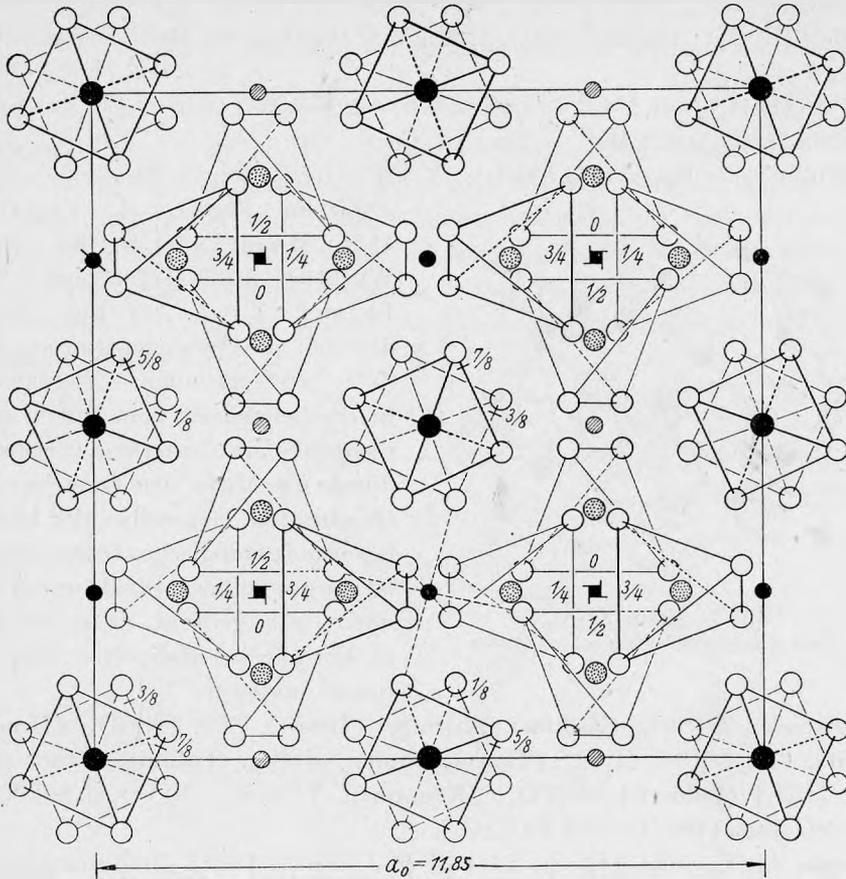


Fig. 69. Granat, Projektion auf eine Würfelfläche. Die den Tetraedern beigegefügt Zahlen bedeuten die Höhenlage der Tetraederzentren bzw. Si-Ionen

- = 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 $\text{Me}^{\text{III}} = \text{Sm, Nd, Ce}$;

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

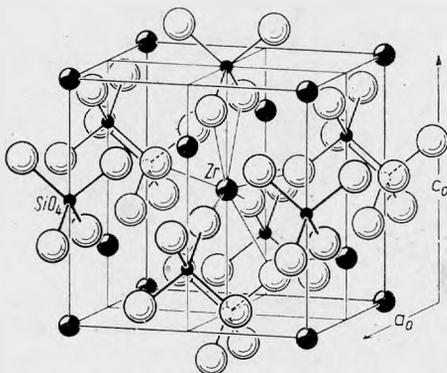


Fig. 70. Zirkon ZrSiO_4 .
Innenzentriertes tetragonales Gitter

Zirkon 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° 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} — 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

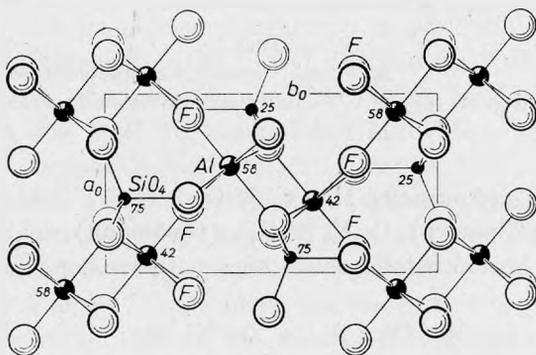


Fig. 71. Topas. Projektion auf (001)

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 $\text{[SiO}_4\text{]}$ -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. 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** $\text{NaAl}[\text{F} \mid \text{AsO}_4]$.

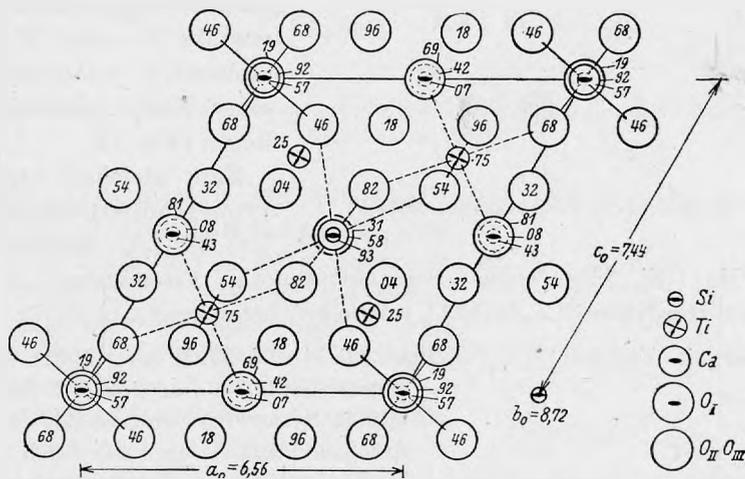


Fig. 72. Titanit $\text{CaTi}[\text{O} \mid \text{SiO}_4]$. Projektion auf b (010). $\beta = 119^\circ 43'$

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 Si_2O_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 $\text{Mg}_2[\text{P}_2\text{O}_7]$.

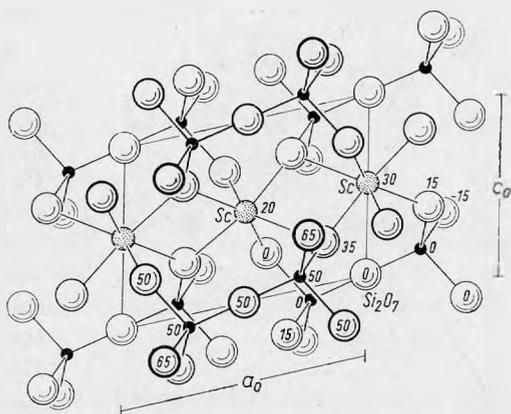


Fig. 73. Thortveitit. Projektion auf b (010). Der monokline Winkel β beträgt $103^\circ 08'$

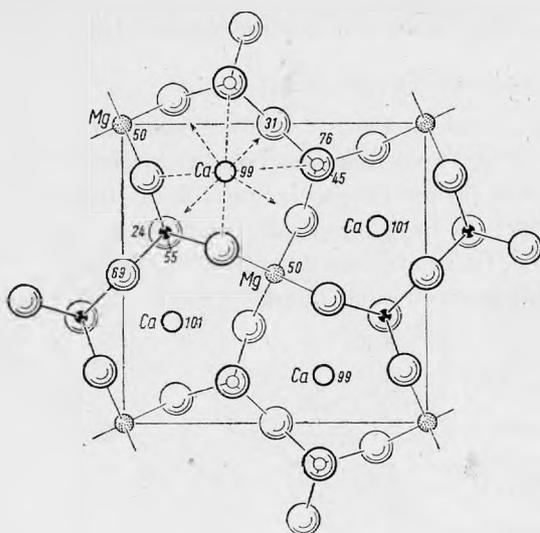


Fig. 74. Äkermanit. Projektion auf (001)

$(\text{Na})_2(\text{Al}, \text{Mg})[(\text{Si}, \text{Al})_2\text{O}_7]$, 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 Si_2O_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 $\text{Zn}_2\text{O}_6\text{OH}$.

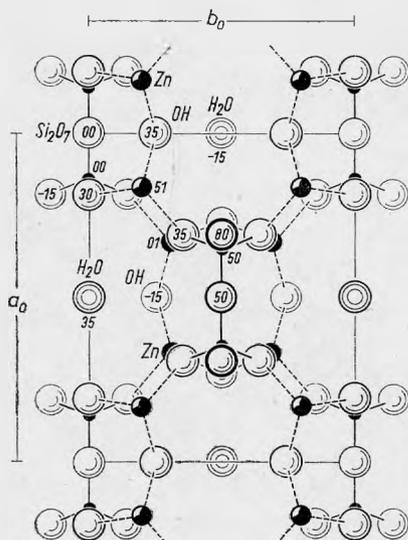


Fig. 75. Hemimorphit. Projektion auf (001)

Melanotekit $\text{Pb}_2\text{Fe}_2^{+++}[\text{O}_2 | \text{Si}_2\text{O}_7]$ (O. Gabrielson, 1962). Orthorhombisch. $\text{D}_2^5 - \text{C}222_1$, $Z = 4$. Si_2O_7 -Doppeltetraeder liegen mit der Längsachse parallel $a[100]$; Pb ist mit 8 O koordiniert, und zwar stammen 6 O paarweise von 3 verschiedenen Si_2O_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** $\text{Pb}_2\text{Mn}_2^{+++}[\text{O}_2 | \text{Si}_2\text{O}_7]$.

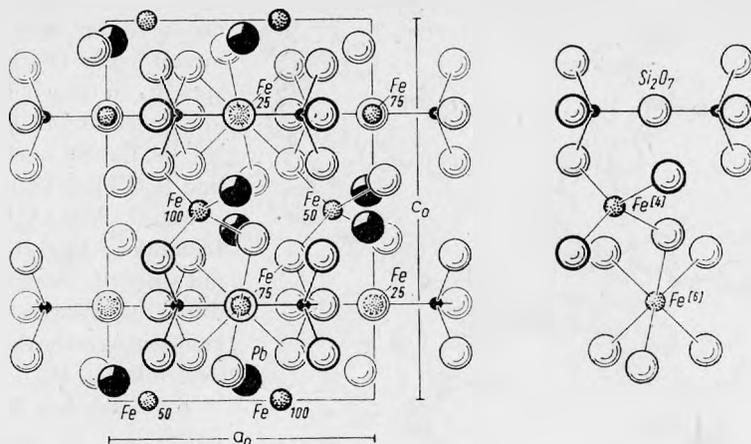


Fig. 76. Melanotekit. Projektion auf (010); rechts ein Doppeltetraeder Si_2O_7 , und die Koordination der Fe

Epidot $\text{Ca}_2(\text{Fe, Al})\text{Al}_2[\text{O} \mid \text{OH} \mid \text{SiO}_4 \mid \text{Si}_2\text{O}_7]$ (Ito, 1950; Belov & Rumanova, 1953; Ito, Morimoto & Sadanaga, 1954; Belov & Rumanova, 1954). Monoklin. $C_{2h}^2 - P2_1/m$, $Z = 2$. Isolierte SiO_4 -Tetraeder und Si_2O_7 -Doppeltetraeder werden durch (Fe, Al) und Al in oktaedrischer Koordination zusammengehalten, Ca ist unregelmäßig von 8 O umgeben. Die AlO_6 - bzw. $\text{AlO}_4(\text{OH})_2$ -Oktaeder sind über gemeinsame Kanten zu Ketten parallel $b[010]$ verbunden.

Isotyp sind **Klinozoisit** $\text{Ca}_2\text{Al}_3[\text{O} \mid \text{OH} \mid \text{SiO}_4 \mid \text{Si}_2\text{O}_7]$, **Piemontit** mit Mn^{3+} an Stelle von Fe^{3+} 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 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 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,

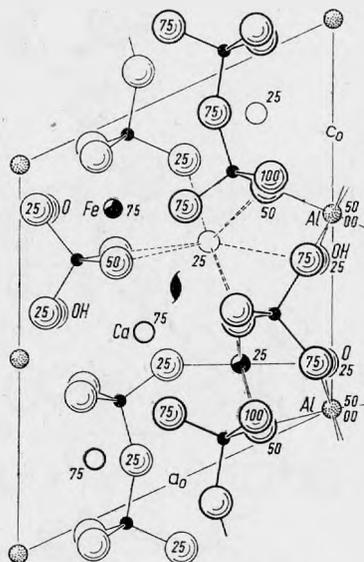
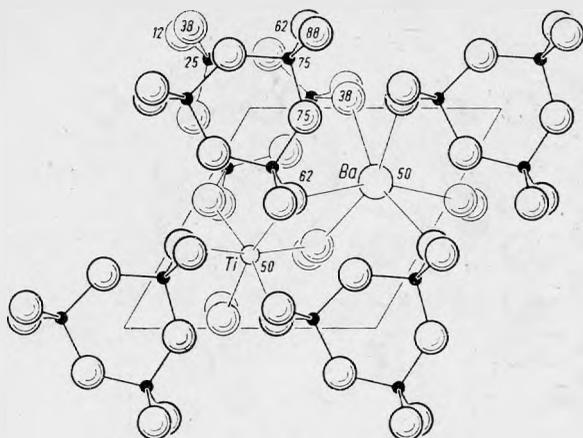


Fig. 77. Epidot. Projektion auf (010)

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

deren Größe dem Durchmesser eines O^{2-} -Ions entspricht, in diesen Kanälen können zusätzlich Ionen Li, Na, Cs, Ca, Sc, auch OH, F und H_2O 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.

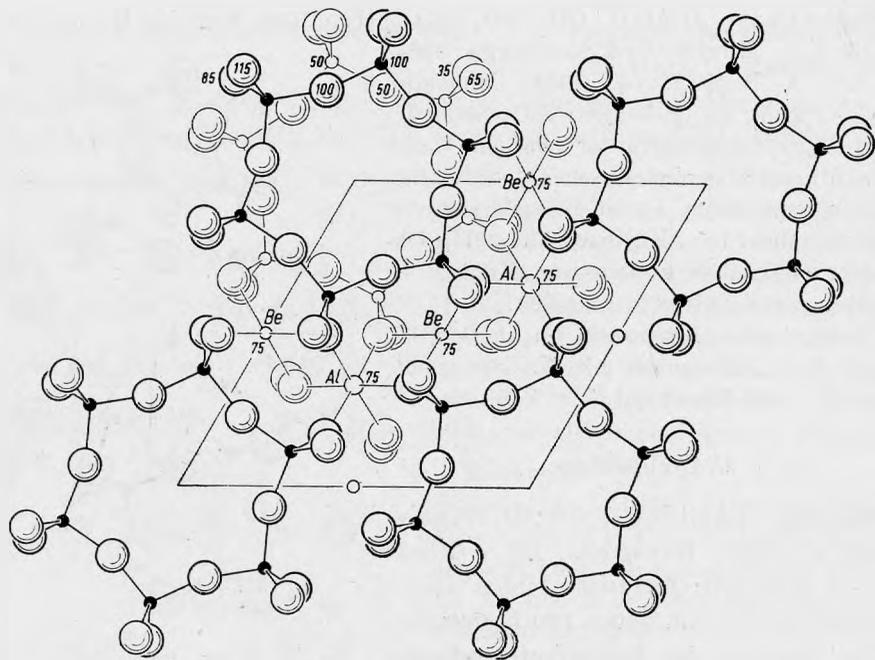


Fig. 79. Beryll. Basisprojektion

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 SiO_4 -Tetraeder bilden regelmäßige Sechseringe, deren Tetraederspitzen — entsprechend der polaren c-Achse — alle in eine Richtung zeigen. Mg und Al haben die Koordi-

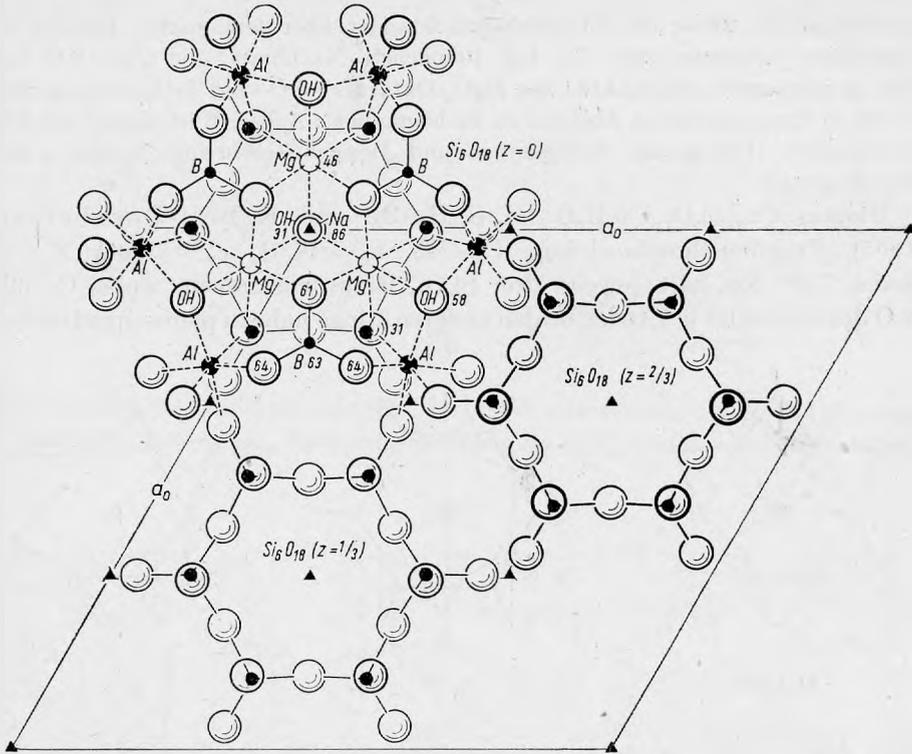


Fig. 80a. Turmalinstruktur. Basisprojektion. Es ist um den Koordinatenanfangspunkt ein kompletter „Turmalin-Komplex“, von den beiden weiteren Komplexen nur der Si_6O_{18} -Ring gezeichnet

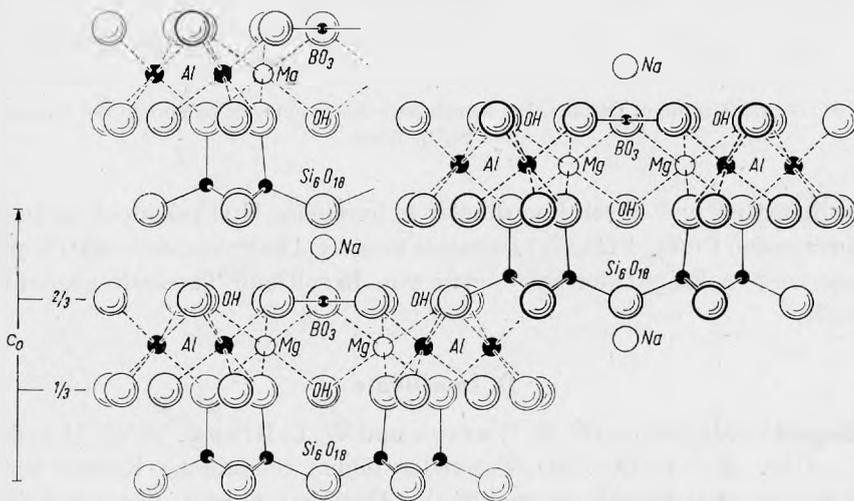


Fig. 80b. Turmalinstruktur. Ausschnitt einer Projektion auf (1010). Der Turmalin-Komplex um den Koordinatenanfangspunkt befindet sich links unten, es ist nur die vordere Hälfte dargestellt

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 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 $Cu_6[Si_6O_{18}] \cdot 6 H_2O$ (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 Cu^{2+} -Ion hält jeweils drei Si_6O_{18} -Ringe zusammen, wobei Cu mit 2 O des einen und je 1 O der beiden anderen Ringe nahezu planar quadratisch

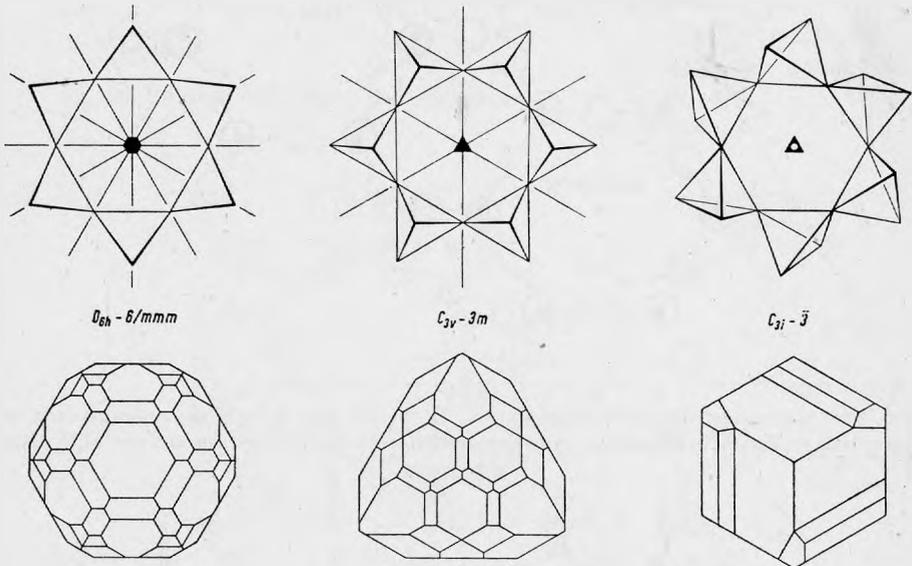


Fig. 81. Beryll, Turmalin, Diopas. Die morphologische Symmetrie entspricht der Symmetrie der Si_6O_{18} -Ringe

koordiniert ist und durch koordinativ gebundenes H_2O pseudooktaedrische Koordination $Cu(O_4 + (H_2O)_2)$ zustande kommt. Die Symmetrie der Diopas-Ringe wird in Fig. 81 der Symmetrie von Beryll und Turmalin gegenübergestellt.

D. Inosilikate

Diopsid $CaMg[Si_2O_6]$ (B. E. Warren und W. L. Bragg, 1928). Monoklin, $C_{2h}^6 - C2/c$. $Z = 4$. Die SiO_4 -Tetraeder bilden unendliche Ketten wie in Fig. 61 von der Pauschalformel Si_2O_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).

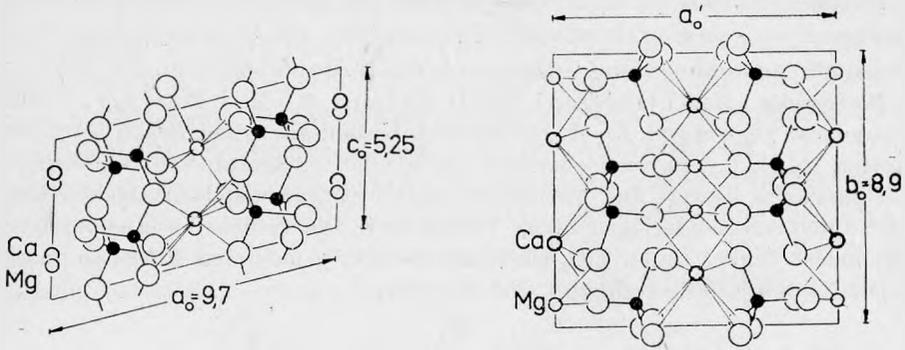


Fig. 82. Diopsid, links Projektion auf $b(010)$, $\beta = 105^\circ 50'$; rechts Projektion längs $[001]$. Parallel c_0 verlaufen die Ketten Si_2O_6 . Die Koordinationspolyeder MgO_6 und CaO_8 sind eingezeichnet

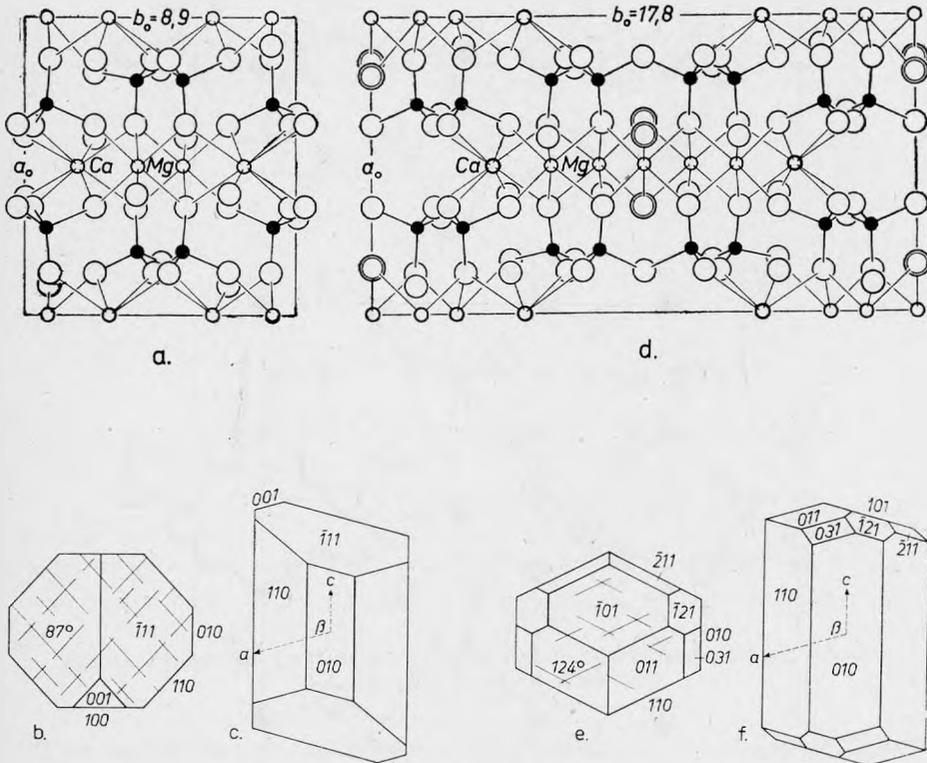


Fig. 83. Struktur, Morphologie und Spaltbarkeit der Pyroxene (mit Einzelketten) und Amphibole (mit Doppelketten): a-c) Pyroxen, d-f) Amphibol

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 TiO_6 -Oktaeder, die über gemeinsame Ecken zu unendlichen Ketten $\parallel [001]$ verknüpft sind (Fig. 84).

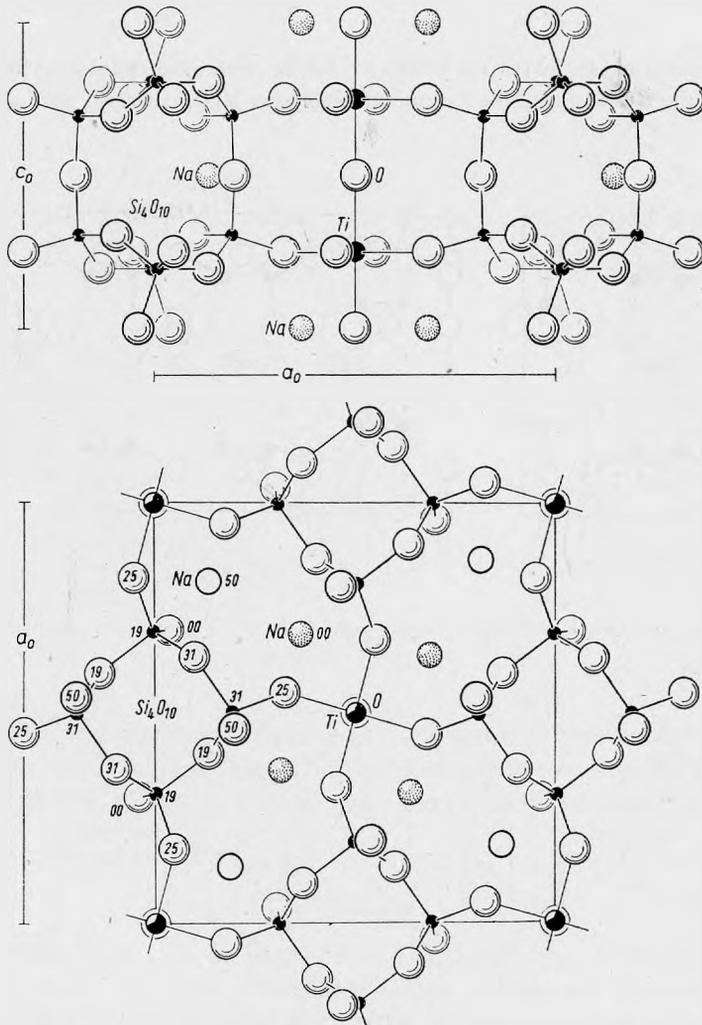


Fig. 84. Narsarsukit. Projektionen auf (100) und (001). Die Struktur besteht aus zylindrischen Tetraederketten $[\text{Si}_8\text{O}_{20}]_\infty$ und TiO_6 -Oktaederketten parallel $[001]$

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.

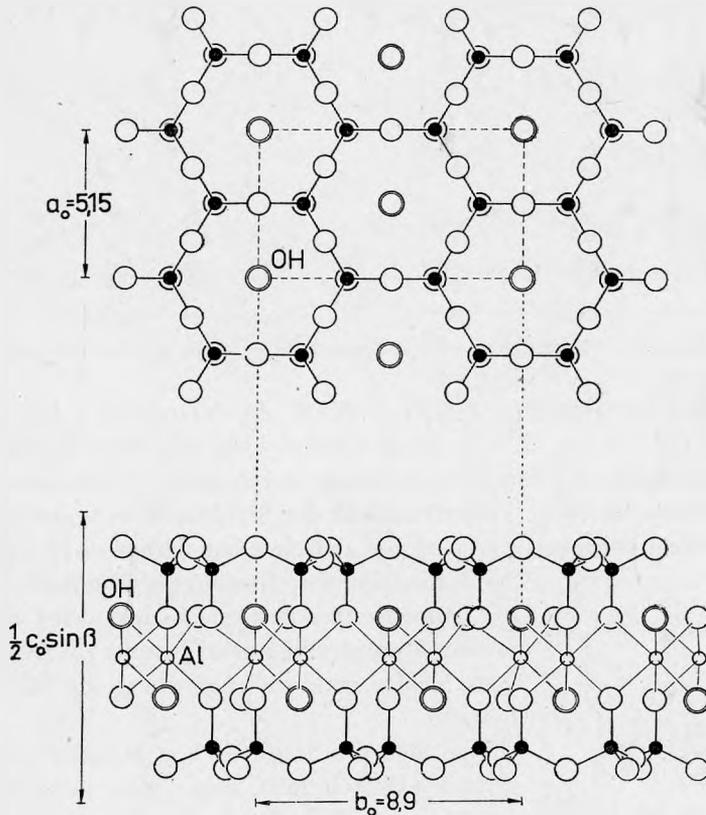


Fig. 85. Pyrophyllit. Projektion auf c (001) und eine Ebene senkrecht zur a -Achse.
Der monokline Winkel β ist $99^\circ 55'$

Talk besitzt eine gleiche Struktur wie Pyrophyllit mit Mg_3 statt 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 $\text{Ni}_3[(\text{OH})_2 | \text{Ge}_4\text{O}_{10}]$.

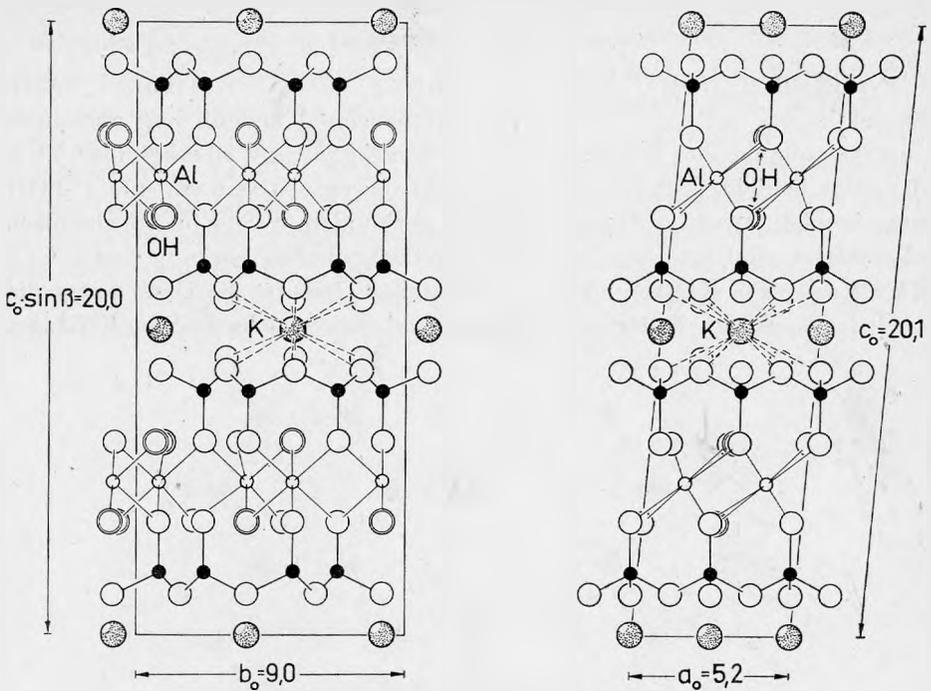
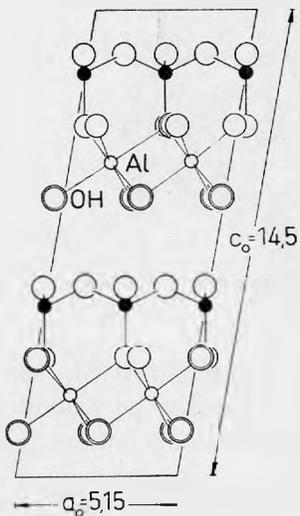


Fig. 86. Muskovit. Projektionen auf die Ebene senkrecht zur a-Achse und auf b (010)

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-

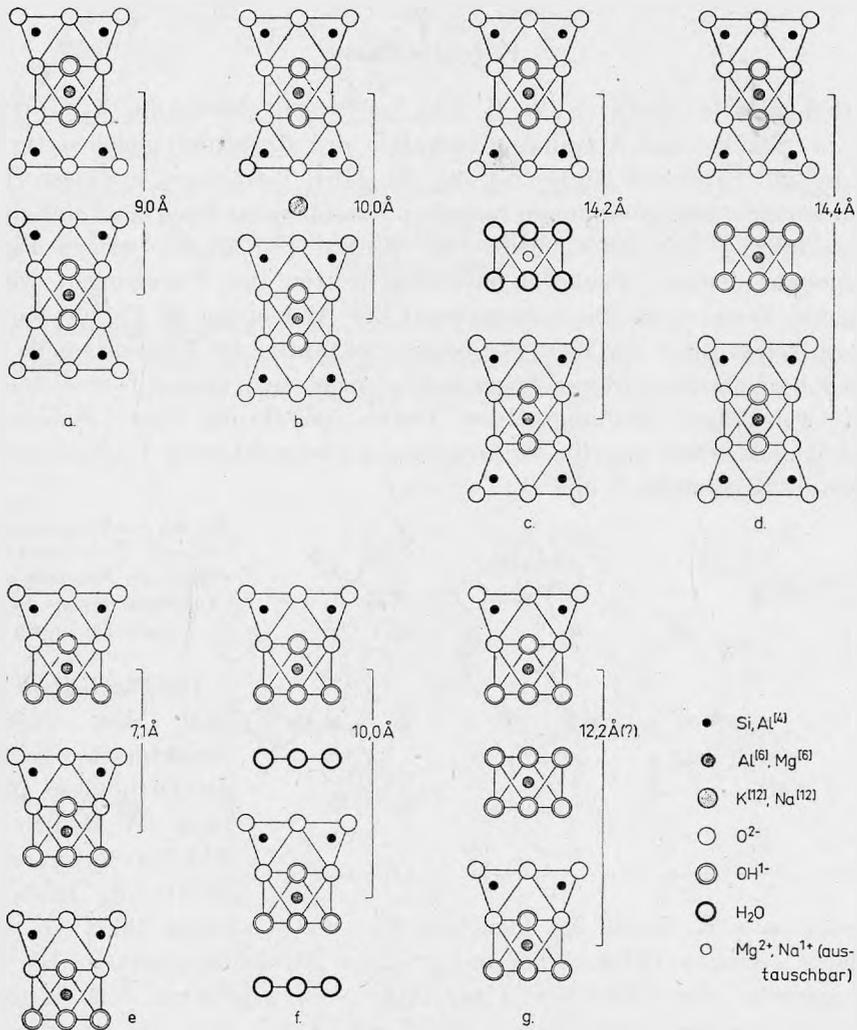


Fig. 88. Schematische Darstellung der Phyllosilikatgruppen:

- 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 H_2O - bzw. OH-Schichten „expandierte Schichtsilikate“ hervor: einem H_2O -expandierten Pyrophyllit- und Talk-Typus entsprechen die Montmorillonite bzw. Vermiculite, einem durch OH-(Brucit-)Schichten expandierten Talk entsprechen die Chlorite. Ein durch H_2O 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. C_{2h}^3 — $C2/m$. $Z = 4$. 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.

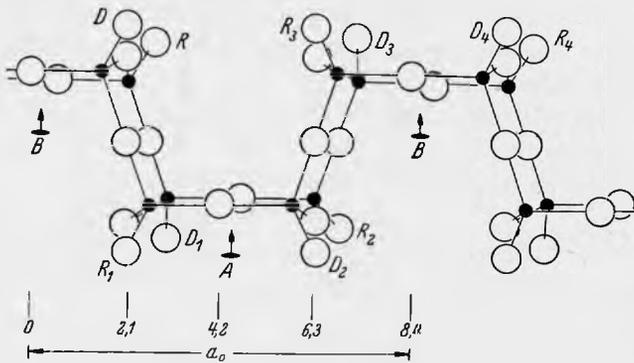


Fig. 89. Aus Viererringen bestehende Tetraederketten, welche die Baugruppen der Feldspate bilden. Idealierte Zeichnung

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 $\text{Ca}[\text{Al}_2\text{GeSiO}_8]$.

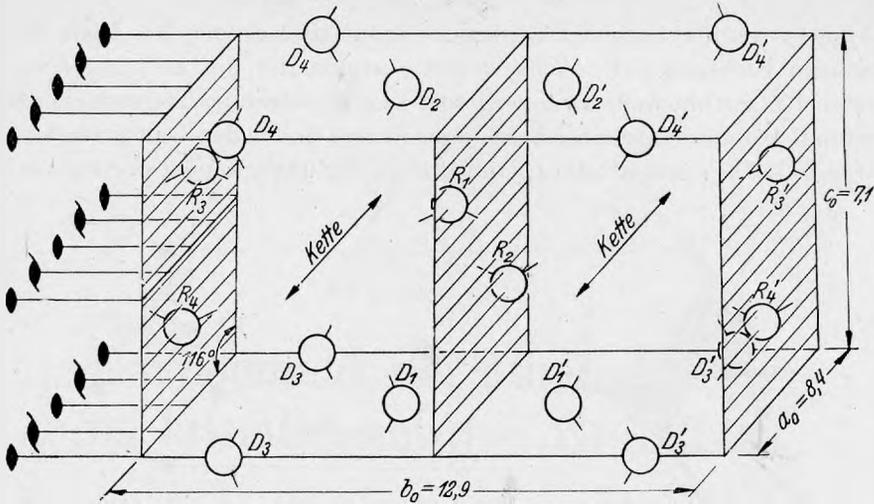


Fig. 90. Elementarzelle und Symmetrieelemente von Orthoklas. Die Ketten der Fig. 89 verlaufen in Richtung der angegebenen Pfeile und stehen über die Sauerstoffionen R und D mit den Nachbarketten in Verbindung. R und D gehören jeweils gleichzeitig zu zwei verschiedenen Ketten

Die **faserigen Zeolithe** sind nach L. Pauling, W. H. Taylor und dessen Mitarbeitern nach einem einheitlichen Bauprinzip aufgebaut. Ringe $(Si, Al)_4O_{12}$, wie in Fig. 60d oder 92a, sind durch paarweises Auf- und Nieder-

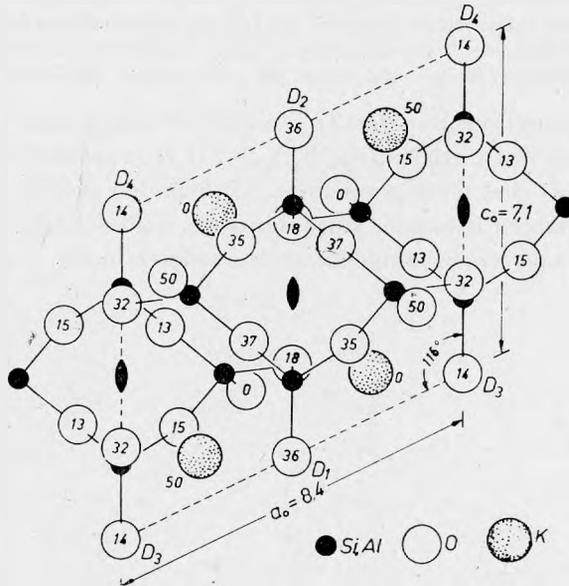


Fig. 91. Projektion der Orthoklasstruktur auf $b(010)$. Es ist nur der untere bzw. der linke Sektant der Fig. 90 gezeichnet. Die Verknüpfung mit dem oberen Sektanten erfolgt durch die Sauerstoff- und Kaliumionen mit der Höhenlage 50

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

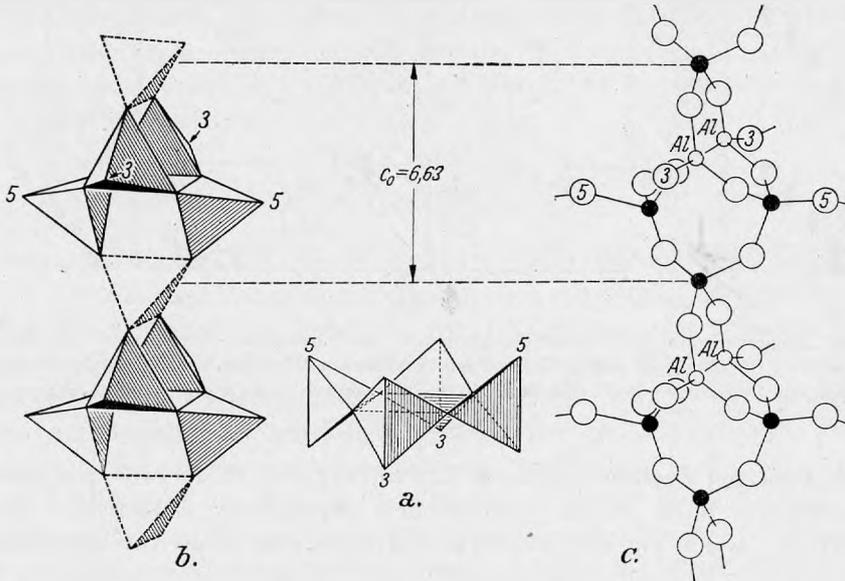


Fig. 92. Baugruppen der Faserzeolithe. Ringe $(\text{Si, Al})_4\text{O}_{12}$, welche in Richtung der c -Achse derart übereinanderliegen, daß an jeder Berührungsstelle ein weiteres Tetraeder entsteht. Die Verknüpfung mit benachbarten Ketten erfolgt über die gemeinsamen Sauerstoffe 3 und 5

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 H_2O sind nicht gezeichnet. Sie befinden sich in den im Querschnitt rautenförmigen Kanälen, längs deren sie, insbesondere das H_2O , bequem abgegeben und wieder aufgenommen werden können.

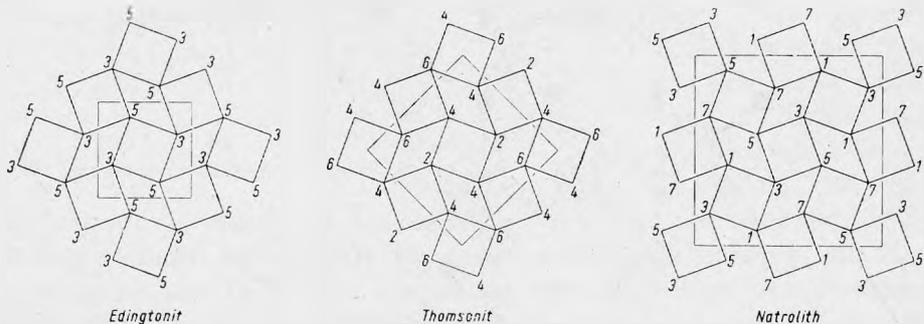


Fig. 93. Schematische Basisprojektion von Edingtonit, Thomsonit und Natrolith. Die Quadrate sollen Ketten wie in Fig. 92 darstellen. Die Kationen und H_2O sind nicht gezeichnet; sie liegen in den rautenförmig erscheinenden Kanälen, welche parallel der c -Achse verlaufen

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 ₂ Hg ₃ , 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).

Kupfer	Cu	$a_0 = 3.6153^1)$
Silber	Ag	$a_0 = 4.0856^1)$
Gold	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** („Goldeuprid“) 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 geworden²⁾. **Rhodit** (Adam, 1869) und **Porpezit** (Fröbel, 1892) sind Legierungen von Gold mit Rhodium bzw. Palladium.

¹⁾ 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).

²⁾ P. Ramdohr, Fortschr. Min. **28**. 1949. 69.

2.) Quecksilber-Amalgam-Gruppe. Heterotypie.

Quecksilber	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 ^{1a)}
Kongsbergit	α -(Ag, Hg)	Kubisch-hex'oktaedrisch $O_h^5 - Fm\bar{3}m$ (Pisani, 1872) (0—31 At.-% Hg) $a_0 = 4.09-4.19 \quad Z = 4^2)$ Cu-Typ
Synthetisch	β -(Ag, Hg)	Dihexag.-dipyramidal $D_{6h}^4 - P6_3/mmc$ (ca. 42—47% Hg) $a_0 = 2.99 \quad c_0 = 4.86 \quad c_0/a_0 = 1.625 \quad Z = 2^2)$ Zn-Typ
Landsbergit	γ -(Ag, Hg)	Kubisch-hex'oktaedrisch $O_h^9 - Im\bar{3}m$ (Hudson, 1943*) (ca. 56 At.-% Hg) $a_0 = 10.03-10.05 \quad Z = 52^3)$ wohl entsprechend γ -Messing
Goldamalgam	Au_2Hg_3	Kristallsystem unbekannt.
Potarit	$PdHg$	Tetragonal $D_{4h}^1 - P4/mmm$ (Harrison, 1926) $a_0 = 3.02 \quad c_0 = 3.71 \quad c_0/a_0 = 1.228 \quad Z = 1^4)$
Anhang:		
Zink	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, α -Goldamalgam. Bei 25% Hg entsteht eine hexagonale Struktur mit sehr engem Homogenitätsgebiet, $a_0 = 2.92$, $c_0 = 4.80$, $c_0/a_0 = 1.64$, β -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.

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

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

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

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

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

⁵⁾ 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.

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

β -Zinn ist gegenüber der üblichen Aufstellung um 45° gedreht; α -Zinn (grau), als Mineral unbekannt, besitzt eine Struktur vom Diamanttypus ($a_0 = 6.47$).

¹⁾ 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.).

²⁾ 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.

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

(Challis & Long, 1964)

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

γ -Eisen	γ -Fe	$a_0 = 3.656$	$Z = 4^1$	
Awaruit	(Ni, Fe)	$a_0 = 3.52 - 3.59$	$Z = 4^2$	Ni 35–100%
Nickel	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 α -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; $a_0 = 4.53$, $b_0 = 5.08$, $c_0 = 6.75$; $a_0 : b_0 : c_0 = 0.892 : 1 : 1.329$, $D_{2h}^{16} - Pbnm$, $Z = 4^3$).

Chalypit (Shepard, 1867), Fe_2C , aus Meteoriten, kristallisiert wahrscheinlich niedrigsymmetrisch; das Röntgenogramm konnte bisher nicht gedeutet werden⁴).

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 (ϵ -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 bekannt⁶).

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)_xSi_y, mit guter oktaedrischer Spaltbarkeit, kommt gleichfalls in Meteoriten vor⁸⁾; es ist Awaruit mit ganz wenig interstitiellem Si.

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

¹⁾ 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).

²⁾ 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.

^{2a)} G. A. Challis & J. V. P. Long, Min. Mag. **33**. 1964. 942.

³⁾ 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.

⁴⁾ Synthet. Fe₂₀C₉ ist orthorhombisch oder hexagonal, K. H. Jack, Proc. Roy. Soc. A **195**. 1948. 56.

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

⁶⁾ F. A. Bannister, Min. Mag. **26**. 1941. 36.

⁷⁾ 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.

⁸⁾ P. Ramdohr, J. Geophys. Res. **68**. 1963. 2011.

⁹⁾ 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^{1a)}. Als Iridosmium sollen alle hexagonalen Mischkristalle (Os, Ir) bezeichnet werden, auch diejenigen mit $Os < 50\%^{1b)}$; 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**^{2a)}, 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)^{1b}).

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 (Maslenitzky & 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-Struktur⁴).

*) Breithaupt, 1827: Iridosmin.

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

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

^{1a}) C. Levy & P. Picot, Bull. Soc. Franç. Min. Crist. **84**. 1961. 312.

^{1b}) Bohnstedt-Kupletskaya & Chukhrov, Mineralien, Handb. Bd. I. Moskau 1960. – Vgl. M. H. Hey, 1963, l. c.

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

³) J. N. Maslenitzky, P. V. Faleew & E. V. Iskyul, Doklady Akad. Wiss. USSR **58**. 1947. 1137.

⁴) 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.

Arsen	As	$a_{rh} = 5.61$	$\alpha = 85^\circ 38'$	$Z = 8$	$c/a = 1.4025^1$
		$a_{rh}' = 4.150$	$\alpha' = 54^\circ 07'$	$Z = 2^1$	
Stibarsen	AsSb	Mit Gitterdimensionen zwischen As und Sb (Wretblad, 1941)			
Antimon	Sb	$a_{rh} = 6.21$	$\alpha = 86^\circ 58'$	$Z = 8$	$c/a = 1.3236^2$
		$a_{rh}' = 4.506$	$\alpha' = 57^\circ 06'$	$Z = 2^{2a}$	
Wismut	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, $a_0 = 3.63$, $b_0 = 4.45$, $c_0 = 10.96$, $Z = 8$.¹⁾

Eine Varietät von Antimon mit 15% Bi von Viitaniemi, Zentralfinnland, wurde als Wismutantimon bezeichnet.^{2b)}

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

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

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

^{2a)} 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.

^{2b)} A. Volborth, N. Jb. Min. **94**. 1940. 140.

³⁾ O. Hassel & H. Mark, Z. Phys. **23**. 1924. 269.

^{3a)} E. R. Jette & F. Foote, 1935, l. c.; W. F. Ehret & M. B. Abramson, 1934, l. c. – Weitere Arbeiten s. Strukturberichte.

⁴⁾ J. Zdenek, Chem. d. Erde **20**. 1959. 71.

2.) Kohlenstoff-Gruppe. Polymorphie.

Graphit-2H (Werner, 1789)	α -C	Dihexagonal-dipyramidal D_{6h}^4 — $P 6_3/mmc$ $a_0 = 2.46$ $c_0 = 6.708$ $c_0/a_0 = 2.727$ $Z = 4^1$)
Graphit-3R	α' -C	Ditrigonal-skalenoedrisch D_{3d}^5 — $R \bar{3}m$ $a_0 = 2.46$ $c_0 = 10.06$ $c_0/a_0 = 4.090$ $Z = 6^2$)
Diamant (≥ 1200 °C)	β -C	Kubisch-hex'oktaedrisch O_h^7 — $Fd\bar{3}m$ $a_0 = 3.5668$ $Z = 8^3$)
Diamant (-3R) (≤ 1200 °C)	β' -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.⁴⁾

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] Diamant⁵⁾. **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^{6a)}, und einer vulkanischen Breccie in Böhmen^{6b)} bekannt geworden; er entspricht dem Carborund-**II**, $a_0 = 3.08$, $c_0 = 15.10$, $c_0/a_0 = 4.90$, $Z = 6^e$). Kubisches SiC ist gemeinsam mit Searlesit in Salzlagerstätten von Bridger, Wyoming, gefunden worden⁷⁾.

¹⁾ 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.

²⁾ 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.

³⁾ 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).

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

⁵⁾ H. J. Grenville-Wells, Min.-Mag. **29**. 1952. 803.

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

^{6a)} A. L. Bobrievitsch, V. A. Kalyuschny & G. I. Smirnov, Doklady Akad. Nauk. USSR. **115**. 1957. 1189.

^{6b)} J. Bauer, J. Fiala & R. Hřichová, Am. Min. **48**. 1963. 620.

⁷⁾ A. J. Regis & L. B. Sand, Bull. Geol. Soc. Am. **69**. 1958. 1633.

3.) Schwefel-Selen-Gruppe. Polytypie. Se₇ und Te sind isotyp.

Schwefel	S_7	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
β-Schwefel ($> 95,6^\circ C$)	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
γ-Schwefel (Rosickyit , Sekanina, 1931)	S_7	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

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

α -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 .

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

Der ebenfalls monokline γ -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 α -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 γ -Schwefels, mit 90–100 At.-% Selen die des trigonalen (metallischen) Selens^{5a)}.

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

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

¹⁾ 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).

²⁾ J. T. Burwell, Z. Krist. **97**. 1937. 123.

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

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

^{4a)} J. D. H. Donnay, Acta Cryst. **8**. 1955. 245.

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

^{5a)} Y. M. de Haan & M. P. Visser, Physica **26**. 1960. 127 (Mischkristalle S–Se).

⁶⁾ 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 | α -ZnS. | Kubisch und
pseudokubisch |
| 2.) Chalkopyrit-Reihe | $CuFeS_2$. | |
| 3.) Luzonit-Reihe | Cu_3AsS_4 . | Hexagonal und
pseudohexagonal |
| 4.) Sulvanit-Reihe | Cu_3VS_4 . | |
| 5.) Tetraedrit-Reihe | $Cu_3SbS_{3.25}$. | |
| 6.) Wurtzit-Reihe | β -ZnS. | Hexagonal und
pseudohexagonal |
| 7.) Enargit-Reihe | Cu_3AsS_4 . | |
| 8.) Cubanit-Sternbergit-Gruppe | $CuFe_2S_3$, $AgFe_2S_3$. | |

NiAs-Typus und Verwandte

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

PbS-Typus und Verwandte

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

Weitere Strukturtypen

- 15.) Covellin-Reihe 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 NiSbS.
 7.) Markasit-Reihe $\text{FeS}_2.$
 8.) Löllingit-Reihe $\text{FeAs}_2.$
 9.) Arsenopyrit-Gruppe 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).

Whitneyit	(Cu, As)	Kubisch
(Genth, 1859)		Mischkristalle von Cu mit As bis 12%
Algodonit	Cu_{6-7}As	Rhombisch-pseudohexagonal
(Field, 1857)		$a_0 = 2.59 \quad c_0 = 4.23 \quad c_0/a_0 = 1.633^1)$
Horsfordit	Cu_6Sb	Derb
(Norton & Laist, 1888)		
α-Domeykit	$\alpha\text{-Cu}_3\text{As}$	Kubisch-hex'etraedrisch $T_d^0 - I43d$
		$a_0 = 9.61 \quad Z = 16^1)$
β-Domeykit	$\beta\text{-Cu}_3\text{As}$	Hexagonal
(Mikheyen, 1949)		$a_0 = 7.10 \quad c_0 = 7.24^1)$
Koutekit	Cu_2As	Hexagonal
(Johan, 1958)		$a_0 = 11.51 \quad c_0 = 14.54 \quad c_0/a_0 = 1.263 \quad Z = 42^2)$
Novakit	Cu_4As_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 β -Domeykit über (Steenberg, 1938). **Stibio-Domeykit** ist eine Varietät von Domeykit mit etwas Sb für As.

¹⁾ 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 β -Domeykit auch K. Paděra, Rozprave České Akad. **61**. 1951. Nr. 4.

²⁾ Z. Johan, Chem. d. Erde **20**. 1960. 217.

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

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

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

Arsenargentit	Ag_3As	Nadelig wie Dyskrasit
(Hannay, 1877)		
Dyskrasit	Ag_3Sb	Rhombisch-pyramidal, pseudohexagonal
(Beudant, 1832)		C_{2v}^1 — Pmm2
		$a_0 = 2.99 \quad b_0 = 5.23 \quad c_0 = 4.82$
		$a_0 : b_0 : c_0 = 0.572 : 1 : 0.922 \quad Z = 1^2$
Maldonit	Au_2Bi	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.

¹) P. Ramdohr, Die Erzminerale und ihre Verwachsungen, 1954. S. 314.

²) 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.

³) T. Jurriaanse, Z. Krist. **90**. 1935. 322, an künstlichen Kristallen. Cu_2Mg -Gitter. — P. Ramdohr, Akad. Wiss. Berlin 1953. V. 3–8.

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

Orcelit	$\text{Ni}_{<5}\text{As}_2$	Hexagonal
(Caillère & al., 1959)		$a_0 = 6.81 \quad c_0 = 12.50 \quad c_0/a_0 = 1.836^1$
Maucherit	$\text{Ni}_{<3}\text{As}_2$	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 Ni_2As , entspricht nach M. Fleischer (1960) wahrscheinlich der von Heydring & Calvert (1957) synthetisch hergestellten Verbindung $\text{Ni}_{5-x}\text{As}_2$ mit $x = 0-0.38$.

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

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

4.) Arsenopalladinit-Reihe (mit Pd).

Arsenopalladinit	Pd_3As	Hexagonal D_{6h}^1 — P6/mmm (?)
(Bannister & al., 1955)		$a_0 = 6.80 \quad c_0 = 3.48 \quad c_0/a_0 = 0.512 \quad Z = 2^1$
Stibiopalladinit	Pd_3Sb	Optisch anisotrop
(Wagner, 1929)		

¹) 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 Cu_2S ; Cu_2Se besitzt Antifluoritstruktur.

Chalkosin	Cu_2S	Rhombisch-pyramidal C_{2v}^{15} — Ab2m
(Beudant, 1832) (< 103 °C)		$a_0 = 11.92 \quad b_0 = 27.33 \quad c_0 = 13.44^1$
		$a_0 : b_0 : c_0 = 0.436 : 1 : 0.492 \quad Z = 96$

Chalkosin(-H)	Cu_2S ($> 103^\circ\text{C}$)	Hexagonal $D_{6h}^1 - P6_3/mmc$ $a_0 = 3.90$ $c_0 = 6.69$ $c_0/a_0 = 1.715$ $Z = 2^2$
Berzelianit	Cu_2Se (Beudant, 1832)	Kubisch-hex'oktaedrisch $O_h^7 - Fd3m$ $a_0 = 5.74$ $Z = 4^3$
Synthetisch	Cu_2Te	Dihexagonal-dipyramidal $D_{6h}^1 - P6/mmm$ $a_0 = 4.25$ $c_0 = 7.29$ $Z = 2^4$ Bei 640°C kubisch-flächenzentriert $a_0 = 6.11$ $Z = 4^{4a}$
Weissit	$\text{Cu}_2\text{Te}^{5a}$ (Trolle & Wachtmeister, 1828)	Pseudokubisch $a_0 = 10.0^5$

Kupferglanz ist teils hexagonales, teils orthorhombisches Cu_2S , am häufigsten sind Paramorphosen der orthorhombischen Modifikation nach dem oberhalb 103°C entstandenen hexagonalen Cu_2S ; der sog. „blaue kubische Kupferglanz“ ist in Wirklichkeit Digenit Cu_9S_5 ; Pseudomorphosen von Tief- Cu_2S 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-Chalkosin¹⁾).

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 unterscheiden⁶⁾.

¹⁾ M. J. Buerger & N. W. Buerger, Am. Min. **29**. 1944. 55 (Überstrukturbeziehung γ - α -Chalkosin). – Vgl. R. Ueda, J. Phys. Soc. Jap. 1949. 287. – B. J. Wuensch & M. J. Buerger, Min. Soc. Am. Spec. Paper **1**. 1963. 164.

²⁾ 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.

³⁾ 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.

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

^{4a)} K. Anderko & K. Schubert, Z. Metallkunde. **45**. 1954. 371 (Struktur von Hoch- Cu_2Te , CuTe und Cu_4Te_3).

⁵⁾ 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).

^{5a)} M. Watanabe in P. Ramdohr, Zbl. Min. 1938. 129; auch Nowotny & Zemann, l. c.

⁶⁾ 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.

Digenit	Cu_9S_5 (Breithaupt, 1844) (stabil bei Zimmertemp.)	Kubisch $a_0 = 27.85^1$)
	Cu_9S_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: $O_h^7 - Fd3m$ $a_0 = 27.85^1)^2$)

	Cu_9S_5 ($> \sim 75^\circ\text{C}$)	Kubisch-hex'oktaedrisch O_h^5 — Fm 3m $a_0 = 5.571^1)^3$
* Bornit (Haidinger, 1845)	Cu_5FeS_4 (stabil bei Zimmertemp.)	Tetragonal-skalenoedrisch D_{2d}^4 — $\text{P}\bar{4}2_1\text{c}$ $a_0 = 10.94$ $c_0 = 21.88^4$ $c_0/a_0 = 2.000$ $Z = 16$
	Cu_5FeS_4 (metastabil b. Zimmertemp.)	Ditrigonal-pyramidal C_{3v}^5 — R 3m $a_{\text{rh}} = 6.70$ $\alpha = 33^\circ 32'$ Kubische Überstruktur: O_h^7 — Fd 3m $a_0 = 10.94$ $Z = 8^4$
	Cu_5FeS_4 ($> 228^\circ\text{C}$)	Kubisch-hex'oktaedrisch O_h^5 — Fm 3m $a_0 = 5.50$ $Z = 1^4$

Anhang:

* Umangit (Klockmann, 1891)	Cu_3Se_2	Rhombisch-disphenoidisch D_2^3 — $\text{P}22_12_1$ $a_0 = 4.28$ $b_0 = 6.40$ $c_0 = 12.46^5$ $a_0:b_0:c_0 = 0.669:1:1.947$ $Z = 4$
Rickardit (Ford, 1903)	$\sim \text{Cu}_3\text{Te}_2$	Ditetragonal-dipyramidal D_{4h}^7 — $\text{P}4/\text{mmm}$ $a_0 = 3.98$ $c_0 = 6.12$ $c_0/a_0 = 1.538^6$

¹⁾ N. Morimoto & G. Kullerud, Am. Min. 48. 1963. 110 (Strukturen).²⁾ G. Donnay, J. D. H. Donnay & G. Kullerud, Acta Cryst. 10. 1957. 764; Am. Min. 43. 1958. 228 (Struktur, Meroedrie).³⁾ 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. 1138.⁴⁾ N. Morimoto & G. Kullerud, Am. Min. 46. 1961. 1270 (mit Deutung der früheren abweichenden Daten). — N. Morimoto, Acta Cryst. 17. 1964. 351 (Strukturen).⁵⁾ J. W. Earley, Am. Min. 35. 1950. 337.⁶⁾ 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.

Akanthit (Kenngott, 1855)	Ag_2S ($< 179^\circ\text{C}$)	Monoklin-prismatisch C_{2h}^5 — $\text{P}2_1/\text{n}$ $a_0 = 4.23$ $b_0 = 6.91$ $c_0 = 7.87$ $a_0:b_0:c_0 = 0.612:1:1.139$ $\beta = 99^\circ 35'$ $Z = 4^1$
* Argentit (Haidinger, 1845)	Ag_2S (179 – 586°C)	Kubisch-hex'oktaedrisch O_h^9 — Im 3m $a_0 = 4.89$ $Z = 2^2$
	Ag_2S ($> 586^\circ\text{C}$)	Kubisch, F-zentriert $a_0 = 6.34$ $Z = 4^3$
Naumannit (Haidinger, 1845)	Ag_2Se ($< 133^\circ\text{C}$)	Orthorhombisch (oder pseudoorthorhombisch?) ⁴⁾
	Ag_2Se ($> 133^\circ\text{C}$)	Kubisch-hex'oktaedrisch $a_0 = 4.99$ $Z = 2^5$

• Hessit (Fröbel, 1843)	Ag_2Te	Monoklin-prismatisch C_{2h}^5 — $P2_1/c$ $a_0 = 8.09$ $b_0 = 4.48$ $c_0 = 8.96$ $a_0:b_0:c_0 = 1.806:1:2.000$ $\beta = 123^\circ 20'$ $Z = 4^6$
	Ag_2Te	Kubisch, F-zentriert $(155-802^\circ\text{C})$ $a_0 = 6.58$ $Z = 4^7$
	Ag_2Te	Kubisch-hex'oktaedrisch O_h^9 — $Im\bar{3}m$ $(> 802^\circ\text{C})$ $a_0 = 5.29$ $Z = 2^8$
• Petzit (Haidinger, 1845)	Ag_3AuTe_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 Ag_2S 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 Ag_4SeS nach kubischem Ag_4SeS (Hochtemperaturform)¹⁰.

Anhang:

• Argyrodit (Weisbach, 1886)	$4\text{Ag}_2\text{S} \cdot \text{GeS}_2$	Orthorhombisch $a_0 = 14.96$ $b_0 = 12.24$ $c_0 = 6.82$ $a_0:b_0:c_0 = 1.222:1:0.557$ $Z = 4^{11}$
Stützit (Schrauf, 1878)	Ag_5Te_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) 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“^{11a}).

¹⁾ 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.

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

³⁾ A. J. Frueh, Am. Min. **46**. 1961. 654.

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

⁵⁾ P. Rahlfs, 1936, l. c.

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

⁷⁾ P. Rahlfs, 1936, l. c.

⁸⁾ A. J. Frueh, 1961, l. c.

⁹⁾ A. J. Frueh, Am. Min. **44**. 1959. 693.

¹⁰⁾ J. W. Earley, Am. Min. **35**. 1950. 337.

¹¹⁾ J.-E. Hiller, Zbl. Min. 1940. 138.

^{11a)} M. F. Potenza & M. Elli, Rend. Acc. Lincei **33**. 1962. 142.

¹²⁾ R. M. Honea, Am. Min. **49**. 1964. 325.

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

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

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

²⁾ 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.

³⁾ J. W. Earley, 1950, l. c.

⁴⁾ N. Strunz, *Chem. Geol.* **52**, Nr. 3, 1955

⁵⁾ *Claring Bull. Min. Mag.* Vorherrschend Ni, Co

⁶⁾ *Geol. Soc. Lond. Min. Mag.* **33**, Nr. 10, 1968

5.) Parkerit-Shandit-Gruppe:

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

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

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

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

6.) Heazlewoodit-Reihe. Isotypie.

Heazlewoodit	Ni_3S_2	Trigonal-trapezoedrisch $D_{3h}^7 - R32$
(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	Ni_3Se_2	Trigonal-trapezoedrisch $D_{3h}^7 - R32$
		$a_0 = 6.03$ $c_0 = 7.25$ $c_0/a_0 = 1.202^2$
		$a_{rh} = 4.24$ $\alpha = 90^\circ 42'$ $Z = 1$
Oregonit	Ni_2FeAs_2	Hexagonal
(Ramdohr & Schmitt, 1959)		$a_0 = 6.08$ $c_0 = 7.13$ $c_0/a_0 = 1.174$ $Z = 3^3$

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

²⁾ 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.

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

7.) Pentlandit-Reihe. Kubisch-hex'oktaedrisch, $O_h^3 - Fm3m$. Isotypie.

Synthetisch	Co_9S_8	$a_0 = 9.93$ $Z = 4^1$
Kobaltpentlandit	$(\text{Co}, \text{Ni}, \text{Fe})_9\text{S}_8$	$a_0 = 9.97 - 10.00$ $Z = 4^2$
(Kouvo, Huhma & Vuorelainen, 1959)		
Pentlandit	$(\text{Ni}, \text{Fe})_9\text{S}_8$	$a_0 = 10.04 - 10.07$ $Z = 4^3$
(Dufrenoy, 1856)		

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

Anhang:

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

¹⁾ 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).

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

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

⁴⁾ 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'etraedrisch. Isotypie.

Vom ZnS gibt es zwei Modifikationen: kubisches α -ZnS (Zinkblende) und hexagonales β -ZnS (Wurtzit).

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

Anhang:

• Lautit (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. Thermometer⁷). Es besteht eine lineare Abhängigkeit der Gitterkonstanten vom Fe-, Cd-, Mn-Gehalt^{7a}).

Voltzin (Fourmet, 1833), Zn(S,As), gibt ein ähnliches Pulverdiagramm wie Zinkblende⁸), 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.

¹) 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.

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

³) 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.

⁴) P. Ramdohr, Geotekton. Sympos. (Hans Stille), 1956. 481.

⁵) W. Hartwig, 1926. l. c. u. a.

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

⁷) G. Kullerud, Norsk. Geol. Tidsskr. **32**. 1953. 61.

^{7a)} B. J. Skinner, Am. Min. **46**. 1961. 1399.

⁸⁾ 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 γ -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 γ -Phase wandelt sich bei Zimmertemperatur innerhalb weniger Tage in die stabile β -Phase um, aus der beim Erhitzen bereits bei 230°C wieder die γ -Phase entsteht; die β -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^{1a)}.

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

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

^{1a)} J. E. Hiller & K. Probsthain, Z. Krist. **108**. 1956. 108.

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

³⁾ 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* **Stibioluzonit** 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. „Stannoluzonit“ (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^{2a)}; Hexastannin („Zinnkies I“, Ramdohr, 1944) besitzt Wurtzit-Struktur^{2b)} (siehe Wurtzit-Reihe).

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

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

^{2a)} G. F. Claringbull & M. H. Hey, Min. Soc., London, 1955. Notice Nr. 91.

^{2b)} P. Ramdohr, Abh. Preuß. Akad. Wiss. 1944. Nr. 4.

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

⁴⁾ 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)

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

²⁾ V. I. Mikheev, Mem. Soc. Russe Min. **70**. 1941. 165.

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

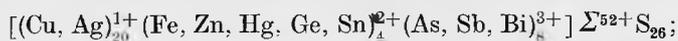
(Sales, vor 1932)

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).

¹⁾ 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).

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

³⁾ 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	β -ZnS	$a_0 = 3.85$	$c_0 = 6.29$	$c_0/a_0 = 1.634$	$Z = 2^1$
	(> 1020 °C)				
(Friedel, 1861)					
Greenockit	β -CdS	$a_0 = 4.15$	$c_0 = 6.73$	$c_0/a_0 = 1.622$	$Z = 2^2$
(Jameson, 1840)					
Unbenannt	β -MnS	$a_0 = 3.98$	$c_0 = 6.44$	$c_0/a_0 = 1.618$	$Z = 2^3$
Cadmoseilit	β -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 β -ZnS (Wurtzit)^{1a)}:

	ZnS-2H ^{1a)}	-4H ^{1a)}	-6H ^{1a)}	-8H ^{1b)}	-10H ^{1b)}	-3R ^{1c)}	-9R ^{1e)}	-12R ^{1e)}	-15R ^{1a)}	-21R ^{1c)}
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^{1b)}, **Wurtzit-3R** aus dem Matra-Gebirge^{1d)}. Wurtzit-2H, -4H, -6H, -9R, -12R, -15R und -21R aus mesozoischen Sedimenten NW-Deutschlands^{1c)} 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)S⁵⁾.

Hexastannin, Cu_2FeSnS_4 , entspricht Wurtzit-4H mit $a_0 = 3.84$, $c_0 = 12.6$, $Z = 1^6)$.

¹⁾ 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.

^{1a)} 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).

^{1b)} H. T. Evans & E. T. McKnight, Am. Min. **44**. 1959. 1210.

^{1c)} D. C. Buck & L. W. Strock, Am. Min. **40**. 1955. 192 (experimentell zwischen 600 und 1020 °C, „hexagonal deformierte Zinkblendestruktur“, γ -ZnS).

^{1d)} S. Koch, Acta Min. Petr. Univ. Szeged. **11**. 1958. 11.

^{1e)} S. Haussühl & G. Müller, Beitr. Min. Petr. **9**. 1963. 28.

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

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

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

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

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

7.) Enargit-Reihe. Isotypie.

Enargit	Cu_3AsS_4	Rhombisch-pyramidal C_{2v}^7 — Pnm
(Breithaupt, 1850)		$a_0 = 6.47$ $b_0 = 7.44$ $c_0 = 6.19^1$
		$a_0:b_0:c_0 = 0.870:1:0.832$ $Z = 2$
Stibioenargit	Cu_3SbS_4	Orthorhombisch
		Isotyp mit Enargit

Enargit ist pseudo-hexagonal 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.

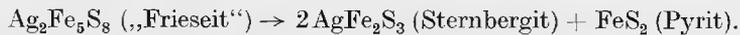
¹⁾ L. Pauling & S. Weinbaum, Z. Krist. **23**. 1934. 48 (Struktur, SB. **3**. 96.) — Vgl. S. Kôzu & K. Takané, Proc. Imp. Acad. Jap. **11**. 1935. 421.

8.) Cubanit-Sternbergit-Gruppe.

Cubanit und Sternbergit sind eng verwandt und besitzen pseudo-hexagonale 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.

Cubanit	CuFe_2S_3	Rhombisch-dipyramidal D_{2h}^{16} — Pcm
(Breithaupt, 1843)		$a_0 = 6.46$ $b_0 = 11.12$ $c_0 = 6.23^1$
		$a_0:b_0:c_0 = 0.581:1:0.560$ $Z = 4$
Sternbergit	AgFe_2S_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)		$a_0 = 6.61$ $b_0 = 11.61$ $c_0 = 12.64^3$
		$a_0:b_0:c_0 = 0.569:1:1.089$
Argyropyrit	$\sim \text{Ag}_3\text{Fe}_7\text{S}_{11}$	Orthorhombisch-pseudo-hexagonal
(Weisbach, 1877)		$a:b:c = 0.58:1:0.30$
Argentopyrit	AgFe_2S_3	Orthorhombisch-pseudo-hexagonal
(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 AgFe_2S_3 ist offenbar dimorph: Sternbergit und Argentopyrit; Argyropyrit ist möglicherweise eine Paramorphose von Sternbergit nach Argentopyrit⁴⁾.

¹⁾ 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.

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

³⁾ M. A. Peacock, Am. Min. **27**. 1942. 229.

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

NiAs-Typus und Verwandte

9a) NiAs-Reihe. Dihexagonal-dipyramidal, D_{6h}^1 — $P6_3/mmc$. Isotypie.

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

• Pyrrhotin	FeS	$a_0 = 3.44$	$c_0 = 5.69$	$c_0/a_0 = 1.654$	$Z = 2^1)$
	(Breithaupt, 1835)				
	(Magnetkies)				
• Jaipurit	γ -CoS	$a_0 = 3.38$	$c_0 = 5.15$	$c_0/a_0 = 1.524$	$Z = 2^2)$
	(Mallet, 1880)				
Synthetisch	γ -NiS	$a_0 = 3.43$	$c_0 = 5.31$	$c_0/a_0 = 1.548$	$Z = 2^3)$ ^{3a)}
• Achavalit	FeSe	$a_0 = 3.62$	$c_0 = 5.88$	$c_0/a_0 = 1.624$	$Z = 2^4)$
	(Olsacher, 1939)				
• Freboldit	γ -CoSe	$a_0 = 3.61$	$c_0 = 5.28$	$c_0/a_0 = 1.463$	$Z = 2^5)$
	(Ramdohr & Schmitt, 1955)				
Unbenannt	γ -NiSe	$a_0 = 3.67$	$c_0 = 5.34$	$c_0/a_0 = 1.455$	$Z = 2^6)$
• Imgreit	NiTe	$a_0 = 3.97$	$c_0 = 5.36$	$c_0/a_0 = 1.350$	$Z = 2^7)$ ^{7a)}
	(Yushko-Sacharova, 1964)				
• Nickelin	NiAs	$a_0 = 3.58$	$c_0 = 5.11$	$c_0/a_0 = 1.427$	$Z = 2^8)$
	(Beudant, 1832)				
	(Rotnickelkies, Niccolit)				
• Breithauptit	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^{1b)} 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 _{0.95} S	—	—	—	$a_0 = 3.454$	$c_0 = 5.774$	—
Fe _{0.90} S	—	—	—	$a_0 = 3.441$	$c_0 = 5.736$	—
Fe _{0.83} 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°C in hexagonales Pyrrhotin über^{1c)}; 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 $D_{2h}^4 - P62c^{1f)}$.

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

Hydrotroilit (Sidorenko, 1911) soll amorphes FeS·nH₂O sein.

✓ **Smythit** (Erd & Evans, 1956), Fe₃S₄, $D_{3d}^5 - R\bar{3}m$, $a_0 = 3.47$, $c_0 = 34.5$, $c_0/a_0 = 6 \times 1.657$, $Z = 3$, entsteht aus der Pyrrhotinstruktur durch Ausfall des Fe in jeder vierten Schicht¹⁰⁾.

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_{1.00} bis 0.83S_{1.00} und Ni_{1.00} bis 0.50Te_{1.00}.

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 NiTe₂ ($a_0 = 3.87$, $c_0 = 5.31$, $c_0/a_0 = 1.37$) mit Strukturübergängen vom NiAs- zum Mg(OH)₂-Typ.

¹⁾ N. Alsén, Geol. Fören. Förh. **47**. 1925. 19.

^{1a)} G. Hägg & J. Sucksdorff, Z. physik. Chem. **22**. 1933. 444.

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

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

^{1d)} F. Bertaut, C. R. Acad. Sci. Paris **234**. 1952. 1295; Acta Cryst. **6**. 1953. 557.

^{1e)} M. J. Buerger, Am. Min. **32**, 1947. 411. – Vgl. B. J. Wuensch, Min. Soc. Am. Spec. Paper **1**. 1963. 157.

^{1f)} F. Bertaut, Bull. Soc. Franç. Min. **79**. 1956. 276.

²⁾ N. Alsén, 1925, l. c. (für synth. CoS).

³⁾ N. Alsén, 1925, l. c.

^{3a)} D. Lundquist, Ark. Kem. Min. Geol. **24 A**. 1947. Nr. 21, 1–12; Nr. 23, 1–7.

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

⁵⁾ 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.

⁶⁾ 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.

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

^{7a)} 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).

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

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

¹⁰⁾ 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 °C geht Mackinawit in Pyrrhotin über²⁾.

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

²⁾ 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.

¹⁾ 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.

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

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

Metall und Schwefel besitzen die Koordinationszahl 5.

Synthetisch β -CoS $a_0 = 9.59$ $c_0 = 3.02$ $c_0/a_0 = 0.315^1$) $Z = 9$

c) **Millerit** β -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 β -CoSe $a_0 = 9.70$ $c_0 = 3.12$ $c_0/a_0 = 0.322^3$) $Z = 9$

Unbenannt β -NiSe $a_0 = 10.01$ $c_0 = 3.33$ $c_0/a_0 = 0.333^4$) $Z = 9$

Bei gewöhnlicher Temperatur ist die β -Modifikation stabiler als die γ -Modifikation: Millerit geht bei 396°C enantiotrop in γ -NiS mit NiAs-Struktur über^{2a)}; für NiSe ist die analoge Umwandlungstemperatur 320°C⁴⁾; die Rückumwandlung kann in beiden Fällen stark verzögert sein.

¹⁾ A. Baroni, Atti. X Congr. Int. Chim. Rom 1938. 586.

²⁾ 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.

^{2a)} W. Biltz, Z. anorg. Chem. **228**. 1936. 275.

³⁾ A. Baroni, l. c.

⁴⁾ 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)^{3a)}.

Oldhamit	CaS	O_h^5 — Fm 3m	$a_0 = 5.69$ Z = 4 ¹)
	(Maskelyne, 1862)		
• Alabandin	α -MnS	O_h^5 — Fm 3m	$a_0 = 5.22$ Z = 4 ²)
	(Beudant, 1832)		
	(Manganblende)		
• Galenit	PbS	O_h^5 — Fm 3m	$a_0 = 5.94$ Z = 4 ³)
	(Plinius, 77 n. Chr.)		
	(Bleiglanz)		
• Clausthalit	PbSe	O_h^5 — Fm 3m	$a_0 = 6.15$ Z = 4 ³)
	(Beudant, 1832)		
• Altait	PbTe	O_h^5 — Fm 3m	$a_0 = 6.45$ Z = 4 ⁴)
	(Haidinger, 1845)		

Oldhamit wurde nur in Meteoriten beobachtet. MgS ist aus dem Pesyanoe-Steinmeteoriten bekannt geworden^{1a}), $a_0 = 5.18$; (Fe, Mg, Mn, Ca)S, ähnlich Oldhamit, wurde gleichfalls aus Steinmeteoriten beschrieben^{1b}). Synthetisches α -MnS ist grün; β - und γ -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 – $AgBiS_2$.

¹) W. P. Davey, Phys. Rev. **21**. 1923. 213; V. M. Goldschmidt (J. Oftedal) Geochem. Vert.-Ges. VIII. 1927. u. a.

^{1a}) E. R. Dufresne & E. Anders, Geochim. Cosmochim. Acta **26**. 1962. 251.

^{1b}) P. Ramdohr, J. Geoph. Res. **68**. 1963. 2011.

²) R. W. G. Wyckoff, Am. J. Sci. **2**. 1921. 239.

^{2a}) 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).

³) L. S. Ramsdell, Am. Min. **10**. 1925. 281 (Struktur, SB. I. 72). – Zahlreiche weitere Arbeiten s. Strukturberichte.

^{3a}) R. G. Coleman, Am. Min. **44**. 1959. 166.

⁴) V. M. Goldschmidt, Geochem. Vert.-Ges. VII. 1926, VIII. 1927; L. S. Ramsdell 1925, I. c.

12.) Miargyrit-Schapbachit-Gruppe. Deformierter Bleiglanz-Typ*)

• Miargyrit	AgSbS ₂	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 ^{1a})
Aramayoit	Ag(Sb, Bi)S ₂	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 α -AgBiS₂

(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

β -AgBiS₂

(> 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).

¹⁾ W. Hofmann, Sitz.-Ber. Preuß. Akad. Wiss. 1938. 111 (Struktur, SB. 6. 83).

^{1a)} A. R. Graham, Am. Min. 36. 1951. 436.

²⁾ H. Berman & C. W. Wolfe, Min. Mag. 25. 1939. 466.

³⁾ P. Ramdohr, Sitz.-Ber. Preuß. Akad. Wiss. 1938. 71; Aufstellung Graham 1951.

⁴⁾ P. Ramdohr, 1938, l. c. — J. H. Wernick, Am. Min. 45. 1960. 591 (synthet. Mischkristalle mit PbS, AgBiSe₂ u. a.).

13.) Herzenbergit-Reihe. Isotypie. Stark deformierte Bleiglanzstruktur.

Herzenbergit SnS

(Ramdohr, 1934)

Rhombisch-dipyramidal $D_{2h}^{16} - Pmen$

$$a_0 = 3.99 \quad b_0 = 4.34 \quad c_0 = 11.20^1)$$

$$a_0 : b_0 : c_0 = 0.919 : 1 : 2.581 \quad Z = 4$$

Pseudokubische Zelle:

$$a' = b' = 5.895 \quad c' = 2 \times 5.60$$

Teallit PbSnS₂

(Prior, 1904)

Rhombisch-dipyramidal $D_{2h}^{16} - Pmen$

$$a_0 = 4.05 \quad b_0 = 4.29 \quad c_0 = 11.35^1)$$

$$a_0 : b_0 : c_0 = 0.944 : 1 : 2.646 \quad Z = 2$$

Pseudokubische Zelle:

$$a' = b' = 5.90 \quad c' = 2 \times 5.675$$

Anhang:

Franckeit 5PbS · 3SnS₂ · Sb₂S₃

(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 · 6SnS₂ · Sb₂S₃(?) Pseudokubisch, a₀ = 5.8 (?)

(Frenzel, 1893)

Montesit (Herzenberg, 1949) ist ein Mischkristall zwischen Herzenbergit und Teallit³⁾. 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).

¹⁾ W. Hofmann, Z. Krist. **92**. 1935. 161; Fortschr. Min. **19**. 1935. 30 (Struktur, SB. **3**. 14).

²⁾ 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.

³⁾ F. Berndt, N. Jb. Min. Mh. 1954. 200.

14.) Cinnabarit

Cinnabarit	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^{1a)}. 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 stabil²⁾.

¹⁾ 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.

^{1a)} K.-F. Seifert, Acta Cryst. **16**. 1963. A 16.

²⁾ F. W. Dickson & G. Tunell, Am. Min. **44**. 1959. 471.

Weitere Strukturtypen

15.) Covellin-Reihe. Klockmannit ist isotyp mit Covellin.

Covellin	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)		
Klockmannit	CuSe	Dihexagonal-dipyramidal D_{6h}^4 — $C6/mmc$
(Ramdohr, 1928)		$a_0 = 3.94$ $c_0 = 17.25$ $c_0/a_0 = 4.378$ $Z = 6^2$
Idait	Cu_5FeS_6	Hexagonal
(Frenzel, 1958)		$a_0 = 3.90$ $c_0 = 16.95$ $c_0/a_0 = 4.346$ $Z = 1^3$
Vallerit	$CuFeS_2$	Hexagonal
(Blomstrand, 1870)		$a_0 = 3.80$ $c_0 = 34.4$ $c_0/a_0 = 9.05$ $Z = 6^4$

Für Vallerit wird auch die Formel $Cu_2Fe_4S_7$ angegeben, so daß anscheinend ein Metallausfall wie im Magnetkies erfolgen kann.

¹⁾ 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).

²⁾ 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.

³⁾ G. Frenzel, N. Jb. Min. Mh. 1958. 142.

⁴⁾ H. T. Evans, R. A. Berner & Ch. Milton, Geol. Soc. Am. Meeting 1962. Progr. 47 A.

Anhang:

Vulcanit	CuTe	Rhombisch-dipyramidal $D_{2h}^{13} - Pmnm$
(Cameron & Threadgold, 1961)		$a_0 = 4.09$ $b_0 = 6.95$ $c_0 = 3.15$ $a_0 : b_0 : c_0 = 0.588 : 1 : 0.453$ $Z = 2^1$)

¹) 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.

Vysotskit	(Pd, Ni)S	Tetragonal $C_{4h}^2 - P4_2/m$ oder $C_4^3 - P4_2$
(Genkin & al., 1962)		$a_0 = 6.37$ $c_0 = 6.54$ $c_0/a_0 = 1.027$ $Z = 8^1$)
Braggit	(Pt, Pd, Ni)S	Tetragonal $C_{4h}^2 - P4_2/m$ oder $C_4^3 - P4_2$
(Bannister, 1932)		$a_0 = 6.38$ $c_0 = 6.59$ $c_0/a_0 = 1.033$ $Z = 8^2$)
Cooperit	PtS	Ditetragonal-dipyramidal $D_{4h}^9 - P4/mmc$
(Wartenweiler, 1928)		$a_0 = 3.48$ $c_0 = 6.11$ $c_0/a_0 = 1.756$ $Z = 2^2$)

Synthetisches PdS gibt die gleichen Röntgenbilder wie Braggit.

¹) A. D. Genkin & O. E. Zvyagintsev, Zapiski Vses. Min. Obshch. **91**. 1962. 718.

²) 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.

• Greigit	Fe_3S_4	$a_0 = 9.88$ $Z = 8^1$)
(Skinner, Erd, Grimaldi, 1964)		
• Linneit	Co_3S_4	$a_0 = 9.42$ $Z = 8^2$)
(Haidinger, 1845) (Kobaltkies)		
Siegenit	$(Co, Ni)_3S_4$	$a_0 = 9.43$ $Z = 8^3$)
(Dana, 1850)		
• Polydymit	Ni_3S_4	$a_0 = 9.42$ $Z = 8^2$)
(Laspeyres, 1876)		
• Violarit	$FeNi_2S_4$	$a_0 = 9.53$ $Z = 8^4$)
(Lindgren & Davy, 1924)		
• Indit	$FeIn_3S_4$	$a_0 = 10.62$ $Z = 8^5$)
(Genkin & Muraveva, 1963)		
Tyrrellit	$(Cu, Co, Ni)_3Se_4$	$a_0 = 10.005$ $Z = 8^6$)
(Robinson, nach 1952)		
Daubréelith	$FeCr_2S_4$	$a_0 = 9.98$ $Z = 8^7$)
(Smith, 1876)		
Bornhardtit	Co_3Se_4	$a_0 \sim 10.2$ $Z = 8^8$)
(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.

¹) B. J. Skinner, R. C. Erd & F. S. Grimaldi, Am. Min. **49**. 1964. 543.

²) 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.

³) G. Natta & L. Passerini, Rend. Acc. Lincei **14**. 1931. 38.

⁴) 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.

⁵) A. D. Genkin & I. V. Muraveva, Zapiski Vses. Min. Obshch. **92**. 1963. 445.

⁶) S. C. Robinson & E. J. Brooker, Am. Min. **37**. 1952. 542. – F. Machatschki & E. Stradner, Anz. Österr. Akad. Wiss. **89**. 1952. 211 (Struktur).

⁷) F. Heide, E. Herschkowitsch & E. Preuß, Chem. d. Erde **7**. 1932. 483. – D. Lundquist, Ark. Kem. Min. Geol. **17**B. 1943. Nr. 12.

⁸) 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 orthorhombisch⁵).

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).

¹⁾ W. Hofmann, Z. Krist. **86**. 1933. 225 (Struktur, SB. **3**. 49). — S. Ščavničar, Z. Krist. **114**. 1960. 85 (Strukturverfeinerung).

²⁾ N. W. Tideswell, F. H. Kruse & J. D. McCullough, Acta Cryst. **10**. 1957. 99.

³⁾ W. Hofmann, 1933, l. c.

^{3a)} K. Hayase, Min. Journ. Japan **1**. 1955. 189.

⁴⁾ J. W. Earley, Am. Min. **35**. 1950. 337.

⁵⁾ Z. Johan, Acta Univ. Carolinae, Geol. 1961. 77.

⁶⁾ 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	Bi_2Se_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)	Bi_2Te_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 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 unterscheiden⁵⁾.

*) H. Strunz, N. Jb. Min. Mh. 1963. 154.

) A. Brown & B. Lewis, J. Phys. Chem. Solids **23. 1962. 1597.

¹⁾ 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 Bi₂Se₂).

²⁾ D. Harker, *Z. Krist.* **89**. 1934. 175 (Struktur, SB. 3. 29).

³⁾ C. Frondel, *Am. J. Sci.* **238**. 1940. 880; M. A. Peacock, *Univ. Toronto Stud. Geol. Ser.* **44**. 1940. 67.

⁴⁾ H. V. Warren & M. A. Peacock, *Univ. Toronto Stud. Geol. Ser.* **49**. 1945. 55.

⁵⁾ S. Koch & J. Graselly, *Acta Univ. Szeged., Acta min. petr.* **2**. 1948. 1.

3b) Ikunolith-Reihe. Isotypie.

Synthetisch	Bi ₃ Se ₄	Ditrigonal-skalenoedrisch D _{3d} ⁵ – R $\bar{3}m$ a ₀ = 4.23 c ₀ = 40.4 c ₀ /a ₀ = 9.551 ¹⁾
• Ikunolith (Kato, 1959)	Bi ₄ (S, Se) ₃	Ditrigonal-skalenoedrisch D _{3d} ⁵ – R $\bar{3}m$ a _{rh} = 13.28 α = 18° 00' Z = 1 Hexagonal: a ₀ = 4.15 c ₀ = 39.19 c ₀ /a ₀ = 9.443 Z = 3 ²⁾
• Laitakarit (Vorma, 1959)	Bi ₄ Se ₂ S	Ditrigonal (?) a _{rh} = 13.53 α = 17° 58' Z = 1 Hexagonal a ₀ = 4.23 c ₀ = 39.93 c ₀ /a ₀ = 9.440 Z = 3 ³⁾
• Joséit (Kenngott, 1853)	(A) Bi ₄ (Te, S) ₃ (?)	Ditrigonal-skalenoedrisch D _{3d} ⁵ – R $\bar{3}m$ a _{rh} = 13.48 α = 18° 08' Hexagonal: a ₀ = 4.25 c ₀ = 39.77 c ₀ /a ₀ = 9.358 ⁴⁾
	(B) Bi ₄ Te ₂ S	a ₀ = 4.34 c ₀ = 40.83 c ₀ /a ₀ = 9.408 ⁴⁾

¹⁾ S. A. Semiletov, *Trudy Inst. Krist. Akad. Nauk. USSR*. 1954 (Schichtfolge).

²⁾ A. Kato, *Min. Journ. (Japan)* **2**. 1959. 397.

³⁾ A. Vorma, *Geologi (Finnland)* **11**. 1959. 11.

⁴⁾ M. A. Peacock, *Univ. Toronto Stud. Geol. Ser.* **46**. 1941. 83. – Vgl. R. M. Thompson, *Am. Min.* **34**. 1949. 342.

3c) Paraguanajuatit etc.

• Paraguanajuatit (Ramdohr, 1948)	Bi ₄ (Se, S) ₅	Hexagonal: a ₀ = 4.08 c ₀ = 54.7 c ₀ /a ₀ = 13.406 ¹⁾
Hedleyit (Warren & Peacock, 1945)	Bi ₁₄ Te ₆	Ditrigonal-skalenoedrisch D _{3d} ⁵ – R $\bar{3}m$ a _{rh} = 39.76 α = 6° 26 ¹ / ₂ ' Z = 1 Hexagonal: a ₀ = 4.47 c ₀ = 119,0 ²⁾
Platynit (Flink, 1910)	Pb ₄ Bi ₇ Se ₇ S ₄	Hexagonal a ₀ = 8.49 c ₀ = 20.80 c ₀ /a ₀ = 2.450 Z = 2 ³⁾

¹⁾ P. Ramdohr, *Com. rec. min. Mex., Bol.* **20**. 1948. 1.

²⁾ H. V. Warren & M. A. Peacock, *Univ. Toronto Stud. Geol. Ser.* **49**. 1945. 55; R. M. Thompson, *Am. Min.* **34**. 1949. 342.

³⁾ 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.

Montbrayit	Au_2Te_3	Triklin
(Peacock & Thompson, 1945)		$a_0 = 12.10 \quad b_0 = 13.46 \quad c_0 = 10.80$ $a_0:b_0:c_0 = 0.899:1:0.802$ $\alpha = 104^\circ 30\frac{1}{2}' \quad \beta = 97^\circ 34\frac{1}{2}' \quad \gamma = 107^\circ 53\frac{1}{2}'$ $Z = 12^1$
Nagyagit	$\text{AuTe}_2 \cdot 6\text{Pb}(\text{S}, \text{Te})$ (?)	Rhombisch-dipyramidal, pseudotetragonal
(Haidinger, 1845)		$a_0 = 12.5 \quad c_0 = 30.31 \quad c_0/a_0 = 2.420 \quad Z = 8^2$
Sylvanit	AuAgTe_4	Monoklin-prismatisch $C_{2h}^4 - P2/a$
(Necker, 1835)		$a_0 = 14.62 \quad b_0 = 4.49 \quad c_0 = 8.96$ $a_0:b_0:c_0 = 3.256:1:1.995 \quad \beta = 145^\circ 26'$ $Z = 2^3$
Krennerit	$(\text{Au}, \text{Ag})\text{Te}_2$	Rhombisch-pyramidal $C_{2v}^4 - Pma2$
(vom Rath, 1877)		$a_0 = 16.54 \quad b_0 = 4.46 \quad c_0 = 8.82$ $a_0:b_0:c_0 = 3.709:1:1.978 \quad Z = 8^4$
Calaverit		Monoklin-pseudorhombisch $C_{2h}^3 - C2/m$ oder $C_2^3 - C2$
(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 erkennbar⁶⁾.

¹⁾ M. A. Peacock & R. M. Thompson, Am. Min. **31**. 1946. 515.

²⁾ B. Goßner, Zbl. Min. 1935. 321.

³⁾ G. Tunell, Am. Min. **26**. 1941. 457; G. Tunell & L. Pauling, Acta Cryst. **5**. 1952. 375.

⁴⁾ 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.

⁵⁾ 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.

⁶⁾ 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_{II}^6 — Pa 3. Isotypie und wohl unbegrenzte Diadochie (Fe, Co, Ni).

• Pyrit*)	FeS ₂	$a_0 = 5.41-5.42^1)$	Z = 4
	(Dioscorides, 50 n. Chr.)		
Cattierit	CoS ₂	$a_0 = 5.65^2)$	Z = 4
	(Kerr, 1945)		
Vaesit	NiS ₂	$a_0 = 5.75^3)$	Z = 4
	(Kerr, 1945)		
Laurit	RuS ₂	$a_0 = 5.60^4)$	Z = 4
	(Wöhler, 1866)		
• Hauerit	MnS ₂	$a_0 = 6.10^5)$	Z = 4
	(Haidinger, 1846)		
Trogtalit	CoSe ₂	$a_0 = 5.87^6)$	Z = 4
	(Ramdohr & Schmitt, 1955)		
Penroseit**)	(Ni, Cu, Co)Se ₂	$a_0 = 6.03^7)$	Z = 4
	(Gordon, 1926)		
Synthetisch	NiSe ₂	$a_0 = 5.96^{7a)})$	Z = 4
• Sperryolith	PtAs ₂	$a_0 = 5.94^8)$	Z = 4
	(Wells, 1889)		
Geversit	PtSb ₂	$a_0 = 6.43^9)$	Z = 4
	(Stumpfl, 1961)		
• Aurostibit	AuSb ₂	$a_0 = 6.66^{10)}$	Z = 4
	(Graham & Kaiman, 1951)		
Michenerit	PdBi ₂ (?)	$a_0 = 6.68^{11)})$	Z = 4
	(Hawley & Berry, 1958)		

Mischkristalle bzw. Varietäten sind • **Bravoit** (Hillebrand, 1907) oder Nickelpyrit, (Ni, Fe, Co)S₂, $a_0 = 5.50-5.58^{2a)}$; **Villamaninit** (Schoeller & Powell, 1919), (Cu, Ni, Co, Fe) (S, Se)₂, $a_0 = 5.66^{3a)}$.

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 Fe₇S₈, nicht FeS¹²⁾; beim Erhitzen von Arsenkies entsteht Fe(S, As) mit NiAs-Struktur und S:As ~ 9:1.

*) Schwefelkies.

***) Blockit (Herzenberg & Ahlfeld, 1935).

¹⁾ 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.

²⁾ Für künstliches 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.

^{2a)} 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.

³⁾ Für künstliches 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.

^{3a)} P. Ramdohr, *N. Jb. Min., Mh. (Zbl.)* 1937. 289. — M. H. Hey, *Min. Mag.* **33**. 1962. 169.

⁴⁾ F. A. Bannister, *Min. Mag.* **23**. 1932. 188. — Vgl. J. Oftedal, *Z. phys. Chem.* **135**. 1928. 291.

⁵⁾ 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.

⁶⁾ P. Ramdohr & M. Schmitt, *N. Jb. Min. Mh.* 1955. 133. — Vgl. D. Klemm, *N. Jb. Min. Mh.* 1962. 32.

⁷⁾ 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 NiSe_2 ; J. W. Earley, *Am. Min.* **35**. 1950. 337.

^{7a)} F. Grönvold & E. Jacobsen, *Acta Chem. Scand.* **10**. 1956. 1440. — J.-E. Hiller & W. Wegener, *N. Jb. Min. Abh.* **94**. 1960. 1147.

⁸⁾ 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.

⁹⁾ E. Stumpfl, *Min. Mag.* **32**. 1961. 833. — a_0 für synthet. PtSb_2 , (Thomassen, 1929).

¹⁰⁾ A. R. Graham & S. Kaiman, *Am. Min.* **37**. 1952. 461. — Vgl. J. Sobotka, *Rozpravy Cesk. Akad. Ved.* **64**. 1954. 43.

¹¹⁾ J. E. Hawley & L. G. Berry, *Canadian Min.* **6**. 1958. 200.

^{11a)} A. D. Genkin, N. N. Zhuravlev & E. M. Smirnova, *Zapiski Vses. Obshch.* **92**. 1963. 33.

¹²⁾ 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).

☞ **Cobaltin** CoAsS $a_0 = 5.61$ $Z = 4^1$)

(Beudant, 1832)

(Kobaltglanz)

☞ **Gersdorffit** 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** NiSbS $a_0 = 5.92$ $Z = 4^3$)

(Fröbel, 1850)

Kallilith 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 vorliegt⁴⁾.

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.

¹⁾ 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).

²⁾ 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.

³⁾ L. S. Ramsdell 1925, l. c.; V. M. Goldschmidt 1927, l. c.; V. B. Meen 1940, l. c.

⁴⁾ M. A. Peacock & W. G. Henry, Univ. Toronto Stud. Geol. Ser. **52**. 1948. 71.

7.) Markasit-Reihe. Isotypie.

• Markasit (Haidinger, 1845)	FeS ₂	Rhombisch-dipyramidal D _{2h} ¹² — Pmnn a ₀ = 3.39 b ₀ = 4.45 c ₀ = 5.42 ¹⁾ a ₀ :b ₀ :c ₀ = 0.762:1:1.218 Z = 2
• Ferroselit (Burjanova & Komkov, 1955)	FeSe ₂	D _{2h} ¹² — Pmnn oder C _{2v} ¹⁰ — P2nn a ₀ = 3.58 b ₀ = 4.79 c ₀ = 5.74 ²⁾ a ₀ :b ₀ :c ₀ = 0.747:1:1.198
Hastit (Ramdohr & Schmitt, 1955)	CoSe ₂	Rhombisch-dipyramidal a ₀ = 3.60 b ₀ = 4.84 c ₀ = 5.72 ³⁾ a ₀ :b ₀ :c ₀ = 0.744:1:1.182 Z = 2
Frohbergit (Thompson, 1947)	FeTe ₂	Rhombisch-dipyramidal D _{2h} ¹² — Pmnn a ₀ = 3.86 b ₀ = 5.35 c ₀ = 6.27 ⁴⁾ a ₀ :b ₀ :c ₀ = 0.721:1:1.172 Z = 2

Melnikovit-Markasit (Doss, 1911) ist kryptokristalliner Markasit gelförmiger Entstehung⁵⁾.

Markasit geht bei 520–535°C monotrop in Pyrit über⁶⁾.

¹⁾ M. J. Buerger, Am. Min. **16**. 1931. 361; Z. Krist. **97**. 1937. 504 (Struktur, SB. **1**. 495, SB. **5**. 52).

²⁾ E. Z. Burjanova & A. Komkov, Doklady Akad. Wiss. USSR **105**. 1955. 812.

³⁾ P. Ramdohr & M. Schmitt, N. Jb. Min. Mh. 1955. 133.

⁴⁾ R. M. Thompson, Univ. Toronto Stud. Geol. Ser. **51**. 1947. 35. — Für synth. FeTe₂ vgl. S. Tengnér, Z. anorg. Chem. **239**. 1938. 126; Naturw. **26**. 1938. 429.

⁵⁾ H. Rechenberg, N. Jb. Min. Mh. 1950. 141.

⁶⁾ 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)²⁾.

• Löllingit (Haidinger, 1845)	FeAs ₂	Rhombisch-dipyramidal D _{2h} ¹² — Pmnn a ₀ = 2.86 b ₀ = 5.26 c ₀ = 5.93 ¹⁾ a ₀ :b ₀ :c ₀ = 0.544:1:1.130 Z = 2
---	-------------------	---

• Safflorit (Breithaupt, 1835)	CoAs ₂	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 γ = 90°27'
• Rammelsbergit (Dana, 1854)	NiAs ₂	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:		
Para-Rammelsbergit (Peacock, 1939)	NiAs ₂	Pbcm oder Pbc2 (oder nur pseudoorthorhombisch) a ₀ = 11.43 (= 4·2.86) b ₀ = 5.75 c ₀ = 5.82 ³ a ₀ :b ₀ :c ₀ = 1.988:1:1.012 Z = 8
Froodit (Hawley & Berry, 1958)	α-PdBi ₂ (?)	Monoklin, C _{2h} ³ — C2/m, a ₀ = 12.75, b ₀ = 4.29, c ₀ = 5.67 β = 102°52' Z = 4 ⁴

¹) 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.

²) E. H. Roseboom, Am. Min. **48**. 1963. 271 (Synthesen, Mischbarkeit; hier weitere Literatur).

³) 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.

⁴) J. E. Hawley & L. G. Berry, Canad. Min. **6**. 1958. 200 (mit Gitterkonstanten nach S. V. Burr & M. A. Peacock, 1942, für synth. α-PdBi₂).

9.) Arsenopyrit-Gruppe.

Arsenopyrit ist morphologisch orthorhombisch mit a:b:c = 0.6773:1:0.5941 (Orientierung Arzruni, 1878), a₀ = 6.43, b₀ = 9.53, c₀ = 5.66 Å, a₀:b₀:c₀ = 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 (FeAs_{0.9}S_{1.1} bis FeAs_{1.1}S_{0.9}) — teils als monoklin, teils als triklin erwiesen; α ~ β ~ γ ~ 90°. Es wird deshalb für die monokline Strukturvariante gelegentlich folgende Umstellung vorgenommen: $\frac{1}{2}$ [110] zu a₀, $\frac{1}{2}$ [110] zu b₀, * (110):(110) zu γ'. Damit würde sich ergeben: a₀ = 5.75, b₀ = 5.75, c₀ = 5.66 Å, γ' = 111°47'; Z = 4, C_{2h}⁵ — P2₁/c.

Wegen der Verwandtschaftsbeziehungen zum orthorhombischen FeS₂ 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.

• Arsenopyrit (Glocker, 1847) (Arsenkies)	FeAsS	a:b:c = 0.6773:1:1.1882 γ ~ 90° 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
--	-------	---

Glaukodot	(Co, Fe)AsS	a:b:c = 0.6942:1:1.1925
(Breithaupt & Plattner, 1849)		$a_0 = 6.68$ $b_0 = 3 \cdot 9.64$ $c_0 = 5.74^2$
		$a_0 : \frac{1}{3}b_0 : c_0 = 0.693:1:0.595$ $Z = 8$
Gudmundit	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.

¹⁾ 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).

²⁾ 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.

³⁾ M. J. Buerger, Z. Krist. **101**. 1939. 290 (Struktur).

10.) Molybdänit-Reihe. Dihexagonal-dipyramidal, D_{6h}^1 — $P6_3/mmc$, Isotypie.

Molybdänit	MoS ₂	$a_0 = 3.16$ $c_0 = 12.32$ $c_0/a_0 = 3.899$ $Z = 2^1$
(Hielm, 1782)		
(Molybdänglanz)		
Synthetisch	MoSe ₂	$a_0 = 3.29$ $c_0 = 12.93$ $c_0/a_0 = 3.930$ $Z = 2^2$
Tungstenit	WS ₂	$a_0 = 3.19$ $c_0 = 12.5$ $c_0/a_0 = 3.919$ $Z = 2^3$
(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 MoS₂.

¹⁾ R. G. Dickinson & L. Pauling, J. Am. Chem. Soc. **45**. 1923. 1465 (Struktur, SB. 1. 164). – Vgl. O. Hassel, Z. Krist. **61**. 1925. 92.

^{1a)} R. J. Traill, Canad. Min. **7**. 1963. 524. – Y. Takeuchi & W. Nowacki, Schweiz. Min. Petr. Mitt. **44**. 1964. 105 (Struktur).

²⁾ P. B. James & M. T. Lavik, Acta Cryst. **16**. 1963. 1183.

³⁾ A. E. v. Arkel, Rec. trav. chim. Pays-Bas. **45**. 1926. 437.

11.) Melonit-Moncheit-Gruppe. Melonit ist isotyp mit Mg(OH)₂.

Melonit	NiTe ₂	Ditrigonal-skalenoedrisch D_{3d}^5 — $P3m1$
(Genth, 1868)		$a_0 = 3.84$ $c_0 = 5.26$ $c_0/a_0 = 1.370$ $Z = 1^1$
Moncheit	(Pt, Pd)(Te, Bi) ₂	Hexagonal
(Genkin & al., 1963)		$a_0 = 4.05$ $c_0 = 5.29$ $c_0/a_0 = 1.306$ $Z = 1^2$
Kotulskit	Pd(Te, Bi) ₁₋₂	Hexagonal
(Genkin & al., 1963)		$a_0 = 4.19$ $c_0 = 5.67$ $c_0/a_0 = 1.353^2$

¹⁾ M. A. Peacock & R. M. Thompson, Am. Min. **31**. 1946. 204.

²⁾ 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)As₃ $a_0 = 8.24$ $Z = 8^1$

(Shepard, 1844)

• **Skutterudit** CoAs₃ $a_0 = 8.21$ — 8.29 $Z = 8^2$

(Haidinger, 1845)

(Speiskobalt, Smalтин)

• **Chloanthit** NiAs₃ $a_0 = 8.28$ $Z = 8^2$

(Breithaupt, 1845)

(Weißnickelkies, Ni-Skutterudit)

Die ideale Zusammensetzung ist MAS₃, die in erzmikroskopisch homogenen Kristallen tatsächlich verwirklicht ist; es werden aber auch geringere As-Gehalte bis herab zu MAS_{2.9} 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.

¹) 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).

²) 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** Ag₃AsS₃ 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** Ag₃SbS₃ 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 Ag₃AsS₃ Monoklin-prismatisch C_{2h}^6 — C 2/c

(Breithaupt, 1840)

Pseudorhombische Zelle: F 2/d

$a_0 = 11.99$ $b_0 = 6.21$ $c_0 = 31.86^1$

$a_0:b_0:c_0 = 1.931:1:5.130$ $\beta = 90^\circ 30^{1/2}'$

$a:b:c = 1.9187:1:1.0152$ $\beta = 91^\circ 13'$

$Z = 16$

Pyrostilpnit (Dana, 1868) (Feuerblende)	Ag_3SbS_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:		
Samsonit (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.

¹⁾ 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).

²⁾ M. A. Peacock, Min. Mag. 29. 1950. 346.

³⁾ 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.

Chalkostibit (Glocker, 1847) (Wolfsbergit, Nicol, 1849)	$\text{Cu}_2\text{S} \cdot \text{Sb}_2\text{S}_3$	Rhombisch-dipyramidal D_{2h}^{16} — $Pnam$ $a_0 = 6.02$ $b_0 = 14.49$ $c_0 = 3.79^1$ $a_0:b_0:c_0 = 0.415:1:0.262$ $Z = 2$
Emplektit (Kenngott, 1855)	$\text{Cu}_2\text{S} \cdot \text{Bi}_2\text{S}_3$	Rhombisch-dipyramidal D_{2h}^{16} — $Pnam$ $a_0 = 6.13$ $b_0 = 14.54$ $c_0 = 3.90^1$ $a_0:b_0:c_0 = 0.422:1:0.268$ $Z = 2$
Cuprobismuthit (Hillebrand, 1884)	$\text{Cu}_2\text{S} \cdot \text{Bi}_2\text{S}_3$	Monoklin-prismatisch C_{2h}^3 — $C 2/m$ $a_0 = 17.65$ $b_0 = 3.93$ $c_0 = 15.24^2$ $a_0:b_0:c_0 = 4.491:1:3.878$ $\beta = 100^\circ 30'$ $Z = 6$
Wittichenit (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):

• Berthierit (Haidinger, 1827)	$\text{FeS} \cdot \text{Sb}_2\text{S}_3$	Rhombisch-dipyramidal D_{2h}^{16} — Pnam $a_0 = 11.44$ $b_0 = 14.12$ $c_0 = 3.76^4$ $a_0 : b_0 : c_0 = 0.810 : 1 : 0.266$ $Z = 4$
--	--	---

¹⁾ W. Hofmann, Z. Krist. **84**. 1933. 177 (Struktur, SB. **3**. 75).

²⁾ E. W. Nuffield, Am. Min. **37**. 1952. 447.

³⁾ E. W. Nuffield, Econ. Geol. **42**. 1947. 147. — Vgl. W. Borchert & R. Schroeder, Heidelb. Beitr. Min. Petr. **1**. 1949. 112: $a_0 = 6.55$, $b_0 = 7.55$, $c_0 = 10.19$.

⁴⁾ 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).

Smithit (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) $a_0 = 17.23$ $b_0 = 7.78$ $c_0 = 15.19^1$ $a_0 : b_0 : c_0 = 2.215 : 1 : 1.952$ $\beta = 101^\circ 12'$ $Z = 12$
Trechmannit (Solly, 1904)		Trigonal-rhomboedrisch C_{3i}^2 — $R \bar{3}$ $a_0 = 14.02$ $c_0 = 9.15$ $c_0/a_0 = 0.653$ $Z = ?$ $a_{rh} = 8.65$ $\alpha = 108^\circ 17'$ $Z = ?^{1a}$
Alaskait (Koenig, 1881) (Pavonit, Nuffield, 1953)	$\text{Ag}_2\text{S} \cdot 3 \text{Bi}_2\text{S}_3$	Monoklin $a_0 = 13.35$ $b_0 = 4.03$ $c_0 = 16.34^2$ $a_0 : b_0 : c_0 = 3.313 : 1 : 4.055$ $\beta = 94^\circ 30'$ $Z = 2$
Tapalpit (Monroy, 1869)	$3 \text{Ag}_2\text{S} \cdot \text{Bi}_2(\text{S}, \text{Te})_3$ (?)	Derb
• Stephanit (Haidinger, 1845)	$5 \text{Ag}_2\text{S} \cdot \text{Sb}_2\text{S}_3$	Rhombisch-pyramidal C_{2v}^{12} — $Cmc 2$ $a_0 = 7.72$ $b_0 = 12.34$ $c_0 = 8.50^3$ $a_0 : b_0 : c_0 = 0.626 : 1 : 0.689$ $Z = 2$
Pearceit (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: $a'_0 = 7.37$ $c'_0 = 11.92$
Antimonpearceit (FrondeI, 1963)	$8 (\text{Ag}, \text{Cu})_2\text{S} \cdot \text{Sb}_2\text{S}_3$	Monoklin-prismatisch C_{2h}^3 — $C 2/m$ $a_0 = 13.02$ $b_0 = 7.52$ $c_0 = 11.97^5$ $a_0 : b_0 : c_0 = 1.731 : 1 : 1.592$ $\beta = 90^\circ 00'$ $Z = 2$

Arsenpolybasit	$8(\text{Ag}, \text{Cu})_2\text{S} \cdot \text{As}_2\text{S}_3$	Monoklin-prismatisch C_{2h}^3 — $C2/m$
(Frondel, 1963)		$a_0 = 26.08$ $b_0 = 15.04$ $c_0 = 24.00^5$ $a_0:b_0:c_0 = 1.734:1:1.596$ $\beta = 90^\circ 00'$ $Z = 2$
Polybasit	$8(\text{Ag}, \text{Cu})_2\text{S} \cdot \text{Sb}_2\text{S}_3$	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 \AA , und dies würde mit c_0 von Alaskait übereinstimmen. Nach Nuffield unterscheiden sich die Pulverdiagramme nur durch unterschiedliche Qualität der Linien.

¹⁾ M. A. Peacock, Univ. Toronto Stud. Geol. Ser. **50**. 1946. 81. — E. Hellner & H. Burzlaff, Naturwiss. **51**. 1964. 35 (Struktur mit „ringförmigen“ Koordinationsgruppen As_3S_6).

^{1a)} W. Nowacki & V. Kunz, N. Jb. Min. Mh. 1961. 94.

²⁾ E. W. Nuffield, Am. Min. **39**. 1954. 409.

^{2a)} E. W. Nuffield, Am. Min. **38**. 1953. 550.

³⁾ 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.

⁴⁾ M. A. Peacock & L. G. Berry, Min. Mag. **23**. 1947. 1.

⁵⁾ C. Frondel, Am. Min. **48**. 1963. 565.

Anhang:

Lorandit	TIAsS_2	Monoklin-prismatisch C_{2h}^5 — $P2_1/a$
(Krenner, 1894)		$a_0 = 12.27$ $b_0 = 11.33$ $c_0 = 6.11$ $a_0:b_0:c_0 = 1.083:1:0.539$ $\beta = 104^\circ 12'$ $Z = 8^1$
Vrbait	$\text{TI}_2\text{S} \cdot 2\text{As}_2\text{S}_3 \cdot \text{Sb}_2\text{S}_3$	Rhombisch-dipyramidal D_{2h}^{18} — 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: $\text{TI}_{21}(\text{As}, \text{Sb})_{63}\text{S}_{105}$ (?)
Livingstonit	HgSb_4S_8	Monoklin-prismatisch C_{2h}^6 — $A2/a$
(Barcena, 1874)		$a_0 = 30.25$ $b_0 = 4.00$ $c_0 = 21.48^3$ $a_0:b_0:c_0 = 7.563:1:5.370$ $\beta = 104^\circ 12'$ $Z = 8$

¹⁾ A. Zemann & J. Zemann, Acta Cryst. **12**. 1959. 1002 (Struktur). — Vgl. W. Hofmann, Fortschr. Min. **17**. 1932. 46.

²⁾ C. Frondel, Am. Min. **26**. 1941. 25.

³⁾ 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.

• Seligmannit	$2\text{PbS} \cdot \text{Cu}_2\text{S} \cdot \text{As}_2\text{S}_3$	Rhombisch-pyramidal C_{2v}^7 — Pn2m
(Baumhauer, 1901)		$a_0 = 8.08 \quad b_0 = 8.75 \quad c_0 = 7.64^1)$
		$a_0 : b_0 : c_0 = 0.923 : 1 : 0.873 \quad Z = 2$
• Bournonit	$2\text{PbS} \cdot \text{Cu}_2\text{S} \cdot \text{Sb}_2\text{S}_3$	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.

• Aikinit	$2\text{PbS} \cdot \text{Cu}_2\text{S} \cdot \text{Bi}_2\text{S}_3$	Rhombisch-dipyramidal D_{2h}^{16} — Pbnm
(Chapman, 1843)		$a_0 = 11.32 \quad b_0 = 11.66 \quad c_0 = 4.01^3)$
		$a_0 : b_0 : c_0 = 0.971 : 1 : 0.344 \quad Z = 2$
Hammarit	$2\text{PbS} \cdot \text{Cu}_2\text{S} \cdot 2\text{Bi}_2\text{S}_3$	Wohl orthorhombisch
(Johansson, 1924)		$a : b : c = 0.9719 : 1 : ?$
Lindströmit	$2\text{PbS} \cdot \text{Cu}_2\text{S} \cdot 3\text{Bi}_2\text{S}_3$	Wohl orthorhombisch
(Johansson, 1924)		$a : b : c = 0.9753 : 1 : ?$
Gladit	$2\text{PbS} \cdot \text{Cu}_2\text{S} \cdot 5\text{Bi}_2\text{S}_3$	Wohl orthorhombisch
(Johansson, 1924)		$a : b : c = 0.9833 : 1 : ?$
• Rézbányit	$2\text{PbS} \cdot \text{Cu}_2\text{S} \cdot n\text{Bi}_2\text{S}_3^4)$	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)		$a_0 = 37.5 \quad b_0 = 4.07 \quad c_0 = 41.6$
		$\beta = 96^\circ 48'5)$
• Betechtinit	$\text{Pb}_2(\text{Cu}, \text{Fe})_{21}\text{S}_{15}$	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.

¹⁾ 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.

²⁾ E. Hellner & G. Leineweber, 1956, l. c. (Struktur). — G. Leineweber, 1956, l. c. (Struktur). — Vgl. J. Oftedal, Z. Krist. **83**. 1932. 157.

³⁾ 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.

⁴⁾ K. Paděra, Chemie d. Erde **18**. 1956. 14.

⁵⁾ A. D. Drummond, J. Trotter & R. M. Thompson, Canad. Min. **7**. 1962. 338.

⁶⁾ K. Dornberger-Schiff & H. Höhne, Acta Cryst. **12**. 1959. 646 (Struktur, Formel). — Hier c(001) Nadelachse.

5.) Gruppe der Bleisilberspießglanze.

Hutchinsonit (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 $a_0 = 10.80$ $b_0 = 35.35$ $c_0 = 8.16^1$ $a_0 : b_0 : c_0 = 0.306 : 1 : 0.231$ $Z = 4$
Fizelyit (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 (?) $a_0 = 13.14$ $b_0 = 19.23$ $c_0 = 2 \times 4.36^2$ $a_0 : b_0 : c_0/2 = 0.683 : 1 : 0.226$ $Z = 2$
Sundtit ähnlich Ramdohrit-Andorit (Brögger, 1893)		Orthorhombisch D_{2h}^5 — Pmma (?) $a_0 = 13.03$ $b_0 = 19.15$ $c_0 = 4 \times 4.29^3$ $a_0 : b_0 : c_0/4 = 0.680 : 1 : 0.224$
Ramdohrit (Ahlfeld, 1930)	$\text{Pb}_6\text{Ag}_4\text{Sb}_{10}\text{S}_{23}$	Orthorhombisch D_{2h}^{16} — Pnma (C_{2v}^9 — Pn2a) $a_0 = 12.99$ $b_0 = 19.21$ $c_0 = 6 \times 4.29^2$ $a_0 : b_0 : c_0/6 = 0.676 : 1 : 0.223$ $Z = 6$
Andorit (Krenner, 1892)	$\text{Pb}_4\text{Ag}_4\text{Sb}_{12}\text{S}_{24}$	Orthorhombisch D_{2h}^5 — Pmma (?) $a_0 = 12.98$ $b_0 = 19.15$ $c_0 = 12 \times 4.26^2$ $a_0 : b_0 : c_0/12 = 0.678 : 1 : 0.222$ $Z = 12$
Nakaséit (Ito & Muraoka, 1960)	$\text{Pb}_4\text{Ag}_3\text{CuSb}_{12}\text{S}_{24}$	Monoklin-pseudorhombisch $a_0 = 13.02$ $b_0 = 19.18$ $c_0 = 24 \times 4.26^4$ $\beta = 90^\circ$ $Z = 24$
Freieslebenit (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 — $P2_1/a$ $a_0 = 7.55$ $b_0 = 12.82$ $c_0 = 5.89^5$ $a_0 : b_0 : c_0 = 0.589 : 1 : 0.459$ $\beta = 92^\circ 14'$ $Z = 1$
Diaphorit (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 — $C2_1/a$ $a_0 = 15.85$ $b_0 = 32.09$ $c_0 = 5.90^6$ $a_0 : b_0 : c_0 = 0.491 : 1 : 0.183$ $\gamma = 90^\circ 10'$ $Z = 4$
Owyhecit (Shannon, 1921)	$5\text{PbS} \cdot \text{Ag}_2\text{S} \cdot 3 \text{Sb}_2\text{S}_3$	Orthorhombisch $a_0 = 22.82$ $b_0 = 27.20$ $c_0 = 8.19^7$ $a_0 : b_0 : c_0 = 0.839 : 1 : 0.301$ $Z = 8$
Schirmerit (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.

¹⁾ Aufstellung in Dana 1944; Röntgendaten nach E. W. Nuffield, Univ. Toronto Stud. Geol. Ser. 51. 1947. 79.

²⁾ E. W. Nuffield, Trans. Roy. Soc. Canada **39**. 1945. 41. — Vgl. J. D. H. & G. Donnay, Am. Min. **39**. 1954. 161.

³⁾ J. D. H. Donnay & G. Donnay, Am. Min. **39**. 1954. 161.

⁴⁾ T. Ito & H. Muraoka, Z. Krist. **113**. 1960. 94.

⁵⁾ Ch. Palache, W. E. Richmond & H. Winchell, Am. Min. **23**. 1938. 821. — E. Hellner, Z. Krist. **109**. 1957. 284 (Struktur).

⁶⁾ 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.

⁷⁾ S. C. Robinson, Am. Min. **34**. 1949. 398.

6.) Sartorit-Jordanit-Gruppe (Bleiarsenspießglanze):

Sartorit (Dana, 1868)	$PbS \cdot As_2S_3$	Monoklin-pseudorhombisch $a_0 = 19.50$ $b_0 = 7.81$ $c_0 = 4.18^1$ $a_0 : b_0 : c_0 = 2.497 : 1 : 0.535$ $\beta = 90^\circ$ $Z = 4$
Baumhauerit (Solly, 1902)	$Pb_5As_9S_{18}$	Triklin-pseudomonoklin $C_1^1 - P\bar{1}$ $a_0 = 22.74$ $b_0 = 8.33$ $c_0 = 7.89^2$ ^{2a)} $a_0 : b_0 : c_0 = 2.730 : 1 : 0.947$ $\alpha = 90^\circ$ $\beta = 97^\circ 25'$ $\gamma = 90^\circ$ $Z = 4$
Livingit (Solly, 1901)	$4PbS \cdot 3As_2S_3$	Monoklin-pseudorhombisch $a : b : c = ?$ $\beta = 90^\circ 17'$
Rathit (Baumhauer, 1896)	$Pb_7As_9S_{20}$	Monoklin-sphenoidisch $C_2^2 - P2_1$ $a_0 = 8.43$ $b_0 = 25.80$ $c_0 = 7.91$ $a_0 : b_0 : c_0 = 0.327 : 1 : 0.307$ $\beta = 90^\circ$ $Z = 2^3$)
Rathit-II (Berry, 1953)	$Pb_3As_{13}S_{28}$	Monoklin $C_2^2 - P2_1$ $a_0 = 8.43$ $b_0 = 70.9$ $c_0 = 7.91^2$ ^{3a)} $a_0 : b_0 : c_0 = 0.119 : 1 : 0.112$ $\beta = 90^\circ$ $Z = 4$
Rathit-III (Le Bihan, 1961)	$Pb_6As_{10}S_{20}$	Monoklin-sphenoidisch $C_2^2 - P2_1$ $a_0 = 8.43$ $b_0 = 7.91$ $c_0 = 24.52$ $a_0 : b_0 : c_0 = 1.066 : 1 : 3.100$ $\beta = 90^\circ$ $Z = 2^{3h}$)
Dufrenoyzit (Damour, 1845)	$2PbS \cdot As_2S_3$	Monoklin-prismatisch $C_{2h}^2 - P2_1/m?$ $a_0 = 8.41$ $b_0 = 25.85$ $c_0 = 7.88^2$ $a_0 : b_0 : c_0 = 0.326 : 1 : 0.306$ $\beta = 90^\circ 30'$ $Z = 8$
Lengenbachit (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: $12 \cdot Pb_6(Ag, Cu)_2As_4S_{13}$ (?)
Jordanit (vom Rath, 1864)	$5PbS \cdot As_2S_3$	Monoklin-prismatisch $C_{2h}^2 - P2_1/m$ $a_0 = 8.91$ $b_0 = 31.71$ $c_0 = 8.42^4$ $a_0 : b_0 : c_0 = 0.281 : 1 : 0.266$ $\beta = 118^\circ 21'$ $Z = 6$

• Geokronit	5PbS · AsSbS ₃	Monoklin C _{2h} ² — P 2 ₁ /m
(Svanberg, 1852)		a ₀ = 9.0 b ₀ = 31.9 c ₀ = 8.5 ⁵)
		a ₀ :b ₀ :c ₀ = 0.282:1:0.260
		β = 118° 00' Z = 6
• Gratonit	9PbS · 2As ₂ S ₃	Trigonal-pyramidal C _{3v} ³ — R 3m
(Palache & Fisher, 1939)		a _{rh} = 10.56 α = 114° 05' Z = 1 ⁶)
		a ₀ = 17.73 c ₀ = 7.85 c ₀ /a ₀ = 0.443

Hatchit (Solly & Smith, 1912), ein Thallium-Blei-Sulfoarsenit^{7a}), triklin mit a₀ = 9.27, b₀ = 7.81, c₀ = 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)₂S · 2As₂S₃ entspricht. Jordanit und Geokronit sind isotyp.

¹) Dies sind die Gitterkonstanten für eine „Pseudozelle“; die eigentliche Zelle soll a₀ = 59.00 = 3 × 19.67 und c₀ = 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: a₀ = 3a'₀ = 58.9, b₀ = b'₀, c₀ = 11c'₀ = 46.1.

²) L. G. Berry, Ref. in Am. Min. **38**. 1953. 330.

^{2a}) M.-Th. Le Bihan, Acta Cryst. **14**. 1961. 1210 (Struktur). — Es soll auch einen nicht zentrosymmetrischen Baumhauerit geben, Pb₁₁As₁₇S₃₆, W. Nowacki & C. Bahezre, Schweiz. Min. Petr. Mitt. **43**. 1963. 407.

³) 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.

^{3a}) M.-Th. Le Bihan, Acta Cryst. **14**. 1961. 1211 (Struktur). — Vgl. W. Nowacki & al., 1963, l. c.

^{3b}) M.-Th. Le Bihan, 1962, l. c. — Vgl. W. Nowacki, & al., 1963, l. c.

^{3c}) E. W. Nuffield, Trans. Roy. Soc. Canada **38**. 1944. 59. — Nach W. Nowacki & al. (1961) ist c₀ zu verdoppeln. — Vgl. auch W. Nowacki & C. Bahezre, 1963, l. c.

⁴) L. G. Berry in Peacock & Berry, Univ. Toronto Stud. Geol. Ser. **44**. 1940. 47. Zellinhalt: Pb₂₇As₁₄S₄₈. Unter Bevorzugung der obigen Formel mit Z = 6 wäre ein Ersatz von 3Pb durch 2As pro Elementarzelle anzunehmen.

⁵) R. M. Douglass, M. J. Murphy & A. Pabst, Am. Min. **39**. 1954. 908; Gitterkonstanten schwankend.

⁶) Ch. Palache & D. J. Fisher, Am. Min. **24**. 1939. 136; **25**. 1940. 255. — Vgl. P. Ramdohr, Zbl. Min. 1942. A. 17. — H. Rösch, N. Jb. Min. **99**. 1963. 307 (Struktur).

⁷) W. Nowacki & V. Kunz, N. Jb. Min. Mh. 1961. 94.

^{7a}) W. Nowacki & C. Bahezre, 1963, l. c.

7.) Jamesonit-Boulangerit-Gruppe (Bleiantimonspießglanze):

• Fülöppit	3PbS · 4Sb ₂ S ₃	Monoklin-prismatisch C _{2h} ⁶ — C 2/c
(Finály & Koch, 1929)		a ₀ = 13.39 b ₀ = 11.69 c ₀ = 16.90 ¹)
		a ₀ :b ₀ :c ₀ = 1.145:1:1.446
		β = 94° 42' Z = 4
• Zinckenit	PbS · Sb ₂ S ₃ (?)	Rhombisch-dipyramidal pseudo-hexagonal
(Rose, 1826)		„Hexagonal“: a ₀ = 44.14 c ₀ = 8.62 ²)
		c ₀ /a ₀ = 0.195
		Zellinhalt: 12Pb ₆ Sb ₁₄ S ₂₇ (?)

- 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 Pulverdiagramm⁷⁾**
 (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^{6a)}, $\text{PbS} \cdot (\text{Bi}, \text{Sb})_2\text{S}_3$, 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 Dufrenoyisit¹²⁾.

¹⁾ E. W. Nuffield, Univ. Toronto Stud. Geol. Ser. **50**. 1946. 49. — S. C. Robinson, Univ. Toronto Stud. Geol. Ser. **52**. 1948. 54.

²⁾ 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.

³⁾ L. G. Berry, J. J. Fahey & E. H. Bailey, *Am. Min.* **37**. 1952. 285, Ref. — Vgl. S. C. Robinson 1948, l. c.

⁴⁾ C. W. Wolfe (1939) in Dana **1**. 1944. 465. — Vgl. E. W. Nuffield & M. A. Peacock, *Univ. Toronto Stud. Geol. Ser.* **49**. 1945. 17.

⁵⁾ J.-E. Hiller, *Z. Krist.* **100**. 1938. 149.

⁶⁾ N. Niizeki & M. J. Buerger, *Z. Krist.* **109**. 1957. 161 (Struktur). — L. G. Berry, *Min. Mag.* **25**. 1940. 597 ($a_0 = 15.71$, $b_0 = 19.05$, $c_0 = 4.04$).

^{6a)} M. S. Sakharowa, *Akad. Nauk. USSR.* **7**. 1955. 112.

⁷⁾ Nach Zsivny und Nárá y-Szabó (1947) gut individualisierte, aber nicht meßbare Kristalle von Kisbánya; ohne wahrnehmbare Spaltbarkeit, $D = 5.482$; Symmetrie höchstens orthorhombisch.

⁸⁾ L. C. Coleman, *Am. Min.* **33**. 1953. 506. 525.

⁹⁾ C. W. Wolfe (1939) in Dana **1**. 1944. 466. — Vgl. E. W. Nuffield & M. A. Peacock 1945, l. c.

¹⁰⁾ 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.

¹¹⁾ 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.

¹²⁾ J. L. Jambor, *Canad. Min.* **7**. 1962. 339.

8.) Galenobismutit-Cosalit-Gruppe (Bleiwismutspießglanze):

Ustarasit (Sakharova, 1955)	$PbS \cdot 3Bi_2S_3$	Prismat. Kristalle mit sehr guter Spaltbarkeit ¹⁾
Bonchevit (Kostov, 1958)	$PbS \cdot 2Bi_2S_3$	Orthorhombisch $a : b : c = 0.9004 : 1 : 0.3249^2)$
Galenobismutit (Sjögren, 1878)	$PbS \cdot Bi_2S_3$	Rhombisch-dipyramidal $D_{2h}^{16} - Pnam$ $a_0 = 11.75$ $b_0 = 14.50$ $c_0 = 4.084^3)$ ^{3a)} $a_0 : b_0 : c_0 = 0.811 : 1 : 0.282$ $Z = 4$
Cannizzarit (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: $C_{2h}^3 - C2/m$ $a_0 = 7.07$ $b_0 = 4.10$ $c_0 = 15.5$ $\beta = 99^\circ 00' 4)$
Cosalit (Genth, 1868)	$2PbS \cdot Bi_2S_3$	Rhombisch-dipyramidal $D_{2h}^{16} - Pbnm$ $a_0 = 19.07$ $b_0 = 23.86$ $c_0 = 4.06^5)$ $a_0 : b_0 : c_0 = 0.799 : 1 : 0.170$ $Z = 8$
Giessenit (Graeser, 1963)	$8PbS \cdot 3Bi_2S_3$	Orthorhombisch wahrscheinlich $D_2^4 - P2_12_12_1$ $a_0 = 34.5$ $b_0 = 38.3$ $c_0 = 4.08^6)$ $a_0 : b_0 : c_0 = 0.901 : 1 : 0.106$

Lillianit	$3\text{PbS} \cdot \text{Bi}_2\text{S}_3$	Rhombisch-dipyramidal $D_{2h}^{16} - \text{Pbnm} (?)$
(Keller, 1889)		$a_0 = 15.87 \quad b_0 = 19.06 \quad c_0 = 4.127^7)$
		$a_0 : b_0 : c_0 = 0.833 : 1 : 0.216$
Kobellit	$6\text{PbS} \cdot 2\text{Bi}_2\text{S}_3 \cdot \text{Sb}_2\text{S}_3$	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.

¹⁾ M. S. Sakharowa, Akad. Nauk. USSR 7. 1955. 112 (d-Werte).

²⁾ I. Kostov, Min. Mag. 31. 1958. 821.

³⁾ 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).

^{3a)} Y. Iitaka & W. Nowacki, Acta Cryst. 15. 1962. 691 (Struktur. Verwandtschaft zu Berthierit).

⁴⁾ A. R. Graham, R. M. Thompson & L. G. Berry, Am. Min. 38. 1953. 536. – Nach Peacock (1940) sollte Identität mit Galenobismutit vorliegen.

⁵⁾ L. G. Berry, Univ. Toronto Stud. Geol. Ser. 42. 1939. 23. – G. Weitz & E. Hellner, Z. Krist. 113. 1960. 385 (Struktur).

⁶⁾ S. Graeser, Schweiz. Min. Petr. Mitt. 43. 1963. 671.

⁷⁾ 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.

⁸⁾ 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 As_4S_4 mit gewissen Analogien zu γ -Schwefel, mit Molekülen S_8 ; im Auripigment sind As_2S_3 -Schichten parallel (010) vorhanden, in welchen As mit 3 S und S mit 2 As koordiniert sind.

Patronit	VS_4	Monoklin-domatisch $C_s^4 - \text{Cc}$
(Hewett, 1906)		$a_0 = 12.67 \quad b_0 = 10.41 \quad c_0 = 12.11$
		$a_0 : b_0 : c_0 = 1.217 : 1 : 1.163 \quad \beta = 148^\circ 22' \quad Z = 8^1)$
Dimorphin	As_4S_3	Rhombisch-dipyramidal
(Scacchi, 1850)		$a : b : c = 0.6032 : 1 : 0.9068$
Realgar	As_4S_4	Monoklin-prismatisch $C_{2h}^5 - P 2_1/n$
(Wallerius, 1747)		$a_0 = 9.29 \quad b_0 = 13.53 \quad c_0 = 6.572^2)$
		$a_0 : b_0 : c_0 = 0.687 : 1 : 0.486 \quad \beta = 106^\circ 33'$
		$Z = 4 \text{ Moleküle } \text{As}_4\text{S}_4^{2a})$
Auripigment	As_2S_3	Monoklin-prismatisch $C_{2h}^5 - P 2_1/n$
(Plinius, 77 n. Chr.)		$a_0 = 11.49 \quad b_0 = 9.59 \quad c_0 = 4.253^3)$
		$a_0 : b_0 : c_0 = 1.198 : 1 : 0.443 \quad \beta = 90^\circ 27' \quad Z = 4$
Metastibnit	Sb_2S_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)

$$a_0 = 5.6 \quad b_0 = 22-23 \quad c_0 = 4.9$$

$$\beta = 97^\circ \pm 3^\circ{}^4)$$

¹⁾ 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).

²⁾ M. J. Buerger, *Am. Min.* **20**. 1935. 36.

^{2a)} T. Ito, N. Morimoto & R. Sadanaga, *Acta Cryst.* **5**. 1952. 775 (Struktur).

³⁾ 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).

⁴⁾ 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 ₄ Cl.
4.) Kalomel-Reihe	α -Hg ₂ Cl ₂ .
5.) Sellait-Hydrophililit-Gruppe	MgF ₂ , CaCl ₂ .
6.) Chloromagnesit-Reihe	MgCl ₂ .
7.) Fluorit-Reihe	CaF ₂ .
8.) AlCl ₃ -Molysit-Gruppe	AlCl ₃ , FeCl ₃ .
9.) Hydrohalit-Bischoffit-Gruppe	NaCl · 2H ₂ O, MgCl ₂ · 6H ₂ O.
10.) Fluellit-Chloroaluminat-Gruppe	AlF ₃ · H ₂ O, AlCl ₃ · 6H ₂ O.

B.) Doppelhalogenide

1.) Ferrucit-Prosopit-Gruppe	Na[BF ₄], Ca[Al(F, OH) ₄] ₂ .
2.) Malladrit-Kryptohalit-Gruppe	Na ₂ [SiF ₆], (NH ₄) ₂ [SiF ₆].
3.) Kryolith-Elpasolith-Gruppe	Na ₃ [AlF ₆], K ₂ Na[AlF ₆].
4.) Thomsenolith-Pachnolith-Gruppe	NaCa[AlF ₆] · H ₂ O.
5.) Chiolith-Ralstonit-Gruppe	Na ₅ [Al ₃ F ₁₄] . . .
6.) Rinneit-Reihe	K ₃ Na[FeCl ₆].
7.) Mitscherlichit-Erythrosiderit-Gruppe	K ₂ [CuCl ₄ (H ₂ O) ₂], K ₂ [Fe ⁺⁺⁺ Cl ₅ (H ₂ O)].
8.) Carnallit-Tachyhydrit-Gruppe	KCl · MgCl ₂ · 6H ₂ O, CaCl ₂ · 2MgCl ₂ · 12H ₂ O.

C.) Oxidhalogenide

1.) Atacamit-Reihe	Cu ₂ (OH) ₃ Cl.
2.) Buttgenbachit-Reihe	(Mg, Al)(OH, O)(OH, Cl), Cu ₁₉ [Cl ₄](OH) ₃₂ (NO ₃) ₂ + 2H ₂ O].
3.) Terlinguait-Eglestonit-Gruppe	2HgO · Hg ₂ Cl ₂ , Hg ₆ Cl ₄ O.
4.) Boleit-Haematophanit-Gruppe	5 PbCl ₂ · 4 Cu(OH) ₂ · AgCl · 1 ¹ / ₂ H ₂ O, 4 PbO · Pb(Cl, OH) ₂ · 2Fe ₂ O ₃ .
5.) Fiedlerit-Laurionit-Gruppe	Pb ₃ (OH) ₂ Cl ₄ , PbOHCl.
6.) Mendipit-Nadorit-Gruppe	PbCl ₂ · 2 PbO, PbSbO ₂ 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 α -AgJ $a_0 = 6.50$ $Z = 4^1$)

(Spencer, 1898)

b) Jodargyrit.

Jodargyrit β -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 Struktur³⁾.

¹⁾ 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.

²⁾ 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.

³⁾ L. W. Strock, Z. phys. Chem. **25**. 1934. 441.

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

Villiaumit NaF $a_0 = 4.63$ $Z = 4^1$)

(Lacroix, 1908)

Carobbiit 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 erscheinen¹⁾.

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.

¹⁾ 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.

²⁾ 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.

³⁾ 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).

⁴⁾ 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.

⁵⁾ 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 α -NH₄Cl 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 NH₄-Ionen und der Symmetrie T_d^1 — P43m, sowie eine energiereichere oberhalb – 30 °C mit nicht parallel orientierten oder sogar rotierenden NH₄-Ionen und der statistischen Symmetrie O_h^1 — Pm3m^{1a)}. 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 NH₄Cl, NH₄Br und NH₄J dimorph; sie besitzen bei höherer Temperatur Strukturen vom Steinsalztypus, bei tieferer Temperatur solche vom Caesiumchloridtypus.

	CsCl-Typus	NaCl-Typus
NH ₄ Cl	< 184.3°C a ₀ = 3.87 ¹⁾)	> 184.3°C a ₀ = 6.54 ¹⁾)
NH ₄ Br	< 137.8°C a ₀ = 4.06 ¹⁾)	> 137.8°C a ₀ = 6.91 ¹⁾)
NH ₄ J	< -17.6°C a ₀ = 4.38 ²⁾)	> -17.6°C a ₀ = 7.25 ¹⁾)

(Die fett gedruckten Gitterkonstanten beziehen sich auf die bei Zimmertemperatur stabilen Modifikationen.)

¹⁾ 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.

^{1a)} Vgl. J.-P. Mathieu, Bull. Soc. Franç. Min. **77**. 1954. 881.

²⁾ F. Simon & Cl. v. Simson, Naturwiss. **14**. 1926. 880.

4.) Kalomel-Reihe. Isotypie.

Kalomel (Hornquecksilber*)	α -Hg ₂ Cl ₂	Ditetragonal-dipyramidal D _{4h} ¹⁷ — I4/mmm a ₀ = 4.46 c ₀ = 10.91 c ₀ /a ₀ = 2.446 Z = 2 ¹⁾
„Jodquecksilber“ (synthetisch)	Hg ₂ J ₂	Ditetragonal-dipyramidal D _{4h} ¹⁷ — I4/mmm a ₀ = 4.93 c ₀ = 11.63 c ₀ /a ₀ = 2.359 Z = 2 ²⁾

Kalomel, rotes α -Hg₂Cl₂, mit linearen Molekülen Cl—Hg—Hg—Cl, geht bei 126.3°C enantiotrop in die gelbe Modifikation β -Hg₂Cl₂, von orthorhombischer Symmetrie, über; die Rückumwandlung ist im allgemeinen stark verzögert. Jodquecksilber ist als Mineral nicht mit Sicherheit bekannt; die Existenz von **Coccinit**, Hg₂J₂, ist gleichfalls unsicher.

*) „Quecksilber-Hornerz“, Werner, 1789.

¹⁾ 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).

²⁾ 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; MgF₂ besitzt ein ideales, CaCl₂ ein deformiertes Rutilgitter.

Sellait (Strüver, 1868)	MgF ₂	Ditetragonal-dipyramidal D _{4h} ¹⁴ — P4 ₂ /mnm a ₀ = 4.65 c ₀ = 3.07 c ₀ /a ₀ = 0.660 Z = 2 ¹⁾
Hydrophilit (Hausmann, 1813)	CaCl ₂	Rhombisch-dipyramidal D _{2h} ¹² — Pnnm (C _{2v} ¹⁰ — Pnn2?) a ₀ = 6.25 b ₀ = 6.44 c ₀ = 4.21 ²⁾ a ₀ :b ₀ :c ₀ = 0.970:1:0.654 Z = 2

Bäumlerit³⁾ (Renner, 1912) (Chlorocalcit) KCaCl₃, kristallisiert wahrscheinlich rhombisch-pseudokubisch. *Scacchi, 1872*

¹⁾ A. Ferrari, Rend. Acc. Lincei **1**. 1925. 664; H. E. Buckley & W. S. Vernon, Phil. Mag. **49**. 1925. 945 u. a.

²⁾ 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).

³⁾ 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.

Chloromagnesit	$MgCl_2$	$a_{rh} = 6.23$	$\alpha = 33^\circ 30'$	$Z = 1^1)$
(Scacchi, 1873)		hexag.: $a_0 = 3.60$	$c_0 = 17.64$	$c_0/a_0 = 4.900$ $Z = 3^1)$
Lawrencit	$FeCl_2$	$a_{rh} = 6.20$	$\alpha = 33^\circ 33\frac{1}{2}'$	$Z = 1^2)$
(Daubrée, 1877)		hexag.: $a_0 = 3.59$	$c_0 = 17.56$	$c_0/a_0 = 4.891$ $Z = 3$
Scacchit	$MnCl_2$	$a_{rh} = 6.21$	$\alpha = 34^\circ 32'$	$Z = 1^2)$
(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 isotyp³⁾.

¹⁾ 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 $CdCl_2$).

²⁾ 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.

³⁾ B. Brehler, Z. Krist. **115**. 1961. 373.

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

Fluorit*	CaF_2	$a_0 = 5.46$	$Z = 4^1)$
(Flußspat)			
Yttrfluorit	$(Ca, Y)F_{2-2,33}$	$a_0 = 5.50$	$Z = 4^2)$
(Vogt, 1911)			
Cerfluorit	$(Ca, Ce)F_{2-2,33}$	$a_0 = 5.47$	$Z = 4^3)$
(Vogt, 1914)			

Anhang:

Gagarinit	$NaCaYF_6$	Trig.-rhomboedr. $C_{3i}^1 - P\bar{3}$
(Stepanov & Severov, 1961)		$a_0 = 5.99$ $c_0 = 3.53$ $c_0/a_0 = 0.589$ $Z = 1^4)$
Tysonit	$(Ce, La)F_3$	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 YF_3 kristallisiert orthorhombisch, $D_{2h}^5 - \text{Pmma}$, mit $a_0 = 6.35$, $b_0 = 6.85$, $c_0 = 4.39$, $Z = 4^6$).

¹⁾ W. L. Bragg, Proc. Roy. Soc. **89**. A. 1914. 468 (Struktur, SB. I. 148).

²⁾ V. M. Goldschmidt & L. Thomassen, Vidensk. Skr. Mat. Nat. Kl. 1923. Nr. 2.

³⁾ H. Strunz, Rend. Soc. Min. Ital. **14**. 1958. 326.

⁴⁾ 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).

⁵⁾ I. Oftedal, Z. phys. Chem. **13**. 1931. 190 (Struktur, SB. 2. 27; $a_0 = 7.13 = 4.12 \cdot 1.73$, $c_0 = 7.29$). — Vgl. K. Schlyter, Ark. Kemi. **5**. 1953. 73 (für synthetisches LaF_3 : $a_0 = 4.148$, $c_0 = 7.354$, $c_0/a_0 = 1.773$).

⁶⁾ 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“	AlCl_3	Monoklin-prismatisch, pseudohexag. $C_{2h}^3 - C2/m$ $a_0 = 5.92$ $b_0 = 10.26$ $c_0 = 6.17^1$ $a_0:b_0:c_0 = 0.577:1:0.601$ $\beta = 108^\circ 39'$ $Z = 4$ (hexag.: $a'_0 = 5.92$ $c'_0 = 17.56$ $c'_0/a'_0 = 2.97$)
Molysit	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 AlCl_3 ist unsicher.

¹⁾ 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).

²⁾ N. Wooster, Z. Krist. **83**. 1932. 35, für synthet. Kristalle (Struktur, SB. 2. 293). — Isotyp ist FeBr_3 ; N. W. Gregory, J. Am. Chem. Soc. **73**. 1951. 472 (Struktur, SR. 15. 150).

Einfache Halogenide mit H_2O

9.) Hydrohalit-Bischofit-Gruppe.

Hydrohalit	$\text{NaCl} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	Monoklin
(Hausmann, 1847)		
Synthetisch	$\text{NaBr} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	Monoklin-prismatisch $C_{2h}^5 - P2_1/a$ $a_0 = 6.60$ $b_0 = 10.22$ $c_0 = 6.52^1$ $a_0:b_0:c_0 = 0.646:1:0.638$ $\beta = 112^\circ 05'$
Eriochalcit	$\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	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)		

Bischofit	$\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	Monoklin-prismatisch $C_{2h}^3 - C2/m$
(Ochsenius, 1877)		$a_0 = 9.92 \quad b_0 = 7.16 \quad c_0 = 6.11^3$
		$a_0 : b_0 : c_0 = 1.384 : 1 : 0.855 \quad \beta = 93^\circ 42' \quad Z = 2$

Unbenannt $\text{NiCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}^4$); wahrscheinlich isotyp mit Bischofit.

¹⁾ F. A. Wooster, Nature **130**. 1932. 698.

²⁾ D. Harker, Z. Krist. **93**. 1936. 136 (Struktur, SB. 4. 13). — C. H. MacGillavry & J. M. Bijvoet, Z. Krist. **94**. 1936. 231.

³⁾ K. R. Andress & J. Gundermann, Z. Krist. **87**. 1934. 345, für synthet. Material (Struktur, SB. 3. 124).

⁴⁾ M. Shima, J. Sc. Research Inst. (Tokyo) **51**. 1957. 11; Chem. Abstr. 1957. 11941.

10.) Fluellit-Chloroaluminat-Gruppe.

Fluellit	$\text{AlF}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$	Rhombisch-dipyramidal $D_{2h}^{24} - Fddd(?)$
(Wollaston, 1824)		$a_0 = 8.54 \quad b_0 = 11.42 \quad c_0 = 21.18^1$
		$a_0 : b_0 : c_0 = 0.748 : 1 : 1.855 \quad Z = 28(?)$
Chloroaluminat	$\text{AlCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	Ditrigonal-skalenoedrisch $D_{3d}^6 - R\bar{3}c$
(Scacchi, 1873)		$a_{rh} = 7.87 \quad \alpha = 97^\circ \pm 20' \quad Z = 2^2$
		Hexag. Zelle: $a_0 = 11.82 \quad c_0 = 11.82$
		$c_0/a_0 = 1.000 \quad Z = 6$
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.

¹⁾ C. W. Wolfe 1945 in Dana, **2**. 1951. 124, Aufstellung hier nach Miller 1852.

²⁾ K. R. Andress & C. Carpenter, Z. Krist. **87**. 1934. 446 (Struktur, SB. 3. 127).

³⁾ 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.

Ferrucit	$\text{Na}[\text{BF}_4]$	Rhombisch-dipyramidal $D_{2h}^{17} - Cemm$
(Carobbi, 1933)		$a_0 = 6.26 \quad b_0 = 6.83 \quad c_0 = 6.78^1$
		$a_0 : b_0 : c_0 = 0.917 : 1 : 0.993 \quad Z = 4$
Avogadrit	$\text{K}[\text{BF}_4]$	Rhombisch-dipyramidal $D_{2h}^{16} - Pnma$
(Zambonini, 1926)		$a_0 = 8.10 \quad b_0 = 5.18 \quad c_0 = 6.64^2$
		$a_0 : b_0 : c_0 = 1.564 : 1 : 1.282 \quad Z = 4$
Synthetisch	$\text{Cs}[\text{BF}_4]$	Rhombisch-dipyramidal $D_{2h}^{16} - Pnma$
		$a_0 = 9.45 \quad b_0 = 5.84 \quad c_0 = 7.67^1$
		$a_0 : b_0 : c_0 = 1.618 : 1 : 1.313 \quad Z = 4$

Prosopit (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.

¹⁾ 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).

²⁾ A. Bellanca & F. Sgarlata, Ric. Sci. **20**. 1950. 1648 (Struktur, SR. **13**. 342). – Vgl. B. Pesce, Gazz. chim. Ital. **60**. 1930. 936.

³⁾ 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 $\text{K}_2[\text{PtCl}_6]$.*)

Malladrit (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“ ²⁾	$\text{K}_2[\text{SiF}_6]$	Hexagonal
Bararit (Frondel, 1951)	$(\text{NH}_4)_2[\text{SiF}_6]$	Ditrigonal-skalenoedrisch $D_{3d}^3 - P\bar{3}m1$ $a_0 = 5.77 \quad c_0 = 4.78 \quad c_0/a_0 = 0.828$ $Z = 1^3)$
Hieratit (Cossa, 1882)	$\text{K}_2[\text{SiF}_6]$	Kubisch-hex'oktaedrisch $O_h^5 - Fm\bar{3}m$ $a_0 = 8.19 \quad Z = 4^4)$
Kryptohalit (Scacchi, 1873)	$(\text{NH}_4)_2[\text{SiF}_6]$	Kubisch-hex'oktaedrisch $O_h^5 - Fm\bar{3}m$ $a_0 = 8.36 \quad Z = 4^5)$

*) SB. **1**. 429; SB. **3**. 121.

¹⁾ C. Cipriani, Rend. Soc. Min. Ital. **11**. 1955. 58, an synthet. Kristallen (Struktur).

²⁾ M.-E. Denaeyer & D. Ledent, Bull. Soc. Franç. Min. **75**. 1952. 231. Ein Hüttenprodukt, kein Mineral.

³⁾ 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).

⁴⁾ J. A. A. Ketelaar, Z. Krist. **92**. 1935. 155.

⁵⁾ 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 H_2O ersetzt werden kann. Die Strukturen von Jarlit, Boldyrevit und Gearksutit sind noch unbekannt.

Kryolithionit (Ussing, 1904)	$\text{Na}_3\text{Li}_3[\text{AlF}_6]_2$	Kubisch-hex'oktaedrisch $O_h^{10} - Ia\bar{3}d$ $a_0 = 12.12 \quad Z = 8^1)$
Kryolith (Abildgaard, 1799) ($< 550^\circ\text{C}$)	$\alpha\text{-Na}_3[\text{AlF}_6]$	Monoklin-prismatisch $C_{2h}^5 - P2_1/n$ $a_0 = 5.47 \quad b_0 = 5.62 \quad c_0 = 7.82^2)$ $a_0 : b_0 : c_0 = 0.973 : 1 : 1.391$ $\beta = 90^\circ 11' \quad Z = 2$

β -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 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 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 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-domat. 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 werden³⁾. R. Bøgvad (1951) findet für Jarlit und „Metajarlit“ die Formel $\text{NaSr}_2\text{Al}_2(\text{F}, \text{OH})_{11}$. Paragearksutit (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 H_2O als der eigentliche Gearksutit.

¹⁾ G. Menzer, Z. Krist. 75. 1930. 265 (Struktur, SB. 1. 363). — Vgl. R. B. Ferguson, Am. Min. 34. 1949. 383.

²⁾ S. v. Náray-Szabó & K. Sasvári, Z. Krist. 99. 1938. 27 (Struktur, SB. 6. 29). — Vgl. G. Menzer, Naturwiss. 26. 1938. 236.

³⁾ E. G. Steward & H. P. Rooksby, Acta Cryst. 6. 1953. 49.

⁴⁾ C. Brosset, Ark. Kem. Min. Geol. 21 A. 1946. 9.

⁵⁾ L. Pauling, J. Am. Chem. Soc. 46. 1924. 2738 (Struktur, SB. 1. 437). — Vgl. Zitat 3).

⁶⁾ C. Frondel, Am. Min. 33. 1948. 84. — G. Menzer, Fortschr. Min. 17. 1932. 61, für synthetisches Material.

⁷⁾ 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.

⁸⁾ 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.

⁹⁾ 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 H_2O .

Thomsenolith	$\text{NaCa}[\text{AlF}_6] \cdot \text{H}_2\text{O}$	Monoklin-prismat. $C_{2h}^5 - P 2_1/c$
(Dana, 1868)		$a_0 = 5.58 \quad b_0 = 5.51 \quad c_0 = 16.13^1)$
		$a_0 : b_0 : c_0 = 1.013 : 1 : 2.927$
		$\beta = 96^\circ 27' \quad Z = 4$
Pachnolith	$\text{NaCa}[\text{AlF}_6] \cdot \text{H}_2\text{O}$	Monoklin-prismatisch
(Knop, 1863)		$C_{2h}^6 - C 2/c (C_s^4?)$
		$a_0 = 12.14 \quad b_0 = 10.41 \quad c_0 = 15.71^1)$
		$a_0 : b_0 : c_0 = 1.166 : 1 : 1.509$
		$\beta = 90^\circ 20' \quad Z = 16$

¹⁾ 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.

Chiolith	$\text{Na}_5[\text{Al}_3\text{F}_{14}]$	Ditetragonal-dipyramidal $D_{4h}^6 - P 4/mnc$
(Hermann & Auerbach, 1846)		$a_0 = 7.01 \quad c_0 = 10.41 \quad c_0/a_0 = 1.485 \quad Z = 2^1)$
Weberit	$\text{Na}_2\text{Mg}[\text{AlF}_7]$	Orthorhombisch $D_{2h}^{28} - \text{Ibmm} (C_{2v}^{22} - \text{Ibm} 2)$
(Bøgvad, 1938)		$a_0 = 7.31 \quad b_0 = 7.06 \quad c_0 = 9.99^2)$
		$a_0 : b_0 : c_0 = 1.010 : 1 : 1.415 \quad Z = 4$
Ralstonit	$\text{Al}_2(\text{F}, \text{OH})_6 \cdot \text{H}_2\text{O}$	Kubisch-hex'oktaedrisch $O_h^7 - \text{Fd} 3m$
(Brush, 1871)		$a_0 = 9.89 \quad Z = 8^3)$
Neighborit	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 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).

KMgF_3 und KCoF_3 sind in vulkanischen Exhalationen gefunden worden.

¹⁾ C. Brosset, Z. anorg. Chem. **233**. 1938. 201 (Struktur, SB. **6**. 31). – Vgl. H. Clausen, Z. Krist. **95**. 1936. 394.

²⁾ 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).

³⁾ A. Pabst, Am. Min. **24**. 1939. 566 (Homöotypie mit Pyrochlor, SB. **7**. 127). — Vgl. R. B. Ferguson, Am. Min. **34**. 1949. 383.

⁴⁾ E. C. T. Chao, H. T. Evans, B. J. Skinner & Ch. Milton, Am. Min. **46**. 1961. 379.

6.) Rinneit-Reihe. Isotypie.

Rinneit (Boeke, 1908)	$K_3Na[FeCl_6]$	Ditrigonal-skalenoedrisch D_{3d}^6 — $R\bar{3}c$ $a_{rh} = 8.42$ $\alpha = 92^\circ 25'$ $Z = 2^1$)
Chloromanganokalit (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 — $R\bar{3}c$ $a_{rh} = 8.46$ $\alpha = 89^\circ$ $Z = 2^3$)

¹⁾ Chen-Wen Cheng, Diss. Leipzig 1929. — Vgl. A. Bellanca, Per. Min. **16**. 1948. 199 (Struktur, SR. **11**. 415).

²⁾ A. Bellanca, Per. Min. **16**. 1947. 73; für künstliche Kristalle (Struktur, SR. **11**. 413).

³⁾ 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 $Fe^{III}Cl_5H_2O$.

Mitscherlichit (Zambonini & Carobbi, 1925)	$K_2[CuCl_4(H_2O)_2]$	Ditetragonal-dipyramidal D_{4h}^{14} — $P4_2/mnm$ $a_0 = 7.46$ $c_0 = 7.90$ $c_0/a_0 = 1.059$ $Z = 2^1$)
Douglasit (Precht, 1880)	$K_2[Fe^{II}Cl_4(H_2O)_2]$	Monoklin-prismatisch $a:b:c = 0.7367:1:0.5036$ $\beta = 104^\circ 46'$
Erythrosiderit (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° um c [001] gedreht. Als **Kremersit** (Kenngott, 1853) wird ein Erythrosiderit bezeichnet, in welchem K z. T. durch NH_4 diadoch vertreten ist.

¹⁾ S. B. Hendricks & R. G. Dickinson, J. Am. Chem. Soc. **48**. 1927. 2149. — Vgl. L. Chrobak, Z. Krist. **88**. 1934. 35.

²⁾ 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.

Carnallit	$\text{KMgCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	Rhombisch-dipyramidal D_{2h}^4 — Pban $a_0 = 9.56$ $b_0 = 16.05$ $c_0 = 22.56^1$ $a_0 : b_0 : c_0 = 0.593 : 1 : 1.384$ $Z = 12$
(Rose, 1856)		
Tachyhydrit	$\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{MgCl}_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$	Ditrigonal-skalenoedrisch $c/a = 1.761$ $\alpha \sim 78^\circ$ ²
(Rammelsberg, 1856)		

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 $\text{KCl} \cdot \text{NaCl} \cdot \text{MgCl}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$.

¹) 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).

²) H. Jung, Zbl. Min. 1926. 274.

³) 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. Isotypie¹). $\text{Cu}_2(\text{OH})_3\text{Cl}$ ist trimorph.

Kempit	$\text{Mn}_2(\text{OH})_3\text{Cl}$	Orthorhombisch $a : b : c = 0.677 : 1 : 0.747$
(Rogers, 1924)		
Atacamit	$\text{Cu}_2(\text{OH})_3\text{Cl}$	Rhombisch-dipyramidal D_{2h}^{16} — Pnam $a_0 = 6.02$ $b_0 = 9.15$ $c_0 = 6.85^2$ $a_0 : b_0 : c_0 = 0.658 : 1 : 0.749$ $Z = 2$
(Gallitzen, 1801)		

Anhang:

Paratacamit	$\text{Cu}_2(\text{OH})_3\text{Cl}$	Hexagonal-rhomboedrisch $a_0 = 13.68$ $c_0 = 13.98^3$ $c_0/a_0 = 1.022$ $Z = 24$ $a_{\text{rh}} = 9.17$ $\alpha = 96^\circ 28'$ $Z = 8$
(Smith, 1905)		
Botallackit	$\text{Cu}_2(\text{OH})_3\text{Cl}$	Monoklin-prismatisch C_{2h}^2 — $P2_1/m$ $a_0 = 5.63$ $b_0 = 6.12$ $c_0 = 5.71^4$ $a_0 : b_0 : c_0 = 0.920 : 1 : 0.933$ $\beta = 92^\circ 45'$ $Z = 2$
(Church, 1865)		

Melanothallit (Scacchi, 1870), 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. CuOHCl ist monoklin, C_{2h}^2 — $P2_1/c$, mit $a_0 = 6.11$, $b_0 = 6.67$, $c_0 = 5.51$, $\beta = 115^\circ 55'$ ⁵). Atelit ist mit Paratacamit identisch. Synthetisches $\text{MgCl}_2 \cdot 3\text{Mg}(\text{OH})_2$ ist isotyp mit Atacamit⁶).

Calumetit (Williams, 1963), wahrscheinlich $\text{Cu}(\text{OH}, \text{Cl})_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, orthorhombisch⁷) 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.

¹⁾ A. F. Rogers, Bull. Geol. Soc. Am. **60**. 1944 (1949).

²⁾ H. Brasseur & J. Toussaint, Bull. Soc. Roy. Sci. Belg. **11**. 1942. 555; A. F. Wells, Acta Cryst. **2**. 1949. 175 (Struktur, SR. **12**. 220).

³⁾ C. Frondel, Min. Mag. **29**. 1950. 34.

⁴⁾ P. G. Embrey & A. W. G. Kingsbury, Min. Soc. 1956. Notice Nr. 94. — A. A. Voronova & B. K. Vainshtein, Kristallografiya **3**. 1958. 444 (Struktur).

⁵⁾ W. Nowacki & K. Maget, Experientia **8**. 1952. 55.

⁶⁾ P. M. de Wolff, L. Walter-Lévy & Y. Bianco, C. R. Acad. Sci. Paris **236**. 1953. 1280.

⁷⁾ S. A. Williams, Am. Min. **48**. 1963. 614.

2.) Buttgenbachit-Connellit-Reihe.

Buttgenbachit (Schoep, 1925)	$\text{Cu}_{19}[\text{Cl}_4 (\text{OH})_{32} (\text{NO}_3)_2 + 2\text{H}_2\text{O}]$ Dihexagonal-dipyramidal D_{6h}^4 — $P6_3/mmc$ $a_0 = 13.56$ $c_0 = 9.15$ $c_0/a_0 = 0.675$ $Z = 2^1$
Connellit (Dana, 1850)	$\text{Cu}_{19}[\text{Cl}_4 (\text{OH})_{32} \text{SO}_4 + 4\text{H}_2\text{O}]$ Dihexagonal-dipyramidal D_{6h}^4 — $P6_3/mmc$ $a_0 = 13.60$ $c_0 = 9.09$ $c_0/a_0 = 0.668$ $Z = 2^1$

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 Fe^{3+} , kristallisiert wahrscheinlich trigonal-rhomboedrisch.

¹⁾ 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.

Terlinguait (Turner, 1900)	$2\text{HgO} \cdot \text{Hg}_2\text{Cl}_2$ Monoklin-prismatisch C_{2h}^6 — $C2/c$ $a_0 = 19.53$ $b_0 = 5.92$ $c_0 = 9.48^1$ $a_0:b_0:c_0 = 3.299:1:1.601$ $\beta = 144^\circ$ $Z = 4$
Eglestonit (Moses, 1903)	$\text{Hg}_6\text{Cl}_4\text{O}$ Kubisch-hex'oktaedrisch O_h^9 — $\text{Im}3m$ (?) $a_0 = 8.04$ $Z = 2^2$
Mosesit (Canfield, Hillebrand & Schaller, 1910)	$[\text{Hg}_2\text{N}]\text{Cl} \cdot \text{H}_2\text{O}$ Kubisch-hex'tetraedrisch T_d^2 — $F\bar{4}3m$ $a_0 = 9.52$ $Z = 8^3$
Kleinit (Sachs, 1905)	$[\text{Hg}_2\text{N}](\text{Cl}, \text{SO}_4) \cdot x\text{H}_2\text{O}$ Hexagonal D_{6h}^4 — $P6_3/mmc$ (?) $a_0 = 13.56$ $c_0 = 11.13$ $c_0/a_0 = 0.821^4$

Im Terlinguait sind sowohl Zickzackketten $-\text{Hg}-\text{O}-\text{Hg}-\text{O}-$ als auch Moleküle Hg_2Cl_2 vorhanden. Mosesit besitzt die Struktur der Millonschen Base

$[\text{Hg}_2\text{N}]\text{OH}\cdot 2\text{H}_2\text{O}$, nämlich Cristobalit-Struktur für $[\text{Hg}_2\text{N}]^+$, jedoch an Stelle von OH austauschfähiges Cl, SO_4 , MoO_4 und CO_3^{3-}). Kleinit stellt wahrscheinlich ein Strukturanalogon zu Hochtridymit dar^{4a)}.

¹⁾ S. Ščavničar, Acta Cryst. 9. 1956. 956 (Struktur, SR. 20. 242). — Vgl. C. W. Wolfe in Dana 2. 1951. 55.

²⁾ 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.

³⁾ G. Switzer, K. J. Murata, J. J. Fahey & W. F. Foshag, Am. Min. 33. 1953. 1225.

⁴⁾ H. Heritsch, Tschemm. Min. Petr. Mitt. 1. 1949. 300 (Struktur, SR. 12. 219).

^{4a)} Sitz.-Ber. Österr. Akad. Wiss. 1954. Nr. 1.

4.) Boleit-Haematophanit-Gruppe. Tetragonal, z. T. pseudokubisch oder kubisch. Die Struktur ist für Diaboleit bekannt.

Cumengeit (Mallard, 1893)	$5\text{PbCl}_2 \cdot 5\text{Cu}(\text{OH})_2 \cdot \frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$ Tetragonal $a_0 = 14.9$ $c_0 = 24.17$ ($= 3 \cdot 8.05$) ¹⁾ $c_0/a_0 = 1.621$ $Z = 8$
Pseudoboleit (Lacroix, 1895)	$5\text{PbCl}_2 \cdot 4\text{Cu}(\text{OH})_2 \cdot 2\frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$ Tetragonal-pseudokubisch $a_0 = 15.4$ $c_0 = 31.2$ ($= 4 \cdot 7.80$) ¹⁾ $c_0/a_0 = 2.026$ $Z = 12$
Boleit (Mallard & Cumenge, 1891)	$5\text{PbCl}_2 \cdot 4\text{Cu}(\text{OH})_2 \cdot \text{AgCl} \cdot \frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$ Tetragonal-pseudokubisch $a_0 = 15.4$ $c_0 = 62.0$ ($= 8 \cdot 7.75$) ^{1)a)} $c_0/a_0 = 4.026$ $Z = 24$
Percylith (Brooke, 1850)	$\text{PbCl}_2 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$ Kubisch (?)
Diaboleit (Spencer, 1923)	$2\text{PbClOH} \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$ Ditetragonal-pyramidal C_{4v}^1 — P 4mm $a_0 = 5.84$ $c_0 = 5.47$ ²⁾ $c_0/a_0 = 0.937$ $Z = 1$
Chloroxiphit (Spencer, 1923)	$\text{Pb}_3\text{O}_2\text{Cl}_2 \cdot \text{CuCl}_2$ Monoklin-prismatisch C_{2h}^2 — P 2 ₁ /m $a_0 = 10.36$ $b_0 = 5.74$ $c_0 = 6.53$ ³⁾ $a_0 : b_0 : c_0 = 1.805 : 1 : 1.138$ $\beta = 97^\circ 11'$ $Z = 2$
Haematophanit (Johansson, 1928)	$4\text{PbO} \cdot \text{Pb}(\text{Cl}, \text{OH})_2 \cdot 2\text{Fe}_2\text{O}_3$ Ditetragonal-dipyramidal D_{4h}^{17} — I 4/mmm $a_0 = 7.82$ $c_0 = 15.26$ ⁴⁾ $c_0/a_0 = 1.951$ $Z = 3$

a_0 von Haematophanit ist vergleichbar mit $\frac{1}{3} c_0$ von Cumengeit und c_0 von Haematophanit mit a_0 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.

¹⁾ R. Hocart, Z. Krist. **74**. 1930. 20. — G. Friedel, Z. Krist. **73**. 1930. 147.

^{1a)} 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 PbCl₂·24 CuO·9 AgCl·27 H₂O, Z = 4).

²⁾ 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).

³⁾ H. Berman (1942) in Dana **2**. 1951. 84.

⁴⁾ 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 Raumbitterverzwilligung erkennen lassen (Paralaurionit $a_0 \cdot \sin \beta = 9.59$, Laurionit $a_0 = 9.62 \text{ \AA}$).

Fiedlerit (Vom Rath, 1887)	Pb ₃ (OH) ₂ Cl ₄	Monoklin-prismatisch C_{2h}^5 — P 2 ₁ /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
Paralaurionit (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
Laurionit (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
Cotunnit (Monticelli & Covelli, 1825)	PbCl ₂	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
Matlockit (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
Zavaritskit (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

Bismoclit	BiOCl	Ditetragonal-dipyramidal D_{4h}^7-4/nmm
(Mountain, 1935)		$a_0 = 3.90 \quad c_0 = 7.38^7)$
		$c_0/a_0 = 1.892 \quad Z = 2$

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 K_2PbCl_4 und kristallisiert orthorhombisch; künstliche Kristalle ergaben $a_0 = 11.80$, $b_0 = 5.77$, $c_0 = 9.82$, D_{2h}^{16}). Synthetisch kennt man auch die Verbindung KPbCl_3 .

¹⁾ C. W. Wolfe & C. Frondel (1946) in Dana 2. 1951. 67.

²⁾ C. W. Wolfe (1945) in Dana 2. 1951. 64. — Vgl. Ch. Palache, Min. Mag. 29. 1950. 341.

³⁾ 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.

⁴⁾ 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).

⁵⁾ 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).

⁶⁾ E. I. Dolomanova, V. M. Senderova & M. T. Yanchenko, Doklady Akad. Nauk. USSR. 146. 1962. 680.

⁷⁾ F. A. Bannister, Min. Mag. 24. 1935. 49 (Struktur, SB. 3. 64). — L. G. Sillén, Svensk. Kem. Tidskr. 1941. 39 (Struktur, SR. 11. 312).

⁸⁾ A. Bellanca & F. Sgarlata, Rend. Soc. Min. Ital. 8. 1952. 53.

6.) Mendipit-Nadorit-Gruppe. Isotypie Nadorit-Perit³⁾.

Mendipit	$\text{PbCl}_2 \cdot 2\text{PbO}$	Rhombisch-disphenoid. $D_2^4 - P2_12_12_1$
(Glocker, 1839)		$a_0 = 9.52 \quad b_0 = 11.89 \quad c_0 = 5.88^1)$
		$a_0:b_0:c_0 = 0.801:1:0.495 \quad Z = 4$
Lorettoit	$\text{PbCl}_2 \cdot 6\text{PbO}$	Vielleicht tetragonal
(Wells & Larsen, 1916)		
Penfieldit	Pb_2OHCl_3	Hexagonal $c/a = 0.8967$
(Genth, 1892)		
Blixit	$\text{Pb}_2(\text{O}, \text{OH})_{<2}\text{Cl}$	Orthorhombisch
(Gabrielson, Parwel & Wickman, 1958)		$a_0 = 5.83 \quad b_0 = 5.69 \quad c_0 = 25.47$
		$a_0:b_0:c_0 = 1.002:1:4.476 \quad Z = 8^2)$
Nadorit	} PbSbO_2Cl	Rhombisch-dipyramidal $D_{2h}^{17} - \text{Bmmb}$
(Flajolot, 1870)		$a_0 = 5.60 \quad b_0 = 5.44 \quad c_0 = 12.22^2)$
Synthetisch		$a_0:b_0:c_0 = 1.029:1:2.246 \quad Z = 4$
		Tetragonal $D_{4h}^{17} - I4/mmm$
		$a_0 = 3.90 = 5.51/\sqrt{2} \quad c_0 = 12.28^2)$
		$c_0/a_0 = 3.149 \quad Z = 2$
Perit	PbBiO_2Cl	Rhombisch-dipyramidal $D_{2h}^{17} - \text{Bmmb}$
(Gillberg, 1960)		$a_0 = 5.63 \quad b_0 = 5.57_5 \quad c_0 = 12.42_5^3)$
		$a_0:b_0:c_0 = 1.010:1:2.229 \quad Z = 4$

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. PbSbO_2Cl (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.

¹⁾ F. A. Bannister, Min. Mag. **23**. 1934. 596. — O. Gabrielson, Arkiv Min. Geol. **2**. 1957. 299. (Struktur).

²⁾ O. Gabrielson, A. Parwel & F. E. Wickman, Arkiv Min. Geol. **2**. 1958. 411.

³⁾ M. Gillberg, Arkiv Min. Geol. **2**. 1960. 565.

⁴⁾ 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) γ -Korund-Reihe | $\gamma-Al_2O_3$. |
| 5.) „ β -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 | $6(Mn, Fe)O \cdot Sb_2O_3,$
$6FeO \cdot 5TiO_2 \cdot Sb_2O_5$. |

- 10.) Pseudobrookit-Reihe Fe_3TiO_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.) MO_2 - und verwandte Verbindungen

- 1.) Quarz-Gruppe SiO_2 .
 2.) Rutil-Reihe 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 MgSb_2O_6 .
 5.) Selenolith-Anatase-Gruppe SeO_2 , TiO_2 .
 6.) Brookit-Tellurit TiO_2 , 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 ZrO_2 ;
 14b) Uraninit-Reihe $(\text{U}, \text{Th})\text{O}_2$.

E.) M_2O_5 -, MO_3 - und verwandte Verbindungen

- 1.) Vanadiumoxide V_2O_5 , $\text{VO}(\text{OH})_2$, $\text{V}_2\text{O}_2(\text{OH})_3$.
 2.) Oxide von Molybdän, Wolfram u. a. 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.

Eis (I)	H_2O	Idealkristall: Dihexagonal-pyramidal $C_{6v}^3 - P6_3cm$ (von 0° bis ca. $-80^\circ C$) Realkristall: Dihexagonal-dipyramidal $D_{6h}^4 - P6_3/mmc.$ $a_0 = 4.523 \quad c_0 = 7.367 \quad c_0/a_0 = 1.629 \quad Z = 4^1$)
Eis (Ic)	H_2O	Idealkristall: Kubisch-hex'tetraedrisch $T_d^2 - F\bar{4}3m$ (?) ($< ca. -80^\circ C$) Realkristall: Kubisch-hex'oktaedrisch $O_h^7 - Fd\bar{3}m$ $a_0 = 6.350 \quad Z = 8^2$)

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 Drucken³). 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 \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.

¹) 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).

²⁾ M. Blackmann & N. D. Lisgarten, Proc. Roy. Soc. **239**. 1957. 93 (Gitterkonstante bei -130°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.

³⁾ 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 Cu_2O Kubisch-hex'oktaedrisch 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^{1a)}. **Chalkotrichit** ist nach einer Würfelkante nadelig ausgebildeter Cuprit; „**Hydrocuprit**“ ist wasserhaltiges, aus gelförmigem Zustand gebildetes $\text{Cu}_2\text{O}^{1b)}$.

¹⁾ W. L. Bragg in W. H. Bragg & W. L. Bragg, X-Rays and Crystal Structure, London 1916, p. 155 (Struktur, SB. I. 153).

^{1a)} W. Kleber, Wiss. Z. Humboldt-Univ. Berlin, **5**. 1955/56. 1.

^{1b)} G. Switzer, Am. Min. **42**. 1957. 115.

3.) Bromellit-Reihe. Dihexagonal-pyramidal, C_{6v}^4 — $\text{P}6_3\text{mc}$. Struktur: Wurtzittypus. Isotypie.

Bromellit BeO $a_0 = 2.69$ $c_0 = 4.37$ $c_0/a_0 = 1.625$ $Z = 2^1$
(Aminoff, 1925)

Zinkit 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 erwiesen³⁾.

¹⁾ G. Aminoff, Z. Krist. **62**. 1925. 113; **63**. 1926. 175. (Struktur, SB. I. 78, 115). — Weitere Arbeiten siehe Strukturberichte.

²⁾ W. L. Bragg, Phil. Mag. **39**. 1920. 647 (Struktur, SB. I. 78, 119). — T. F. W. Barth, Norsk. Geol. Tidskr. **9**. 1927. 317 (Gitterkonstanten).

³⁾ H. Strunz & R. Meldau, Heidelb. Beitr. Min. Petr. **2**. 1949/51. 216.

4.) Periklas-Reihe. Kubisch-hex'oktaedrisch, O_h^5 — $\text{Fm}3\text{m}$. Struktur: Steinsalztypus (A. W. Hull, 1919). Isotypie.

Periklas MgO $a_0 = 4.21$ $Z = 4^1$
(Scacchi, 1840)

Wüstit	FeO	$a_0 = 4.29$	$Z = 4^1$) ^{1a)}
(Schenck & Dingmann, 1927)			
Bunsenit	NiO	$a_0 = 4.18$	$Z = 4^1$)
(Dana, 1868)			
Manganosit	MnO	$a_0 = 4.44$	$Z = 4^1$)
(Blomstrand, 1874)			
Monteponit	CdO	$a_0 = 4.71$	$Z = 4^1$)
(Fairbanks, 1946)			
Calciumoxid	CaO	$a_0 = 4.81$	$Z = 4^1$) ^{1b)}

Anhang:

Murdochit	$PbCu_6O_8$	$a_0 = 9.21$	$Z = 4^2$)
(Fahey, 1953)			

Murdochit hat eine Steinsalz-Überstruktur mit verdoppelter Gitterkonstante^{2a)}.

¹⁾ Es liegen zahlreiche Originalarbeiten vor, siehe Strukturberichte.

^{1a)} Als Mineral in einer vulkanischen Tuff-Breccie von Scharnhausen bei Stuttgart (K. Walenta, N. Jb. Min. Mh. 1960. 150).

^{1b)} Als Mineral in Kalkeinschlüssen der Vesuv-Lava (Zambonini, 1935).

²⁾ J. J. Fahey, Am. Min. **40**. 1955. 905.

^{2a)} G. L. Christ & J. R. Clark, Am. Min. **40**. 1955. 907 (Struktur).

5.) Tenorit-Delafossit-Gruppe.

Tenorit	CuO	Monoklin-prismatisch $C_{2h}^6 - C2/c$
(Semmola, 1841)		
		$a_0 = 4.66$ $b_0 = 3.42$ $c_0 = 5.12^1$)
		$a_0 : b_0 : c_0 = 1.363 : 1 : 1.497$ $\beta = 99^\circ 29'$ $Z = 4$
Paratenorit	CuO	Ditetragonal-dipyramidal $D_{4h}^{19} - I4_1/amd$
(Strunz, 1941*)		
		$a_0 = 5.84$ $c_0 = 9.90$ $c_0/a_0 = 1.695$ $Z = 16^2$)
Delafossit	$CuFeO_2$	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:

Crednerit	$CuMnO_2$	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.

¹⁾ G. Tunell, C. J. Ksanda & E. Posnjak, Z. Krist. **90**. 1935. 120 (Struktur, SB. **3**. 11).

²⁾ C. Frondel, Am. Min. **26**. 1941. 657.

³⁾ W. Soller & A. J. Thompson, Am. Phys. Soc. Bull. **10**. 1935. 17, für künstl. Kristalle.

⁴⁾ 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.

Montroydit	HgO	Rhombisch-dipyramidal D_{2h}^{16} — Pnma
(Moses, 1903)		$a_0 = 6.61$ $b_0 = 5.52$ $c_0 = 3.52^1)$
		$a_0:b_0:c_0 = 1.197:1:0.638$ $Z = 4$
Lithargit (rot)	α -PbO	Ditetragonal-dipyramidal D_{4h}^7 — $P4_2/nmm$
(Wherry, 1917)		$a_0 = 3.96$ $c_0 = 5.00$ $c_0/a_0 = 1.263$ $Z = 2^2)$
Massicotit (gelb)	β -PbO	Rhombisch-dipyramidal D_{2h}^9 — P cma^{3a})
(Huot, 1841)		$a_0 = 5.48$ $b_0 = 5.88$ $c_0 = 4.74^3)$
(Bleiglatte, $> 489^\circ C$)		$a_0:b_0:c_0 = 0.932:1:0.806$ $Z = 4$

Vom Lithargit existiert bei Zimmertemperatur eine orthorhombisch deformierte Strukturvariante α' . Erdiges PdO, sog. **Palladinit** (Shepard, 1857) ist angeblich auf Porpezit beobachtet worden⁴⁾.

¹⁾ K. Aurivillius, Acta Cryst. **9**. 1956. 685; Acta Chem. Scand. **10**. 1956. 852 (Struktur, SR. **20**. 266).

²⁾ 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).

³⁾ 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.

^{3a)} M. I. Mortimer, Acta Cryst. **14**. 1961. 80. — J. Leciejewicz, Acta Cryst. **14**. 1961. 66.

⁴⁾ W. J. Moore & L. Pauling, J. Am. Chem. Soc. **63**. 1941. 1392 (Struktur von synthet. PdO, SR. **8**. 124).

7.) Brownmillerit-Mayenit-Gruppe.

Brownmillerit	$2 CaO \cdot AlFeO_3^1)$	Rhombisch-dipyramidal D_{2h}^{28} — Imma ^{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 $cmn^2)$
		$a_0 = 5.64$ $b_0 = 14.68$ $c_0 = 5.39^2)$
		$a_0:b_0:c_0 = 0.384:1:0.367$ $Z = 4$
Mayenit	$12 CaO \cdot 7 Al_2O_3$	Kubisch T_d^6 — $I\bar{4}3d$ (?) ³⁾
(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.

¹⁾ 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).

^{1a)} W. Büssel, Fortschr. Min. **22**. 1937. XXXI (Strukturvorschlag). — D. K. Smith, Acta Cryst. **15**. 1962. 1146.

^{1b)} E. F. Bertaut, P. Blum & A. Sagnières, Acta Cryst. **12**. 1959. 149 (Struktur).

²⁾ E. F. Bertaut, P. Blum & A. Sagnières, 1959, l. c.

³⁾ 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 ($a_0 = 12.01$).

^{3a)} G. Hentschel, 1964, l. c. (für Mayenit von Mayen, Eifel).

B.) M_3O_4 - und verwandte Verbindungen

1.) Spinell-Reihe. Kubisch-hex'oktaedrisch, $O_h^7 - Fd3m$. $Z = 8^1$); 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

Spinell (Agricola, 1546) (Magnesiospinell)	$MgAl_2O_4$	$a_0 = 8.102^2$
Hercynit (Zippe, 1847) (Ferrosinell)	$FeAl_2O_4$	8.135 ²
Galaxit (Ross & Kerr, 1932) (Manganspinell)	$MnAl_2O_4$	8.287 ²
Gahnit (von Moll, 1807) (Zinkspinell)	$ZnAl_2O_4$	8.078 ²) ^{2a}
Synthetisch („Nickelspinell“)	$NiAl_2O_4$	8.06 ³)

b) Ferritspinelle

Magnesioferrit (Rammelsberg, 1859)	$MgFe_2O_4$	$a_0 = 8.383^2$)
Magnetit (Haidinger, 1845) (Magneteisenerz)	Fe_3O_4	8.391 ²)
Jakobsit (Damour, 1869)	$MnFe_2O_4$	8.474 ²)
Franklinit (Berthier, 1819)	$ZnFe_2O_4$	8.420 ²)
Trevorit (Crosse, 1921)	$NiFe_2O_4$	8.43 ³)

c) Chromitspinelle

Magnesiochromit (Bock, 1868)	$MgCr_2O_4$	$a_0 = 8.321^2$)
Picotit (Charpentier, 1812)	$(Fe, Mg)(Al, Cr, Fe)_2O_4$	—

Chromohercynit (Lacroix, 1920)	$\text{Fe}(\text{Al}, \text{Cr})_2\text{O}_4$	—
Chromit (Haidinger, 1845) (Chromeisenerz)	FeCr_2O_4	8.361 ²⁾
Synthetisch	MnCr_2O_4	8.51 ⁴⁾
Synthetisch	ZnCr_2O_4	8.34 ⁴⁾
Synthetisch	NiCr_2O_4	8.33 ⁴⁾

d) Vanadium- und Titanspinelle

Coulsonit (Dunn, 1937 ^{4c)})	$\text{Fe}^{2+}\text{V}_2^{5+}\text{O}_4$	$a_0 = 8.49^{4a)}$
Ulvit (Mogensen, 1946) (Ulvöspinell)	$\text{Fe}_2^{2+}\text{Ti}^{4+}\text{O}_4$	8.53 ^{4b)}

Reines MgAl_2O_4 ist farblos; durch geringfügige Cr^{3+} - und 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 Al_2O_3 - und gelegentlich einen O-Überschuß, die beide durch Leerstellen im Metallatomgitter bedingt sind. **Vanadomagnetit** (Heron, 1936) enthält bis 5 Gew.-% Vanadiumoxid. Ulvit, Ulvöspinell⁵⁾ 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^{6a)}. Synthetisches $7\text{ZnO} \cdot \text{Sb}_2\text{O}_5$, $a_0 = 8.59^{6b)}$, sowie LiAl_5O_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°C orthorhombisch, $a_0 = 5.91$, $b_0 = 5.945$, $c_0 = 8.397^7)$.

Synthetisches CuFe_2O_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 $a_0 = 8.345^{10)}$.

¹⁾ 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.

^{1a)} Vgl. T. F. W. Barth & E. Posnjak, J. Wash. Acad. Sci. **21**. 1931. 225; Z. Krist. **82**. 1932. 325.

²⁾ 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).

^{2a}) B. H. Flinter, Am. Min. **48**. 1963. 194 (Abhängigkeit von a_0 , D und n vom Verhältnis Mg:Zn:Fe:Mn). — H. Saalfeld, Z. Krist. **120**. 1964. 476 (Strukturdaten).

³) S. Holgersson, Lunds Univ. Årskrift **23**. 1927. Nr. 9.

⁴) J. Krause, Ber. D. Keram. Ges. **15**. 1934. 101. — ^{4a}) 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. Mg₂VO₄, MgV₂O₄, ZnV₂O₄). — F. Ball, H. M. Richardson & G. R. Rigby, Trans. Brit. Ceram. Soc. **53**. 1954. 376 (Synthet. FeV₂O₄).

^{4b}) E. Pouillard, Thèse de Lille, 1949. 32. — R. Chevallier, J. Bolva & S. Mathieu, Bull. Soc. Franç. Min. **78**. 1955. 307.

^{4c}) Vgl. A. S. Radtke, Am. Min. **47**. 1962. 1284.

⁵) F. Mogensen, Geol. Fören. Förh. **68**. 1946. 578. — P. Ramdohr, Econom. Geol. **48**. 1953. 677.

⁶) J. H. Cotelo Neiva, Mem. Notic. Min. Geol. Univ. Coimbra 1954. Nr. 36.

^{6a}) J. H. Cotelo Neiva, A. Rimsky & A. Sandrea, Bull. Soc. Franç. Min. **78**. 1955. 97.

^{6b}) 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.

⁷) S. C. Abrahams & B. A. Calboun, Acta Cryst. **6**. 1953. 105.

⁸) E. Prince & R. G. Treuting, Acta Cryst. **9**. 1956. 1025.

⁹) A. V. Rudneva, Akad. Wiss. (Nauk) USSR. 1958. 285.

¹⁰) 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.

Hausmannit (Haidinger, 1827)	MnMn ₂ O ₄	Ditetragonal-dipyramidal D _{4h} ¹⁹ — I4 ₁ /amd $a_0 = 5.76$ [110] ₀ = 8.14 $c_0 = 9.44$ $c_0/a_0 = 1.639$ $Z = 4^1$
α-Vredenburgit (Fermor, 1908)	(Mn, Fe) ₃ O ₄	Tetragonal $a_0 = 5.78$ [110] ₀ = 8.17 $c_0 = 9.35$ $c_0/a_0 = 1.618$ $Z = 4^2$
Hetaerolith (Moore, 1877)	ZnMn ₂ O ₄	Ditetragonal-dipyramidal D _{4h} ¹⁹ — I4 ₁ /amd $a_0 = 5.75$ $c_0 = 9.17$ $c_0/a_0 = 1.595$ $Z = 4^3$

Anhang:

Marokit (Gaudefroy & al., 1963)	CaMn ₂ O ₄	Orthorhombisch D _{2h} ¹¹ — 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 Fe₃O₄ (Magnetit), MnFe₂O₄ (Jakobsit) und ZnFe₂O₄ (Franklinit) bei Temperaturen über 1000 °C eine kontinuierliche Reihe von Mischkristallen^{2a}), 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 Hetaerolith²).

Der homogene α -Vredenburgit von Långban ist metastabil und sekundär als Pseudomorphose nach Bixbyit entstanden^{2a}).

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, $a_0 = 8.31^5)$.

¹⁾ G. Aminoff, Z. Krist. **64**. 1926. 475.

^{1a)} C. Frondel, Am. Min. **33**. 1953. 761. — Vgl. A. D. Wadsley, 1955, l. c.

²⁾ B. Mason, Geol. Fören. Förh. **68**. 1946. 51, hier um 45° gedreht. — ^{2a)} B. Mason, Am. Min. **32**. 1947. 426.

³⁾ C. Frondel & E. W. Heinrich, Am. Min. **27**. 1942. 48. — ^{3a)} A. D. Wadsley, Am. Min. **40**. 1955. 349 (Strukturdiskussion). — J. McAndrew, Am. Min. **41**. 1956. 268: $a_0 = 5.73$, $c_0 = 9.00$.

⁴⁾ C. Gaudefroy, G. Juravsky & F. Permingeat, Bull. Soc. Franç. Min. Crist. **86**. 1963. 359.

⁵⁾ C. Delorme, Bull. Soc. Franç. Min. Crist. **81**. 1958. 79.

3.) Trippkeit-Reihe. Ditetragonal-dipyramidal, $D_{4h}^{13} - P4_2/mbc$. Isotypie. Strukturtypus $Pb_3O_4^3)$.

Trippkeit	$CuAs_2O_4$	$a_0 = 8.59$	$c_0 = 5.56^1)$
(vom Rath, 1880)		$c_0/a_0 = 0.647$	$Z = 4$
Schafarzikit	$FeSb_2O_4$	$a_0 = 8.59$	$c_0 = 5.92^2) 2a)$
(Krenner, 1921)		$c_0/a_0 = 0.689$	$Z = 4$
Mennige	Pb_3O_4	$a_0 = 8.80$	$c_0 = 6.56$
(Minium)		$c_0/a_0 = 0.734$	$Z = 4^3)$

Mit Mennige sind weiterhin folgende synthetische Verbindungen isotyp: $NiAs_2O_4$, $MgSb_2O_4$, $CoSb_2O_4$, $NiSb_2O_4$, $MnSb_2O_4$, $ZnSb_2O_4^2)$, $SnPb_2O_4^3)$.

¹⁾ J. Zemann, Tscherm. Min. Petr. Mitt. **2**. 1951. 417.

²⁾ S. Stähl, Ark. Kem. Min. Geol. **17 B**. 1943. Nr. 5.

^{2a)} J. Zemann, Österr. Akad. Wiss. **87**. 1950. 200.

³⁾ A. Byström & A. Westgren, Ark. Kemi, Min. Geol. **16 B**. 1943. Nr. 14 (Struktur, SR. **9**. 174; **11**. 239).

4.) Chrysoberyll-Swedenborgit-Gruppe.

Chrysoberyll	Al_2BeO_4	Rhombisch-dipyramidal $D_{2h}^{16} - Pmcn$
(Werner, 1790)		$a_0 = 5.48$ $b_0 = 4.43$ $c_0 = 9.41^1)$
(Alexandrit)		$a_0:b_0:c_0 = 1.237:1:2.124$ $Z = 4$
Taaffeit	Al_4MgBeO_8	Hexagonal-trapezoedrisch $D_6^6 - P6_322$
(Anderson, 1951)		$a_0 = 5.72$ $c_0 = 18.38$ $[10\bar{1}0]_0 = 9.91^2)$
		$c_0/a_0 = 3.21$ $Z = 4$
Swedenborgit	$NaSbBe_4O_7$	Dihexagonal-pyramidal $C_{6v}^4 - P6_3mc$
(Aminoff, 1924)		$a_0 = 5.43$ $c_0 = 8.82$ $[10\bar{1}0]_0 = 9.41^3)$
		$c_0/a_0 = 1.624$ $Z = 2$

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 $MgAlBO_4$.

¹⁾ 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).

²⁾ B. W. Anderson, C. J. Payne & G. F. Claringbull, Min. Mag. **29**. 1951. 765.

³⁾ 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.

Claudetit	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“)		$a_0 = 7.99$ $b_0 = 4.57$ $c_0 = 9.11^{2)}$
		$a_0 : b_0 : c_0 = 1.748 : 1 : 1.993$ $\beta = 101^\circ 41'$ $Z = 4$
Valentinit	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 werden⁴⁾.

¹⁾ 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.

²⁾ K. A. Becker, K. Plieth & I. N. Stranski, Z. anorg. Chem. **275**. 1954. 297 (Struktur).

³⁾ M. J. Buerger, Am. Min. **21**. 1936. 206 (Struktur, SB. 4. 20). — M. J. Buerger & S. B. Hendricks, Z. Krist. **98**. 1938. 1.

⁴⁾ 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 .

Arsenolith	As_2O_3	Kubisch-hex'oktaedrisch O_h^7 — $Fd3m$
(Dana, 1854)		$a_0 = 11.08$ $Z = 16^{1)}$
Senarmontit	Sb_2O_3	Kubisch-hex'oktaedrisch O_h^7 — $Fd3m$
(Dana, 1851)		$a_0 = 11.16$ $Z = 16^{2)}$
Bismut	$\alpha\text{-Bi}_2O_3$	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 — $P\bar{4}b2$
		$a_0 = 10.95$ $c_0 = 5.63$ $c_0/a_0 = 0.514$ $Z = 8^3)$

Sillénit	(γ) - Bi_2O_3	Kubisch-innenzentriert (vielleicht Klasse T_d)
	(Frondel, 1943)	$a_0 = 10.10$ $Z = 12^3$
Synthetisch	δ - Bi_2O_3	Kubisch O_h^5 — $Fm\bar{3}m$
		$a_0 = 5.66^{3a}$
Russellit	$(\text{Bi}_2, \text{W})\text{O}_3$	Tetragonal-skalenoedrisch D_{2d}^{12} — $I\bar{4}2d$
	(Hey & Bannister, 1938)	$a_0 = 5.43$ $c_0 = 11.3$ $c_0/a_0 = 2.081$ $Z = 4^1$

Anhang:

Koekhlinit	Bi_2MoO_6	Rhombisch-dipyramidal D_{2h}^{18} — $Cmca$
	(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 Bi_2O_3 beobachtete man vier verschiedene Modifikationen: 1. Eine bei gewöhnlicher Temperatur stabile monokline α -Form, 2. eine tetragonale β -Form, 3. eine raumzentriert-kubische und 4. eine einfach-kubische Form. Bismite von 15 Lokalitäten haben sich als Bi-Carbonate erwiesen; als α - Bi_2O_3 war bisher lediglich ein graugrünes Umwandlungsprodukt von Wismut von Colavi (Bolivien) erkennbar; γ - Bi_2O_3 wurde auf Stufen von Durango (Mexiko) identifiziert und als Sillénit bezeichnet (Frondel, 1943). Russellit, nach Bannister und Hey (1937) ein Mischkristall von Bi_2O_3 und WO_3 , muß eine dem β - Bi_2O_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 Bi_2O_3 — WO_3 vier verschiedene Mischungsphasen, die sich alle von einem flächenzentrierten kubischen Gitter mit $a_0 \sim 5.5 \text{ \AA}$ ableiten lassen.

¹) 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).

²) R. M. Bozorth 1923, l. c. (Struktur, SB. **1**. 245); U. Dehlinger, Z. Krist. **66**. 1927. 41. — Vgl. Almin & Westgren 1942, l. c.

³) 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.

^{3a}) G. Gattow & H. Schröder, Z. anorg. Chem. **318**. 1962. 176.

⁴) M. H. Hey, F. A. Bannister & A. Russell, Min. Mag. **25**. 1938. 41.

⁵) 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 La_2MoO_6 Tetraeder 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.

Partridgeit	Mn_2O_3	Kubisch-disdodekaedrisch T_h^- — $Ia\bar{3}$
	(de Villiers, 1943)	$a_0 = 9.43$ $Z = 16^1$

Bixbyit	(Mn, Fe) ₂ O ₃	Kubisch-disdodekaedrisch T _h ⁷ — Ia 3
(Penfield & Foote, 1897)		a ₀ = 9.39 Z = 16 ²)
(Sitaparit, Fermor, 1908)		
Avicennit	Tl ₂ O ₃	Kubisch ³) T _h ⁷ — Ia 3
(Karpova & al., 1958)		a ₀ = 10.54 ^{3a}) 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)^{2a}). Der Fe₂O₃-Gehalt kann offenbar bis auf ca. 60% ansteigen; als Partridgeit sollen Mischkristalle mit höchstens 10% Fe₂O₃ bezeichnet werden^{1a}).

Synthetisch	γ-Mn ₂ O ₃	Tetragonal
		a ₀ = 5.7 c ₀ = 9.4 ⁴)

¹) W. H. Zachariasen, Z. Krist. **67**. 1928. 455 (für synthet. Material. Struktur SB. **2**. 38, Ref. SB. **1**. 786). — ^{1a}) J. E. de Villiers, Am. Min. **28**. 1943. 336 u. 468.

²) 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). — ^{2a}) B. Mason, Geol. Fören. Förh. **64**. 1942. 117. — Zur Nomenklatur: M. Fleischer, Am. Min. **28**. 1943. 469.

³) K. N. Karpova, E. A. Konkova, E. D. Larkin & V. F. Savelev, Doklady Akad. Nauk (Vortr. Akad. Wiss.) Usbek. SSR **2**. 1958. 23.

^{3a}) M. Fleischer, Am. Min. **44**. 1959. 1324. (Hinweis auf ASTM-Kartei).

⁴) 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 Sauerstoffe¹). Ditrigonal-skalenoedrisch, D_{3d}⁶ — R $\bar{3}c$.

Korund	Al ₂ O ₃	a _{rh} = 6.99 α = 85° 43' Z = 8 (flächenzentriert)*
(Corundum, altindisch)		a' _{rh} = 5.14 α' = 55° 16' Z = 2**)
		Hexagonale Zelle: a ₀ = 4.77 c ₀ = 13.04 ¹)
		c ₀ /a ₀ = 2.734 Z = 6 c/a = 1.363
Haematit	Fe ₂ O ₃	a _{rh} = 7.40 α = 85° 42' Z = 8 (flächenzentriert)
(Theophrastus, 315 v. Chr.)		a' _{rh} = 5.43 α' = 55° 14' Z = 2
		Hexagonale Zelle: a ₀ = 5.04 c ₀ = 13.77 ¹)
		c ₀ /a ₀ = 2.732 Z = 6 c/a = 1.366
Synthetisch	Ti ₂ O ₃	a' _{rh} = 5.43 α' = 56° 50'
		Hexagonale Zelle: a ₀ = 5.15 c ₀ = 13.64 ¹)
Eskolait	Cr ₂ O ₃	a' _{rh} = 5.34 α' = 55° 09'
(Kouvo & Vuorelainen, 1958)		Hexagonale Zelle: a ₀ = 4.96 c ₀ = 13.60 ¹)
		c ₀ /a ₀ = 2.743 Z = 6 c/a = 1.372
Karelianit	V ₂ O ₃	Hexagonale Zelle: a ₀ = 4.99 c ₀ = 13.98 ¹)
(Long & al., 1963)		c ₀ /a ₀ = 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) sein⁴).

*) Dem Einheitsrhomboeder in morphologischer Orientierung entsprechende Zelle.

**) Morphologisch dem Rhomboeder (4041) entsprechende wahre Elementarzelle.

¹) 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 (Al_2O_3 – Cr_2O_3).

²) O. Kouvo & Y. Vuorelainen, Am. Min. **43**. 1958. 1098. (Cr_2O_3 als Mineral). – Vgl. Ch. Tennyson, Am. Min. **46**. 1961. 998.

³) J. V. P. Long, Y. Vuorelainen & O. Kouvo, Am. Min. **48**. 1963. 33. (V_2O_5 als Mineral).

⁴) Von Sibirien, Schubnikow 1937; FeO 61.30%, Fe_2O_3 33.20%, stark magnetisch.

b) **Ilmenit-Reihe**. Isotypie. Hexagonal dichteste Kugelpackung der Sauerstoffe¹). Trigonal-rhomboedrisch, C_{3i}^2 – $R\bar{3}$.

Geikielith	MgTiO_3	$a'_{\text{rh}} = 5.55$	$\alpha' = 54^\circ 39'$	$Z = 2$	$c/a = 1.370$
(Dick, 1892)		$a_0 = 5.10$	$c_0 = 14.12$	$c_0/a_0 = 2.769$	
Ilmenit	FeTiO_3	$a'_{\text{rh}} = 5.53$	$\alpha' = 54^\circ 49'$	$Z = 2$	$c/a = 1.385$
(Kupffer, 1827)		$a_0 = 5.09$	$c_0 = 14.07$	$c_0/a_0 = 2.764$	
Pyrophanit	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 Fe_2O_3 bis zu $\frac{1}{3}$ durch FeTiO_3 , im Ferriilmenit FeTiO_3 bis zu $\frac{1}{3}$ durch Fe_2O_3 vertreten sein²). **Pikroilmenit** (Groth, 1890) enthält bis 16% MgO. **Manganilmenit** (Simpson, 1929) 14% MnO. **Magnetoilmenite** sind nach Ramdohr hexagonale Mischkristalle von Ilmenit mit wenig „Magnetit“.

¹) T. F. W. Barth & E. Posnjak, Z. Krist. **88**. 1934. 265 (Gitterkonstanten). – E. Posnjak & T. F. W. Barth, Z. Krist. **88**. 1934. 275.

²) R. Chevallier, J. Bolfa & S. Mathieu, Bull. Soc. Franç. Min. **78**. 1955. 307.

c) γ-Korund-Reihe . Kubisch dichteste Kugelpackung der Sauerstoffe.		
Synthetisch	$\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$	Kubisch, spinellähnliche Struktur
		$a_0 = 7.92^1$)
Maghemit	$\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$	Kubisch, spinellähnliche Struktur. $T^4\text{-P}2_13$ (?)
(Wagner, 1927)		$a_0 = 8.32^2$)

Maghemit ist magnetisches, durch Oxydation von Magnetit entstandenes γ -Fe₂O₃. Titanomaghemit (Katsura & Kushiro, 1961) ist oxydierter Titanomagnetit.³⁾

Durch Erhitzen eines Einkristalles von Hydrargillit erhielt Tertian⁴⁾ eine hexagonale Strukturvariante von γ -Korund, in welcher die Sauerstoffe wie im γ -Korund eine kubisch dichteste Kugelpackung bilden und Al die gleichen Atomlagen wie im Korund einnimmt: γ' -Korund, $a_0 = 8.40$, $c_0 = 13.65$, $Z = 18$. Mit ihm ist Nigerit (Jacobson & Webb, 1947) vergleichbar: (Al, Fe)₁₂(Sn, Zn, Mg, Fe)₃H₂O₂₄, ditrigonal-skalenoedrisch, D_{3d}¹ — P3m1 oder D_{3d}¹ — P31m, $a_0 = 5.72$, $c_0 = 13.86^5)$. a_0 von Nigerit ist $2/3 a_0$ von γ' -Korund, der O-Inhalt der Elementarzelle verhält sich entsprechend wie 4:9.

¹⁾ H. B. Barlett, J. Am. Ceram. Soc. **15**. 1932. 361. — R. Brill, Z. Krist. **83**. 1932. 323.

²⁾ 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.

³⁾ T. Katsura & I. Kushiro, Am. Min. **46**. 1961. 134.

⁴⁾ 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.

⁵⁾ 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.) „ β -Korund“-Magnetoplumbit-Gruppe. Hibonit und Magnetoplumbit sind isotyp.

„ β -Korund“ (synthetisch)	NaAl ₂₃ O ₃₅	Dihexagonal-dipyramidal D _{6h} ¹ — P6/mmc $a_0 = 5.57$ $c_0 = 22.60$ $c_0/a_0 = 4.057$ $Z = 1^1$)
Högbomit (?) (Gavelin, 1916)	Na _x (Al, Fe, Ti) _{21-x} O _{36-x}	Hexagonal $a_0 = 5.69$ $c_0 = 22.43$ $c_0/a_0 = 3.942$ $Z = 4^2$)
Hibonit (Curien & al., 1956)	CaO · 6Al ₂ O ₃	Dihexagonal-dipyramidal $a_0 = 5.61$ $c_0 = 22.16$ $c_0/a_0 = 3.950$ $Z = 2^3$)
Magnetoplumbit (Aminoff, 1925)	PbO · 6Fe ₂ O ₃	Dihexagonal-dipyramidal D _{6h} ¹ — P6 ₃ /mmc (?) $a_0 = 5.89$ $c_0 = 23.07$ $c_0/a_0 = 3.917$ $Z = 2^4$)

Anhang:

Plumboferrit (Igelström, 1881)	PbO · 2Fe ₂ O ₃	Trigonal-trapezoedrisch D ₃ ¹ — 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.)^{2a)}.

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)}.

¹⁾ W. L. Bragg, C. Gottfried & J. West, Z. Krist. **77**. 1931. 255 (Struktur, SB. 2. 312).

²⁾ V. J. Michejev, Röntgenometrische Identifizierung von Mineralien. Moskau 1957. — H. Strunz & E. Seeliger, Chemie d. Erde **22**. 1962. 681.

^{2a)} D. McKie, Min. Mag. **33**. 1963. 563.

³⁾ H. Curien, C. Guillemin, J. Orceel & M. Sternberg, C. R. Acad. Sci. Paris **242**. 1956. 2845.

⁴⁾ V. Adelsköld, Ark. Kemi, Min. Geol. **12A**. 1938. Nr. 29 (Struktur, SB. 6. 74). —

^{4a)} L. G. Berry, Am. Min. **36**. 1951. 512.

⁵⁾ 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, $c/a = 1.94^3$

Mohsit $(\text{Fe}^{2+}, \text{Ca}, \text{Mg})_2 (\text{Ti})_5 \text{O}_{12}$ (?) Trigonal
(Lévy, 1827) $c/a = 2.01^3$

Davidit enthält orientiert eingewachsenen Rutil, entsprechend der bekannten Epitaxie $\text{Fe}_2\text{O}_3 - \text{TiO}_2$.

¹⁾ A. Pabst, Am. Min. **46**. 1961. 700.

²⁾ F. A. Bannister, G. F. Claringbull & M. H. Hey, Am. Min. **38**. 1953. 734.

³⁾ B. Contag, A. Pabst & H. Strunz. in Vorbereitung.

7.) Perowskit-Gruppe.

Der Idealtypus der Perowskit-Struktur (ABO_3 , $O_h^1 - \text{Pm}3m$, $a_0 \sim 3.80 \text{ \AA}$, $Z = 1$) 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 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)

Nioboloparit	(Na, Ce, Ca) (Ti, Nb)O ₃	Pseudokubisch
	(Tichonenkova & Kazakova, 1957)	
Lueshit	NaNbO ₃	Orthorhombisch
	(Safiannikoff, 1959)	a ₀ = 5.51 b ₀ = 2 × 7.76 c ₀ = 5.58 ³⁾
		Kubisch: a ₀ = 3.89 ^{3a)}

Die in der Natur vorkommenden Perowskite, Dysanalyte usw. bestehen offenbar stets aus feinsten Lamellen einer monoklin deformierten Struktur^{5, 6, 1, 2)}; als Gitterkonstanten hierfür sind a₀ ~ 7.6 und ~ 15.2 mitgeteilt worden, in neuerer Zeit ist für Knopit von Afrikanda und Perowskit vom Ural a₀ ~ 3.80 bestimmt worden⁷⁾.

Lueshit stimmt im Pulverdiagramm gut mit synthet. orthorhomb. α-NaNbO₃ überein; als „Igdloit“ (Danö & Sörensen, 1959) ist kubisches γ-NaNbO₃ bezeichnet worden; „Natroniobit“ (Bulakh, Kucharenko & al., 1962), gleichfalls NaNbO₃, soll monoklin sein^{3b)}.

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)₂ (Ti, Zr)₂O₅ (?) 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)₃O₇ mit ca. 1 bis 14% U₃O₈.

Interessant ist die Struktur einer Reihe synthetischer Verbindungen, z. B. CaBi₂Nb₂O₉ mit a₀ = 5.435, b₀ = 5.485, c₀ = 24.87 und Z = 4, die abwechselnd aus einem Doppel-Perowskit-Typ und Bi₂O₂²⁺-Schichten aufgebaut sind⁸⁾.

¹⁾ H. F. Kay & P. C. Bailey, Acta Cryst. **10**. 1957. 219 (Struktur für synthet. CaTiO₃).

^{1a)} O. Zedlitz, N. Jb. Min. Beil.-Bd. **75**. 1939. 245.

^{1b)} J. Murdoch, Am. Min. **36**. 1951. 573.

²⁾ T. F. W. Barth, Norsk. Geol. Tidskr. **8**. 1925. 201 (Struktur, SB. **1**. 300).

^{2a)} 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).

³⁾ E. A. Wood, Acta Cryst. **4**. 1951. 353 (synthet. – NaNbO₃).

^{3a)} M. Danö & H. Sörensen, Medd. om Grönland **162**. 1959. 1. – Vgl. M. H. Francombe, Acta Cryst. **9**. 1956. 256 (synthet. kub. NaNbO₃, a₀ = 3.94).

^{3b)} 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.

⁴⁾ H. D. Megaw, Faraday Trans. 1946. u. a. (SR. **10**. 111; **11**. 454).

⁵⁾ G. R. Levi & G. Natta, Rend. Acc. Lincei **2**. 1925. 1.

⁶⁾ Des Cloizeaux 1878, Baumhauer 1880, Tschermak 1882 etc.

⁷⁾ E. M. Bohnstedt-Kupletskaya, Akad. Wiss. USSR. 1946 (Fersman-Gedenk-Band) 43.

⁸⁾ L. S. Borodin & M. E. Kazakova, Doklady Akad. Wiss. USSR. **97**. 1954. 725.

⁹⁾ B. Aurivillius, Ark. Kemi **1**. 1950. 463.

8.) Stibiconit-Pyrochlor-Mikrolith-Gruppe.

Kubisch-hex'oktaedrisch, O_h⁷ — Fd3m. Z = 8. Die Strukturen unterscheiden sich von Uraninit resp. Fluorit durch ein Ionendefizit, statt A₄O₈

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.

Stibiconit	$SbSb_2O_6OH$	$a_0 = 10.26^1$
(Brush, 1862)		
Roméit	$(Ca, NaH)Sb_2O_6(O, OH, F)$	$a_0 = 10.28^1$
(Damour, 1841)		
Partzit	$Cu_{1-2}Sb_{2-1}(O, OH, F)_7$	$a_0 = 10.25^2$
(Arents, 1867)		
Stetefeldtit	$Ag_{1-2}Sb_{2-1}(O, OH, H_2O)_7$	$a_0 = 10.46^2$
(Riotte, 1867)		
Bindheimit	$Pb_{1-2}Sb_{2-1}(O, OH, H_2O)_{6-7}$	$a_0 = 10.47^3$
(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**, **Mauzelit** und **Lewisit**; dem Bindheimit entspricht **Monimolit**; **Coronguit** ist ein silberhaltiger Bindheimit³⁾.

¹⁾ 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.

²⁾ B. Mason & C. J. Vitaliano, Min. Mag. **30**. 1953. 100.

³⁾ 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 $Ca_2Ta_2O_7$ ($a_0 = 10.37$)^{6b)}, $Ca_{1.5}Ta_2O_6F$ ($a_0 = 10.32$), $CaNaTa_2O_6F$ ($a_0 = 10.40$)^{6a)}, $Pb_{1.5}Nb_2O_{6.5}$ ($a_0 = 10.56$)^{5a)}.

Pyrochlor	$(Ca, Na)_2(Nb, Ta)_2O_6(O, OH, F)$	
(Wöhler, 1826)		$a_0 = 10.34 - 10.43^1$
Betafit	$(Ca, U)_2(Nb, Ti, Ta)_2O_6(O, OH, F)$	
(Lacroix, 1912)		$a_0 = 10.27 - 10.39^2$
Obruchevit	$(Y, Na, Ca)_2(Nb, Ti, Ta)_2O_6(O, OH, F)$	
(Kalita, 1957)		$a_0 = 10.34 - 10.36^3$

Koppit	(Ca, Ce) ₂ (Nb, Fe) ₂ O ₆ (O, OH, F)
(Knop, 1875)	a ₀ = 10.37 ⁴)
Pandait	(Ba, ...) (Nb, Ti, Ta) ₂ O ₆ (H ₂ O)
(Jäger, Niggli, v. d. Veen, 1959)	a ₀ = 10.56 ⁵)

Varietäten sind: **Titanpyrochlor***) und **Titanbetafit****), beide mit Ti > Nb > Ta, und **Uran-Pyrochlor** (Holmquist, 1896) mit weniger als 15% UO₂ + UO₃.

Identisch mit Pyrochlor sind Chalkolamprit (Flink, 1898), Endeolith (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), Hatchetolith (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 Fe³⁺, 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% TiO₂.

Mikrolith	(Ca, Na) ₂ (Ta, Nb) ₂ O ₆ (O, OH, F)
(Shepard, 1835)	a ₀ = 10.37 — 10.43 ⁶)
Rijkeboerit	(Ba, ...) (Ta, Nb, Ti) ₂ O ₆ (O, OH)
(van der Veen, 1963)	a ₀ = 10.57 ⁷)
Westgrenit	(Bi, Ca) (Ta, Nb) ₂ O ₆ OH
(v. Knorring & Mrose, 1962)	a ₀ = 10.485 ⁸)

Varietäten sind: **Titanmikrolith** (van der Veen, 1963) mit Ti > Ta > Nb; **Plumbo-Mikrolith** (Safiannikoff & Van Wambeke, 1961), a₀ = 10.56⁹); **Stibio-Mikrolith** (Quensel & Berggren, 1945), a₀ = 10.42¹⁰); **Bismuto-Mikrolith** (Zalashkova & Kuchartschik, 1957), a₀ = 10.51^{10a}); **Uran-Mikrolith** (= **Djalmit**, Guimaraes, 1939), a₀ = 10.40¹¹), mit 2.17% UO₂, 9.38% UO₃.

Identisch mit Mikrolith sind Haddamit (Shepard, 1870), Neotantalit (Termier, 1902), Tantalpyrochlor (Machatschki, 1932), Metasimpsonit (Simpson, 1938).

Anhang:

Zirkonolith (Borodin, Nazarenko & Richter, 1956), CaZrTi₂O₇, mit 1.53% U₃O₈, 0.58% ThO₂, 6.22% Ce₂O₃ usw., bildet metamikte Oktaeder; **Niobozirkonolith** (Borodin, Bykova, Kapitonova & Pyatenko, 1960), Ca(Zr, Fe³⁺) (Ti, Nb, Zr)₂O₇, mit 24.8% Nb₂O₅, gibt (wahrscheinlich nach dem Erhitzen) a₀ = 5.03¹²) (oder 10.06?). In der Zusammensetzung ähnlich ist **Calzirit** (Zdorik,

Sidorenko & Bykova, 1961), $\text{Ca}(\text{Ca}, \text{Zr})_2\text{Zr}_4(\text{Ti}, \text{Fe})_2\text{O}_{16}$, $I4_1/acd$, $a_0 = 15.30$, $c_0 = 10.20^{13}$).

¹⁾ 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.

²⁾ 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 UTa_2O_8 , $a_0 = 6.42$, $c_0 = 3.96$; tetragonal, Rutil-Typ $a_0 = 4.59$, $c = 2.96$).

³⁾ A. J. Ginzburg, S. A. Gorschevskaya, E. A. Erofeeva & G. A. Sidorenko, Geochem. **5**. 1958. 486.

⁴⁾ E. Brandenberger, Z. Krist. **76**. 1931. 322.

⁵⁾ 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.

⁶⁾ W. R. Cook & H. Jaffe, Phys. Rev. **89**. 1953. 1297.

⁷⁾ 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.

^{8a)} O. Rosén & A. Westgren, Geol. Fören. Förh. **60**. 1938. 226.

^{8b)} A. Byström, Ark. Kemi. Min. Geol. **18** A. 1945. 8.

⁹⁾ A. H. v. d. Veen, 1963, l. c.

¹⁰⁾ O. v. Knorring & M. E. Mrose, Min. Soc. Am. Meeting 1962. Progr. 156 A.

¹¹⁾ A. Safiannikoff & L. Van Wambeke, Bull. Soc. franç. Min. Crist. **84**. 1961. 382.

¹²⁾ P. Quensel, Geol. Fören. Förh. **67**. 1945. 15.

^{13a)} N. E. Zalaschkova & M. V. Kuchartschik, Trudy Inst. min. geochim. kristallogim. redkikh element. **1**. 1957. 77.

¹¹⁾ E. Tavora, Anais. Acad. Brasil. Cienc. **21**. 1949. 337.

¹²⁾ L. S. Borodin, A. V. Bykova, T. A. Kapitonova & Y. A. Pyatenko, Doklady Akad. Nauk. USSR. **134**. 1960. 1188.

¹³⁾ 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.

¹⁾ Ch. Tennyson 1965

10.) Pseudobrookit-Reihe. Rhombisch-dipyramidal, D_{2h}¹⁷ — Bbmm.
Isotypie.

Synthetisch („Tialit“)	Al ₂ TiO ₅	a ₀ = 9.60 b ₀ = 9.65 c ₀ = 3.61 ¹⁾ a ₀ :b ₀ :c ₀ = 0.995:1:0.374 Z = 4
Pseudobrookit (Koch, 1878)	Fe ⁺⁺⁺ TiO ₅	a ₀ = 9.81 b ₀ = 9.95 c ₀ = 3.74 ²⁾ a ₀ :b ₀ :c ₀ = 0.986:1:0.376 Z = 4
Kennedyit (Knorring & Cox, 1961)	Fe ⁺⁺⁺ MgTi ₃ O ₁₀	a ₀ = 9.77 b ₀ = 9.95 c ₀ = 3.73 ³⁾ a ₀ :b ₀ :c ₀ = 0.982:1:0.375 Z = 2
Synthetisch („Anosovit“)	Ti ₂ ⁺⁺⁺ TiO ₅	a ₀ = 9.47 b ₀ = 9.72 c ₀ = 3.75 ⁴⁾ a ₀ :b ₀ :c ₀ = 0.974:1:0.386 Z = 4
Synthetisch („Karrooit“)	MgTiTiO ₅	a ₀ = 9.8 b ₀ = 10.0 c ₀ = 3.7 ⁴⁾ a ₀ :b ₀ :c ₀ = 0.98:1:0.37 Z = 4

Anhang:

Freudenbergit (Frenzel, 1961)	NaFe ⁺⁺⁺ (Ti, Nb) ₃ O ₇ (O, OH) ₂	Monoklin C _{2h} ³ — C2/m (C2, Cm ?) a ₀ = 12.305 b ₀ = 3.82 c ₀ = 6.50 ⁵⁾ a ₀ :b ₀ :c ₀ = 3.221:1:1.702 β = 107°18' Z = 2
---	---	---

Pseudobrookit enthält meist einen Überschuß von TiO₂, der aber nur scheinbar ist und nach Pauling (1930) auf Einschlüsse feinsten Rutilkriställchen zurückgeht.

Ti₃O₅ ist dimorph; Anosovit entspricht der Hochtemperatur-Phase, Tief-Ti₃O₅ kristallisiert monoklin mit C_{2h}³ — C2/m, a₀ = 9.75, b₀ = 3.80, c₀ = 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^{4a)}.

Thorutit (Gotman & Khapaev, 1958), ThTi₂O₅ · 1/2 H₂O mit 1.5% UO₂, ist metamikt⁶⁾.

¹⁾ G. Yamaguchi, Journ. Jap. Ceram. Assoc. 2. 1944. 6. In der engl. Literatur irrtümlich „Tieilit“ übersetzt; nach Austin & Schwartz ist a₀ = 3.557, b₀ = 9.436, c₀ = 9.648, Acta Cryst. 6. 1953. 812.

²⁾ L. Pauling, Z. Krist. 73. 1930. 97 (Struktur, SB. 2. 53).

³⁾ O. v. Knorring & K. G. Cox, Min. Mag. 32. 1961. 676.

⁴⁾ A. A. Rusakow & G. S. Schdanow, Doklady Akad. Wiss. USSR. 77. 1951. 77; 82. 1952. 901 (SR. 15. 188).

^{4a)} S. Åsbrink & A. Magnéli, Acta Cryst. 12. 1959. 575.

⁵⁾ D. McKie, Z. Krist. 119. 1963. 157. — Vgl. A. D. Wadsley, Z. Krist. 120. 1964. 396.

⁶⁾ Ya. D. Gotman & J. A. Khapaev, Zapiski Vses. Min. Obsch. 37. 1958. 79.

11.) Denningit-Spiroffit-Gruppe.

Denningit (Mn, Ca, Zn)Te ₂ O ₅ (Mandarino & al., 1961)	Ditetragonal-dipyramidal D _{4h} ¹¹ — P 4 ₂ /nbc	a ₀ = 8.78 c ₀ = 12.99 ¹⁾ c ₀ /a ₀ = 1.479 Z = 8
---	--	--

Spiroffit	(Mn, Zn) ₂ Te ₃ O ₈	Monoklin C _{2h} ⁶ — C2/c (C _s ⁴ — Cc)
(Mandarino & al., 1962)		a ₀ = 13.00 b ₀ = 5.38 c ₀ = 12.12 ²)
		a ₀ :b ₀ :c ₀ = 2.416:1:2.253 β = 98° Z = 4

¹) J. A. Mandarino, S. J. Williams & R. S. Mitchell, *Canad. Min.* **7**. 1961. 343. — E. M. Walitzi, *Naturwiss.* **51**. 1964. 334 (Struktur).

²) J. A. Mandarino, S. J. Williams & R. S. Mitchell, *Ref. Am. Min.* **47**. 1962. 196.

D.) MO₂- und verwandte Verbindungen

1.) Quarz-Gruppe. Polytypie.

Quarz	SiO ₂	Trigonal-trapezoedrisch D _{3d} ⁴ — P3 ₂ 21, D ₃ ⁶ — P3 ₂ 21
(Agricola, 1529)		a ₀ = 4.9130 c ₀ = 5.4045 c ₀ /a ₀ = 1.1000 Z = 3 ¹)
Hoch-Quarz	SiO ₂	Hexagonal-trapezoedrisch D _{6h} ⁴ — P6 ₃ 22, D _{6h} ⁶ — P6 ₄ 22
		a ₀ = 4.999 c ₀ = 5.457 c ₀ /a ₀ = 1.092 Z = 3 ²)
Tridymit	SiO ₂	Rhombisch-dipyramidal, pseudohexagonal
(vom Rath, 1868)		a ₀ = 9.90 b ₀ = 17.1 c ₀ = 16.3 ³)
		a ₀ :b ₀ :c ₀ = 0.579:1:0.953 Z = 64
Hoch-Tridymit	SiO ₂	Hexagonal D _{6h} ⁴ — P6 ₃ /mmc (oder D _{3h} ⁴ — P6̄2c?)
		a ₀ = 5.04 c ₀ = 8.24 c ₀ /a ₀ = 1.635 Z = 4 ³)
Cristobalit	SiO ₂	Tetragonal-trapezoedrisch D _{4h} ⁴ — P4 ₁ 2 ₁ 2, D _{4h} ⁸ — P4 ₂ 2 ₁ 2
(vom Rath, 1887)		a ₀ = 4.97 c ₀ = 6.93 c ₀ /a ₀ = 1.394 Z = 4 ⁴)
Hoch-Cristobalit	SiO ₂	Kubisch O _h ⁷ — Fd3m oder T ⁴ — P2 ₁ 3 (?)
		a ₀ = 7.13 Z = 8 ⁵)
Coesit	SiO ₂	Monoklin, pseudohexagonal C _{2h} ⁶ — C2/c
(Sosman, 1954)		a ₀ = 7.23 b ₀ = 12.52 c ₀ = 7.23 ⁶)
		a ₀ :b ₀ :c ₀ = 0.577:1:0.577
		β = 120° Z = 16
Stishovit	SiO ₂	Tetragonal, isotyp mit Rutil
(Chao, Fahey, Littler & Milton, 1962)		a ₀ = 4.18 c ₀ = 2.665 c ₀ /a ₀ = 0.638 Z = 2 ^{6a})
(1200–1400 °C, > 160 000 atm.)		
Lechatelierit	SiO ₂	Glasartig amorph
(Lacroix, 1915)		
Opal*)	SiO ₂ + aq.	Amorph

Nur synthetisch bekannt:

„Keatit“	SiO ₂	Tetragonal-trapezoedr. D _{4h} ⁴ — P4 ₁ 2 ₁ 2 (D _{4h} ⁸ — P4 ₃ 2 ₁ 2)
(Shropshire & al., 1959)		a ₀ = 7.46 c ₀ = 8.61 c ₀ /a ₀ = 1.154 Z = 12 ⁷)
„Faseriges	SiO ₂ “	Rhombisch-dipyramidal D _{2h} ²⁶ — Icma
(synthet., aus 2SiO + O ₂)		a ₀ = 4.72 b ₀ = 5.16 c ₀ = 8.36 ⁸)
		a ₀ :b ₀ :c ₀ = 0.915:1:1.620 Z = 4

Im Tridymit ist ein Ersatz von Si durch NaAl oder von Si₃ durch NaCaAl₃ möglich (c₀ = 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 SiO₂-Modifikationen die Verknüpfung der SiO₄-Tetraeder über 1 gemeinsames O erfolgt, liegen im „faserigen SiO₂“ unendlich lange Kettenmoleküle mit SiO₄-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 SiO₂ Modifikation sein, kubisch, $O^2 - P4_32$, $a_0 = 13.40$, $Z = 48^9$, nach Kamb (1965) sind dem SiO₂-Gerüst organische Moleküle eingelagert.

¹⁾ 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).

²⁾ 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.

³⁾ 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.

⁴⁾ 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.

⁵⁾ 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.

⁶⁾ 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 ($a_0 = c_0 = 7.14$, $b_0 = 12.37$; $D = 2.92$).

^{6a)} E. C. T. Chao, J. J. Fahey, J. Littler & D. J. Milton, Journ. Geophys. Res. **67**. 1962. 419.

⁷⁾ J. Shropshire, P. P. Keat & P. A. Vaughan, Z. Krist. **112**. 1959. 409 (Struktur).

⁸⁾ Al. Weiß & Arm. Weiß, Z. anorg. Chem. **276**. 1954. 95 (Struktur).

⁹⁾ 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.

SiO₂-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 Schwimkieisel (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 β -MnO₂, Pyrolusit.

Rutil TiO₂ $a_0 = 4.59$ $c_0 = 2.96$ $c_0/a_0 = 0.645$ $Z = 2^1$
(Werner, 1803)

Cassiterit SnO₂ $a_0 = 4.73$ $c_0 = 3.18$ $c_0/a_0 = 0.672$ $Z = 2^1$
(Beudant, 1832)
(Zinnstein)

Plattnerit PbO₂ $a_0 = 4.97$ $c_0 = 3.40$ $c_0/a_0 = 0.684$ $Z = 2^2$
(Haidinger, 1845)

Anhang:

Paratellurit TeO₂ 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^{1a}).

Hydro-Cassiterit (Souxit, Herzenberg 1946; Varlamoffit, De Dycker 1946,
Varlamoff 1948) sind „hydratisierter Cassiterit“^{2a}) bzw. (Sn, Fe)(O, OH)₂ 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.

¹⁾ 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.

^{1a)} N. N. Padurow, Naturwiss. **43**. 1956. 395.

²⁾ 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).

^{2a)} A. Russel & E. A. Vincent, Min. Mag. **29**. 1952. 817.

^{2b)} E. Niggli & A. M. Winkelmolen, Leidse Geol. Mededel. **17**. 1953. 207.

³⁾ G. Switzer & H. E. Swanson, Am. Min. **45**. 1960. 1272. — Für synthetisches TeO₂:
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)_{1,33} [(Ti, Fe⁺⁺⁺)₈O₁₆]
(Norrish, 1951) Tetragonal
 $a_0 = 10.11$ $c_0 = 2.96$ $c_0/a_0 = 0.293$ $Z = 1^1$)

- Redledgeit** (Mg, Ca, OH, H₂O)₂ [(Ti, Cr⁺⁺⁺, Si)₈O₁₆]
 (Strunz, 1961) Tetragonal-dipyramidal C_{4h}⁶ — I 4₁/a
 $a_0 = 20.23$ $c_0 = 5.88$ $c_0/a_0 = 0.291$ $Z = 8^2$
- Cafetit** (Ca, Mg) [(Ti, Fe⁺⁺⁺)₆O₁₂] · 4H₂O
 (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)₂ · 1.5 — 2 H₂O;
 (Gerasimovsky & Kazakova, 1950)
- Mn-Beljankinit** (Ti, Mn, Nb, Ca)(O, OH)₂ · ~ 1 H₂O;
 (Semenov, 1957)
- Gerasimovskit** (Nb, Ti, Mn, Ca)O₂ · 1.5 H₂O.
 (Semenov, 1957)

¹⁾ K. Norrish, Min. Mag. **29**. 1951. 496.

²⁾ H. Strunz, N. Jb. Min. Mh. 1961. 107. — 1963. 116.

³⁾ A. A. Kucharenko, V. V. Kondrateva & V. M. Kovyazina, Zapiski Vses. Min. Obshch. **83**. 1959. 444.

Braunstein-Familie (im wesentlichen MnO₂*)

Vom MnO₂ 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-MnO₂ und isotyp mit Rutil.

- Pyrolusit** β-MnO₂ Ditetragonal-dipyramidal D_{4h}¹⁴ — P 4₂/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^{1a)}; kollomorphe bis strahlig-kristalline Massen, bergwirtschaftlich von Bedeutung. Röntgengedichte 5.2.

¹⁾ A. Ferrari, Rend. Acc. Lincei, **3**. 1926. 224.

^{1a)} H. Strunz, Naturwiss. **31**. 1943. 89.

3b) Kryptomelan-Reihe. Homöotypie mit α -MnO₂. 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 α -MnO₂ (wahrscheinlich (H₂O)₂Mn₈O₁₆)

Tetragonal-dipyramidal C_{4h}⁵ — I4/m
a₀ = 9.88 c₀ = 2.845 c₀/a₀ = 2.888 Z = 8¹⁾

Kryptomelan K₂Mn₈O₁₆
(Richmond & Fleischer,
1942)

Tetragonal
a₀ = 9.84 c₀ = 2.86 c₀/a₀ = 0.291 Z = 1²⁾
Monoklin: a₀ = 9.79 b₀ = 2.88 c₀ = 9.94
a₀:b₀:c₀ = 3.479:1:3.451
 β = 90°37' Z = 1³⁾

Hollandit Ba₂Mn₈O₁₆
(Fermor, 1906)

Tetragonal:
a₀ = 9.96 c₀ = 2.86 c₀/a₀ = 0.287 Z = 1²⁾
Monoklin: a₀ = 9.91 b₀ = 2 × 2.87 c₀ = 9.75
a₀:b₀:c₀ = 3.453:2:3.397
 β = 90°36' Z = 2²⁾

Coronadit Pb₂Mn₈O₁₆
(Lindgren & Hillebrand,
1904)

Tetragonal:
a₀ = 9.89 c₀ = 2.86 c₀/a₀ = 0.289 Z = 1²⁾
Monoklin: —

Todorokit (H₂O, ..)₂(Mn, ..)₈(O, OH)₁₆
(Yoshimura, 1934)

Monoklin: a₀ = 9.75 b₀ = 2.85 c₀ = 9.59
 β = 90° Z = 1^{4)4a)}

Woodruffit (Zn, H₂O)₂(Mn, Zn, . .) (O, OH)₁₆
(FrondeL, 1953)

Pulverdiagramm analog Todorokit⁵⁾

Vernadit (Betehtin, 1944), H₂MnO₃ + H₂O, ist möglicherweise dem „ α -MnO₂“ entsprechendes (H₂O)₂(Mn⁴⁺, Mn²⁺)₈(O, OH)₁₆; er leitet vielleicht über zu Todorokit und dem röntgenamorphen **Manganogel**.

Zinkdibraunit (Nenadkevitsch, 1911), etwa ZnMn₂O₃ · 2H₂O, könnte dem Woodruffit entsprechen.

Kryptomelan geht bei ca. 600°C in Bixbyit Mn₂O₃, bei ca. 825°C in Hausmannit Mn₃O₄ und bei ca. 1050°C in einen Mn₃O₄-Spinell (a₀ = 8.42) über, unter Beibehaltung einer parallelen Orientierung des Sauerstoffgitters.⁶⁾

¹⁾ 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 H₂O übernommen werden. Elektrochim. Acta 3. 1960. 127. — Eine Al-reiche Varietät der von α -MnO₂ ableitbaren Mineralien ist Ishiganeit (Kani & Tanaka, 1937); vgl. Y. Hariya, Am. Min. 48. 1963. 952.

²⁾ 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 b₀).

³⁾ 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. Zwickler & 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 $(\text{Ba, H}_2\text{O})_2\text{Mn}_5\text{O}_{10}$ Monoklin C_{2h}^3 — A 2/m
(Haidinger, 1827) $a_0 = 9.56$ $b_0 = 2.88$ $c_0 = 13.85^1$
 $a_0 : b_0 : c_0 = 3.319 : 1 : 4.809$
 $\beta = 92^\circ 30'$ $Z = 2$

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°C in Hollandit über^{1a)}.

¹⁾ 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 $a_0 = 8.25$, $b_0 = 13.40$, $c_0 = 2.86$.

^{1a)} M. Fleischer, *Am. Min.* **45**. 1960. 176.

3d) Ramsdellit-Reihe. Isotypie mit Groutit, α -MnOOH.

Ramsdellit γ - MnO_2 Rhombisch-dipyramidal D_{2h}^{16} — Pbnm
(Fleischer & Richmond, 1943) $a_0 = 4.53$ $b_0 = 9.27$ $c_0 = 2.87$
 $a_0 : b_0 : c_0 = 0.489 : 1 : 0.309$ $Z = 4^1$

Nsutit $(\text{Mn}^{+4}, \text{Mn}^{+2}) (\text{O, OH})_2$ Pulverdiagramm ähnlich Ramsdellit²⁾
(Zwickler, Meijer, Jaffe, 1962)

Ramsdellit tritt häufig in Pseudomorphosen nach Groutit auf^{1a)}, ganz analog Pyrolusit-Manganit.

Nsutit geht bei ca. 450°C in Pyrolusit β - MnO_2 , zwischen 550°–850°C in Bixbyit Mn_2O_3 , zwischen 950°–1100°C in Hausmannit Mn_3O_4 und > 1100°C in einen Mn_3O_4 -Spinell über²⁾. — Mit Nsutit identisch ist anscheinend **Yokosukait** (Kani & Tanaka, 1937)^{2a)}.

¹⁾ A. M. Byström, *Acta Chem. Scand.* **3**. 1949. 163 (Struktur, SR. **12**. 151). — H. Bode & A. Schmier, *Naturwiss.* **49**. 1962. 465 (Synthese von Ramsdellit).

^{1a)} M. Fleischer, W. E. Richmond & H. T. Evans, jr., *Am. Min.* **47**. 1962. 47.

²⁾ W. K. Zwickler, W. O. J. G. Meijer & H. W. Jaffe, *Am. Min.* **47**. 1962. 246.

^{2a)} Vgl. Y. Hariya, *Am. Min.* **48**. 1963. 952.

3e) Birnessit-Reihe.

Synthetisch δ -MnO₂¹⁾

Birnessit²⁾ (Ca, Mg, Ni, K)_{≤1}(Mn⁺⁴, Mn⁺²)(O, OH)₂
 (Jones & Milne, 1956)
 oder (Mn⁺⁴, (Mn⁺², Ca, Mg, Na, K))(O, OH)₂

¹⁾ W. Feitknecht & W. Marti, *Helv. Chim. Acta* **28**. 1945. 149. — H. F. McMurdie & E. Golovato, *J. Res. Nat. Bur. Stand.* **41**. 1948. 589.

²⁾ 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_{4h}¹⁴ — P 4₂/mm. Isotypie. Gegenüber Rutil sind Formel und c₀ verdreifacht.

Byströmit	MgSb ₂ O ₆	a ₀ = 4.68	c ₀ = 9.21 ¹⁾
(Mason & Vitaliano, 1950)		c ₀ /a ₀ = 1.968	Z = 2
Tripubyit	FeSb ₂ O ₆	a ₀ = 4.63	c ₀ = 9.14 ²⁾
(Hussak & Prior, 1987)		c ₀ /a ₀ = 1.975	Z = 2
Ordoñezit	ZnSb ₂ O ₆	a ₀ = 4.67	c ₀ = 9.24 ³⁾
(Switzer & Foshag, 1953)		c ₀ /a ₀ = 1.979	Z = 2
„ Mossit “	(Fe, Mn)(Nb, Ta) ₂ O ₆	a ₀ = 4.72	c ₀ = 9.14 ⁴⁾
(Brögger, 1897)		c ₀ /a ₀ = 1.936	Z = 2
Tapiolit	(Fe, Mn)(Ta, Nb) ₂ O ₆	a ₀ = 4.75	c ₀ = 9.26 ⁴⁾
(Nordenskiöld, 1863)		c ₀ /a ₀ = 1.950	Z = 2

Die gleiche Zusammensetzung wie Mossit und Tapiolit haben bekanntlich Niobit und Tantalit. Die Existenz von Mossit mit vorherrschendem Nb wird bezweifelt^{5, 6)}.

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 vor⁷⁾. Andere Autoren empfehlen die Bezeichnungen Niob-haltiger Rutil und Tantal-haltiger Rutil, da in beiden Fällen ein „Monorutilgitter“ vorliegen soll⁸⁾.

¹⁾ B. Mason & C. J. Vitaliano, *Am. Min.* **36**. 1951. 320; **37**. 1952. 53.

²⁾ B. Mason & C. J. Vitaliano, *Min. Mag.* **30**. 1953. 100.

³⁾ G. Switzer & W. F. Foshag, *Am. Min.* **39**. 1954. 346. — G. L. Clark & D. A. Reynolds, *Z. Krist.* **98**. 1938. 185 (Struktur von synthet. ZnSb₂O₆, SR. 8. 153).

⁴⁾ V. M. Goldschmidt, *Vidensk. Skr. Oslo, Mat.-Nat. Kl. I.* 1926. 17. — E. Tavora & F. Peixoto, *An. Acad. Brasil. Sci.* **23**. 1951. 449; a₀ = 4.752, c₀ = 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).

⁵⁾ W. T. Schaller, *US. Geol. Surv. Bull.* **509**. 1912. 1.

⁶⁾ R. W. Hutchinson, *Am. Min.* **40**. 1955. 432.

⁷⁾ B. H. Flinter, *Am. Min.* **44**. 1959. 620; **49**. 1964. 792 (im Original-Strüverit Ta > Nb).

⁸⁾ 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.

Selenolith	SeO ₂	Tetragonal D _{4h} ¹³ — P4 ₂ /mbc oder C _{4v} ⁸ — P4 ₂ cb
(Dana, 1892)		a ₀ = 8.37 c ₀ = 5.06 c ₀ /a ₀ = 0.605 Z = 8 ¹)
Anatas	TiO ₂	Ditetragonal-dipyramidal D _{4h} ¹⁹ — I4 ₁ /amd
(Haüy, 1801)		a ₀ = 3.74 [110] ₀ = 5.28 c ₀ = 9.39 c ₀ /a ₀ = 2.511 ²) Z = 4 c/a = 1.7771

Bei Anatas ist [110] der Elementarzelle gleich a [100] in morphologischer Aufstellung.

¹) Selenolith soll nach Groth monoklin sein; die obigen Angaben gelten für synthetisches SeO₂: J. D. McCullough, J. Am. Chem. Soc. **59**. 1937. 789.

²) 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, 1876¹) sowie zwischen Wolframit und Columbit (Gustav Rose, 1845²) ist auf der Basis der Strukturbestimmungen an Brookit (Pauling, 1928), Wolframit bzw. NiWO₄ (Keeling, 1957) und Columbit (Sturdivant, 1930) schließlich durch eine vergleichende Strukturbetrachtung (Laves & Mitarbeiter, 1963³) 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.

¹) A. Schrauf: Morphologische Studien an der Mineralspecies Brookit. — Sitzber. Akad. Wiss. Wien 1876; Ref. Z. Krist. **1**. 1877. 306.

²) Vergleichung der Kristallformen des Columbits und Wolfram. — Pogg. Ann. Phys. Chem. **64**. 1845. 171.

³) F. Laves, G. Bayer & A. Panagos: Strukturelle Beziehungen zwischen den Typen α-PbO₂, FeWO₄ (Wolframit) und FeNb₂O₆ (Columbit) und über die Polymorphie des FeNbO₄. — Schweiz. Min.-Petr. Mitt. **43**. 1963. 217 (Parker-Festschrift).

6.) Brookit-Tellurit. Rhombisch-dipyramidal, D_{2h}¹⁵-Pbca. Orientierung Kokscharow (1853); hier im Achsenverhältnis a verdoppelt.

Brookit	TiO ₂	a ₀ = 9.18 b ₀ = 5.45 c ₀ = 5.15 ¹)
(Lévy, 1825)		a ₀ :b ₀ :c ₀ = 1.684:1:0.944 Z = 8
Tellurit	TeO ₂	a ₀ = 11.77 b ₀ = 5.51 c ₀ = 5.60 ²)
(Nicol, 1849)		a ₀ :b ₀ :c ₀ = 2.136:1:1.016 Z = 8

¹) 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).

²) 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_{2h}⁴—P 2/c. Isotypie.

Ferberit	FeWO ₄	a ₀ = 4.71 b ₀ = 5.70 c ₀ = 4.94 ¹⁾	
(Breithaupt, 1863)		a ₀ :b ₀ :c ₀ = 0.826:1:0.867	β = 90° Z = 2
Wolframit	(Mn, Fe)WO ₄	a ₀ = 4.79 b ₀ = 5.74 c ₀ = 4.99 ¹⁾	
(Wallerius, 1747)		a ₀ :b ₀ :c ₀ = 0.834 ₅ :1:0.869	β = 90° 26' Z = 2
Hübnerit	MnWO ₄	a ₀ = 4.85 b ₀ = 5.77 c ₀ = 4.98 ¹⁾	
(Riotte, 1865)		a ₀ :b ₀ :c ₀ = 0.841:1:0.863	β = 90° 53' Z = 2
Sanmartinit	(Zn, Fe)WO ₄	a ₀ = 4.72 b ₀ = 5.75 c ₀ = 4.97 ²⁾	
(Angelelli & Gordon, 1948)		a ₀ :b ₀ :c ₀ = 0.821:1:0.864	β ~ 90° Z = 2

Mit Wolframit isotyp sind die synthetischen Verbindungen MgWO₄, ZnWO₄, CdWO₄, CoWO₄, NiWO₄^{2a)} ^{2b)} und Fe NbO₄^{1a)}.

Anhang:

Raspid	α-PbWO ₄	Monoklin-prismatisch C _{2h} ⁵ —P 2 ₁ /c
(Hlawatsch, 1897)		a ₀ = 5.58 b ₀ = 5.00 c ₀ = 13.64 ³⁾
		a ₀ :b ₀ :c ₀ = 1.116:1:2.728 β = 107° 33'

¹⁾ 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.

^{1a)} 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.

²⁾ V. Angelelli & S. G. Gordon, Not. Nat. Acad. Sci. Philadelphia 205. 1948. 7.

^{2a)} R. O. Keeling, Acta Cryst. 10. 1957. 209 (Struktur mit WO₆-Oktaedern für NiWO₄).

^{2b)} W. E. Sharp, Z. Krist. 114. 1960. 151 (CdWO₄).

³⁾ R. Shaw & G. F. Claringbull, Am. Min. 40. 1955. 933.

8.) Ixiolith-Wodginit.

Ixiolith	(Ta, Nb, Sn, Mn, Fe) ₂ O ₄	Rhombisch-dipyramidal D _{2h} ¹⁴ —Pbcn
(Nordenskiöld, 1857)		a ₀ = 4.75 b ₀ = 5.74 c ₀ = 5.16 ¹⁾
		a ₀ :b ₀ :c ₀ = 0.828:1:0.899 Z = 2
Wodginit	(Ta, Nb, Sn, Mn, Fe) ₂ O ₄	Monoklin C _{2h} ⁶ —C 2/c oder C _s ⁴ —Cc
(Nickel & al., 1963)		a ₀ = 9.52 b ₀ = 11.46 c ₀ = 5.11 ²⁾
		a ₀ :b ₀ :c ₀ = 0.831:1:0.446
		β = 91° 15' Z = 8

Ixiolith ist isotyp mit α-PbO₂^{1a)}, ReO₂, GaTaO₄ und FeNbO₄^{1b)}. Die Gitterkonstanten von synthet. ZrSnO₄, orthorhombisch, a₀ = 4.88, b₀ = 5.66, c₀ = 5.20^{1c)} weisen auf enge strukturelle Verwandtschaft, vielleicht Isotypie, hin.

¹⁾ 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.

^{1a)} A. I. Zaslavsky & S. S. Tolkacev, Z. Fis. Chim. USSR. 26. 1952. 743 (SR. 16. 224).

^{1b)} A. Magnéli, Acta Chem. Scand. 11. 1957. 28. — F. Laves, G. Bayer & A. Panagos, Schweiz. Min. Petr. Mitt. 43. 1963. 217.

^{1c)} J. Stöcker & R. Collongues, C. R. Acad. Sci. Paris 244. 1957. 83.

²⁾ 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.

Niobit	(Fe, Mn) (Nb, Ta) $_2O_6$	$a_0 = 14.27$ $b_0 = 5.74$ $c_0 = 5.09^{1)}$
	(Haidinger, 1845)	$a_0:b_0:c_0 = 2.486:1:0.887$
Tantalit	(Fe, Mn) (Ta, Nb) $_2O_6$	$a_0 - b_0 - c_0 -$
	(Ekeberg, 1802)	$a:b:c = 2.493:1:0.872^2)$
Magnesiumniobit**)	(Mg, Fe, Mn) (Nb, Ta, Ti) $_2O_6$	$a_0 = 14.17$ $b_0 = 5.65$ $c_0 = 5.02^3)$
		$a_0:b_0:c_0 = 2.508:1:0.888$
Manganoniobit	(Mn, Fe)Nb $_2O_6$	$a_0 = 14.42$ $b_0 = 5.78$ $c_0 = 5.09^4)$
	(Dana, 1892***)	$a_0:b_0:c_0 = 2.495:1:0.881$
Manganotantalit	(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. $Z = 4$.

Euxenit	(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)	$a_0:b_0:c_0 = 2.639:1:0.936$
Samarskit	(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)	
Yttrotantalit	(Y, Fe, U, Ce, Zr) (Ta, Nb, Ti, Sn) $_2O_6$	$a:b:c = 2.695:1:0.929^7)$
	(Ekeberg, 1802)	
Polykras	(Y, Ce, Ca, U, Th) (Ti, Nb, Ta) $_2(O, OH)_6$	Das Ti-Analogon zu Euxenit
	(Scheerer, 1844)	Morphologie ähnlich Yttrotantalit
Yttrokras	YT $_2O_5OH$	
	(Hidden & Warren, 1906)	
Synthetisch	YTiNb O_6	$a_0 = 14.65$ $b_0 = 5.59$ $c_0 = 5.22^8)$
		$a_0:b_0:c_0 = 2.621:1:0.934$
Fersmit	(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% UO₂ und 2.4% UO₃, sowie **Ishikawait** (Kimura, 1922), mit 22% UO₂. Es ist zu beachten, daß der U-Gehalt auf orientierte UO₂-Entmischungskörperchen zurückgehen kann¹⁰).

„**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. SiO₂ 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** $a_0 = 10.28^{12}$).

¹) 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. FeNb₂O₆: $a_0 = 14.02$, $b_0 = 5.63$, $c_0 = 5.00$).

²) 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. MgNb₂O₆: $a_0 = 14.24$, $b_0 = 5.68$, $c_0 = 5.03$; auch NiNb₂O₆, ZnNb₂O₆, ZnTa₂O₆, MnSb₂O₆ u. a.; SR. 9. 179).

⁴) K. Brandt, 1943, l. c. (für synthet. MnNb₂O₆ bzw. MnTa₂O₆).

⁵) 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: $a_0 = 14.62$, $b_0 = 5.59$, $c_0 = 5.23$).

⁶) Achsenverhältnis nach Dana (1876): 0.5456:1:0.5177, hier 3/2 b:a:c.

⁷) Achsenverhältnis nach Brögger (1906): 0.5566:1:0.5173, hier 3/2 b:a:c.

⁸) B. Beck, Naturwiss. 48. 1961. 24.

⁹) H. D. Hess & H. J. Trumppour, Am. Min. 44. 1959. 1. – A. I. Komkov, Zapiski Vses. Min. Obshch. 89. 1960. 455 ($a_0 = 14.99$, $b_0 = 5.74$, $c_0 = 5.22$).

¹⁰) 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.

¹¹) E. Tavora, Anais Acad. Brasil Cienc. 23. 1951. 128.

¹²) 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)₂O₆]
(Berzelius, 1824) Rhombisch-dipyramidal
 $a:b:c = 0.4681:1:0.7192$

Blomstrandin	(Y, Ce, Th, Ca, Na, U)[(Ti, Nb, Ta) ₂ O ₆]	
(Brögger, 1906)		Rhombisch-dipyramidal
(Priorit, Brögger, 1906)		a:b:c = 0.4746:1:0.6673
Aeschyinit	(Ce, Th, Ca . . .)[(Ti, Nb, Ta) ₂ O ₆]	
(Berzelius, 1828)		Rhombisch-dipyramidal
		a:b:c = 0.4867:1:0.6737
Brannerit	(U, Ca, Th, Y)[(Ti, Fe) ₂ O ₆]	
(Hess & Wells, 1920)		Monoklin
		a ₀ = 9.89 b ₀ = 3.70 c ₀ = 6.87 ^{2a)}
		β = 119° 10'
Synthetisch	U[Ti ₂ O ₆]	Monoklin-prismatisch C _{2h} ³ — C2/m
		a ₀ = 9.87 b ₀ = 3.76 c ₀ = 6.95 ²⁾
		a ₀ :b ₀ :c ₀ = 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 a₀ = 5.07¹⁾; manche Brannerite geben schwache Linien einer kristallinen Komponente von Pyrochlortypus mit a₀ = 5.39 oder 10.78 (Pabst 1954).

¹⁾ J. Lima-de-Faria, Min. Mag. **31**. 1958. 937.

²⁾ J. E. Petchett & E. W. Nuffield, Canad. Min. **6**. 1960. 483 (Pulveraufnahmen identisch mit erhitztem Brannerit).

^{2a)} 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.

Fergusonit	YNbO ₄	Tetragonal-dipyramidal C _{4h} ⁴ — I4 ₁ /a
(Haidinger, 1827)		a ₀ = 5.16 c ₀ = 10.89 c ₀ /a ₀ = 2.110 Z = 4 ¹⁾
Formanit	YTao ₄	Isotyp mit Fergusonit ²⁾
(Berman & Frondel, 1944)		

Risörit (Hauser, 1908) ist eine Varietät von Fergusonit mit ca. 6% TiO₂.

Anhang:

β-Fergusonit	YNbO ₄	Monoklin-prismatisch
(Gorshevskaya & al., 1961)		a ₀ = 5.05 b ₀ = 10.89 c ₀ = 5.27 ³⁾
		a ₀ :b ₀ :c ₀ = 0.464:1:0.484
		β = 94° 30' Z = 4
Synthetisch	YTao ₄	Monoklin-prismatisch C _{2h} ⁶ — I2/a
		a ₀ = 5.34 b ₀ = 10.94 c ₀ = 5.07 ⁴⁾
		a ₀ :b ₀ :c ₀ = 0.488:1:0.463
		β = 93° 18' Z = 4

Dimorph und isotyp mit Fergusonit- β -Fergusonit sind die synth. Verbindungen La-, Sm- und YNbO₄; nur die monokline Strukturvariante ist für Ce-, Nd-, Gd- und DyNbO₄, La-, Nd-, Sm-, Gd-, Dy- und YTaO₄ bekannt geworden; ScNbO₄ und ScTaO₄ haben Wolframitstruktur⁵⁾.

¹⁾ 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.

²⁾ 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).

³⁾ 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 ($a_0 = 5.12$, $b_0 = 10.89$, $c_0 = 5.20$, $\beta = 91^\circ 50'$).

⁴⁾ R. B. Ferguson, Canad. Min. **6**. 1957. 72.

⁵⁾ H. P. Rooksby & E. A. D. White, Acta Cryst. **16**. 1963. 888 (synthet. Niobate und Tantalate; tetragonales YNbO₄: $a_0 = 5.21$, $c_0 = 11.05$; monoklines YNbO₄: $a_0 = 5.30$, $b_0 = 10.96$, $c_0 = 5.08$, $\beta = 94^\circ 36'$).

12.) Stibioniobit-Reihe. Rhombisch-pyramidal, C_{2v}⁹ – Pbn 2₁. Isotypie.

Cervantit	Sb ₂ O ₄	$a_0 = 4.79$ $b_0 = 5.43$ $c_0 = 11.73^1)$
(Dana, 1850)		$a_0:b_0:c_0 = 0.882:1:2.160$ $Z = 4$
Stibioniobit*)	Sb(Nb, Ta)O ₄	$a_0 = 4.93$ $b_0 = 5.56$ $c_0 = 10.80^2)$
(Schaller, 1915)		$a_0:b_0:c_0 = 0.887:1:2.122$ $Z = 4$
Stibiotantalit	Sb(Ta, Nb)O ₄	$a_0 = 4.93$ $b_0 = 5.55$ $c_0 = 11.80^3)$
(Goyder, 1893)		$a_0:b_0:c_0 = 0.888:1:2.126$ $Z = 4$
Bismutotantalit	Bi(Ta, Nb)O ₄	$a_0 = 4.97$ $b_0 = 5.57$ $c_0 = 11.78^4)$
(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 BiNbO₄, BiTaO₄ und BiSbO₄ s. Aurivillius 1951⁴⁾.

*) Bei Schaller „Stibiocolumbit“.

¹⁾ W. Gründer, H. Pätzold & H. Strunz, N. Jb. Min. Mh. 1962. 93.

²⁾ R. S. Roth & J. L. Waring, Am. Min. **48**. 1963. 1348 (für synthet. SbNbO₄).

³⁾ K. Dählström, Z. anorg. Chem. **239**. 1938. 57. – R. S. Roth & J. L. Waring, 1963, l. c. (für synthet. SbTaO₄: $a_0 = 4.91$, $b_0 = 5.54$, $c_0 = 11.81$).

⁴⁾ 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.

Simpsonit	Ta ₃ Al ₄ (O ₁₃ OH)	Hexagonal-dipyramidal
(Bowley, 1938)		$a_0 = 7.39$ $c_0 = 4.52$ $c_0/a_0 = 0.612$ $Z = 1^1)$

Thoreaulith	Sn[(Ta, Nb) ₂ O ₇]	Monoklin-prismatisch C _{2h} ⁰ — C ₂ ₁ /c
(Buttgenbach, 1933)		a ₀ = 17.11 b ₀ = 4.85 c ₀ = 5.56 ²)
		a ₀ :b ₀ :c ₀ = 3.528:1:1.146
		β = 90°54' Z = 4

¹) P. F. Kerr & R. J. Holmes, Bull. Geol. Soc. Am. **56**. 1945. 479. — O. v. Knorring & G. Hornung, Min. Mag. **33**. 1963. 458 (Formel).

²) 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.

a) Baddeleyit	ZrO ₂	Monoklin-prismatisch, pseudokubisch
(Fletcher, 1892)		C _{2h} ⁵ — P ₂ ₁ /c
		a ₀ = 5.22 b ₀ = 5.27 c ₀ = 5.38 ¹)
		a ₀ :b ₀ :c ₀ = 0.991:1:1.021 β = 99°28'
		Z = 4

ZrO₂ ist polymorph; bei 1250 °C tetragonal, D_{4h}¹⁵ — P₄₂/nmc, a₀ = 3.64, c₀ = 5.27, c₀/a₀ = 1.448, Z = 2, isotyp mit rotem HgJ₂^{1a}); bei lang andauerndem Erhitzen auf mindestens 1900 °C hexagonal oder pseudo-hexagonal mit a₀ = 3.61, c₀ = 7.90^{1b}). — Die Baddeleyit-Modifikation kann bis ca. 10% SnO₂ aufnehmen; synthetisches ZrSnO₄ ist orthorhombisch mit a₀ = 4.88, b₀ = 5.66, c₀ = 5.20^{1c}) 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_h⁵ — Fm 3m. Z = 4.

Synthetisch	CeO ₂	a ₀ = 5.40 ²)
Cerianit	(Ce, Th)O ₂	a ₀ = 5.41 ³), 5.42 ^{3a})
(Graham, 1955)		
Thorianit	ThO ₂	a ₀ = 5.5997 ⁴)
(Dunstan, 1904)		
Uraninit	UO ₂	a ₀ = 5.4682 ⁴)
(Born, 1772*)		
Synthetisch	PbUO ₄	a ₀ = 5.60 ⁵) Z = 2

Die Gitterkonstanten von natürlichem Thorianit und Uraninit variieren in Abhängigkeit vom Verhältnis ThO₂:UO₂ (Thorianit 5.60–5.54; Uraninit 5.54–5.45)^{4a}).

Varietäten von Thorianit sind: **Aldanit** (Bespalov, 1941) von Ostsibirien mit 14.9–20.4% UO₃ und 11.2–11.5% PbO⁶); **Mozambikit** (Cotelo Neiva & Correia Neves, 1960), etwa (Th, SE, U)(O, OH)₂, a₀ = 5.70⁷).

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)^{4a)}. 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 Uraninit⁹⁾.

*) **Pechblende**, Born, 1772; „Uranites sulphuratus“, Klaproth, 1789; **Uranpecherz**, Patzier, 1805; „Uranin“, Haidinger, 1845; **Uraninit**, Dana, 1868.

¹⁾ K. Yardley, *Min. Mag.* **21**. 1926. 169. — J. D. McCullough & K. N. Trueblood, *Acta Cryst.* **12**. 1959. 507 (Struktur).

^{2a)} G. Teufer, *Acta Cryst.* **15**. 1962. 1187.

^{1b)} W. P. Davey, *Phys. Rev.* **27**. 1926. 798.

^{1c)} J. Stöcker & R. Collongues, *C. R. Acad. Sci. Paris* **244**. 1957. 83.

²⁾ V. M. Goldschmidt, F. Ulrich & T. Barth, *Geochem. Vert. Ges.* **IV**. 1925.

³⁾ C. Frondel & U. B. Marvin, *Am. Min.* **44**. 1959. 882.

^{3a)} A. R. Graham, *Am. Min.* **40**. 1955. 560.

⁴⁾ H. E. Swanson & R. K. Fuyat, *Nat. Bur. Stand.* **535**. Bd. 2. 1953. 53. — E. R. Berman, *Am. Min.* **40**. 1955. 925 u. a.

^{4a)} 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.

⁵⁾ C. Frondel & I. Barnes, *Acta Cryst.* **11**. 1958. 562.

⁶⁾ M. M. Bupalow, *Sowjet. Geol.* **6**. 1941. 105.

⁷⁾ J. M. Coteloneiva & J. M. Correia Neves, *Internat. Geol. Congr. Copenhagen* 1960.

⁸⁾ V. M. Goldschmidt & L. Thomassen, 1923, 1. c.

⁹⁾ 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.

Vanadinocker	V_2O_5	Erdiges, gelbliches Pulver
Synthetisch	V_2O_5	Rhombisch-dipyramidal D_{2h}^{13} — Pmmn
		$a_0 = 11.52 \quad b_0 = 4.37 \quad c_0 = 3.56^1)$
		$a_0 : b_0 : c_0 = 2.636 : 1 : 0.815 \quad Z = 2$

Duttonit (Thompson & al., 1956)	$\text{VO}(\text{OH})_2$	Monoklin-prismatisch C_{2h}^6 — I2/c $a_0 = 8.80$ $b_0 = 3.95$ $c_0 = 5.96^2$ $a_0:b_0:c_0 = 2.228:1:1.509$ $\beta = 90^\circ 40'$ $Z = 4$
Navajoit (Weeks, Thompson & Pecora, 1954)	$\text{V}_2\text{O}_5 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$	Monoklin $a_0 = 17.43$ $b_0 = 3.65$ $c_0 = 12.25^3$ $a_0:b_0:c_0 = 4.777:1:3.364$ $\beta = 97^\circ \pm 30'$ $Z = 6$
Häggit (Evans & Mrose, 1958)	$\text{V}^{3+}\text{V}^{4+}\text{O}_2(\text{OH})_3$	Monoklin-prismatisch C_{2h}^3 — C2/m $a_0 = 12.17$ $b_0 = 2.99$ $c_0 = 4.83^4$ $a_0:b_0:c_0 = 4.070:1:1.615$ $\beta = 98^\circ 15'$ $Z = 2$
Doloresit (Stern, Stieff & al., 1957)	$\text{V}_3^{4+}\text{O}_4(\text{OH})_4$	Monoklin-prismatisch C_{2h}^3 — C2/m $a_0 = 19.64$ $b_0 = 2.99$ $c_0 = 4.83^{4a}$ $a_0:b_0:c_0 = 6.569:1:1.615$ $\beta = 103^\circ 55'$ $Z = 2$
Nolanit (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 ₃ mc $a_0 = 5.85$ $c_0 = 9.29$ $c_0/a_0 = 1.588^5$
Simplexit (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 auftretend⁷), sind wahrscheinlich strukturell nahe Hydrargillit $\gamma\text{-Al}(\text{OH})_3$.

Alait (Nenadkevich, 1909), angeblich VO_2OH , 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 bekannt⁸). Hierher gehören möglicherweise weitere V-Verbindungen aus der Abteilung VIII. E (sofern deren Strukturen keine VO_4 -Tetraeder enthalten).

Tantalocker (Nordenskiöld, 1855), ist vielleicht Ta_2O_5 .

¹) 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).

²) H. T. Evans & M. E. Mrose, Acta Cryst. **11**. 1958. 56 (Struktur).

³) 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.

⁴) H. T. Evans & M. E. Mrose, Acta Cryst. **11**. 1958. 56; Am. Min. **45**. 1960. 1144 (Struktur).

- ^{4a}) 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.
⁵) 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).
⁶) M. E. Thompson, K. H. Roach & R. Meyrowitz, Science **123**. 1956. 1078; Am. Min. **43**. 1958. 16.
⁷) E. A. Ankinovich, Zapiski Vses. Min. Obshch. **88**. 1959. 157.
⁸) E. A. Ankinovich, Zapiski Vses. Min. Obshch. **91**. 1962. 307; **92**. 1963. 51.

2.) Oxide von Molybdän, Wolfram u. a.

Molybdit	MoO ₃ ¹⁾	Rhombisch-dipyramidal D _{2h} ¹⁶ —Pbnm
(Greg & Lettsom, 1858)		a ₀ = 3.95 b ₀ = 13.81 c ₀ = 3.69 ^{1a)}
(Molybdänocker)		a ₀ :b ₀ :c ₀ = 0.286:1:0.267 Z = 4
Synthetisch	α-WO ₃	Monoklin-pseudorhombisch, C _{2h} ⁵ —P2 ₁ /a
		a ₀ = 7.29 b ₀ = 7.49 c ₀ = 3.83 ²⁾
		a ₀ :b ₀ :c ₀ = 0.973:1:0.511
		β = 90°56' Z = 4
Synthetisch	WO ₃	Ditetragonal-dipyramidal
(bei 770 °C)		D _{4h} ⁷ —P4/nmm
		a ₀ = 5.25 [110] ₀ = 7.42 c ₀ = 3.915 ³⁾
Tungstit	WO ₂ (OH) ₂ ⁵⁾	Orthorhombisch
(Dana, 1868)		a:b:c = 0.6966:1:0.4026 (?)
(Wolframocker)		
Hydrotungstit	WO ₂ (OH) ₂ ·H ₂ O	Monoklin-prismatisch
(Kerr & Young, 1940)		a ₀ = 7.45 b ₀ = 6.92 c ₀ = 3.72 ⁴⁾
(Meymacit?)		a ₀ :b ₀ :c ₀ = 1.077:1:0.538
		β ~ 90° Z = 2

Ilsemannit (Höfer, 1871), Mo₃O₈ + aq. ± H₂SO₄, amorph, entspricht dem sogenannten blauen Molybdänoxid. Der bisherige **Thorotungstit**, 2W₂O₃·H₂O + (ThO₂, Ce₂O₃, ZrO₂) + H₂O, wahrscheinlich orthorhombisch, soll in Wirklichkeit **Ytrotungstit** (Beard, 1950) mit (Y...):(Ce...) = 3:1 sein⁵⁾.

¹⁾ F. Cech & P. Povondra, Acta Univ. Carol. Prag. Geol. **1**. 1963. 1.

^{1a)} 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).

²⁾ 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).

³⁾ 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 a₀ = 7.44, c₀ = 3.88, wobei das a₀ dem l[10]₀ der obigen Aufstellung entspricht.

⁴⁾ P. F. Kerr & F. Young, Am. Min. **29**. 1944. 192. — R. S. Mitchell, Am. Min. **43**. 1963. 935.

⁵⁾ 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

Sassolin (Karsten, 1800)	$B(OH)_3$	Triklin-pinakoidal $C_1^1 - P\bar{1}$ $a_0 = 7.04$ $b_0 = 7.05$ $c_0 = 6.58^1$ $a_0 : b_0 : c_0 = 0.999 : 1 : 0.933$ $\alpha = 92^\circ 35'$ $\beta = 101^\circ 10'$ $\gamma = 119^\circ 50'$ $Z = 4$
------------------------------------	-----------	--

¹⁾ W. H. Zachariasen, Z. Krist. **33**. 1934. 150, pseudohexagonale Blättchenebene ist c (001); Acta Cryst. **7**. 1954. 305 (Struktur).

2.) Hydrargillit-Bayerit-Gruppe.

Hydrargillit (Cleveland, 1822)	$\gamma-Al(OH)_3$	Monoklin-prismatisch $C_{2h}^5 - P2_1/n$ $a_0 = 8.64$ $b_0 = 5.07$ $c_0 = 9.72^1$
Gibbsit (Torrey, 1822)		$a_0 : b_0 : c_0 = 1.704 : 1 : 1.917$ $\beta = 94^\circ 34'$ $Z = 8$ Triklin $a_0 = 17.33$ $b_0 = 10.08$ $c_0 = 9.73$ $\alpha = 94^\circ 10'$ $\beta = 92^\circ 08'$ $\gamma = 90^\circ 00'^{1a}$
Bayerit (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 pseudo-hexagonal 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**³⁾.

Scarbroit (Vernon, 1829), $Al(OH)_3$ mit etwas Carbonat, bildet dünne Plättchen von etwa 1μ 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 $4 \times 12 Al(OH)_3 \cdot Al_2[CO_3]_3^4$.

¹⁾ H. D. Megaw, Z. Krist. **87**. 1934. 185 (Struktur, SB. 3. 38).

^{1a)} H. Saalfeld, N. Jb. Min. Abh. **95**. 1961. 1 (Strukturen von Hydrargillit, Entwässerungsmechanismus und Strukturen der Zwischenprodukte).

²⁾ K. Sasvari, Acta Geol. Acad. Sci. Hung. **4**. 1956. 123 (Struktur). — A. Unmack (1957) in H. Saalfeld, 1961, l. c. ($a_0 = 5.06$, $b_0 = 8.67$, $c_0 = 4.71$, $\beta = 90^\circ 07'$, $C_{2h}^3 - P2_1/a$).

³⁾ 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.

⁴⁾ 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.

Brucit	$Mg(OH)_2$	$a_0 = 3.13$	$c_0 = 4.74$	$c_0/a_0 = 1.514$	$Z = 1^1$
(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	$Ni(OH)_2$	$a_0 = 3.08$	$c_0 = 4.61$	$c_0/a_0 = 1.497$	$Z = 1^4$
Pyrochroit	$Mn(OH)_2$	$a_0 = 3.35$	$c_0 = 4.69$	$c_0/a_0 = 1.400$	$Z = 1^5$
(Igelström, 1864)		$\alpha = 84^\circ 26'$			
Portlandit	$Ca(OH)_2$	$a_0 = 3.59$	$c_0 = 4.90$	$c_0/a_0 = 1.365$	$Z = 1^6$
(Tilley, 1933)					

Nemalith (Nuttall, 1821), ist faseriger Brucit mit der Faserachse parallel der a-Achse oder senkrecht zur c-Achse^{1a}). **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 (Fronde!, 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 $5 Ni(OH)_2 \cdot 4 Al(OH)_3 \cdot 4 H_2O^8$.

¹) G. Aminoff, Geol. Fören. Förh. **41**. 1919. 407; Z. Krist. **56**. 1921. 506 (Struktur, SB. **1**. 161; 193). — Vgl. G. R. Levi & A. Ferrari, Rend. Acc. Lincei. **33**. 1921. 397. — ^{1a}) W. F. de Jong 1938 (SR. **8**. 139).

²) 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.

³) G. Natta & A. Reina, Rend. Acc. Lincei **4**. 1926. 48.

⁴) G. Natta, Rend. Acc. Lincei **2**. 1925. 495. — K. L. Williams, Am. Min. **45**. 1960. 1109 ($Ni(OH)_2$ als Mineral von Heazlewoodit).

⁵) G. Aminoff 1919, l. c. (Struktur, SB. **1**. 161; 195).

⁶) 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).

⁷) I. T. Kozlov & P. P. Levshov, Zapiski Vses. Obshch. **91**. 1962. 72.

⁸) 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, γ - MnO_2 .

Diaspor	α - $AlOOH$	$a_0 = 4.41$	$b_0 = 9.40$	$c_0 = 2.84^1$
(Haüy, 1801)		$a_0 : b_0 : c_0 = 0.469 : 1 : 0.302$	$Z = 4$	

Goethit (Lenz, 1806)	α -FeOOH	$a_0 = 4.65$ $b_0 = 10.02$ $c_0 = 3.04^2)$ $a_0:b_0:c_0 = 0.464:1:0.303$ $Z = 4$
Groutit (Gruner, 1945)	α -MnOOH	$a_0 = 4.58$ $b_0 = 10.76$ $c_0 = 2.89^3)$ $a_0:b_0:c_0 = 0.426:1:0.268$ $Z = 4$
Montroseit (Weeks, Cisney & Sherwood, 1950)	(V, Fe)OOH	$a_0 = 4.54$ $b_0 = 9.97$ $c_0 = 3.03^4)$ $a_0:b_0:c_0 = 0.455:1:0.304$ $Z = 4$
Paramontroseit (Evans & Mrose, 1955)	VO ₂	$a_0 = 4.89$ $b_0 = 9.39$ $c_0 = 2.93^5)$ $a_0:b_0:c_0 = 0.521:1:0.312$ $Z = 4$

Anhang:

Manganit (Haidinger, 1827)	γ -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 α -MnO₂.

Akaganéit (Nambu, 1961)	β -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.

Böhmit (Lapparent, 1927)	γ -AlOOH	$a_0 = 3.69$ $b_0 = 12.2$ $c_0 = 2.86^8)$ $a_0:b_0:c_0 = 0.300:1:0.234$ $Z = 4$
Lepidokrokit (Ullmann, 1813)	γ -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	γ -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.-% Mn₂O₃ und 2 Gew.-% Fe₂O₃.

Goethit (**Nadeleisenerz**) tritt häufiger auf als **Lepidokrokit** (**Rubinglimmer**) insbesondere auch in den mehr strahlig-derben Varietäten gelförmiger Entstehung mit adsorbiertem H₂O: **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 strahlig-derber Entwicklung von Nadeleisenerz ist c_0 die Faserrichtung (untersucht für braunen Glaskopf von Horbach und Xanthosiderit von Friedrichroda).

Heterogenit (Frenzel, 1872), CoOOH , Ditrigonale-skalenoedrisch $D_{3d}^3 - R\bar{3}m$, mit $a_0 = 2.85$, $c_0 = 13.13$ (für synthet. Kristalle)¹⁰ ist isotyp mit NaHF_2 . Nach Hey, 1962¹¹), 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), $(\text{Ca}, \text{Mn}^{2+})\text{Mn}^{3+}\text{O}_9 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ (?).

¹) 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).

²) 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).

³) R. L. Collin & W. H. Lipscomb, Acta Cryst. **2**. 1949. 104 (Struktur, SR. 12. 152).

⁴) 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).

⁵) H. T. Evans & M. E. Mrose, Am. Min. **40**. 1955. 861. — G. Andersson, Acta Chem. Scand. **10**. 1956. 623: synthet. 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.

⁶) 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).

⁷) A. L. Mackay, Min. Mag. **33**. 1962. 270; für synthet. Kristalle.

⁸) 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.

⁹) F. J. Ewing, J. Chem. Phys. **3**. 1935. 420 (Struktur, SB. 3. 66). — S. Goldsztaub 1935, l. c. — M. A. Peacock 1942, l. c.

^{9a}) W. O. Milligan & J. L. McAtee, J. Phys. Chem. **60**. 1956. 273 (Struktur von $\gamma\text{-AlOOH}$ und -ScOOH (SR. 20. 284).

¹⁰) Y. D. Kondrashev & N. N. Fedorova, Doklady Akad. Nauk. USSR. **94**. 1954. 229.

¹¹) 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 $C_{2h}^3 - C2/m$

$a_0 = 5.06$ $b_0 = 2.91$ $c_0 = 9.551$

$a_0 : b_0 : c_0 = 1.743 : 1 : 3.282$ $\beta = 100^\circ 30'$ $Z = 2$

Chalkophanit $\text{ZnMn}_3\text{O}_7 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ (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 $c/a = 3.527$ $\alpha = 44^\circ 55'$
Hydrocalumit $2\text{Ca}(\text{OH})_2 \cdot \text{Al}(\text{OH})_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ (Tilley, 1934)	Monoklin-sphenoidisch C_2^2 — $P2_1$ $a_0 = 9.6$ $b_0 = 11.4$ $c_0 = 16.87^3$ $a_0:b_0:c_0 = 0.842:1:1.480$ $\beta = 111^\circ$ $Z = 8$
Quenselit $\text{PbO} \cdot \text{MnOOH}$ (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: MnO_6 - und $(\text{Al}, \text{Li})(\text{OH})_6$ -Oktaederschichten im Lithiophorit, MnO_6 -Oktaederschichten und H_2O -Schichten mit zwischen beiden oktaedrisch koordiniertem Zn im Chalkophanit, MnO_6 -Oktaederschichten und $\text{Pb}(\text{OH})$ -Schichten im Quenselit. Chalkophanit, Hydrocalumit und Quenselit haben perfekte basale Spaltbarkeit.

¹) A. D. Wadsley, Acta Cryst. **5**. 1952. 676 (Struktur).

²) A. D. Wadsley, Acta Cryst. **8**. 1955. 165 (Struktur).

³) H. D. Megaw in C. E. Tilley, Min. Mag. **23**. 1934. 607.

⁴) A. Byström, Ark. Kem. Min. Geol. **19**. A. 1945. Nr. 5 (Struktur, SR. **10**. 119).

6.) Söhngeit-Stottit-Gruppe. Homöotypie.

Söhngeit $\text{Ga}(\text{OH})_3$ (Strunz, 1965)	Kubisch-disdodekaedrisch T_h^5 — Im 3 $a_0 = 7.47$ $Z = 8^1$
Djalindit $\text{In}(\text{OH})_3$ (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 $a_0 = 7.79$ $Z = 4^3$
Stottit $\text{FeGe}(\text{OH})_6$ (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 — $P4_2/n$ $a_0 = 8.02$ $c_0 = 7.88$ $c_0/a_0 = 0.983$ $Z = 4^5$

¹) H. Strunz, Naturwiss. **52**. 1965. 493.

²) 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).

³) 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.

⁴⁾ 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 $\text{FeGe}(\text{OH})_6$ — $\text{NaSb}(\text{OH})_6$).

⁵⁾ 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 pseudo-hexagonal nach $c[001]$ und vollkommen spaltbar nach der Basis. Der Schichtenbau wird dem von synthetischem UO_2F_2 und CaUO_4 (Zachariasen, Acta Cryst. **1**. 1948. 277. 281) entsprechen, mit 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.

Ianthinit	$[\text{UO}_2](\text{OH})_2$	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
		$a_0 = 7.15$ $b_0 = 11.52$ $c_0 = 30.3^{1a)}$
		$a_0:b_0:c_0 = 0.621:1:2.630$ $Z = 4$
Epianthinit (?)	$[\text{UO}_2](\text{OH})_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$	Orthorhombisch
(Schoep & Stradiot, 1947)		$a_0 = 7.17$ $b_0 = 11.46$ $c_0 = 15.20^2)$
		$a_0:b_0:c_0 = 0.626:1:1.311$ $Z = 8$
Masuyit	$[\text{UO}_2](\text{OH})_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$	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, $a_0 = 6.295$, $b_0 = 5.64$, $c_0 = 9.92$, $Z = 4^{1b)}$.

¹⁾ C. Bignand, Bull. Soc. Franç. Min. **78**. 1955. 1.

^{1a)} C. Guillemin & J. Protas, Bull. Soc. Franç. Min. Crist. **82**. 1959. 80.

^{1b)} 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.

²⁾ J. W.-Fronde! & F. Cuttitta, Am. Min. **39**. 1954. 1018. — Soll identisch mit Schoepit sein. — Guillemin & Protas, Bull. Soc. Franç. Min. Crist. **82**. 1959. 80.

³⁾ Vaes 1947; H. Brasseur, Bull. Soc. Sci. Liège **19**. 1950. 239. — J. W.-Fronde! (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 $6[\text{UO}_2](\text{OH})_2 \cdot \text{Ba}(\text{OH})_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ Rhombisch-dipyramidal D_{2h}^5 -Pmma
(Vaes, 1947) $a_0 = 14.25$ $b_0 = 12.04$ $c_0 = 15.06^2$
 $a_0:b_0:c_0 = 1.184:1:1.251$ $Z = 4$

Anhang:

Wälsendorfit $2[\text{UO}_2](\text{OH})_2 \cdot \text{PbO}$ Orthorhombisch
(Protas, 1957) $a_0 = 13.99$ $b_0 = 11.95$ $c_0 = 7.02^3$
 $a_0:b_0:c_0 = 1.171:1:0.587$ $Z = 6$

¹⁾ 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).

²⁾ 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), $a_0 = 7.12$, $b_0 = 12.10$, $c_0 = 15.12$.

³⁾ 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 $8[\text{UO}_2](\text{OH})_2 \cdot \text{Pb}(\text{OH})_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ Orthorhombisch
(Vaes, 1947) $a_0 = 14.12$ $b_0 = 16.80$ $c_0 = 14.72^2$
 $a_0:b_0:c_0 = 0.840:1:0.876$ $Z = 4$

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, $a_0 = 6.86$, $b_0 = 4.27$, $c_0 = 10.19^{1a}$.

¹⁾ 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.

^{1a)} W. H. Zachariasen in J. J. Katz & E. Rabinowitch, The chemistry of Uranium. New York 1951.

²⁾ 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.

³⁾ 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.

Vandenbrandeit	$[\text{UO}_2](\text{OH})_2 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$	
(Schoep, 1932)		Triklin-pinakoidal $C_1 - P\bar{1}$
		$a_0 = 7.86 \quad b_0 = 5.44 \quad c_0 = 6.10^1$
		$a_0 : b_0 : c_0 = 1.445 : 1 : 1.121$
		$\alpha = 91^\circ 52' \quad \beta = 102^\circ 00' \quad \gamma = 89^\circ 37'$
		$Z = 2$
Clarkeit	$\text{Na}_2\text{U}_2\text{O}_7$	Optisch zweiachsig ²⁾
(Ross, Henderson & Posnjak, 1931)		
Curit	$3\text{PbO} \cdot 8\text{UO}_3 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	Orthorhombisch $\text{Pna}2_1$ oder 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 orthorhombisch⁴⁾. **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 Curit⁵⁾; „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.

¹⁾ J. H. Milne & E. W. Nuffield, Am. Min. **36**. 1951. 394.

²⁾ Vgl. J. W. Gruner, Am. Min. **39**. 1954. 836.

³⁾ 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.

⁴⁾ R. Berman, Am. Min. **42**. 1957. 905 (d-Werte).

⁵⁾ Vgl. C. Frondel, Am. Min. **41**. 1956. 539.

G.) Arsenite, Selenite, Tellurite und Jodate

(Wahrscheinlich mit pyramidalen Baugruppen AsO_3 , SeO_3 , TeO_3 , JO_3)

1.) Arsenite.

Reinerit	$\text{Zn}_3[\text{AsO}_3]_2$	Rhombisch-dipyramidal $D_{2h}^9 - \text{Pbam}$
(Geier & Weber, 1958)		$a_0 = 6.09 \quad b_0 = 14.40 \quad c_0 = 7.80$
		$a_0 : b_0 : c_0 = 0.423 : 1 : 0.542 \quad Z = 4^1$
Armangit	$\text{Mn}_3[\text{AsO}_3]_2$	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 $C_s^2 - \text{Pn}$
(Flink, 1920)		$a_0 = 7.26 \quad b_0 = 6.81 \quad c_0 = 11.09^3)$
		$a_0 : b_0 : c_0 = 1.066 : 1 : 1.631$
		$\beta = 91^\circ 49' \quad Z = 2$
Magnussonit	$(\text{Mn}, \text{Mg}, \text{Cu})_5[(\text{OH}, \text{Cl}) (\text{AsO}_3)_3]$	Kubisch
(Gabrielson, 1956)		$a_0 = 16.05 \quad Z = 16^4)$
Finnemanit	$\text{Pb}_5[\text{Cl} (\text{AsO}_3)_3]$	Hexagonal-pyramidal $C_6^6 - \text{P}6_3$
(Aminoff, 1923)		$a_0 = 10.23 \quad c_0 = 6.98 \quad c_0/a_0 = 0.682^5) \quad Z = 2$
Die Raumgruppe von Armangit ist $C_{3v}^5 - \text{R}3\text{m}, D_3^7 - \text{R}32$ oder $D_{3d}^3 - \text{R}3\text{m}$.		

¹⁾ B. H. Geier & K. Weber, N. Jb. Min. Mh. 1958. 160.

²⁾ G. Aminoff, Svensk. Vetensk. Handl. 11. 1933. 19.

³⁾ C. W. Wolfe & C. Frondel (1946) in Dana 2. 1951. 1032.

⁴⁾ O. Gabrielson, Ark. Min. Geol. 2. 1956. 133.

⁵⁾ 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 isotyp²⁾).

Chalkomenit	$\text{Cu}[\text{SeO}_3] \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	Rhombisch-disphenoidisch $D_2^4 - \text{P}2_12_12_1$
(Des Cloizeaux & Damour, 1881)		$a_0 = 6.66 \quad b_0 = 9.12 \quad c_0 = 7.37^1)$
		$a_0 : b_0 : c_0 = 0.730 : 1 : 0.808 \quad Z = 4$
Teineit	$\text{Cu}[\text{TeO}_3] \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	Rhombisch-disphenoidisch $D_2^4 - \text{P}2_12_12_1$
(Yoshimura, 1939)		$a_0 = 6.63 \quad b_0 = 9.61_5 \quad c_0 = 7.43^2)$
		$a_0 : b_0 : c_0 = 0.690 : 1 : 0.773 \quad Z = 4$
Ahlfeldit	$\text{Ni}[\text{SeO}_3] \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	Monoklin oder Triklin ³⁾
(Herzenberg, 1935)		
Cobaltomenit	$\text{Co}[\text{SeO}_3] \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	Isotyp und mischbar mit Ahlfeldit ³⁾
(Bertrand, 1882)		
Emmonsit	$\text{Fe}_2[\text{TeO}_3]_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	Monoklin oder orthorhombisch ⁴⁾
(Hillebrand, 1885)		
Mackayit	$\text{Fe}_2[\text{TeO}_3]_3 \cdot x\text{H}_2\text{O}$	Ditetragonal-dipyramidal $D_{4h}^{20} - \text{I}4_1/\text{acd}$
(Frondel & Pough, 1944)		$a_0 = 11.72 \quad c_0 = 14.98 \quad c_0/a_0 = 1.278^5)$

Molybdomenit (Bertrand, 1882) ist $\text{Pb}[\text{SeO}_3]$, monoklin, $a_0 = 6.86, \quad b_0 = 5.48, \quad c_0 = 4.50, \quad \beta = 112^\circ 45' 6)$.

Synthetisches $\text{Zn}[\text{SeO}_3] \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ist monoklin, $C_{2h}^5 - \text{P}2_1/\text{n}, \quad a_0 = 6.45, \quad b_0 = 8.80, \quad c_0 = 7.65, \quad \beta = 82^\circ, \quad Z = 4^7)$.

¹⁾ H. Berman in Ch. Palache, Am. Min. 22. 1937. 790; 1123. — G. Gattow, Acta Cryst. 11. 1958. 377: $a_0 = 6.67, \quad b_0 = 9.19, \quad c_0 = 7.38$ (Struktur).

²⁾ A. Zemann & J. Zemann, Beiträge Min. Petr. 7. 1960. 436. — Acta Cryst. 15. 1962. 698 (Struktur).

³⁾ G. Gattow & O. J. Lieder, Naturwiss. 50. 1963. 222.

⁴⁾ W. H. Schaller in Hillebrand, Am. J. Sci. 18. 1904. 433.

⁵⁾ C. Frondel & F. H. Pough, Am. Min. 29. 1944. 211.

⁶⁾ J. A. Mandarino, Canad. Min. 8. 1965. 149.

⁷⁾ V. F. Gladkova & J. D. Kondrashev, Acta Cryst. 16. 1963. A 31.

3.) Jodate.

Lautarit (Dietze, 1891)	$\text{Ca}[\text{JO}_3]_2$	Monoklin-prismatisch $C_{2h}^5 - P2_1/n$ $a_0 = 7.19$ $b_0 = 11.40$ $c_0 = 7.33^1$ $a_0:b_0:c_0 = 0.631:1:0.643$ $\beta = 106^\circ 22'$ $Z = 4$
Dietzeit (Osann, 1894)	$\text{Ca}_2[\text{CrO}_4 (\text{JO}_3)_2]$	Monoklin-prismatisch $C_{2h}^5 - P2_1/c (?)$ $a_0 = 10.18$ $b_0 = 7.31$ $c_0 = 14.06^1$ $a_0:b_0:c_0 = 1.393:1:1.923$ $\beta = 106^\circ 32'$ $Z = 4$
Schwartzem- bergit (Dana, 1868)	$\text{Pb}_3[\text{Cl}_3\text{O}_3 \text{JO}_3]$	Orthorhombisch-pseudotetragonal $c/a = 0.430$
Salesit (Palache & Jarrell, 1939)	$\text{Cu}[\text{OH} \text{JO}_3]$	Rhombisch-dipyramidal $D_{2h}^{16} - Pmcn$ $a_0 = 6.71$ $b_0 = 4.79$ $c_0 = 10.79^2$ $a_0:b_0:c_0 = 1.401:1:2.253$ $Z = 4$
Bellingerit (Berman & Wolfe, 1940)	$\text{Cu}_3[\text{JO}_3]_6 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$	Triklin-pinakoidal $C_i^1 - P\bar{1}$ $a_0 = 7.23$ $b_0 = 7.84$ $c_0 = 7.94^3$ $a_0:b_0:c_0 = 0.922:1:1.013$ $\alpha = 105^\circ 06'$ $\beta = 96^\circ 57\frac{1}{2}'$ $\gamma = 92^\circ 55'$ $Z = 1$

¹⁾ B. Goßner & F. Mußgnug, Z. Krist. 75. 1930. 410.

²⁾ W. E. Richmond in Ch. Palache & O. W. Jarrell, Am. Min. 24. 1939. 388. - S. Ghose, Acta Cryst. 15. 1962. 1105 (Struktur).

³⁾ H. Berman & C. W. Wolfe, Am. Min. 25. 1940. 505.

v.

Klasse der Nitrate, Carbonate, Borate

Übersicht

Va. Nitrate

- | | |
|------------------------|--|
| 1.) Nitronatrit-Gruppe | 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 | CaCO_3 . |
| 3.) Dolomit-Reihe | $\text{CaMg}[\text{CO}_3]_2$. |
| 4.) Aragonit-Reihe | CaCO_3 . |
| 5.) Eitelit-Sahamalith-Gruppe | $\text{Na}_2\text{Mg}[\text{CO}_3]_2$,
$(\text{Ce}, \text{La}, \text{Nd})_2(\text{Mg}, \text{Fe})[\text{CO}_3]_4$. |

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 BO_3 -Komplexe ohne fremde Anionen

- 1.) Jeremejewit-Kotoit-Gruppe $\text{Al}[\text{BO}_3]$, $\text{Mg}_3[\text{BO}_3]_2$
 2.) InBO_3 -CaSn $[\text{BO}_3]_2$ -La BO_3 -Gruppe

Planare 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 SoroborateVerknüpfung 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 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.

Nitronatrit	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)		$a'_{\text{rh}} = 6.33 \quad \alpha' = 47^\circ 15' \quad Z = 2^1$
Nitrokalit	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)		$a_0 : b_0 : c_0 = 0.591 : 1 : 0.703 \quad Z = 4$
Nitrammit	NH_4NO_3 —IV	Rhombisch-dipyramidal D_{2h}^{13} — $Pmnm$
(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 NH_4NO_3 kennt man synthetisch fünf Modifikationen⁴⁾: M—I (oberhalb 125°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°C) ist ebenfalls orthorhombisch, M—V (unterhalb -18°C) ist tetragonal; eine weitere Umwandlung vollzieht sich bei -60°C .

¹⁾ R. W. G. Wyckoff, Phys. Rev. **16**. 1920. 149, für künstliche Kristalle. — (Vgl. SR. **11**. 360, 361).

²⁾ 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).

³⁾ 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.

⁴⁾ 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 2₁3)
(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.

¹⁾ 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 2₁/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 2₁2₁2₁
(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) $a:b:c = 1.5258:1:0.7514$ $\beta = 102^\circ 55'4$

¹⁾ W. Nowacki & R. Scheidegger, Acta Cryst. **3**. 1950. 472. — Helv. chim. Acta **35**. 1952. 375 (Struktur). — H. R. Oswald, Z. Krist. **116**. 1961. 210.

²⁾ K. Kohler, Z. Krist. **106**. 1955. 474. — J. Toussaint, Soc. Geol. Belg. Ann. **79**. 1956. B. 233. — H. R. Oswald, 1961, l. c.

³⁾ A. Schoep, W. Borchert & K. Kohler, Bull. Soc. Franç. Min. **78**. 1955. 83.

⁴⁾ A. Osann, Z. Krist. **23**. 1894. 584.

Vb. Carbonate

A.) Wasserfreie Carbonate ohne fremde Anionen

1.) Nahcolith-Kalicinit-Gruppe.

Nahcolith (Bannister, 1928)	NaHCO_3	Monoklin-prismatisch C_{2h}^5 — $P2_1/n$ $a_0 = 7.53$ $b_0 = 9.72$ $c_0 = 3.54^1)$ $a_0:b_0:c_0 = 0.775:1:0.364$ $\beta = 93^\circ 19'$ $Z = 4$
Kalicinit (Pisani, 1865)	KHCO_3	Monoklin-prismatisch C_{2h}^5 — $P2_1/a$ $a_0 = 15.04$ $b_0 = 5.70$ $c_0 = 3.69^2)$ $a_0:b_0:c_0 = 2.639:1:0.647$ $\beta = 103^\circ 25'$ $Z = 4$
Teschemacherit (Dana, 1868)	NH_4HCO_3	Rhombisch-dipyramidal D_{2h}^{10} — $Pccn$ $a_0 = 7.30$ $b_0 = 10.81$ $c_0 = 8.78^3)$ $a_0:b_0:c_0 = 0.675:1:0.812$ $Z = 8$
Wegscheiderit (Fahey & Yorks, 1961)	$\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 3 \text{NaHCO}_3$	Triklin-pedial C_1^1 — $P1$ $a_0 = 10.04$ $b_0 = 15.56$ $c_0 = 3.47$ $a_0:b_0:c_0 = 0.645:1:0.223$ $\alpha = 91^\circ 55'$ $\beta = 95^\circ 49'$ $\gamma = 108^\circ 40'$ $Z = 2^4)$

¹⁾ 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: $P2_1/c$, $a_0 = 3.51$, $b_0 = 9.71$, $c_0 = 8.05$, $\beta = 111^\circ 51'$).

²⁾ 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.

³⁾ R. C. L. Mooney, Phys. Rev. **39**. 1932. 861, für künstliche Kristalle.

⁴⁾ 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 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.

Magnesit (Karsten, 1808) (Bitterspat)	$MgCO_3$	$a_{rh} = 5.85$ $a'_{rh} = 5.62$	$\alpha = 103^\circ 20'$ $\alpha' = 48^\circ 10'$	$Z = 4^1)$ $Z = 2$
Smithsonit (Beudant, 1832) (Zinkspat)	$ZnCO_3$	$a_{rh} = 5.88$ $a'_{rh} = 5.63$	$\alpha = 103^\circ 30'$ $\alpha' = 48^\circ 20'$	$Z = 4^2)$ $Z = 2$
Sphaerokobaltit (Weisbach, 1877) (Kobaltspat)	$CoCO_3$	$a_{rh} = 5.92$ $a'_{rh} = 5.72$	$\alpha = 103^\circ 22'$ $\alpha' = 48^\circ 14'$	$Z = 4^3)$ $Z = 2$
Siderit (Haidinger, 1845) (Eisenspat)	$FeCO_3$	$a_{rh} = 6.03$ $a'_{rh} = 5.83$	$\alpha = 103^\circ 05'$ $\alpha' = 47^\circ 45'$	$Z = 4^4)$ $Z = 2$
Rhodochrosit (Hausmann, 1813) (Manganspat)	$MnCO_3$	$a_{rh} = 6.02$ $a'_{rh} = 5.85$	$\alpha = 102^\circ 50'$ $\alpha' = 47^\circ 46'$	$Z = 4^5)$ $Z = 2$
Otavit (Schneider, 1906) (Cadmiumspat)	$CdCO_3$	$a_{rh} = 6.31$ $a'_{rh} = 6.12$	$\alpha = 102^\circ 30'$ $\alpha' = 47^\circ 24'$	$Z = 4$ $Z = 2^6)$
Calcit (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:

Vaterit (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 MgCO_3 und CaCO_3 angeblich in kolloidalem Zustand.

NiCO_3 ist nur synthetisch bekannt, $a'_{\text{rh}} = 5.55$, $\alpha' = 48^\circ 43' 9$).

¹⁾ 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.

²⁾ 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.

³⁾ A. Ferrari & C. Colla, Rend. Acc. Lincei. **10**. 1929. 594. — M. Baccaredda, Rend. Acc. Lincei. **16**. 1932. 248. — D. L. Graf, 1961, l. c.

⁴⁾ R. W. G. Wyckoff, Am. J. Sci. **50**. 1920. 317. — K. Schoklitsch, 1935, l. c. — D. L. Graf, 1961, l. c.

⁵⁾ R. W. G. Wyckoff 1920. — V. M. Goldschmidt & H. Hauptmann 1932. — D. L. Graf, 1961, l. c.

⁶⁾ 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.

⁷⁾ 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°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).

⁸⁾ 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).

⁹⁾ 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.

Dolomit	$\text{CaMg}[\text{CO}_3]_2$	$a_{\text{rh}} = 6.19$	$\alpha = 102^\circ 50'$	$Z = 2^1$
(Saussure, 1792)		$a'_{\text{rh}} = 6.01$	$\alpha' = 47^\circ 30'$	$Z = 1$
Ankerit	$\text{CaFe}[\text{CO}_3]_2$	$a_{\text{rh}} = 6.19$	$\alpha = 102^\circ 31'$	$Z = 2^1$
(Haidinger, 1825)		$a'_{\text{rh}} = 6.06$	$\alpha' = 46^\circ 58'$	$Z = 1$
Kutnahorit	$\text{CaMn}[\text{CO}_3]_2$	$a'_{\text{rh}} = 6.12$	$\alpha' = 46^\circ 38'$	$Z = 1$
(Bukovsky, 1901)		$a_0 = 4.85$	$c_0 = 16.34$	$Z = 3^2$
Norsethit	$\text{BaMg}[\text{CO}_3]_2$	$a'_{\text{rh}} = 6.29$	$\alpha' = 47^\circ 02'$	$Z = 1$
(Milton & al., 1959)		$a_0 = 5.02$	$c_0 = 16.75$	$Z = 3^3$

Anhang:

Benstonit	$\text{Ba}_6\text{Ca}_7[\text{CO}_3]_{113}$	$C_3^4 - R3 (C_{3i}^2 - R\bar{3}?)$		
(Lippmann, 1961)		$a_0 = 18.28$	$c_0 = 8.67^4$	$Z = 3$
Huntit	$\text{CaMg}_3[\text{CO}_3]_4$	Trigonal-trapezoedrisch $D_3^- - R32$		
(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.^{1c)} Von Tsumeb sind **Zn-Dolomite** mit Zn CO₃ bis 21.65%^{1a)} und **Pb-Dolomite** mit PbCO₃ bis 2.26%^{1b)} bekannt geworden. „**Gel-Dolomit**“ soll amorph sein.

¹⁾ 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).

^{1a)} B. H. Geier (Tsumeb), priv. Mitt. 1957.

^{1b)} C. S. Hurlbut, Am. Min. **42**. 1957. 798.

^{1c)} 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).

²⁾ C. Frondel & L. H. Bauer, Am. Min. **40**. 1955. 748.

³⁾ Ch. Milton, M. E. Mrose, E. C. T. Chao & J. J. Fahey, Bull. Geol. Soc. Am. **70**. 1959. 1646.

⁴⁾ F. Lippmann, Am. Min. **47**. 1962. 585.

⁵⁾ D. L. Graf & W. F. Bradley, Acta Cryst. **15**. 1962. 238.

4.) Aragonit-Reihe. Rhombisch-dipyramidal, D_{2h}^{16} — Pmcn. $Z = 4$.

Isotypie.

Aragonit (Werner, 1796)	CaCO ₃	$a_0 = 4.95$ $b_0 = 7.96$ $c_0 = 5.73^1)$ $a_0 : b_0 : c_0 = 0.622 : 1 : 0.720$
Strontianit (Sulzer, 1790)	SrCO ₃	$a_0 = 5.13$ $b_0 = 8.42$ $c_0 = 6.09^2)$ $a_0 : b_0 : c_0 = 0.609 : 1 : 0.723$
Witherit (Werner, 1789)	BaCO ₃	$a_0 = 5.26$ $b_0 = 8.85$ $c_0 = 6.55^3)$ $a_0 : b_0 : c_0 = 0.594 : 1 : 0.740$
Cerussit (Haidinger, 1845)	PbCO ₃	$a_0 = 5.15$ $b_0 = 8.47$ $c_0 = 6.11^4)$ $a_0 : b_0 : c_0 = 0.608 : 1 : 0.721$

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:

Barytocalcit (Brooke, 1824)	BaCa[CO ₃] ₂	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 Barytocalcit erinnern an die Struktur von KClO_3 mit verdoppelter Gitterkonstante a_0 (Strukturbericht 2. 394).

¹⁾ 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).

²⁾ T. A. Wilson, Phys. Rev. **31**. 1928. 305, für künstliche Kristalle.

³⁾ T. A. Wilson 1928, l. c. — Vgl. M. Y. Colby & L. J. B. LaCoste, Z. Krist. **90**. 1953. 1 (Struktur).

⁴⁾ 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.

⁵⁾ B. Goßner & F. Mußgnug, Zbl. Min. 1930. 321.

⁶⁾ W. Siegl, Z. Krist. **99**. 1938. 95.

⁷⁾ R. F. Pharr, Am. Min. **46**. 1961. 189.

⁸⁾ B. Goßner & F. Mußgnug, 1930, l. c. 220.

^{8a)} K.-F. Alm, Svensk. Vet. Akad., Ark. Min. Geol. **2**. 1958. 399 (Struktur).

5.) Eitelit-Sahamalith-Gruppe.

Eitelit	$\text{Na}_2\text{Mg}[\text{CO}_3]_2$	Hexagonal ¹⁾
(Milton & al., 1955)		$a_0 = 4.96 \quad c_0 = 16.5 \quad c_0/a_0 = 3.327^{1a)}$
Nyerereit	$\text{Na}_2\text{Ca}[\text{CO}_3]_2$	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 ³⁾
Shortit	$\text{Na}_2\text{Ca}_2[\text{CO}_3]_3$	Rhombisch-pyramidal $C_{2v}^{14} — C2mm$
(Fahey, 1939)		$a_0 = 7.11 \quad b_0 = 10.99 \quad c_0 = 4.99^4)$ $a_0:b_0:c_0 = 0.647:1:0.454 \quad Z = 2$
Sahamalith	$(\text{Ce}, \text{La}, \text{Nd})_2(\text{Mg}, \text{Fe})[\text{CO}_3]_4$	Monoklin-prismatisch $C_{2h}^5 — P2_1/a$
(Jaffe, Meyrowitz & Evans, 1953)		$a_0 = 5.92 \quad b_0 = 16.21 \quad c_0 = 4.63^5)$ $a_0:b_0:c_0 = 0.365:1:0.286$ $\beta = 106^\circ 45' \quad Z = 2$
Burbankit	$\text{Na}_2(\text{Ca}, \text{Sr}, \text{Ba}, \text{Ce}, \text{La})_4[\text{CO}_3]_5$	Dihexagonal-dipyramidal
(Pecora & Kerr, 1953)		$D_{6h}^4 — P6_3/mmc$ $a_0 = 10.53 \quad c_0 = 6.47^6)$ $c_0/a_0 = 0.614 \quad Z = 2$
Carbocernait	$(\text{Ca}, \text{Na}, \text{La}, \text{Ce})[\text{CO}_3]$	Orthorhombisch (pseudohexagonal?)
(Bulakh & al., 1961)		$a_0 = 5.21 \quad b_0 = 7.28 \quad c_0 = 6.40$ $a_0:b_0:c_0 = 0.716:1:0.879 \quad Z = 4^7)$

¹⁾ C. Milton, J. M. Axelrod & F. S. Grimaldi, Am. Min. **40**. 1955. 326.

^{1a)} W. Eitel & W. Skaliks, Z. anorg. Chem. **183**. 1929. 263 (für synthet. Kristalle).

²⁾ C. Milton & B. Ingram, IMA, 1963 (Symmetrie und Gitterkonstanten nach W. Eitel & W. Skaliks, 1929, für synthet. Kristalle).

³⁾ 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. Skaliks, 1929).

- ⁴) W. E. Richmond, Am. Min. **26**. 1941. 629. — F. E. Wickman, Ark. Min. Geol. **1**. 1949. 95 (Struktur, SR. **12**. 241).
⁵) H. W. Jaffe, R. Meyrowitz & H. T. Evans, Am. Min. **33**. 1953. 741.
⁶) W. T. Pecora & J. H. Kerr, Am. Min. **33**. 1953. 1169.
⁷) 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.

Azurit (Beudant, 1824)	$\text{Cu}_3[\text{OH} \text{CO}_3]_2$	Monoklin-prismatisch C_{2h}^{15} — $\text{P}2_1/c$ $a_0 = 4.97$ $b_0 = 5.84$ $c_0 = 10.29^1$ $a_0:b_0:c_0 = 0.851:1:1.762$ $\beta = 92^\circ 24'$ $Z = 2$
Malachit (Plinius, 77 n. Chr.)	$\text{Cu}_2[(\text{OH})_2 \text{CO}_3]$	Monoklin-prismatisch C_{2h}^{15} — $\text{P}2_1/a$ $a_0 = 9.48$ $b_0 = 12.03$ $c_0 = 3.21^2$ $a_0:b_0:c_0 = 0.788:1:0.267$ $\beta = 98 \pm 1/2^\circ$ $Z = 4$
Rosasit (Lovisato, 1908)	$(\text{Zn}, \text{Cu})_2[(\text{OH})_2 \text{CO}_3]$	Monoklin $a_0 = 9.42$ $b_0 = 12.27$ $c_0 = 3.36^3$ $a_0:b_0:c_0 = 0.768:1:0.274$ $\beta = ?$ $Z = 4$
Hydrozinkit (Kenngott, 1853) (Zinkblüte)	$\text{Zn}_5[(\text{OH})_3 \text{CO}_3]_2$	Monoklin-prismatisch C_{2h}^3 — $\text{C}2/m$ $a_0 = 13.48$ $b_0 = 6.32$ $c_0 = 5.37^4$ $a_0:b_0:c_0 = 2.133:1:0.850$ $\beta = 95^\circ 30'$ $Z = 2$
Aurichalcit (Böttger, 1839) (Messingblüte)	$(\text{Zn}, \text{Cu})_5[(\text{OH})_3 \text{CO}_3]_2$	Orthorhombisch B-zentriert $a_0 = 27,84(?)$ $b_0 = 6.41(?)$ $c_0 = 5.25^5$ $a_0:b_0:c_0 = 4.343:1:0.819$ $Z = 4$
Loseyit (Bauer & Berman, 1929)	$(\text{Mn}, \text{Zn})_7[(\text{OH})_5 \text{CO}_3]_2$	Monoklin-prismatisch 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).

¹) H. Brasseur, Z. Krist. **82**. 1932. 195. — G. Gattow & J. Zemmann, Acta Cryst. **11**. 1958. 866.

²) 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.

³) C. Lauro, Per. Min. Ital. **9**. 1938. 105. — H. Strunz, Fortschr. Min. **37**. 1959. 87.

⁴) L. S. Ramsdell, Am. Min. **32**. 1947. 207. — S. Ghose, Acta Cryst. **17**. 1964. 1051 (Struktur).

⁵) C. Frondel & C. W. Wolfe 1947 (in Dana **2**. 1951. 249).

⁶) C. W. Wolfe & C. Frondel 1946 (in Dana **2**. 1951. 244).

2.) Dawsonit-Stenonit-Gruppe.

Dawsonit	$\text{NaAl}[(\text{OH})_2 \text{CO}_3]$	Rhombisch-pyramidal C_{2v}^{22} — $\text{Ima}2$
(Harrington, 1874)		$a_0 = 6.73$ $b_0 = 10.36$ $c_0 = 5.58^1$
		$a_0 : b_0 : c_0 = 0.650 : 1 : 0.539$ $Z = 4$
Stenonit	$\text{Sr}_2\text{Al}[\text{F}_5 \text{CO}_3]$	Monoklin-prismatisch C_{2h}^2 — $\text{P}2_1/m$
(Pauly, 1962)		$a_0 = 5.45$ $b_0 = 8.69$ $c_0 = 13.14^2$
		$a_0 : b_0 : c_0 = 0.627 : 1 : 0.512$
		$\beta = 98^\circ 20'$ $Z = 4$

¹⁾ C. Lauro, Atti. Acc. Nat. Ital. **3**. 1941. 146.

²⁾ H. Pauly, Medd. om Grönland **169**. 1962. 1.

3.) Northupit-Tychit-Gruppe. Homöotypie.

Northupit	$\text{Na}_3\text{Mg}[\text{Cl} (\text{CO}_3)_2]$	Kubisch-hex'oktaedrisch O_h^7 — $\text{Fd}3m$
(Foote, 1895)		$a_0 = 14.02$ $Z = 16^1$
Tychit	$\text{Na}_6\text{Mg}_2[\text{SO}_4 (\text{CO}_3)_4]$	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.

¹⁾ 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. **30**. 1931. 455.

4.) Bastnäsit-Hydrocerussit-Gruppe. Homöotypie.

Bastnäsit	$\text{Ce}[\text{F} \text{CO}_3]$	Ditrigonal-dipyramidal D_{3h}^4 — $\text{P}\bar{6}2c$
(Huot, 1841)		$a_0 = 7.16$ $c_0 = 9.79$ $c_0/a_0 = 1.367^1$) $Z = 6$
Parisit	$\text{CaCe}_2[\text{F}_2 (\text{CO}_3)_3]$	Trigonal-pyramidal C_3^4 — $\text{R}3$
(Medici-Spada, 1845)		$a_0 = 7.18$ $c_0 = 84.1$ $c_0/a_0 = 9 \cdot 1.301^2$)
		$Z = 18$
Röntgenit	$\text{Ca}_2\text{Ce}_3[\text{F}_3 (\text{CO}_3)_5]$	Trigonal-pyramidal C_3^4 — $\text{R}3$
(Donnay, 1953)		$a_0 = 7.13$ $c_0 = 69.4$ $c_0/a_0 = 9.734$ $Z = 9^3$)
Synchisit	$\text{CaCe}[\text{F} (\text{CO}_3)_2]$	Orthorhombisch oder monoklin mit $\beta = 90^\circ$
(Flink, 1900)		Pseudohexagonale Zelle:
		$a_0 = 7.11$ $c_0 = 54.7$ $c_0/a_0 = 6 \cdot 1.282^4$)
		$Z = 18$
Doverit	$\text{CaY}[\text{F} (\text{CO}_3)_2]$	Pulverdiagramm ähnlich Synchisit
(Smith & al., 1955)		$a_0 = 4.07$ $b_0 = 7.06$ $c_0 = 9.12$ (?) ⁵)
Huanghoit	$\text{BaCe}[\text{F} (\text{CO}_3)_2]$	Hexagonal
(Semenov & Chang, 1961)		$a_0 = 5.1$ $c_0 = 19.6$ $c_0/a_0 = 3.84$ $Z = 3^6$)
Kordylit	$\text{Ba}(\text{Ce}, \text{La}, \text{Nd})_2[\text{F}_2 (\text{CO}_3)_3]$	Dihexagonal-dipyramidal D_{6h}^4 — $\text{P}6_3/m\text{m}c$ (?)
(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 $\text{P}6_3/\text{mc}$ ($\text{P}6_3\text{cm}$, $\text{P}\bar{6}\text{c}2$)^{8a)}
(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

¹⁾ 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.

²⁾ 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.

³⁾ G. Donnay, Am. Min. **33**. 1953. 868.

⁴⁾ G. Donnay & J. D. H. Donnay 1953, l. c. — Vgl. Fußnote 2). — Y. Iitaka & H. A. Stalder, 1961, l. c.

⁵⁾ 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.

⁶⁾ E. I. Semenov & P.-S. Chang, Sci. Sinica **10**. 1961. 1007. — P. S. Chang, Sci. Sinica **11**. 1962. 251.

⁷⁾ 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.

⁸⁾ 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).

^{8a)} 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.

Phosgenit	$\text{Pb}_2[\text{Cl}_2 \text{CO}_3]$	Tetragonal-trapezoedrisch
(Breithaupt, 1841)		$a_0 = 8.15$ $c_0 = 8.87$ $c_0/a_0 = 1.088$ $Z = 4^1$)
Bismutit	$\text{Bi}_2[\text{O}_2 \text{CO}_3]$	Ditetragonal-dipyramidal $D_{4h}^{17} - I4/mmm$
(Breithaupt, 1841)		$a_0 = 3.87$ $c_0 = 13.69$ $c_0/a_0 = 3.537$ $Z = 2^2$)
Kettnerit	$\text{CaBi}[\text{OF} \text{CO}_3]$	Ditetragonal-dipyramidal $D_{4h}^7 - P4/nmm$
(Zak & Syneček, 1956)		$a_0 = 3.79$ $c_0 = 13.59$ $c_0/a_0 = 3.59$ $Z = 2^3$)
Beyerit	$\text{CaBi}_2[\text{O} \text{CO}_3]_2$	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.

¹⁾ 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.

²⁾ 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, $D_{2h}^{23} - Fmmm$, $a_0 = 5.44$, $b_0 = 5.44$, $c_0 = 13.69$).

³⁾ L. Zak & W. Syneček, Časopis min. geol. **1.** Nr. 3. 1956. 195.

⁴⁾ 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.

Nesquehonit	$\text{MgCO}_3 \cdot 3 \text{H}_2\text{O}$	Monoklin-prismatisch $C_{2h}^5 - P 2_1/n$
(Genth & Penfield, 1890)		$a_0 = 7.68 \quad b_0 = 5.39 \quad c_0 = 12.00^1$ $a_0 : b_0 : c_0 = 1.425 : 1 : 2.226$ $\beta = 90^\circ 45' \quad Z = 4$
Lansfordit	$\text{MgCO}_3 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$	Monoklin-prismatisch $C_{2h}^2 - P 2_1/m (?)$
(Genth, 1888)		$a_0 = 12.50 \quad b_0 = 7.57 \quad c_0 = 7.35^2$ $a_0 : b_0 : c_0 = 1.651 : 1 : 0.971 \quad \beta = 101^\circ 49'$
Hellyerit	$\text{NiCO}_3 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$	Triklin (?)
(Williams, 1958) ³⁾		
Ikait	$\text{CaCO}_3 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$	Optisch zweiachsig ⁴⁾
(Pauly, 1962)		

Nesquehonit erscheint durch polysynthetische Zwillingsbildung nach (001) orthorhombisch und wurde früher als tatsächlich orthorhombisch beschrieben^{1a)}.

¹⁾ M. R. Kinsolving, C. MacGillavry & R. Pepinsky, Ref. Am. Min. **35.** 1950. 127.

^{1a)} M. Fenoglio, Per. Min. **6.** 1935. 1.

²⁾ M. Fenoglio, Per. Min. **4.** 1933. 443.

³⁾ K. L. Williams, I. M. Threadgold & A. W. Hounslow, Am. Min. **44.** 1959. 533.

⁴⁾ H. Pauly, Naturens Verden, 1963. 11.

2.) Thermonatrit-Soda-Gruppe.

Thermonatrit	$\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$	Rhombisch-dipyramidal $D_{2h}^1 - Pmmm$
(Haidinger, 1845)		$a_0 = 10.74 \quad b_0 = 6.45 \quad c_0 = 5.25^1$ ^{1a)} $a_0 : b_0 : c_0 = 1.665 : 1 : 0.814 \quad Z = 4$
Soda	$\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$	Monoklin-prismatisch $C_{2h}^6 - C 2/c$
(Natron, Wallerius, 1747)		$a_0 = 12.76 \quad b_0 = 9.01 \quad c_0 = 13.47^2$ $a_0 : b_0 : c_0 = 1.416 : 1 : 1.495$ $\beta = 122^\circ 48' \quad Z = 4$
Trona	$\text{Na}_3\text{H}[\text{CO}_3]_2 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$	Monoklin-prismatisch $C_{2h}^6 - C 2/c$
(Bagge, 1773)		$a_0 = 20.41 \quad b_0 = 3.49 \quad c_0 = 10.31^3$ $a_0 : b_0 : c_0 = 5.848 : 1 : 2.954 \quad \beta = 106^\circ 20'$ $Z = 4$
Pirssonit	$\text{Na}_2\text{Ca}[\text{CO}_3]_2 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$	Rhombisch-pyramidal $C_{2v}^{19} - Fdd 2$
(Pratt, 1896)		$a_0 = 11.32 \quad b_0 = 20.06 \quad c_0 = 6.00^4$ $a_0 : b_0 : c_0 = 0.564 : 1 : 0.299 \quad Z = 8$
Gaylussit	$\text{Na}_2\text{Ca}[\text{CO}_3]_2 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$	Monoklin-prismatisch
(Boussingault, 1826)		$a : b : c = 1.4897 : 1 : 1.4442 \quad \beta = 101^\circ 33'$

Bütschliit $K_6Ca_2[CO_3]_6 \cdot 6 H_2O$ Aus Baumaschen von Waldbränden⁵⁾
(Milton & Axelrod, 1947)

Chalkonatronit (Frondel & Gettens, 1955), $Na_2Cu[CO_3]_2 \cdot 3 H_2O$, soll monoklin-pseudohexagonal kristallisieren.⁶⁾

¹⁾ M. Y. Colby & J. P. Harper, Z. Krist. **39**. 1934. 191. – J. P. Harper, Z. Krist. **95**. 1936. 266 (Struktur, SB. **4**. 42).

^{1a)} $Na_2CO_3 \cdot H_2O$ (?) 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.

²⁾ S. Dunsmore & J. C. Speakman, Acta Cryst. **17**. 1964. 932.

³⁾ C. J. Brown, H. S. Peiser & A. Turner-Jones, Acta Cryst. **2**. 1949. 167. – Vgl. A. Pabst, Am. Min. **44**. 1959. 274.

⁴⁾ H. T. Evans, Am. Min. **33**. 1948. 261.

⁵⁾ C. Milton & J. M. Axelrod, Am. Min. **32**. 1947. 607.

⁶⁾ 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.

¹⁾ W. T. Pecora & J. H. Kerr, Am. Min. **33**. 1953. 1169.

²⁾ 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:

Zaratit (Casares, 1851)	$Ni_3[(OH)_4 CO_3] \cdot 4 H_2O$	Kubisch $a_0 = 6.16$ $Z = 1^1$
Callaghanit (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.

Polymorphie; 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.

Manasseit (Frondel, 1940)	$Mg_6Al_2[(OH)_{16} CO_3] \cdot 4 H_2O$	Hexagonal $a_0 = 6.13$ $c_0 = 15.37$ $Z = 1^1$
Barbertonit (Frondel, 1940)	$Mg_6Cr_2[(OH)_{16} CO_3] \cdot 4 H_2O$	Hexagonal $a_0 = 6.18$ $c_0 = 15.55$ $Z = 1^1$
Sjögrenit (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.

Hydrotalkit (Hochstetter, 1842)	$Mg_6Al_2[(OH)_{16} CO_3] \cdot 4 H_2O$	Hexagonal-rhomboedrisch $a_0 = 6.14$ $c_0 = 46.24$ $Z = 3^1$
Stichtit (Petterd, 1910)	$Mg_6Cr_2[(OH)_{16} CO_3] \cdot 4 H_2O$	Hexagonal-rhomboedrisch $a_0 = 6.19$ $c_0 = 46.47$ $Z = 3^1$
Pyroaurit (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 hergestellt²⁾. — **Eardleyit** (Anderson & Whelan, 1962) soll $\text{Ni}_6\text{Al}_2[(\text{OH})_{16} | \text{CO}_3] \cdot 4 \text{H}_2\text{O}$ sein³⁾.

¹⁾ C. Frondel, Am. Min. **26**. 1941. 295.

²⁾ D. M. Roy, R. Roy & E. F. Osborn, Am. J. Sci. **251**. 1953. 355.

³⁾ B. J. Anderson & J. A. Whelan, Geol. Soc. Am. Spec. Paper **68**. 1962. 83.

3.) Alumohydrocalcit-Ankyllit-Gruppe.

Alumohydrocalcit (Bilibin, 1926)	$\text{CaAl}_2[(\text{OH})_4 (\text{CO}_3)_2] \cdot 3 \text{H}_2\text{O}?$	Monoklin, faserig Kreideartige Aggregate
Ankyllit (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.

¹⁾ G. Flink, 1901; nach S. G. Gordon (1925) ist $a:b:c = 0.571:1:0.534$.

4.) Gruppe der Uranyl-Carbonate.

Rutherfordin (Marckwald, 1906)	$[\text{UO}_2 \text{CO}_3]$	Orthorhombisch D_{2h}^{13} — Pmmn oder C_{2v}^7 — Pm2 _n $a_0 = 4.84$ $b_0 = 9.20$ $c_0 = 4.29^1)$ $a_0:b_0:c_0 = 0.526:1:0.466$ $Z = 2$
Sharpit (Mélon, 1938)	$[\text{UO}_2 \text{CO}_3] \cdot \text{H}_2\text{O}$	Orthorhombisch (?)
Bayleyit (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 ₁ /a $a_0 = 26.65$ $b_0 = 15.31$ $c_0 = 6.53^2)$ $a_0:b_0:c_0 = 1.741:1:0.427$ $\beta = 93^\circ 04'$ $Z = 4$
Swartzit ²⁾ (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 ₁ /m (C_2^2 — P 2 ₁ ?) $a_0 = 11.12$ $b_0 = 14.72$ $c_0 = 6.74^2)$ $a_0:b_0:c_0 = 0.755:1:0.458$ $\beta = 99^\circ 26'$ $Z = 2$
Liebigit (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 $a_0 = 16.71$ $b_0 = 17.55$ $c_0 = 13.79^3)$ $a_0:b_0:c_0 = 0.952:1:0.786$ $Z = 8$

Andersonit	$\text{Na}_2\text{Ca}[\text{UO}_2 (\text{CO}_3)_3] \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$	Hexagonal-rhomboedrisch
(Axelrod, Grimaldi, Milton & Murata, 1948)		$\text{C}_{3i}^2 - \text{R}\bar{3} (\text{C}_3^4 - \text{R}3?)$
		$a_0 = 18.04 \quad c_0 = 23.90^4)$
		$c_0/a_0 = 1.325 \quad Z = 18$
		$a_{\text{rh}} = 13.11 \quad \alpha = 86^\circ 56' \quad Z = 6$
Voglit	$\text{Ca}_2\text{Cu}[\text{UO}_2 (\text{CO}_3)_4] \cdot 6\text{H}_2\text{O} (?)$	Triklin
(Haidinger, 1853)		
Rabbittit	$\text{Ca}_3\text{Mg}_3[(\text{UO}_2) (\text{OH})_2 (\text{CO}_3)_3]_2 \cdot 18 \text{H}_2\text{O}$	Monoklin, nadelig nach c
(Thompson, Weeks & Sherwood, 1954)		$a_0 = 32,6(?) \quad b_0 = 23,8(?) \quad c_0 = 9,45^5)$
		$\beta \sim 90^\circ \quad Z = 8$
Wyartit	$\text{Ca}_3\text{U}^{4+}[(\text{UO}_2)_6 (\text{OH})_{18} (\text{CO}_3)_2] \cdot 4\text{H}_2\text{O}^6)$	Orthorhombisch $\text{D}_{2h}^{16} - \text{Pmcn} (?)$
(Guillemin & Protas, 1959)		$a_0 = 11,25 \quad b_0 = 7,08 \quad c_0 = 20,98^{6a})$
		$a_0 : b_0 : c_0 = 1,588 : 1 : 2,963 \quad Z = 2$
Schröckingerit	$\text{NaCa}_3[\text{UO}_2 \text{F} \text{SO}_4 (\text{CO}_3)_3] \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$	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 orthorhombisch⁸⁾.

¹⁾ 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.

²⁾ J. M. Axelrod, F. S. Grimaldi, C. Milton & K. J. Murata, Am. Min. **36**. 1951. 1.

³⁾ 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).

⁴⁾ J. M. Axelrod, F. S. Grimaldi, C. Milton & K. J. Murata, 1951, l. c. — A. Coda, Rend. Acc. Lincei **34**. 1963. 299 (Struktur).

⁵⁾ M. E. Thompson, A. D. Weeks & A. M. Sherwood, US. Geol. Surv. Bull. **1009** B. 1954.

⁶⁾ C. Guillemin & J. Protas, Bull. Soc. Franç. Min. Crist. **32**. 1959. 80.

^{6a)} C. Bignand, Bull. Soc. Franç. Min. Crist. **73**. 1955. 1.

^{6b)} J. R. Clark, Am. Min. **45**. 1960. 200.

⁷⁾ D. K. Smith, Am. Min. **44**. 1959. 1020. — Vgl. C. S. Hurlbut, Am. Min. **39**. 1954. 901.

⁸⁾ J. F. Vaes, Bull. Soc. Geol. Belg. **70**. 1947. B212.

Vc. Borate

A.) Abteilung der Nesoborate

Planare BO_3 -Komplexe ohne fremde Anionen

1.) Jeremejewit-Kotoit-Gruppe.

a) Jeremejewit (Damour, 1883)	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	$\text{Ni}_3[\text{BO}_3]_2$	$a_0 = 5.395$ $b_0 = 8.39$ $c_0 = 4.49^2$ $a_0:b_0:c_0 = 0.643:1:0.535$ $Z = 2$
Kotoit (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	$\text{Co}_3[\text{BO}_3]_2$	$a_0 = 5.46$ $b_0 = 8.44$ $c_0 = 4.53^4$ $a_0:b_0:c_0 = 0.647:1:0.537$ $Z = 2$
Jimboit (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 B_2O_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.

¹) 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.

²) W. Götz, Naturwiss. **50**. 1963. 567.

³) T. Watanabe, Fortschr. Min. **23**. 1939. — R. Sadanaga, X-Rays, Osaka **5**. 1948. 2 (Struktur, SR. **11**. 425).

⁴) S. V. Berger, Acta Chem. Scand. **3**. 1949. 660 (Struktur von synthet. $\text{Mg}_3[\text{BO}_3]_2$ und $\text{Co}_3[\text{BO}_3]_2$).

⁵) T. Watanabe, A. Kato, T. Matsumoto & J. Ito, Proc. Jap. Acad. **39**. 1963. 170.

2.) InBO_3 - $\text{CaSn}[\text{BO}_3]_2$ - LaBO_3 -Gruppe (vergleichbar Calcit-Dolomit-Aragonit).

a) InBO_3 -Reihe. Calcit-Typ. Ditrigonal-skalenoedrisch, D_{3d}^6 — $R\bar{3}c$.		
Synthetisch	InBO_3	$a_0 = 4.78$ $c_0 = 15.48$ $c_0/a_0 = 3.238^1$
Isotyp damit sind: ScBO_3 , LuBO_3 , YBO_3 ; ferner TiBO_3 , CrBO_3 , VBO_3^{1a}).		

Isotyp mit Vaterit, hexagonal, sind die Borate von Sm, Eu, Gd, Dy, Y, Ho, Er, Tm, Yb, Lu^{1b}).

b) Nordenskiöldin. Dolomit-Typ. Trigonal-rhomboedrisch, C_{3i}^2 — $R\bar{3}$.

Nordenskiöldin $\text{CaSn}[\text{BO}_3]_2$ $a_0 = 4.86$ $c_0 = 15.95$ $c_0/a_0 = 3.282^2)$
(Brögger, 1887) $a_{rh} = 6.01$ $\alpha' = 47^\circ 42'$ $Z = 1$

Isotyp mit Huntit, trigonal-trapezoedrisch, D_3^7 — $R32$, sind: $\text{YAl}_3[\text{BO}_3]_4$, $a_0 = 9.29$, $c_0 = 7.26^{2a)}$ und die entsprechenden Verbindungen mit Nd, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Yb, Er sowie Gd- und $\text{SmCr}_3[\text{BO}_3]_4$.

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 .

¹⁾ 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.

^{1a)} H. Schmid, Acta Cryst. 17. 1964. 1080.

^{1b)} E. M. Levin, R. S. Roth & J. B. Martin, 1961, l. c.

²⁾ W. Ehrenberg & P. Ramdohr, N. Jb. Min. Beil.-Bd. 69. 1935. 1.

^{2a)} A. A. Ballman, Am. Min. 47. 1962. 1380.

³⁾ 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 $(\text{Mg}, \text{Fe})_3\text{Ti}[\text{O} | \text{BO}_3]_2$
(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 $(\text{Mg}, \text{Mn}^{II})_2\text{Mn}^{III}[\text{O}_2 | \text{BO}_3]$
(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 $(\text{Mg}, \text{Fe}^{II})_2\text{Fe}^{III}[\text{O}_2 | \text{BO}_3]$
(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 $(\text{Fe}^{II}, \text{Mg})_2\text{Fe}^{III}[\text{O}_2 | \text{BO}_3]$
(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-, NiFe³⁺ [O | BO₃]^{1a)} sowie MgV³⁺- und MgTi³⁺ [O | BO₃]^{1b)}.

Isotyp mit Ludwigit sind die synthet. Verbindungen Fe₂-, Co₂-, Ni₂-, Cu₂Fe³⁺ [O₂ | BO₃]^{1a)} sowie Fe₂V³⁺- und Co₂V³⁺ [O₂ | BO₃]^{1b)}.

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^{3a)}; 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 Fe³⁺:Al ~ 1:1, ist von Crestmore bekannt geworden^{3b)}.

Gaufroyit $3 \cdot \text{CaMn}^{3+}[\text{O} | \text{BO}_3] \cdot \text{Ca}(\text{CO}_3)$

(Jouravsky & Permingeat, 1964)

Hexagonal $C_{6h}^{24} - \text{P} 6_3/m$ (P 6₃, P 6₃22) $a_0 = 10.6$ $c_0 = 5.90$ $c_0/a_0 = 0.586$ $Z = 2^6$

Gaufroyit scheint mit Pinakolith strukturell eng verwandt zu sein, man vergleiche die Gitterkonstanten.

¹⁾ Y. Takeuchi, T. Watanabe & T. Ito, Acta Cryst. **3**. 1950. 98. (Strukturen von Warwickit, Pinakolith und Ludwigit. SR. **13**. 350).

^{1a)} E. F. Bertaut, Acta Cryst. **3**. 1950. 473.

^{1b)} P. Blum & H. Bozon, C. R. Acad. Sci. Paris **239**. 1954. 811.

²⁾ Y. Takeuchi & al. (1950) l. c.

³⁾ Y. Takeuchi & al. (1950) l. c.

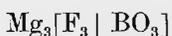
^{3a)} H. Strunz, Min. Tab. 1957.

^{3b)} W. T. Schaller & A. C. Vlisidis, Am. Min. **46**. 1961. 335.

⁴⁾ Y. Takeuchi, Min. Journ. (Japan) **2**. 1956. 19 (Struktur).

⁵⁾ R. Randmets, Arkiv Min. Geol. **2**. 1960. 551.

¹⁾ 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 $\text{Ca}_3\text{Na}_2\text{Al}_4\text{H}_4 [(\text{F}, \text{OH}) | \text{BO}_3]_6$.

¹⁾ 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).

²⁾ 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.

³⁾ 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) $a_0 = 7.79$ $b_0 = 12.54$ $c_0 = 10.14$
 $a_0 : b_0 : c_0 = 0.621 : 1 : 0.809$ $Z = 4^2$

¹⁾ D. McConnell & W. L. Pondrom, *Am. Min.* **26**. 1941. 446.

²⁾ 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 ^{1a)}. — Behierit besitzt Zirkonstruktur.

¹⁾ G. F. Claringbull & M. H. Hey, *Min. Mag.* **29**. 1952. 841.

^{1a)} J. H. Fang & R. E. Newnham, *Min. Mag.* **35**. 1965. 196 (Raumgruppe, Struktur). — Aufstellung hier entsprechend Olivin.

²⁾ 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) $a_0 = 6.19$ $c_0 = 5.61^1$
 $c_0/a_0 = 0.906$ $Z = 2$

Teepleit	$\text{Na}_2[\text{Cl} \text{B}(\text{OH})_4]$	Ditetragonal-dipyramidal
(Gale, Foshag & Vonsen, 1938)		$D_{4h}^7 - P4/nmm$
		$a_0 = 7.28 \quad c_0 = 4.84^2$
		$c_0/a_0 = 0.665 \quad Z = 2$
Cahnit	$\text{Ca}_2[\text{AsO}_4 \text{B}(\text{OH})_4]$	Tetragonal-disphenoidisch $S_4^2 - \bar{1}4$
(Palache, 1921)		$a_0 = 7.11 \quad c_0 = 6.20 \quad c_0/a_0 = 0.872 \quad Z = 2^3$

¹⁾ 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).

²⁾ G. Switzer in W. A. Gale, W. F. Foshag & M. Vonsen, Am. Min. **24**. 1939. 48. — Vgl. M. Fornaseri 1949, l. c.

³⁾ 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.

Suanit	$\text{Mg}_2[\text{B}_2\text{O}_5]$	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
		$a_0 = 3.16 \quad b_0 = 5.94 \quad c_0 = 8.95$
		$a_0:b_0:c_0 = 0.532:1:1.507$
		$\alpha = 103^\circ 54' \quad \beta = 91^\circ \quad \gamma = 92^\circ 2$

¹⁾ T. Watanabe, Min. Journ. **1**. 1953. 54. — Y. Takeuchi, Acta Cryst. **5**. 1952. 574 (Struktur).

²⁾ S. V. Berger, Acta Chem. Scand. **4**. 1950. 1054 (Struktur).

2.) Ascharit-Reihe. Isotypie (Gruner, 1932). Nach Infrarotuntersuchungen von Y. Takeuchi als Pyroborate eingeordnet^{1a)}.

Ascharit*)	$\text{Mg}_2[\text{B}_2\text{O}_5] \cdot \text{H}_2\text{O}$	Orthorhombisch
(Feit, 1891)		$a_0 = 10.34 \quad b_0 = 12.45 \quad c_0 = 3.21^1$
		$a_0:b_0:c_0 = 0.830:1:0.258 \quad Z = 4$
Sussexit	$\text{Mn}_2[\text{B}_2\text{O}_5] \cdot \text{H}_2\text{O}$	Orthorhombisch ¹⁾
(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:

Roweit	$\text{CaMn}[\text{B}_2\text{O}_5] \cdot \text{H}_2\text{O}$	Orthorhombisch
(Berman & Gonyer, 1937)		$a_0 = 8.29 \quad b_0 = 9.03 \quad c_0 = 6.63$ $a_0 : b_0 : c_0 = 0.918 : 1 : 0.734 \quad Z = 4^3$
Sibirskit	$\text{Ca}_2[\text{B}_2\text{O}_5] \cdot \text{H}_2\text{O}$	Orthorhombisch ⁴⁾
(Vasilkova, 1962)		

^{*}) Szaibelyit (Peters, 1861); Camsellit, Ellsworth & Poitevin, 1921; die Formel ist erstmalig für Ascharit richtig angegeben worden (van't Hoff, 1907).

¹⁾ 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, $a_0 = 3.14$, $b_0 = 10.42$, $c_0 = 25.05$). – ^{1b)} Y. Takeuchi, Min. Journ. (Japan) **2**. 1958. 245.

²⁾ Y. Takeuchi, 1957, l. c. – W. T. Epprecht, W. T. Schaller & A. C. Vlisidis, Schweiz. Min. Petr. Mitt. **39**. 1959. 85 ($a_0 = 10.70$, $b_0 = 12.77$, $c_0 = 3.25$).

³⁾ H. Berman & F. A. Gonyer, Am. Min. **22**. 1937. 301.

⁴⁾ 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.

Wiserit	$\text{Mn}_4[(\text{OH}, \text{Cl})_4 \text{B}_2\text{O}_5]$	Tetragonal
(Haidinger, 1845)		$a_0 = 14.30 \quad c_0 = 3.32$ $c_0/a_0 = 0.232 \quad Z = 4^1$
Lüneburgit	$\text{Mg}_3[(\text{PO}_4)_2 \text{B}_2\text{O}(\text{OH})_4] \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$	Monoklin, pseudohexagonal
(Nöllner, 1870)		$a_0 = 9.81 \quad b_0 = 7.62 \quad c_0 = 10.10$ $a_0 : b_0 : c_0 = 1.287 : 1 : 1.325$ $\beta = 97^\circ 24' \quad Z = 2^2$

¹⁾ 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.

²⁾ 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^{1a)}.

Kurnakovit	$\text{Mg}[\text{B}_3\text{O}_3(\text{OH})_5] \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$	Triklin
(Godlevsky, 1940)		$a_0 = 8.14 \quad b_0 = 10.47 \quad c_0 = 6.33$ $a_0 : b_0 : c_0 = 0.777 : 1 : 0.605$ $\alpha = 96^\circ 56\frac{1}{2}' \quad \beta = 106^\circ 28' \quad \gamma = 106^\circ 03'$ $Z = 2^1$
Inderit	$\text{Mg}[\text{B}_3\text{O}_3(\text{OH})_5] \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$	Monoklin-prismatisch $\text{C}_{2h}^5 - \text{P}2_1/a$
(Boldyreva, 1937)		$a_0 = 12.12 \quad b_0 = 13.18 \quad c_0 = 6.83$ $a_0 : b_0 : c_0 = 0.920 : 1 : 0.518$ $\beta = 104^\circ 49' \quad Z = 4^2$

Inderborit	$\text{MgCa}[\text{B}_3\text{O}_3(\text{OH})_5]_2 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$	Monoklin-prismatisch
(Gorshov, 1941)		$a:b:c = 1.6395:1:2.6346 \quad \beta = 90^\circ 44' \frac{1}{2}'$
Meyerhofferit	$\text{Ca}[\text{B}_3\text{O}_3(\text{OH})_5] \cdot \text{H}_2\text{O}$	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 $C_1^1 - P\bar{1}$
		$a_0 = 7.05 \quad b_0 = 9.45 \quad c_0 = 6.41^4)$ $a_0:b_0:c_0 = 0.746:1:0.678$ $\alpha = 101^\circ 21' \quad \beta = 101^\circ 19' \quad \gamma = 99^\circ 49'$ $Z = 1$
Inyoit	$\text{Ca}[\text{B}_3\text{O}_3(\text{OH})_5] \cdot 4 \text{H}_2\text{O}$	Monoklin-prismatisch $C_{2h}^5 - P2_1/a$
(Schaller, 1914)		$a_0 = 10.63 \quad b_0 = 12.06 \quad c_0 = 8.40_5^5)$ $a_0:b_0:c_0 = 0.881:1:0.697$ $\beta = 114^\circ 02' \quad Z = 2$

¹⁾ E. W. Heinrich, Am. Min. **31**. 1946. 71 („Inderit“).

^{1a)} H. E. Petch, K. S. Pennington & J. D. Cuthbert, Am. Min. **47**. 1962. 401 (Baumotiv).

²⁾ 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.

³⁾ C. L. Christ & J. R. Clark, Am. Min. **38**. 1953. 912; Acta Cryst. **9**. 1956. 830; Z. Krist. **114**. 1960. 321 (Struktur).

⁴⁾ J. R. Clark & C. L. Christ, Z. Krist. **112**. 1959. 213 (Struktur).

⁵⁾ C. L. Christ, Am. Min. **38**. 1953. 912, für synthetische Kristalle. — J. R. Clark, Acta Cryst. **12**. 1959. 162 (Struktur).

5.) Tinkalkonit-Borax-Gruppe ($2 \triangle - 2 \square$).

Tinkalkonit	$\text{Na}_2[\text{B}_4\text{O}_5(\text{OH})_4] \cdot 3 \text{H}_2\text{O}$	Trigonal-trapezoedrisch $D_3^7 - R32$
(Shepard, 1878)		$a_{rh} = 9.58 \quad \alpha = 71^\circ 42' \quad Z = 3$ $a_0 = 11.3 \quad c_0 = 20.9 \quad c_0/a_0 = 1.850 \quad Z = 9^1)$
Borax	$\text{Na}_2[\text{B}_4\text{O}_5(\text{OH})_4] \cdot 8 \text{H}_2\text{O}$	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:

Halurgit	$\text{Mg}_2[\text{B}_4\text{O}_5(\text{OH})_4]_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$	Orthorhombisch oder pseudorhombisch ³⁾
(Lovanova, 1962)		

¹⁾ W. Minder, Z. Krist. **92**. 1935. 301. — H. E. Petch, K. S. Pennington & J. D. Cuthbert, Am. Min. **47**. 1962. 401.

²⁾ 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 $[\text{B}_4\text{O}_5(\text{OH})_4]$).

³⁾ 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.

Ezcurreit	$\text{Na}_2[\text{B}_5\text{O}_6(\text{OH})_5] \cdot \text{H}_2\text{O}$	Triklin ¹⁾
	(Muessig & Allen, 1957)	
Nasinit	$\text{Na}_2[\text{B}_5\text{O}_6(\text{OH})_5] \cdot \text{H}_2\text{O}$	Monoklin ²⁾
	(Cipriani & Vannuccini, 1961)	

¹⁾ S. Muessig & R. D. Allen, *Econ. Geol.* **52**. 1957. 426.

²⁾ 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.

Probertit	$\text{NaCa}[\text{B}_5\text{O}_6(\text{OH})_6] \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$	Monoklin-prismatisch $\text{C}_{2h}^5 - \text{P} 2_1/n$
	(Eakle, 1929)	$a_0 = 13.88 \quad b_0 = 12.56 \quad c_0 = 6.61$
		$a_0 : b_0 : c_0 = 1.104 : 1 : 0.526$
		$\beta = 107^\circ 44' \quad Z = 2^1$
Ulexit	$\text{NaCa}[\text{B}_5\text{O}_6(\text{OH})_6] \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$	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), $\text{Ca}_2[\text{B}_5\text{O}_6(\text{OH})_7] \cdot 6 \frac{1}{2} \text{H}_2\text{O}$, monoklin³⁾. **Priceit** (Silliman, 1873) ist nach Kemp (1956) nicht identisch mit Pandermit, sondern soll $5 \text{CaO} \cdot 6 \text{B}_2\text{O}_3 \cdot 9 \text{H}_2\text{O}$ sein⁴⁾.

¹⁾ 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).

²⁾ 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).

³⁾ H. Meixner, *Berg- u. Hüttenmänn. Monatsh.* **98**. 1953. 86. Aus türkischen Boratlagerstätten. – W. Zwickler, *Heidelb. Beitr. Min. Petr.* **3**. 1953. 445.

⁴⁾ 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.

Larderellit	$\text{NH}_4[\text{B}_5\text{O}_6(\text{OH})_4]$	Monoklin-prismatisch $\text{C}_{2h}^5 - \text{P} 2_1/a$
	(Bechi, 1854)	$a_0 = 11.65 \quad b_0 = 7.63 \quad c_0 = 9.47$
		$a_0 : b_0 : c_0 = 1.527 : 1 : 1.241$
		$\beta = 97^\circ 05' \quad Z = 4^1$

Ammonioborit	$\text{NH}_4[\text{B}_5\text{O}_6(\text{OH})_4] \cdot \frac{2}{3} \text{H}_2\text{O}$	Monoklin 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 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 C_{2v}^{17} —Aba 2
		$a_0 = 11.07$ $b_0 = 11.17$ $c_0 = 9.05$ $a_0:b_0:c_0 = 0.991:1:0.810$ $Z = 4^4$)
Sborgit	$\text{Na}[\text{B}_5\text{O}_6(\text{OH})_4] \cdot 3\text{H}_2\text{O}$	Optisch zweiachsig ⁵).
(Cipriani, 1957)		

¹) G. Marinelli, Atti Soc. Tosc. Sc. Nat. **66**. 1959. 257. — J. R. Clark, Am. Min. **45**. 1960. 1087.

²) J. R. Clark & C. L. Christ, Am. Min. **44**. 1959. 1150.

³) W. R. Cook & H. Jaffe, Acta Cryst. **10**. 1957. 705.

⁴) W. H. Zachariasen, Z. Krist. **98**. 1938. 266 (Struktur mit B_5O_{10} -Komplexen). — W. R. Cook & H. Jaffe, 1957, l. c.

⁵) 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 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 C_s^4 — Bb (Cc?)

(Feit, 1889) $a_0 = 19.00$ $b_0 = 8.62$ $c_0 = 15.00$

$a_0:b_0:c_0 = 2.204:1:1.740$ $\beta = 99^\circ 48'^2$)

¹) E. J. Nefedov, Mém. Soc. Russe Min. **32**. 1953. 311. — Vgl. O. Braitsch, „Strontio-ginorit“, Beitr. Min. Petr. **6**. 1959. 366 ($a_0 = 12.85$, $b_0 = 14.48$, $c_0 = 12.84$, $\beta = 101^\circ 35'$).

²) 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 C_4^3 — $\text{P}4_2$ oder 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 $\text{Ca}[\text{B}_2\text{O}(\text{OH})_6] \cdot \text{H}_2\text{O}$ (?)²)

(Petrova, 1957)

¹) H. P. Stadler, Min. Mag. **28**. 1947. 26. — F. Paton & S. G. G. MacDonald, Acta Cryst. **10**. 1957. 653 (Struktur).

²) E. S. Petrova, Zapiski Vses. Min. Obshch. **86**. 1957. 622.

C.) Abteilung der Inoborate

Ketten aus planaren BO_3 -Komplexen

1.) Calcium-Metaborat-Reihe. Isotypie.

Synthetisch	$\text{Ca}[\text{B}_2\text{O}_4]$	Rhombisch-dipyramidal 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) CaB_2O_4 sein.^{1a)}Möglicherweise gehört **Kurgantait**³⁾, $(\text{Sr}, \text{Ca})_2[\text{B}_4\text{O}_8] \cdot \text{H}_2\text{O}$, opt. zweiachsig, gleichfalls zu diesem Strukturtyp.¹⁾ 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).^{1a)} S. V. Malinko, N. N. Kuznetsova, V. M. Pensionerova & L. Rybakova, Zapiski Vses. Min. Obshch. **92**. 1963. 684.²⁾ S. Block, A. Perloff & C. E. Weir, Acta Cryst. **17**. 1964. 314.³⁾ 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 ($2 \triangle - 1 \square$)_∞.

Veatchit (Switzer, 1938)	$\text{Sr}[\text{B}_3\text{O}_4(\text{OH})_2]_2$	Monoklin C_{2h}^6 — A 2/a (C_s^4 — Aa) $a_0 = 20.81$ $b_0 = 11.74$ $c_0 = 6.64$ $a_0:b_0:c_0 = 1.773:1:0.566$ $\beta = 92^\circ 02'$ $Z = 8^1$
p-Veatchit (Braitsch, 1959)	$(\text{Sr}, \text{Ca})[\text{B}_3\text{O}_4(\text{OH})_2]_2$	Monoklin-prismatisch C_{2h}^{12} — P 2 ₁ /m $a_0 = 6.72$ $b_0 = 20.81$ $c_0 = 6.64$ $a_0:b_0:c_0 = 0.323:1:0.319$ $\beta = 119^\circ 4'$ $Z = 4^2)$
Aksait (Blazko & al., 1962)	$\text{Mg}[\text{B}_3\text{O}_4(\text{OH})_2]_2 \cdot 3 \text{H}_2\text{O}$	Rhombisch-dipyramidal D_{2h}^{15} — Pbca $a_0 = 12.54$ $b_0 = 24.32$ $c_0 = 7.48^3)$ $a_0:b_0:c_0 = 0.516:1:0.308$ $Z = 8$
Gowerit (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 C_{2h}^5 — P 2 ₁ /a $a_0 = 12.93$ $b_0 = 16.40$ $c_0 = 6.58$ $a_0:b_0:c_0 = 0.788:1:0.401$ $\beta = 121^\circ 30'$ $Z = 4^4)$

¹⁾ 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. 90.²⁾ O. Braitsch, Beitr. Min. Petr. **6**. 1959. 352. — J. R. Clark & M. E. Mrose, Am. Min. **45**. 1960. 1221.³⁾ 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. 930.⁴⁾ 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)

$$a_0 = 11.76 \quad b_0 = 6.68 \quad c_0 = 8.20^2$$

$$a_0 : b_0 : c_0 = 1.760 : 1 : 1.228$$

$$\beta = 102^\circ 48' \quad Z = 2$$

¹) C. L. Christ, J. R. Clark & H. T. Evans, Acta Cryst. 7. 1954. 453; 11. 1958. 761 (Struktur).

²) 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 $\text{Mg}_3[\text{B}_5\text{O}_7(\text{OH})_4]_2 \cdot \frac{1}{2} \text{H}_2\text{O}$.

¹) 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.

¹) S. V. Malinko, Zapiski Vses. Min. Obshch. 90. 1961. 673.

²) 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 $C_{2v}^9 - \text{Pbn } 2_1$
 $a_0 = 6.97$ $b_0 = 13.47$ $c_0 = 4.39^2)$
 $a_0:b_0:c_0 = 0.517:1:0.326$ $Z = 4$

¹⁾ H. Gaertner, K.-L. Rose, R. Kühn, *Naturwiss.* **49**. 1962. 230; Kali u. Steinsalz. 1962. 285.

²⁾ J. R. Clark, C. L. Christ & D. E. Appleman, *Acta Cryst.* **15**. 1962. 207.

2.) Hilgardit-Parahilgardit-Gruppe ($2\Delta - 3\Box$)_∞. 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**⁵⁾, ein wasserhaltiges Chloro-Borat von Ca (und K?), monoklin-pseudo-hexagonal, $a_0 = 8.62$, $b_0 = 8.04$, $c_0 = 14.75$, $\beta = 91^\circ 08'$.

¹⁾ O. Braitsch, *Beitr. Min. Petr.* **6**. 1959. 233. – Vgl. C. S. Hurlbut & R. E. Taylor, *Am. Min.* **22**. 1937. 1052.

²⁾ O. Braitsch, 1959, l. c. – Vgl. C. S. Hurlbut, *Am. Min.* **23**. 1938. 765.

³⁾ O. Braitsch, 1959, l. c.

⁴⁾ J. Zemmann, *Heidelb. Beitr. Min. Petr.* **5**. 1956. 185. – Vgl. H. Moenke & R. Kühn, *Kali und Steinsalz* **3**. 1963. 401.

⁵⁾ E. J. Nefedow in V. A. Mokievsky, *Mém. Soc. Russe Min.* **32**. 1953. 311.

3.) Nobleit-Reihe ($3\Delta - 3\Box$)_∞. 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 $\times \sqrt{3} = 2 \times 9.98$.

¹) R. C. Erd, J. F. McAllister & A. C. Vlisidis, Am. Min. **46**. 1961. 560.

²) 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).

³) 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 triklin¹⁾
 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.

¹) S. V. Malinko, Zapiski Vses. Min. Obshch. **92**. 1963. 555 (d-Werte).

²) M. A. Peacock & V. A. Vigfusson, Univ. Toronto Stud. Geol. Ser. **42**. 1939. 113.

E.) Abteilung der Tektoborate

Dreidimensional verknüpfte BO_3 - und BO_4 -Komplexe

1.) Hambergit-Rhodizit-Gruppe.

Im Hambergit sind selbständige BO_3 -Dreiecke vorhanden, deren O jedoch durch tetraedrisch koordiniertes Be zugleich einem $[\text{BeO}_3\text{OH}]$ -Tetraedergerüst angehören; vergleichbar etwa den 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) $a_0 = 7.31$ $Z = 1^2$

¹) W. H. Zachariasen, Z. Krist. **76**. 1931. 289 (Struktur, SB. **2**. 78).

²) H. Strunz, Naturw. **26**. 1938. 217; **31**. 1943. 68 (Struktur, SR. **9**. 186).

2.) Boracit-Gruppe (Isodimorphie). Die Struktur besteht aus BO_3 -Dreiecken und BO_4 -Tetraedern, wobei jedes Tetraeder über gemeinsame Sauerstoffe mit 4 verschiedenen BO_3 -Dreiecken verknüpft ist, jedes Dreieck mit 3 verschiedenen 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 $\text{T}_d^5 - \text{F}\bar{4}3\text{c}$ $a_0 = 12.10 \quad Z = 8^1$
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. % FeO ; im Ericait sind Fe und sehr wenig Mn an Stelle von Mg vorhanden^{2a)}.

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) hergestellt⁴⁾.

¹⁾ M. Mehmel, Z. Krist. **87**. 1934. 239; **88**. 1934. 1. – T. Ito, N. Morimoto & R. Sadanaga, Acta Cryst. **4**. 1951. 310 (Struktur).

²⁾ R. Kühn & I. Schaacke, Kali u. Steinsalz **11**. 1955. 33. – F. Heide, Chem. d. Erde **17**. 1955. 211.

^{2a)} H. Werner, Aufschluß **1**. 1950. 24.

³⁾ R. M. Honea & F. R. Beck, Am. Min. **47**. 1962. 665.

⁴⁾ F. Heide, G. Walter & R. Urlau, Naturwiss. **48**. 1961. 97.

Dreidimensional verknüpfte BO_4 -Tetraeder

3.) Metaborit.

<i>Капитан.</i> Metaborit	$\gamma\text{-HBO}_2$	Kubisch
(Lobanova & Avrova, 1964)		$a_0 = 8.89^1$

¹⁾ 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 | $CuFe_2^{III}[SO_4]_4 \cdot 7 H_2O,$
$Fe^{II}Fe_2^{III}[SO_4]_4 \cdot 14 H_2O.$ |
| 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 | $Cu_4[(OH)_6 SO_4] \cdot H_2O,$
$Cu_4[(OH)_2 (SO_4)_3] \cdot 4 H_2O.$ |
| 2.) Butlerit-Amarantit-Gruppe | $Fe^{III}[OH SO_4] \cdot 2 H_2O,$
$Fe^{III}[OH SO_4] \cdot 3 H_2O.$ |
| 3.) Aluminit-Cyanotrichit-Gruppe | $Al_2[(OH)_4 SO_4] \cdot 7 H_2O,$
$Cu_4Al_2[(OH)_{12} SO_4] \cdot 2 H_2O.$ |

Mit sehr großen und mittelgroßen Kationen

- | | |
|---------------------------------|---|
| 4.) Kainit-Natrochalcit-Gruppe | $KMg[Cl SO_4] \cdot 3 H_2O,$
$NaCu_2[OH (SO_4)_2] \cdot H_2O.$ |
| 5.) Fleischerit-Arzrunit-Gruppe | $Pb_3Ge^{2+}[(OH)_4 (SO_4)_2] \cdot 4 H_2O,$
$Pb_2Cu_4[O_2 Cl_6 SO_4] \cdot 4 H_2O.$ |
| 6.) Ettringit-Metavoltin-Gruppe | $Ca_6Al_2[(OH)_4 SO_4]_3 \cdot 24 H_2O,$
$K_5Fe_3^{III}[OH (SO_4)_3]_2 \cdot 8 H_2O.$ |
| 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 FeSO_4 und CoSO_4 sind (bei normalem Druck*) eine Tief- und eine Hochtemperatur-Modifikation bekannt. Beide kristallisieren orthorhombisch; erstere in der Raumgruppe D_{2h}^{17} — Cmcm, letztere in der Raumgruppe D_{2h}^{16} — Pmnb. Als Mineralien kennt man bisher lediglich die beiden dem Hoch- FeSO_4 entsprechenden Verbindungen CuSO_4 (Chalkocyanit) und ZnSO_4 (Zinkosit). — Isotyp sind die Selenate von Mg, Mn, Co, Cu^{2a}).

Chalkocyanit	$\text{Cu}[\text{SO}_4]$	$a_0 = 6.69$	$b_0 = 8.39$	$c_0 = 4.83$	
(Frondel, 1951**)		$a_0:b_0:c_0 = 0.797:1:0.576$			$Z = 4^1$
Zinkosit	$\text{Zn}[\text{SO}_4]$	$a_0 = 6.74$	$b_0 = 8.60$	$c_0 = 4.77$	
(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 CuSO_4 , ZnSO_4 , CoSO_4 , NiSO_4 und MnSO_4).

***) Idrociano, Scacchi, 1873.

¹⁾ P. A. Kokkoros & P. J. Rentzeperis, Acta Cryst. **11**. 1958. 361 (Struktur). — B. Rama Rao, Acta Cryst. **14**. 1961. 321 (Struktur).

²⁾ K. Schiff, Z. Krist. **87**. 1934. 379. — P. A. Kokkoros & P. J. Rentzeperis, 1958, l. c. — ^{2a)} H. C. Snyman & C. W. F. T. Pistorius, Z. Krist. **120**. 1964. 317.

³⁾ C. W. F. T. Pistorius, Naturwiss. **48**. 1961. 129.

⁴⁾ 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} — Cmcm. Isotypie mit 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 ₄]	a ₀ = 5.20 b ₀ = 7.88 c ₀ = 6.53 a ₀ :b ₀ :c ₀ = 0.660:1:0.829 Z = 4 ³)
Synthetisch	Ni[SO ₄]	a ₀ = 5.16 b ₀ = 7.84 c ₀ = 6.34 a ₀ :b ₀ :c ₀ = 0.658:1:0.809 Z = 4 ⁴)
Synthetisch	Mn[SO ₄]	a ₀ = 5.27 b ₀ = 8.05 c ₀ = 6.85 a ₀ :b ₀ :c ₀ = 0.655:1:0.851 Z = 4 ⁵)

¹) P. J. Rentzeperis & C. T. Soldatos, Acta Cryst. **11**. 1958. 686 (Struktur).

²) J. Coing-Boyat, Acta Cryst. **12**. 1959. 939. — C. W. F. T. Pistorius, Indian J. Phys. **33**. 1959. 363.

³) P. J. Rentzeperis, 1958, l. c. — C. W. F. T. Pistorius, 1961, l. c.

⁴) P. I. Dimaras, Acta Cryst. **10**. 1957. 313 (Struktur). — Vgl. H. Chihara & S. Seki, Bull. Chem. Soc. Jap. **30**. 1957. 674.

⁵) P. J. Rentzeperis, 1958, l. c.

2.) Langbeinit-Reihe. Kubisch-tetartoidisch, T⁴ — P 2,3. Isotypie.

Die Struktur besteht formal aus einem Gerüst von $\{Mg^{6l}_2[SO_4]_2\}^{12-}$ -Baumotiven, in dessen Hohlräumen die K-Ionen in unregelmäßiger Koordination sitzen, während die MgO₆-Oktaeder nur schwach verzerrt sind^{1a)}.

Langbeinit	K ₂ Mg ₂ [SO ₄] ₃	a ₀ = 9.920	Z = 4 ¹) ^{1a)} ⁴⁾
	(Zuckschwert, 1891)		
Synthetisch	(NH ₄) ₂ Mg ₂ [SO ₄] ₃	9.979	Z = 4 ⁴)
Synthetisch	Rb ₂ Mg ₂ [SO ₄] ₃	10.005	Z = 4 ⁴)
Synthetisch	K ₂ Ca ₂ [SO ₄] ₃	10.39	Z = 4 ²)
Synthetisch	K ₂ Zn ₂ [SO ₄] ₃	9.925	Z = 4 ⁴)
Synthetisch	K ₂ Cd ₂ [SO ₄] ₃	10.28	Z = 4 ⁴)
Synthetisch	K ₂ Fe ₂ [SO ₄] ₃	10.007	Z = 4 ⁴)
Synthetisch	K ₂ Co ₂ [SO ₄] ₃	9.929	Z = 4 ⁴)
Synthetisch	K ₂ Ni ₂ [SO ₄] ₃	9.838	Z = 4 ⁴)
Manganolangbeinit	K ₂ Mn ₂ [SO ₄] ₃	10.114	Z = 4 ³) ⁴⁾
	(Zambonini & Carobbi, 1924)		
Synthetisch	Tl ₂ Mn ₂ [SO ₄] ₃	10.229	Z = 4 ⁴)

Zahlreiche weitere mit Langbeinit isotype Verbindungen sind synthetisiert und untersucht worden, so zu fast allen oben genannten K-Salzen die analogen Rb-, NH₄-, Tl-Salze⁴⁾.

¹) B. Gossner & J. Koch, Z. Krist. **80**. 1931. 455 (a₀ = 9.98).

^{1a)} A. Zemann & J. Zemann, Acta Cryst. **10**. 1957. 409 (Struktur).

²) L. S. Ramsdell, Am. Min. **20**. 1935. 569 (lückenlose Mischkristallreihe K₂Mg₂[SO₄]₃ — K₂Ca₂[SO₄]₃).

³) A. Bellanca, Atti Acc. Lincei **2**. 1947. 451 (a₀ = 10.03 für synthetisches Material).

⁴) G. Gattow & J. Zemann, Z. Anorg. Allg. Chemie, **293**. 1958. 233 (Alle oben mitgeteilten Gitterkonstanten bestimmt an synthet. Material).

3.) Vanthoffit-Yavapaiit-Gruppe.

Vanthoffit (Kubierschky, 1902)	$\text{Na}_6\text{Mg}[\text{SO}_4]_4$	Monoklin-prismatisch C_{2h}^5 — $P2_1/c$ $a_0 = 9.80$ $b_0 = 9.22$ $c_0 = 8.20^1$ $a_0 : b_0 : c_0 = 1.063 : 1 : 0.889$ $\beta = 113^\circ 30'$ $Z = 2$
Yavapaiit (Hutton, 1959)	$\text{KFe}^{3+}[\text{SO}_4]_2$	Monoklin C_{2h}^3 — $C2/m$ ($C2, Cm?$) $a_0 = 8.12$ $b_0 = 5.14$ $c_0 = 7.82$ $a_0 : b_0 : c_0 = 1.580 : 1 : 1.521$ $\beta = 94^\circ 24'$ $Z = 2^2$

¹⁾ W. Fischer & E. Hellner, Acta Cryst. **17**. 1964. 1613 (Struktur).

²⁾ C. O. Hutton, Am. Min. **44**. 1959. 1105.

4.) Mercallit-Misenit-Gruppe.

Mercallit (Carobbi, 1935)	$\text{KH}[\text{SO}_4]$	Rhombisch-dipyramidal D_{2h}^{15} — $Pbca^{1a)}$ $a_0 = 8.48$ $b_0 = 18.90$ $c_0 = 9.80$ $a_0 : b_0 : c_0 = 0.449 : 1 : 0.519$ $Z = 16^1$
Misenit (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) $a_0 = 14.72$ $b_0 = 7.50$ $c_0 = 9.75$ $a_0 : b_0 : c_0 = 1.963 : 1 : 1.300$ $\beta = 103^\circ 30'$ $Z = 4^3$
Letovicit (Sekanina, 1932)	$(\text{NH}_4)_3\text{H}[\text{SO}_4]_2$	Monoklin-prismatisch $a : b : c = 1.7390 : 1 : 1.3237$ $\beta = 102^\circ 06'^4$

¹⁾ S. Oda, J. Chem. Soc. Jap. **60**. 1939. 162 (für künstliche Kristalle).

^{1a)} L. H. Loopstra & C. H. MacGillavry, Acta Cryst. **11**. 1958. 349 (Struktur).

²⁾ G. Wyrouboff, Bull. Soc. Min. **7**. 1884. 5 (für künstliche Kristalle).

³⁾ G. S. Parry & L. Glasser, Z. Krist. **113**. 1960. 57.

⁴⁾ Ch. de Marignac, Ann. Mines **12**. 1857. 523 (für künstl. Kristalle; hier c halbiert!).

5.) Thenardit.

Thenardit (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 Na_2SO_4 kennt man zwischen ca. 200 und 250 °C 4 weitere Modifikationen^{1a)}. **Metathenardit** (Lacroix, 1905), aus Fumarolen, Mt. Pelée, hexagonal, wird $\delta\text{-Na}_2\text{SO}_4$ sein.

¹⁾ W. H. Zachariasen & G. E. Ziegler, Z. Krist. **81**. 1931. 92 (Struktur, SB. **2**. 88).

^{1a)} F. C. Kracek, J. Phys. Chem. **33**. 1929. 1281, 1304.

6.) Arcanit-Reihe. Isomorphie.

Arcanit (Haidinger, 1845)	$K_2[SO_4]$	Rhombisch-dipyramidal D_{2h}^{16} — Pmcn $a_0 = 5.77$ $b_0 = 10.07$ $c_0 = 7.47^1$ $a_0:b_0:c_0 = 0.573:1:0.742$ $Z = 4$
Mascagnit (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^{1a)}; mit der Hochtemperaturform sind β - $Na_2[BeF_4]$ und „Nagelschmidtit“ β - $Ca_2[SiO_4]-Ca_3[PO_4]_2$ homöotyp (Bredig, 1943). Zudem dürfte Homöotypie mit der Olivingruppe bestehen. **Taylorit** (Dana, 1868) ist ein Mischkristall $(K, NH_4)_2[SO_4]$.

¹⁾ A. Ogg, Phil. Mag. **9**. 1930. 665. — Vgl. W. Ehrenberg & C. Hermann, Z. Krist. **70**. 1929. 163.

^{1a)} G. Gattow, Naturwiss. **46**. 1959. 425; **47**. 1960. 442; Acta Cryst. **15**. 1962. 419.

²⁾ W. Taylor & T. Boyer, Mem. Manchester Lit. Phil. Soc. **72**. 1928. 125. — Vgl. A. Ogg, Phil Mag. **5**. 1928. 354.

³⁾ 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 α - $NaCa[PO_4]$, α - $KCa[PO_4]$, $SrNa[PO_4]$ und $BaNa[PO_4]$, desgleichen zwischen Kalistrontit, Palmierit und Whitlockit $Ca_3[PO_4]_2$ sowie Anhydrit und Ferrucit $Na[BF_4]$.

Glaserit* (Hausmann, 1847) (Aphthitalit)	$K_3Na[SO_4]_2$	Ditrigonal-skalenoedrisch D_{3d}^3 — $P\bar{3}m1$ $a_0 = 5.66$ $c_0 = 7.30$ $c_0/a_0 = 1.290$ $Z = 1^1$
Kalistrontit (Voronova, 1962)	$SrK_2[SO_4]_2$	Ditrigonal-skalenoedrisch (?) $a_0 = 5.46$ $c_0 = 20.7^2$ $c_0/a_0 = 3.791$ $Z = 3$
Palmierit (Lacroix, 1907)	$PbK_2[SO_4]_2$	D_{3d}^3 (?) $a_0 = 5.49$ $c_0 = 20.65^3$ $c_0/a_0 = 3.761$ $Z = 3$ $a_{rh} = 7.56$ $\alpha = 42^\circ 28'$

Glauberit (Brongniart, 1808)	$\text{CaNa}_2[\text{SO}_4]_2$	Monoklin-prismatisch C_{2h}^{61} — C2/c $a_0 = 10.01$ $b_0 = 8.21$ $c_0 = 8.43^4$ $a_0:b_0:c_0 = 1.220:1:1.027$ $\beta = 112^\circ 11'$ $Z = 4$
Anhydrit (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^{1b)}. Ein Ammonium-Glaserit (K, 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^{1c)}. γ - $\text{Ca}[\text{SO}_4]$ kristallisiert hexagonal mit $a_0 = 6.99$, $c_0 = 6.34$, $Z = 3^{5a)}$.

*) Sal polychestrum Glaseri (17. Jhdt.); Beudant, 1832: Aphthalose; Shepard, 1835: Aphthitalit.

¹⁾ 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. — ^{1b)} M. E. Hilmy, Am. Min. 38. 1953. 118. — M. Carapezza, Rend. Soc. Min. Ital. 11. 1955. 47. — ^{1c)} C. Frondel, Am. Min. 35. 1950. 596. — Siehe auch H. Winchell & R. J. Benoit, Am. Min. 36. 1951. 590.

²⁾ M. L. Voronova, Zapiski Vses. Min. Obshch. 91. 1962. 712.

³⁾ H. Strunz, Naturwiss. 30. 1942. 242, Homöotypie zu Whitlockit β - $\text{Ca}_3[\text{PO}_4]_2$; 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).

⁴⁾ F. Pardillo Vaquer, N. Jb. Min. I. 1935. 344.

⁵⁾ 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.

^{5a)} O. W. Flörke, N. Jb. Min. 84. 1952. 189.

8.) Baryt-Reihe. Rhombisch-dipyramidal, D_{2h}^{16} — Pnma. Isotypie.

Coelestin (Werner, 1798)	$\text{Sr}[\text{SO}_4]$	$a_0 = 8.38$ $b_0 = 5.37$ $c_0 = 6.85^1$ $a_0:b_0:c_0 = 1.561:1:1.276$ $Z = 4$
Baryt (Karsten, 1800) (Schwerspat)	$\text{Ba}[\text{SO}_4]$	$a_0 = 8.87$ $b_0 = 5.45$ $c_0 = 7.14^1$ $a_0:b_0:c_0 = 1.627:1:1.310$ $Z = 4$
Anglesit (Beudant, 1832)	$\text{Pb}[\text{SO}_4]$	$a_0 = 8.47$ $b_0 = 5.39$ $c_0 = 6.94^1$ $a_0:b_0:c_0 = 1.571:1:1.288$ $Z = 4$
Itoit (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 Anglesit⁴⁾
(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.

¹⁾ 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 BaSO_4 und PbSO_4).

²⁾ C. Frondel & H. Strunz, N. Jb. Min. Mh. 1960. 132.

³⁾ C. W. F. T. Pistorius & M. C. Pistorius, Z. Krist. **117**. 1962. 259 (Zelldimens. u.
therm. Expansion. Isotyp ist BaCrO_4).

⁴⁾ 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) $a_0 = 7.07$ $c_0 = 10.95^4$ $c_0/a_0 = 1.549$
 $Z = 3$

¹⁾ W. E. Richmond & C. W. Wolfe, Am. Min. **25**. 1940. 606. – E. Flügél-Kahler,
Acta Cryst. **16**. 1963. 1009 (Struktur).

²⁾ W. E. Richmond in Ch. Palache, Am. Min. **24**. 1939. 293. – T. Araki, Min. Journ.
(Japan) **3**. 1961. 223 (Struktur).

³⁾ 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).

⁴⁾ 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) $a_0 = 15.90$ $Z = 4^1$

Chlorothionit (Seacchi, 1872)	$K_2Cu[Cl_2 SO_4]$	Rhombisch-dipyramidal $a_0 = 6.12$ $b_0 = 7.71$ $c_0 = 16.15$ $a_0 : b_0 : c_0 = 0.794 : 1 : 2.095$ $Z = 4^2$
Linarit (Brooke, 1822)	$PbCu[(OH)_2 SO_4]$	Monoklin-prismatisch C_{2h}^2 — $P2_1/m$ $a_0 = 9.81$ $b_0 = 5.65$ $c_0 = 4.70$ $a_0 : b_0 : c_0 = 1.736 : 1 : 0.832$ $\beta = 104^\circ 42'$ $Z = 2^3$

Anhydrokainit (Jänecke, 1913) ist angeblich $KMg[Cl | SO_4]$.

¹⁾ H. Autenrieth & G. Braune, Naturwiss. **45**. 1958. 362. — H. Strunz, N. Jb. Min. Mh. 1958. 152.

²⁾ A. Bellanca, Per. Min. **15**. 1946. 33 (für künstliche Kristalle).

³⁾ 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).

Natroalunit (Hillebrand & Penfield, 1902)	$NaAl_2[(OH)_6 (SO_4)_2]$	$a_0 = 6.98$ $c_0 = 16.70^1$ $1/2c_0/a_0 = 1.196$ $Z = 3$
Alunit (Beudant, 1824)	$KAl_3[(OH)_6 (SO_4)_2]$	$a_0 = 6.97$ $c_0 = 17.38^2$ $1/2c_0/a_0 = 1.247$ $Z = 3$ $c/a = 1.2520$ $\alpha = 89^\circ 10'$
Natrojarosit (Hillebrand & Penfield, 1902)	$NaFe_3^{+++}[(OH)_6 (SO_4)_2]$	$a_0 = 7.19$ $c_0 = 16.33^3$ $1/2c_0/a_0 = 1.136$ $Z = 3$ $c/a = 1.104$ $\alpha = 93^\circ 50'$
Jarosit (Breithaupt, 1852)	$KFe_3^{+++}[(OH)_6 (SO_4)_2]$	$a_0 = 7.21$ $c_0 = 17.03^2$ $1/2c_0/a_0 = 1.181$ $Z = 3$ $c/a = 1.2492$ $\alpha = 89^\circ 15'$
Ammoniojarosit (Shannon, 1927)	$NH_4Fe_3^{+++}[(OH)_6 (SO_4)_2]$	$a_0 = 7.21$ $c_0 = 17.03^2$ $1/2c_0/a_0 = 1.181$ $Z = 3$ $c/a = ?$ $\alpha = 91^\circ 25'$
Argentojarosit (Schaller, 1923)	$AgFe_3^{+++}[(OH)_6 (SO_4)_2]$	$a_0 = 7.23$ $c_0 = 16.43^4$ $1/2c_0/a_0 = 1.136$ $Z = 3$ $c/a = 1.106$ $\alpha = 93^\circ 42'$
Karphosiderit (Breithaupt, 1827)	$H_2OFe_3^{+++}[(OH)_5H_2O (SO_4)_2]$	$a_0 = 7.17$ $c_0 = 16.93^4$ $1/2c_0/a_0 = 1.180$ $Z = 3$

Plumbojarosit (Hillebrand & Penfield, 1902)	$\text{Pb}^{2+}\text{Fe}^{3+}_6[(\text{OH})_6 (\text{SO}_4)_2]_2$	Ditrigonal-skalenoedrisch $D_{3d}^5 - R\bar{3}m$ $a_0 = 7.21 \quad c_0 = 33.67^2)$ $1/4c_0/a_0 = 1.167 \quad Z = 3$ $c/a = 1.216 \quad \alpha = 90^\circ 18'$
---	---	---

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 (CaFe^{2+}) für (KFe^{3+}) bzw. $\text{Ca}_{0.5}$ für 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.

Woodhouseit (Lemmon, 1937)	$\text{CaAl}_3[(\text{OH})_6 \text{SO}_4\text{PO}_4]$	$a_0 = 6.97 \quad c_0 = 16.30^6)$ $c_0/a_0 = 2.339 \quad Z = 3$ $a_{\text{rh}} = 6.76 \quad \alpha = 62^\circ 4' \quad Z = 1$
Svanbergit (Igelström, 1854)	$\text{SrAl}_3[(\text{OH})_6 \text{SO}_4\text{PO}_4]$	$a_0 = 6.97 \quad c_0 = 16.87^7)$ $c_0/a_0 = 2.410 \quad Z = 3$ $a_{\text{rh}} = 6.90 \quad \alpha = 60^\circ 38' \quad Z = 1$
Hinsdalit (Larsen & Schaller, 1911)	$\text{PbAl}_3[(\text{OH})_6 \text{SO}_4\text{PO}_4]$	$c/a = 1.2677 \quad \alpha = 89^\circ 40'$
Hidalgoit (Smith, Simons & Vlisidis, 1953)	$\text{PbAl}_3[(\text{OH})_6 \text{SO}_4\text{AsO}_4]$	$a_0 = 7.04 \quad c_0 = 16.99^8)$ $c_0/a_0 = 2.41 \quad Z = 3$ $a_{\text{rh}} = 6.97 \quad \alpha = 60^\circ 40' \quad Z = 1$
Corkit (Adam, 1869)	$\text{PbFe}_3^{3+}[(\text{OH})_6 \text{SO}_4\text{PO}_4]$	$c/a = 1.1842 \quad \alpha = 91^\circ 16'$
Beudantit (Lévy, 1826)	$\text{PbFe}_3^{3+}[(\text{OH})_6 \text{SO}_4\text{AsO}_4]$	

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 sein¹⁰⁾.

¹⁾ A. A. Moss, Min. Mag. **31**. 1958. 884.

²⁾ 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.

³⁾ S. B. Hendricks 1937. — Nach M. C. Bandy, Am. Min. **23**. 1938. 669. nur orthorhombisch-pseudohexagonal mit $a:b:c = 1.732:1:2.252$.

⁴⁾ S. B. Hendricks 1937 an künstlichen Kristallen. — F. Halla & R. v. Tassel, Naturwiss. **43**. 1956. 80 (mit $(H_3O)^{1+}$).

⁵⁾ A. Pabst in Dana **2**. 1951. 568.

^{5a)} Y. Taguchi, Min. Journ. (Japan) **3**. 1961. 181. — R. C. Morris, Am. Min. **48**. 1963. 947.

⁶⁾ A. Pabst, Am. Min. **32**. 1947. 16 (Struktur, SR. **11**. 409).

⁷⁾ E. R. Ygberg, Ark. Kemi **20**, 1945. — Vgl. A. Pabst, 1947, l. c. (SR. **11**. 408). — G. Switzer, Am. Min. **34**. 1949. 104.

⁸⁾ R. L. Smith, F. S. Simons & A. C. Vlisidis, Am. Min. **38**. 1953. 1218.

⁹⁾ E. Tavora, Anais Acad. Brasil. Cienc. **23**. 1951. 129.

¹⁰⁾ 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. $3.6.40 \text{ \AA}$.

Sulfohalit	$Na_6[F Cl (SO_4)_2]$	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)	
Galeit	$Na_3[(F, Cl) SO_4]$	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)	
Schairerit	$Na_3[(F, Cl) SO_4]$	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)	
Caracolit	$PbNa_2[OH Cl SO_4]$	Rhombisch-dipyramidal, pseudo-hexagonal $a:b:c = 0.5843:1:0.4217$
	(Websky, 1886)	
Lanarkit	$Pb_2[O SO_4]$	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 .

¹⁾ A. Pabst, Z. Krist. **89**. 1934. 514 (Struktur. SB. **3**. 118). — T. Watanabe, Proc. Imp. Ac. Tokyo **10**. 1934. 575; $a_0 = 10.17$.

²⁾ 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.

³⁾ A. Pabst, Bull. Geol. Soc. Am. **66**. 1955. 1658. — A. Pabst & al., 1963, l. c.

⁴⁾ Aufstellung: W. E. Richmond & C. W. Wolfe, Am. Min. **23**. 1938. 399. — W. P. Binnie, Acta Cryst. **4**. 1951. 471 (Struktur).

⁵⁾ A. K. Temple, Trans. Roy. Soc. Edinburgh **63**. 1955/56. 85.

5.) Burkeit-Hanksit-Gruppe (mit CO₃-Baugruppen).

Burkeit (Teepie, 1921)	Na ₆ [CO ₃ (SO ₄) ₂]	Orthorhombisch D _{2h} ¹³ — Pmm (oder C _{2v} ⁷ — Pmn 2 ₁ ?) a ₀ = 5.17 b ₀ = 9.23 c ₀ = 7.06 ¹⁾ a ₀ :b ₀ :c ₀ = 0.560:1:0.765 Z = 4/3
Hanksit (Hidden, 1885)	KNa ₂₂ [Cl (CO ₃) ₂ (SO ₄) ₉]	Hexagonal-dipyramidal C _{6h} ² — P6 ₃ /m a ₀ = 10.48 c ₀ = 21.22 ²⁾ c ₀ /a ₀ = 2.025 Z = 2
Caledonit (Beudant, 1832)	Pb ₅ Cu ₂ [(OH) ₆ CO ₃ (SO ₄) ₃]	Rhomb.-dipyramidal D _{2h} ¹³ — Pmm a ₀ = 7.15 b ₀ = 20.10 c ₀ = 6.56 ³⁾ a ₀ :b ₀ :c ₀ = 0.356:1:0.326 Z = 2
Leadhillit (Beudant, 1832)	Pb ₄ [(OH) ₂ SO ₄ (CO ₃) ₂]	Monoklin-prismatisch C _{2h} ⁵ — P 2 ₁ /a a ₀ = 9.09 b ₀ = 11.57 c ₀ = 20.74 ⁴⁾ a ₀ :b ₀ :c ₀ = 0.786:1:1.793 β = 90° 29 ¹ / ₂ ' Z = 8

Tychit, Na₆Mg₂[SO₄ | (CO₃)₄], kubisch, befindet sich bei den Carbonaten (Vb. B. 3). Nach Ramsdell (1942) gibt Burkeit äußerst schwache Zwischenschichtlinien, die eine Verdreifachung von b₀ und c₀ erfordern. **Wherryit**⁵⁾, angeblich Pb₄Cu[(O, OH, Cl)₃ | CO₃ | (SO₄)₂], ist nach dem Pulverdiagramm offenbar nur eine Varietät von Caledonit.

¹⁾ L. S. Ramsdell, Am. Min. 27. 1942. 230.

²⁾ L. S. Ramsdell, Am. Min. 24. 1939. 109. — Vgl. B. Goßner & J. Koch, Z. Krist. 80. 1931. 455.

³⁾ W. E. Richmond in Ch. Palache, Am. Min. 24. 1939. 441.

⁴⁾ C. W. Wolfe in Dana 2. 1951. 296.

⁵⁾ 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_{2h}⁶ — C 2/c. Isotypie.

Die Struktur von Kieserit ist eng verwandt mit Titanit, CaTi[O | SiO₄] und Amblygonit, LiAl[(OH, F) | PO₄]¹⁾.

Kieserit (Reichardt, 1861)	Mg[SO ₄]·H ₂ O	a ₀ = 6.89 b ₀ = 7.61 c ₀ = 7.63 a ₀ :b ₀ :c ₀ = 0.905:1:1.003 β = 117° 43' Z = 4 ^{1a)}
Szomolnokit (Krenner, 1891) (Schmölnitzit)	Fe[SO ₄]·H ₂ O	a:b:c = 0.9344:1:1.0078 β = 116° 14' ²⁾
Synthetisch	Co[SO ₄]·H ₂ O	a ₀ = 6.97 b ₀ = 7.52 c ₀ = 7.50 a ₀ :b ₀ :c ₀ = 0.927:1:0.997 β = 115° 59' Z = 4 ³⁾
Szmikit (Schröckinger, 1877)	Mn[SO ₄]·H ₂ O	Pulveraufnahme ähnlich Kieserit ⁴⁾

Synthetisch	$\text{Cu}[\text{SO}_4] \cdot \text{H}_2\text{O}$	$a_0 = 7.18$ $b_0 = 7.43$ $c_0 = 7.64$ $a_0:b_0:c_0 = 0.966:1:1.028$ $\beta = 116^\circ 9'$ $Z = 4^5$)
Gunningit (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., $a_0 = 7.05$, $b_0 = 7.42$, $c_0 = 7.48$, $\beta = 114^\circ 40'$ ⁶⁾.

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 $a:b:c = 0.432:1:0.552$, $\beta = 96^\circ 25'$ ⁷⁾.

¹⁾ 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.

^{1a)} W. H. Baur, Beitr. Min. Petr. **6**. 1959. 399.

²⁾ M. C. Bandy, Am. Min. **23**. 1938. 669.

³⁾ C. W. F. T. Pistorius, Z. Krist. **115**. 1961. 303.

⁴⁾ E. Hammel, Ann. chim. **11**. 1939. 247.

⁵⁾ C. W. F. T. Pistorius, Acta Cryst. **14**. 1961. 534. — Vgl. J. L. Jambor & R. W. Boyle, Canad. Min. **7**. 1962. 209.

⁶⁾ J. L. Jambor, Canad. Min. **7**. 1962. 245. — J. L. Jambor, G. R. Lachance & S. Courville, Canad. Min. **8**. 1964. 109.

⁷⁾ C. L. Garavelli, Rend. Soc. Min. Ital. **13**. 1957. 268.

2.) Leonhardtit-Reihe (Tetrahydrate). Monoklin-prismatisch,

C_{2h}^5 — $P 2_1/n$. Isotypie.

Leonhardtit (Berdiesinski, 1952)	$\text{Mg}[\text{SO}_4] \cdot 4 \text{H}_2\text{O}$	$a_0 = 5.92$ $b_0 = 13.60$ $c_0 = 7.91$ $a_0:b_0:c_0 = 0.435:1:0.582$ $\beta = 90^\circ 51'$ $Z = 4^1$)
Rozenit (Kubise, 1960)	$\text{Fe}[\text{SO}_4] \cdot 4 \text{H}_2\text{O}$	$a_0 = 5.98$ $b_0 = 13.65$ $c_0 = 7.98$ $a_0:b_0:c_0 = 0.438:1:0.585$ $\beta = 90^\circ 26'$ $Z = 4^1$)
Ilesit (Wünsch, 1881)	$\text{Mn}[\text{SO}_4] \cdot 4 \text{H}_2\text{O}$	$a_0 = 5.94$ $b_0 = 13.76$ $c_0 = 8.01$ $a_0:b_0:c_0 = 0.432:1:0.582$ $\beta = 90^\circ 48'$ $Z = 4^1$)
Aplowitz (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 Leonhardtit identisch^{1a)}.

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.

¹⁾ 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.

^{2a)} O. W. Grawe, Am. Min. **41**. 1956. 662.

²⁾ J. L. Jambor & R. W. Boyle, Canad. Min. **3**. 1965. 166.

³⁾ E. Hammel, Ann. Chim. **11**. 1939. 247. - W. H. Baur, 1962 l. c.

3.) Vitriol-Gruppe.

3a) Chalkanthit-Reihe (Pentahydrate). Triklin-pinakoidal. $C_1^1 - PI$

Chalkanthit (Kobell, 1853) (Kupfervitriol)	$\text{Cu}[\text{SO}_4] \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$	$a_0 = 6.12 \quad b_0 = 10.69 \quad c_0 = 5.96^1$ $a_0 : b_0 : c_0 = 0.572 : 1 : 0.558$ $\alpha = 97^\circ 35' \quad \beta = 107^\circ 10' \quad \gamma = 77^\circ 33'$ $Z = 2$
Pentahydrat (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 ²⁾ Wohl isotyp mit Chalkanthit
Siderotil (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 H_2O und 2 O pseudooktaedrisch umgeben (Beevers & Lipson, 1934).

¹⁾ 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.

²⁾ D. Taylor, Journ. Chem. Soc. London, 1952. 2370.

³⁾ 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.

Hexahydrat (Johnston, 1911)	$\text{Mg}[\text{SO}_4] \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$	Monoklin-prismatisch $C_{2h}^6 - C2/c$ $a_0 = 10.06 \quad b_0 = 7.16 \quad c_0 = 24.39^1$ $a_0 : b_0 : c_0 = 1.405 : 1 : 3.406$ $\beta = 98^\circ 34' \quad Z = 8$
Bianchit (Andreatta, 1930)	$(\text{Zn}, \text{Fe})[\text{SO}_4] \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$	Monoklin-prismatisch $a : b : c = 1.3788 : 1 : 3.3324 \quad \beta = 98^\circ 30'$
Moorhouseit (Co, Ni, Mn) [SO ₄] · 6 H ₂ 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:

Retgersit	$x\text{-Ni}[\text{SO}_4] \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	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 Melanerit bekannt geworden¹⁾.

$\text{NiSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 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.

¹⁾ K. H. Ide, Naturw. **26**. 1938. 411, an künstlichen Kristallen. — A. Zalkin, H. Ruben & D. H. Templeton, Acta Cryst. **17**. 1964. 235 (Struktur).

²⁾ 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. $\text{Co}[\text{SO}_4] \cdot 6\text{H}_2\text{O}$).

³⁾ 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.

⁴⁾ V. V. Vlasov & A. V. Kuznetsov, Zapiski Vses. Min. Obshch. **91**. 1962. 490.

3c) Melanerit-Reihe (Heptahydrate—I.) Monoklin-prismatisch. Isotypie und weitgehende Diadochie (Fe, Co, Cu).

Melanerit	$\text{Fe}[\text{SO}_4] \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	$C_{2h}^5 - P2_1/c$
(Haidinger, 1850*)		$a_0 = 14.11$ $b_0 = 6.51$ $c_0 = 11.02^1$)
(Eisenvitriol)		$a_0:b_0:c_0 = 2.168:1:1.693$
		$\beta = 105^\circ 15'$ $Z = 4$
Bieberit	$\text{Co}[\text{SO}_4] \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	$a_0 = 14.13$ $b_0 = 6.55$ $c_0 = 11.00^2$)
(Haidinger, 1845)		$a_0:b_0:c_0 = 2.157:1:1.679$
(Kobaltvitriol)		$\beta = 105^\circ 05'$ $Z = 4$
Boothit	$\text{Cu}[\text{SO}_4] \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	$a:b:c = 1.1622:1:1.5000$
(Schaller, 1903)		$\beta = 105^\circ 36'$
(Kupfervitriol-Heptahydrat)		
Mallardit	$\text{Mn}[\text{SO}_4] \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	$a:b:c = 1.2245:1:1.5727^3$)
(Carnot, 1879)		$\beta = 104^\circ 51'$
(Manganvitriol)		

Mischkristalle sind: **Kupfer-Melanerit (Pisanit, Kenngott, 1860)**, (Fe, Cu) $[\text{SO}_4] \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, mit $a_0 = 14.12$, $b_0 = 6.54$, $c_0 = 10.81$, $\beta = 106^\circ 00'$ ¹⁾, **Zink-Melanerit (Sommaireit)**, **Magnesium-Melanerit (Kirovit, Cuprokirovit, Vertushkov,**

zur Melanerite

1939), **Mangan-Melanterit** (Luckyit, Carnot, 1879), **Magnesium-Boothit** und **Zink-Boothit**.

¹⁾ 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).

²⁾ Nach Westenbrink 1926; Aufstellung Keating & Berry 1953.

³⁾ 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  banya⁴⁾, $a:b:c = 0.9821:1:0.5615$, enthält 19.14% MnO, 5.08% ZnO und 3.40% MgO.

¹⁾ 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).

²⁾ H. G. K. Westenbrink 1926, l. c.

³⁾ C. A. Beevers & C. M. Schwartz, Z. Krist. **91**. 1935. 157 (Strukturbestimmung an synthetischen Kristallen, SB. **3**. 105).

⁴⁾ L. Tokody, F  ld. K  z. Budapest **79**. 1949. 68.

4.) **Rhomboklas-Coquimbit-Gruppe**. Homöotypie Coquimbit-Para-coquimbit.

Rhomboklas $Fe^{III}H[SO_4]_2 \cdot 4H_2O$ Rhombisch-dipyramidal
(Krenner, 1891) $a:b:c = 0.5577:1:0.9370$

Lausenit $Fe_2^{III}[SO_4]_3 \cdot 6H_2O$ 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) $a_0 = 14.29$ $b_0 = 20.10$ $c_0 = 5.45^1)$
 $a_0:b_0:c_0 = 0.711:1:0.271$
 $\beta = 97^\circ 01'$

• Coquimbit (Breithaupt, 1841)	$\text{Fe}^{2+}[\text{SO}_4]_3 \cdot 9 \text{H}_2\text{O}$	Hexagonal $a_0 = 10.87$ $c_0 = 17.06$ $c_0/a_0 = 1.570^2)$ $Z = 4$
Paracoquimbit (Ungemach, 1933)	$\text{Fe}_2^{2+}[\text{SO}_4]_3 \cdot 9 \text{H}_2\text{O}$	Ditrigonal-skalenoedrisch $a_0 = 10.92$ $c_0 = 51.25$ $c_0/a_0 = 4.693^2)$ $Z = 12$
Quenstedtit (Linck, 1888)	$\text{Fe}_2^{2+}[\text{SO}_4]_3 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$	Triklin-pinakoidal $a_0 = 6.15$ $b_0 = 23.77$ $c_0 = 6.56^3)$ $a_0:b_0:c_0 = 0.258:1:0.276$ $\alpha = 94^\circ 10'$ $\beta = 101^\circ 44\frac{1}{2}'$ $\gamma = 96^\circ 18\frac{1}{2}'$
Alunogen (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 (Tekticit, 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.

¹⁾ F. Cesbron, Bull. Soc. Franç. Min. Crist. **87**. 1964. 125.

²⁾ R. Hocart in Ungemach, Bull. Soc. Franç. Min. **58**. 1935. 165. — Vgl. F. Cesbron 1964, l.c.

³⁾ F. Cesbron 1964, l.c.; Winkel nach Ungemach, 1935.

⁴⁾ S. G. Gordon, Ac. Sci. Philadelphia Nat. **101**. 1942.

5.) Ransomit-Römerit-Gruppe. Heterotypie.

Ransomit (Lausen, 1928)	$\text{CuFe}_2^{2+}[\text{SO}_4]_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$	Orthorhombisch $a:b:c = 1.7407:1:0.5168$
• Römerit (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.

¹⁾ P. R. Van Loan & E. W. Nuffield, Canad. Min. **6**. 1959. 348.

²⁾ R. M. Pearl, Am. Min. **35**. 1950. 1055.

6.) Halotrichit-Reihe (Federalaune).

Monoklin-sphenoidisch¹⁾, C_2^1 — P 2. Wohl isotyp. Faseriger Habitus.

• Pickeringit (Hayes, 1844)	$\text{MgAl}_2[\text{SO}_4]_4 \cdot 22 \text{H}_2\text{O}$	$a_0 = 20.8$ $b_0 = 24.2$ $c_0 = 6.18^2)$ $a_0:b_0:c_0 = 0.860:1:0.255$ $\beta = 96^\circ 33\frac{1}{2}'$ $Z = 4$
---------------------------------------	--	---

♦ Halotrichit	$\text{Fe}^{++}\text{Al}_2[\text{SO}_4]_4 \cdot 22\text{H}_2\text{O}$	$a_0 = 20.51$ $b_0 = 24.28$ $c_0 = 6.18^2$
(Glocker, 1839)		$a_0 : b_0 : c_0 = 0.844 : 1 : 0.255$
		$\beta = 100^\circ 06'$ $Z = 4$
Dietrichit	$\text{ZnAl}_2[\text{SO}_4]_4 \cdot 22\text{H}_2\text{O}$	Monoklin
(Schröckinger, 1878)		
Apjohnit	$\text{MnAl}_2[\text{SO}_4]_4 \cdot 22\text{H}_2\text{O}$	Monoklin
(Glocker, 1847)		
Bilinit	$\text{Fe}^{++}\text{Fe}_2^{+++}[\text{SO}_4]_4 \cdot 22\text{H}_2\text{O}$	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)³⁾ = 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).

¹⁾ S. G. Gordon, Ac. Sci. Philadelphia Nat. **101**. 1942.

²⁾ M. C. Bandy, Am. Min. **23**. 1938. 724.

³⁾ A. Dubansky, Chem. Listy **50**. 1956. 1347. — Vgl. M. Fleischer, Am. Min. **42**. 1957. 919.

⁴⁾ Dana **2**. 1951. 529.

7.) Krausit-Tamarugit-Gruppe.

Tamarugit und Amarillit sind wahrscheinlich isotyp.

Krausit	$\text{KFe}^{+++}[\text{SO}_4]_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$	Monoklin
(Foshag, 1931)		$a : b : c = 1.5401 : 1 : 1.7584$ $\beta = 102^\circ 44'$
Tamarugit	$\text{NaAl}[\text{SO}_4]_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	Monoklin-prismatisch
(Schulze, 1889)		$a : b : c = 0.2918 : 1 : 0.2415$ $\beta = 94^\circ 49\frac{1}{2}'$
Amarillit	$\text{NaFe}^{+++}[\text{SO}_4]_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	Monoklin-prismatisch
(Ungemach, 1933)		$a : b : c = 0.7757 : 1 : 1.1482$ $\beta = 95^\circ 37'$

Anhang:

Mendozit	$\text{NaAl}[\text{SO}_4]_2 \cdot 11\text{H}_2\text{O} (?)$	Monoklin, faserig
(Dana, 1868)		$a : b : c = 2.5060 : 1 : 0.9125$ $\beta = 109^\circ 01'$
♦ Kalinit	$\text{KAl}[\text{SO}_4]_2 \cdot 11\text{H}_2\text{O} (?)$	Monoklin (?), faserig
(Dana, 1868)		

8.) Alaun-Gruppe. Kubisch-disdodekaedrisch, T_h^6 — Pa 3. Isotypie. Infolge von Mischkristallbildung meist spannungsdoppelbrechend.

Natronalaun	$\text{NaAl}[\text{SO}_4]_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$	$a_0 = 12.21$ $Z = 4^1$
Kalialaun	$\text{KAl}[\text{SO}_4]_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$	$a_0 = 12.15$ $Z = 4^2$

Ammonialaun $\text{NH}_4\text{Al}[\text{SO}_4]_2 \cdot 12 \text{H}_2\text{O}$ $a_0 = 12.23$ $Z = 4^2$)

Tschermigitt

(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-, NH_4 -, Rb-, Tl-Al $[\text{SO}_4]_2 \cdot 12 \text{H}_2\text{O}$, K-, 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-, 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 H_2O umgeben; mit zunehmender Größe von Na, K, Cs erfolgt eine zunehmende Aufweitung der H_2O -Oktaeder, die im Cs-Alaun schließlich so stark ist, daß zusätzlich 6 O der SO_4 -Tetraeder an Cs auf die gleiche Entfernung wie die H_2O herankommen. Es ist verständlich, daß mit den kleiner werdenden Abständen von Alkali zu 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:

A^{IV}	=	Tl	K	NH_4	Rb
R^{III}	= Fe^{III}	27.35	27.38	27.40	27.44
R^{III}	= Mn	27.71	27.30	27.61	27.66
R^{III}	= Zn	27.06	27.15	—	27.20
R^{III}	= Cd	27.74	27.60	27.91	27.86

Die wahrscheinliche Raumgruppe ist $\text{O}_h^3 - \text{Fd}3c$, $Z = 16$.

¹⁾ H. Lipson, Proc. Roy. Soc. London **151** A. 1935. 347 (Struktur, SB. 3. 112).

²⁾ 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) $a_0 = 5.79$ $b_0 = 12.60$ $c_0 = 5.49$
 $a_0 : b_0 : c_0 = 0.460 : 1 : 0.436$
 $\beta = 108^\circ 30'$ $Z = 2^1$)

• Ferrinatrium	$\text{Na}_3\text{Fe}^{++}[\text{SO}_4]_3 \cdot 3 \text{H}_2\text{O}$	Hexagonal
(Mackintosh, 1889)		$c/a = 0.5528^2$ ($\alpha = 111^\circ 11'$)
• Goldichit	$\text{KFe}^{++}[\text{SO}_4]_2 \cdot 4 \text{H}_2\text{O}$	Monoklin-prismatisch $C_{2h}^5 - P2_1/c$
(Rosenzweig & Gross, 1955)		$a_0 = 10.45 \quad b_0 = 10.55 \quad c_0 = 9.15$
		$a_0 : b_0 : c_0 = 0.991 : 1 : 0.867$
		$\beta = 101^\circ 49' \quad Z = 4^3$

¹⁾ 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).

²⁾ A. Arzruni, Z. Krist. **13**. 1891. 595.

³⁾ A. Rosenzweig & E. B. Gross, Am. Min. **40**. 1955. 469.

10.) Löweit-Reihe. Trigonal ($C_3^+ - R3, C_{3i}^2 - R\bar{3}$). Isotypie.

Löweit*	$\text{Na}_{12}\text{Mg}_7[\text{SO}_4]_{13} \cdot 15 \text{H}_2\text{O}^1$	$a_0 = 18.96 \quad c_0 = 13.47$
(Haidinger, 1846)		$c_0/a_0 = 0.710 \quad Z = 3^{1a}$
Synthetisch	$\text{Na}_{12}\text{Mn}_7[\text{SO}_4]_{13} \cdot 15 \text{H}_2\text{O}$	$a_0 = 19.09 \quad c_0 = 13.55$
		$c_0/a_0 = 0.710 \quad Z = 3^2$

¹⁾ R. Kühn & K.-H. Ritter, Kali u. Steinsalz **2**. 1958. 238: neue Formel $6 \text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 7 \text{MgSO}_4 \cdot 15 \text{H}_2\text{O}$.

^{1a)} W. Schneider & J. Zemann, Beitr. Min. Petr. **6**. 1959. 201.

²⁾ 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.

• Astrakanit	$\text{Na}_2\text{Mg}[\text{SO}_4]_2 \cdot 4 \text{H}_2\text{O}$	$a_0 = 11.06 \quad b_0 = 8.17 \quad c_0 = 5.50$
(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 $\text{Na}_2\text{Ni}[\text{SO}_4]_2 \cdot 4 \text{H}_2\text{O}^2$.

¹⁾ C. Lauro, Per. Min. **11**. 1940. 39. — I. M. Romanowa, Doklady Akad. Nauk USSR. **118**. 1958. 84 (Struktur).

²⁾ M. Giglio, Acta Cryst. **11**. 1958. 789 (Struktur).

12.) Leonit-Reihe. Monoklin-prismatisch, $C_{2h}^3 - C2/m$. Isotypie.

Leonit	$\text{K}_2\text{Mg}[\text{SO}_4]_2 \cdot 4 \text{H}_2\text{O}$	$a_0 = 11.78 \quad b_0 = 9.53 \quad c_0 = 9.88$
(Tenne, 1896)		$a_0 : b_0 : c_0 = 1.236 : 1 : 1.037$
		$\beta = 95^\circ 24' \quad Z = 4^1$

„Mangan-Leonit“

(synthetisch) $K_2Mn[SO_4]_2 \cdot 4 H_2O$ $a_0 = 12.03$ $b_0 = 9.61$ $c_0 = 9.98$
 $a_0:b_0:c_0 = 1.252:1:1.039$
 $\beta = 95^\circ$ $Z = 4^1)$

¹⁾ 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.

Schönit	$K_2Mg[SO_4]_2 \cdot 6 H_2O$	$a_0 = 9.06$ $b_0 = 12.26$ $c_0 = 6.11$
(Reichardt, 1866*)		$a_0:b_0:c_0 = 0.739:1:0.498$ $\beta = 104^\circ 48'$ $Z = 2^1)$
Cyanochoirit	$K_2Cu[SO_4]_2 \cdot 6 H_2O$	$a:b:c = 0.7490:1:0.5088$
(Dana, 1868**)		$\beta = 104^\circ 28'^2)$
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	$(NH_4)_2Ni[SO_4]_2 \cdot 6 H_2O$	$a_0 = 9.18$ $b_0 = 12.46$ $c_0 = 6.24^4)$
		$a_0:b_0:c_0 = 0.737:1:0.501$ $\beta = 106^\circ 57'$ $Z = 2$
Boussingaultit	$(NH_4)_2Mg[SO_4]_2 \cdot 6 H_2O$	$a_0 = 9.30$ $b_0 = 12.60$ $c_0 = 6.21$
(Bechi, 1864)		$a_0:b_0:c_0 = 0.738:1:0.493$ $\beta = 107^\circ 06'$ $Z = 2^1)^{4a)}$
Mohrit	$(NH_4)_2Fe[SO_4]_2 \cdot 6 H_2O$	$a_0 = 9.30$ $b_0 = 12.60$ $c_0 = 6.23$
(Garavelli, 1964)		$a_0:b_0:c_0 = 0.738:1:0.494$ $\beta = 106^\circ 50'$ $Z = 2^1)^{4b)}$
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 H₂O umgeben, die großen Kationen mehr unregelmäßig von 5 O + 3 H₂O. Schönit zerfällt bei ca. 200 °C in Langbeinit K₂Mg₂[SO₄]₃ und K₂SO₄.^{1a)}

*) Die gleiche Kristallart, jedoch als Kunstprodukt erhalten, wurde von Scacchi 1855 als picromeride bezeichnet.

**) Scacchi 1855: Cianocroma.

¹⁾ W. Hofmann, Z. Krist. **78**. 1931. 279, an synthet. Kristallen (Struktur, SB. **2**. 93).

^{1a)} E. Klose, Naturwiss. **44**. 1957. 350. – W. Franke & K. Kohler, 1962 (Thermischer Abbau).

²⁾ A. E. H. Tutton, Z. Krist. **41**. 1906. 328.

³⁾ J. E. Weidenborner, I. Tsu & L. E. Godycki, Acta Cryst. **14**. 1961. 63.

⁴⁾ N. W. Grimes, H. F. Kag & M. W. Webb, Acta Cryst. **16**. 1963. 823 (Struktur).

^{4a)} T. N. Margulis & D. H. Templeton, Z. Krist. **117**. 1962. 344 (Struktur).

^{4b)} C. L. Garavelli, Atti Accad. Lincei **36**. 1964. 524. ($a_0 = 9.29$, $b_0 = 12.61$, $c_0 = 6.24$, $\beta = 106^\circ 53'$)

⁵⁾ C. Cipriani, Rend. Soc. Min. Ital. **14**. 1958. 3.

⁶⁾ H. Montgomery & E. C. Lingafelter, Acta Cryst. **17**. 1964. 1295.

14.) Polyhalit-Reihe. Isotypie.

• Polyhalit K ₂ Ca ₂ Mg[SO ₄] ₄ · 2 H ₂ 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 ₂ Ca ₂ Cu[SO ₄] ₄ · 2 H ₂ O (Palache, 1938)	Rhombisch-dipyramidal D _{2h} ²³ —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 ³⁾ K ₂ Ca ₅ [SO ₄] ₆ · 1,5 H ₂ O (Mayrhofer, 1953) (Micheewit, Nefedow, 1953 ^{3a)})	Monoklin-prismatisch
	$a_0 = 17.1$ $b_0 = 6.71$ $c_0 = 18.2^{3b)}$ $a_0 : b_0 : c_0 = 2.55 : 1 : 2.72$ $\beta = 114^\circ \pm 30'$ $Z = ?^{3c)}$

¹⁾ O. Braitsch, Beitr. Min. Petr. **8**. 1961. 84.

²⁾ P. R. Van Loan, Canad. Min. **7**. 1962. 272.

³⁾ H. Mayrhofer, N. Jb. Min. Mh. 1953. 35 (27. 11. 1952). – Analyse W. Zwicker.

^{3a)} 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.

^{3b)} E. J. Nefedow, Geologie **4**. 1955. 526.

^{3c)} 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.

Mattencit ¹⁾ (Carobbi & Cipriani, 1952)	$\text{NaH}[\text{SO}_4] \cdot \text{H}_2\text{O}$	—
Lecontit (Taylor, 1858)	$(\text{NH}_4)\text{Na}[\text{SO}_4] \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$	Rhombisch-disphenoid. $D_2^4 - P2_12_12_1$ $a_0 = 8.24 \quad b_0 = 12.88 \quad c_0 = 6.24^2)$ $a_0 : b_0 : c_0 = 0.640 : 1 : 0.484 \quad Z = 4$
• Mirabilit (Haidinger, 1845) (Glaubersalz)	$\text{Na}_2[\text{SO}_4] \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$	Monoklin-prismatisch $C_{2h}^5 - P2_1/c$ $a_0 = 11.48 \quad b_0 = 10.35 \quad c_0 = 12.82^3)$ $a_0 : b_0 : c_0 = 1.109 : 1 : 1.239$ $\beta = 107^\circ 40' \quad Z = 4$
• Syngenit (Zepharovich, 1872)	$\text{K}_2\text{Ca}[\text{SO}_4]_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$	Monoklin-prismatisch $C_{2h}^2 - P2_1/m^{4a)}$ $a_0 = 9.72 \quad b_0 = 7.16 \quad c_0 = 6.21^4)$ $a_0 : b_0 : c_0 = 1.358 : 1 : 0.867$ $\beta = 104^\circ 05'$
Kocktalt (Sekanina, 1948)	$(\text{NH}_4)_2\text{Ca}[\text{SO}_4]_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$	Monoklin $a_0 = 10.17 \quad b_0 = 7.15 \quad c_0 = 6.34^5)$ $a_0 : b_0 : c_0 = 1.423 : 1 : 0.887$ $\beta = 102^\circ 45'$

¹⁾ G. Carobbi & C. Cipriani, Rend. Acad. Lincei **12**. 1952. 23 (Formel durch Vergleich der Optik und Pulverdiagramme mit synthetischem Material).

²⁾ R. J. Faust & F. D. Bloss, Am. Min. **48**. 1963. 180.

³⁾ Cocco & Rossetti, Per. Min. **28**. 1959. 231 (hier a_0 und c_0 vertauscht).

⁴⁾ Laszkiewicz, Arch. Min. Soc. Warsaw **12**. 1936. 8.

^{4a)} C. Kurylenko, Acta Cryst. **7**. 1954. 630: $a_0 = 9.55, b_0 = 7.13, c_0 = 5.66$.

⁵⁾ 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.

• Gips (Theophrastus, 315 v. Chr.)	$\text{Ca}[\text{SO}_4] \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$	Monoklin-prismatisch $C_{2h}^6 - A2/n$ $a_0 = 5.68 \quad b_0 = 15.18 \quad c_0 = 6.29^1)$ $a_0 : b_0 : c_0 = 0.374 : 1 : 0.414$ $\beta = 113^\circ 50' \quad Z = 4$
Ardealit (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:

Bassanit (Zambonini, 1910)	Tief- $\text{Ca}[\text{SO}_4] \cdot \frac{1}{2} \text{H}_2\text{O}$ ($< 45^\circ \text{C}$)	Orthorhombisch, pseudohexagonal ³⁾
--------------------------------------	--	---

β-Bassanit	Hoch-Ca[SO ₄] ^{1/2} ·H ₂ O (>45 °C)	Hexagonal-rhomboedrisch D _{3h} ⁶ —P3 ₂ 21 a ₀ = 6.84 c ₀ = 12.73 ^{3a)} c ₀ /a ₀ = 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 $h_{\text{alt}} = \frac{\bar{h}}{2} + \frac{\bar{l}}{2}$, $k = k$, $l = l$ 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 → γ -CaSO₄ → Anhydrit beobachten (Flörke, 1952).

Der Umwandlungspunkt Gips → Anhydrit in gesättigter Steinsalzlösung liegt bei 18 °C^{1a)}, im NaCl-KCl-gesättigten Gebiet bei 13° und bei gleichzeitiger Anwesenheit von MgCl₂ bei 10 °C^{1b)}. Natürlicher Bassanit (Calciumsulfat-Hemihydrat) besitzt nadeligen Habitus und ist vom Vesuv^{3b)}, aus den USA^{3c)} und der UdSSR^{3d)} bekannt geworden.

¹⁾ 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).

^{1a)} J. D'Ans, D. Bredtschneider, H. Eick & H.-E. Freund, Kali und Steinsalz **9**. 1955. 17.

^{1b)} H. Autenrieth, Kali und Steinsalz **2**. 1958. 196.

²⁾ F. Halla, Z. Krist. **80**. 1931. 349. — Aufstellung analog Gips.

³⁾ Für das synthet. Hemihydrat: O. W. Flörke, N. Jb. Min. **84**. 1952. 189.

^{3a)} 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.

^{3b)} F. Zambonini, Mineralogia Vesuviana 1910. 327; Appendix 1912. 47.

^{3c)} R. D. Allen & H. Kramer, Am. Min. **38**. 1953. 1266.

^{3d)} V. J. Popow & A. L. Worobjew, Mém. Soc. Russe Min. **76**. 1947. 268.

D.) Wasserhaltige Sulfate mit fremden Anionen

1.) Langit-Vernadskyit-Gruppe.

Langit	Cu ₄ [(OH) ₆ SO ₄]·H ₂ O	Rhombisch-dipyramidal
(Maskelyne, 1864)		a ₀ = 6.02 b ₀ = 11.2 c ₀ = 7.12 ¹⁾
		a ₀ :b ₀ :c ₀ = 0.537:1:0.635 Z = 2
Ktenasit	(Cu, Zn) ₃ [(OH) ₄ SO ₄]·2 H ₂ O (?)	Monoklin-prismatisch C _{2h} ⁵ — P 2 ₁ /c
(Kokkoros, 1950)		a ₀ = 11.16 b ₀ = 6.11 c ₀ = 23.74 ²⁾
		a ₀ :b ₀ :c ₀ = 1.826:1:3.885
		β = 95° 24'

Kamarezit	$\text{Cu}_3[(\text{OH})_4 \text{SO}_4] \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$	Orthorhombisch (?)
(Busz, 1893)		$a:b:c = ?:1:0.601$
Mooreit	$(\text{Mg}, \text{Zn}, \text{Mn})_8[(\text{OH})_{14} \text{SO}_4] \cdot 4 \text{H}_2\text{O}$ (?)	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) (δ -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 Röntgenbild²⁾.

¹⁾ R. Pierrot & P. Sainfeld, Bull. Soc. Franç. Min. Crist. **31**. 1958. 257.

²⁾ P. Kokkoros, Tscherm. Min. Petr. Mitt. **1**. 1950. 342.

³⁾ J. Prewitt-Hopkins, Am. Min. **34**. 1949. 589.

2.) Butlerit-Amarantit-Gruppe.

Metahohmannit	$\text{Fe}^{+++}[\text{OH} \text{SO}_4] \cdot 1\frac{1}{2} \text{H}_2\text{O}$	Opt. zweiachsig
(Bandy, 1938)		
Butlerit	$\text{Fe}^{+++}[\text{OH} \text{SO}_4] \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$	Monoklin-prismatisch $\text{C}_{2h}^2 - \text{P}2_1/m$
(Lausen, 1928)		$a_0 = 6.44 \quad b_0 = 7.31 \quad c_0 = 5.87^1)$
		$a_0:b_0:c_0 = 0.881:1:0.803$
		$\beta = 108^\circ 28'$
Parabutlerit	$\text{Fe}^{+++}[\text{OH} \text{SO}_4] \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$	Rhombisch-dipyramidal $\text{D}_{2h}^{16} - \text{Pmnb}$
(Bandy, 1938)		$a_0 = 7.38 \quad b_0 = 20.13 \quad c_0 = 7.22^1)$
		$a_0:b_0:c_0 = 0.367:1:0.359 \quad Z = 8$
Amarantit	$\text{Fe}^{+++}[\text{OH} \text{SO}_4] \cdot 3 \text{H}_2\text{O}$	Triklin-pinakoidal
(Frenzel, 1888)		$a_0 = 8.90 \quad b_0 = 11.56 \quad c_0 = 6.64^1)$
		$a_0:b_0:c_0 = 0.769:1:0.574$
		$\alpha = 95^\circ 33' \quad \beta = 90^\circ 31' \quad \gamma = 97^\circ 25'$
Hohmannit	$\text{Fe}^{+++}[\text{OH} \text{SO}_4] \cdot 3\frac{1}{2} \text{H}_2\text{O}$	Triklin-pinakoidal
(Frenzel, 1888)		$a_0 = 9.05 \quad b_0 = 10.88 \quad c_0 = 7.17^1)$
		$a_0:b_0:c_0 = 0.832:1:0.659$
		$\alpha = 90^\circ 10\frac{1}{2}' \quad \beta = 91^\circ 10'$
		$\gamma = 101^\circ 13'$
Fibroferrit	$\text{Fe}^{+++}[\text{OH} \text{SO}_4] \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$	Monoklin
(Rose, 1833)		$a_0 = 7.45 \quad b_0 = 12.10 \quad c_0 = 7.65^2)$
		$a_0:b_0:c_0 = 0.616:1:0.632$
		$\beta = 110^\circ 07'$
Slavikit	$\text{Fe}^{+++}[\text{OH} \text{SO}_4] \cdot 8 \text{H}_2\text{O}$ (?)	Hexagonal-rhomboedrisch
(Jirkovský & Ulrich, 1926)		$c/a = 1.389$

Hohmannit geht in trockener Luft leicht in Metahohmannit über.

¹⁾ F. Cesbron, Bull. Soc. Franç. Min. Crist. **37**. 1964. 125.

²⁾ J. Toussaint, Ann. Soc. Geol. Belg. **79**B. 1956. 45. - Vgl. F. Cesbron, 1964, l. c.

3.) Aluminit-Cyanotrichit-Gruppe.		
Minasragrit (Schaller, 1915)	$V_2^{***}[(OH)_2 (SO_4)_3] \cdot 15 H_2O$	Monoklin-prismatisch a:b:c = 0.7196:1:0.6656 $\beta = 110^\circ 57' 1)$
Aluminit (Haberle, 1807)	$Al_2[(OH)_4 SO_4] \cdot 7 H_2O$	Monoklin (?)
Felsöbanyit (Haidinger, 1825)	$Al_4[(OH)_{10} SO_4] \cdot 5 H_2O$	Orthorhombisch a:b:c = 0.675:1:?
Basaluminit (Bannister & Hollingworth, 1948)	$Al_4[(OH)_{10} SO_4] \cdot 5 H_2O$	Hexagonal (?) $a_0 = 22.56 \quad c_0 = 18.72$ $c_0/a_0 = 0.830 \quad Z = 24^2)$
Winebergit (Gümbel, 1879)	$Al_4[(OH)_{10} SO_4] \cdot 7 H_2O$	—
Hydrobasaluminit²⁾ (Hollingworth & Bannister, 1948)	$Al_4[(OH)_{10} SO_4] \cdot 36 H_2O$	—
Trudellit (Gordon, 1926)	$Al_{10}[(OH)_4 Cl_4 SO_4]_3 \cdot 30 H_2O$	Hexagonal
Zinkaluminit (Damour, 1881)	$Zn_3Al_3[(OH)_{13} SO_4] \cdot 2 H_2O$	Hexagonal
Chalkoalumit (Larsen & Vassar, 1925)	$CuAl_4[(OH)_{12} SO_4] \cdot 3 H_2O$	Triklin (?)
Spangolith (Penfield, 1890)	$Cu_6Al[(OH)_{12} Cl SO_4] \cdot 3 H_2O$	Ditrigonal-pyramidal $C_{3v}^3 - P 3c 1$ $a_0 = 8.245 \quad c_0 = 14.34^3)$ $c_0/a_0 = 1.739 \quad Z = 2$
Cyanotrichit (Glocker, 1839)	$Cu_4Al_2[(OH)_{12} SO_4] \cdot 2 H_2O$	Orthorhombisch
Glaukokerinit (Zn, Cu) ₁₀ Al ₄ [(OH) ₃₀ SO ₄] · 2 H ₂ O (Dittler & Koechlin, 1932)		Orthorhombisch (?) Gerade auslöschende Fasern
Botryogen (Haidinger, 1828)	$MgFe^{***}[OH (SO_4)_2] \cdot 7 H_2O$	Monoklin-prismatisch $C_{2h}^5 - P 2_1/n$ $a_0 = 10.51 \quad b_0 = 17.85$ $c_0 = 7.14^4)$ $a_0:b_0:c_0 = 0.589:1:0.440$ $\beta = 100^\circ 00' \quad Z = 4$
Copiapit (Fe ⁺⁺ , Mg)Fe ₄ ^{***} [OH (SO ₄) ₃] ₂ · 20 H ₂ 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 $\text{Cu}_3\text{Fe}^{2+}_4[(\text{OH})_4 | (\text{SO}_4)_7] \cdot 15 \text{H}_2\text{O}$ 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°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 CO_3 statt SO_4 im Verhältnis $\sim 2:1$ ⁶⁾.

Im Copiapit können an Stelle von Fe^{2+} auch andere Kationen sein: Ca (**Calcio-Copiapit**, Tusiit^{5a)}, Mg (**Magnesio-Copiapit**), Cu (**Cupro-Copiapit**), $\frac{2}{3} \text{Fe}^{2+}$ (**Ferri-Copiapit**), $\frac{2}{3} \text{Al}$ (**Alumino-Copiapit**) und wohl noch andere.

¹⁾ Ch. Palache, Am. Min. **19**. 1934. 197.

²⁾ —

³⁾ C. Frondel, Am. Min. **34**. 1949. 181.

⁴⁾ 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).

⁵⁾ 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.

^{5a)} M. A. Kashkai & R. M. Aliev, Trudy Aserbajdschan Geogr. Obshch. 1960. 49.

⁶⁾ 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 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 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 orthorhombisch³⁾.

¹⁾ 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 H_2O pro 4 $\text{KMg}(\text{Cl} | \text{SO}_4)$.

²⁾ W. E. Richmond in Ch. Palache, Am. J. Sci. **237**. 1939. 451.

³⁾ G. Wappler, priv. Mitt. 1964.

⁴⁾ V. V. Lobanova, Zapiski Vses. Obshch. **92**. 1963. 697.

5.) Fleischerit-Arzzrunit-Gruppe.

Fleischerit (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 — $P6_3/mmc$ $a_0 = 8.89$ $c_0 = 10.86$ $c_0/a_0 = 1.222$ $Z = 2^1$
Arzzrunit (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 $a:b:c = 0.5773:1:0.4163$

¹⁾ C. Frondel & H. Strunz, N. Jb. Min. Mh. 1960. 132.

6.) Ettringit-Metavoltin-Gruppe.

Ettringit (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 — $P6_3/mmc$ $a_0 = 11.26$ $c_0 = 21.49^1$ $c_0/a_0 = 1.910$ $Z = 2$
Sideronatriit (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} — $Pbnm$ $a_0 = 7.27$ $b_0 = 20.50$ $c_0 = 7.15^2$ $a_0:b_0:c_0 = 0.354:1:0.348$ $Z = 4$
Metasideronatriit (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 $a:b:c = 0.4571:1:0.1187$
Metavoltin (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 $a_0 = 19.47$ $c_0 = 18.64$ $c_0/a_0 = 0.957$ $Z = 8^3$
„ β -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 $a_0 \sim c_0 \sim 9.4$ $b_0 = 18.69^4$ $a_0:b_0:c_0 \sim 0.503:1:0.503$ $\beta = 120^\circ$
Ungemachit (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 — $R\bar{3}$ $a_0 = 10.86$ $c_0 = 24.87^5$ $c_0/a_0 = 2.290$ $a_{rh} = 10.39$ $\alpha = 62^\circ 59\frac{1}{2}'$ $Z = 1$
Klinoungemachit (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 SO_4 z. T. durch SiO_4 ersetzt werden; eine gewisse Verwandtschaft scheint zu Thaumasit vorzuliegen^{1a)}.

¹⁾ 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.

^{1a)} D. McConnell & J. Murdoch, *Min. Mag.* **33**. 1962. 59.

²⁾ F. Cesbron, *Bull. Soc. Franç. Min. Crist.* **87**. 1964. 125.

³⁾ 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).

⁴⁾ B. Goßner, *Zbl. Min.* 1936. 262.

⁵⁾ 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 nieren Aggregaten. **Meta-Uranopilit**⁵⁾ (β -Uranopilit, Novaček, 1935) soll pro Formeleinheit nur 10 H₂O enthalten. **Cupro-Zippeit** (Boldyrev, 1935) soll 5% CuO enthalten.

Peligotit (Melkow, 1942) ist wahrscheinlich identisch mit Johannit^{4a)}.

¹⁾ R. J. Traill, Am. Min. **37**. 1952. 394, für Uranopilit von Goldfields, Saskatchewan, c_0 = Faserachse.

²⁾ Thompson (1954) aus Pulveraufnahmen; würde man a_0 halbieren, b_0 und c_0 verdoppeln, so erhalte man gute Übereinstimmung mit der synthetischen Substanz von Traill (1952).

³⁾ R. J. Traill, 1952 l. c.

⁴⁾ 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.

^{4a)} Nach M. Fleischer, Am. Min. **40**. 1955. 369.

⁵⁾ C. Frondel, Am. Min. **37**. 1952. 950.

E.) Tellurate und Chromate

1.) Gruppe der Tellurate.

Ferrotellurit	Fe[TeO ₄] (?)	Kristallsymmetrie?
	(Genth, 1877)	
Magnolit	Hg ₂ [TeO ₄] (?)	Kristallsymmetrie?
	(Genth, 1877)	
Montanit	[(BiO) ₂ TeO ₄] · 2H ₂ O	Monoklin, faserig
	(Genth, 1868)	

2.) Tarapacait-Krokoit-Gruppe.

Tarapacait	K ₂ [CrO ₄]	Rhombisch-dipyramidal D _{2h} ¹⁶ — Pmcn
	(Raimondi, 1878)	$a_0 = 5.93$ $b_0 = 10.42$ $c_0 = 7.63$ ¹⁾
		$a_0:b_0:c_0 = 0.569:1:0.732$ $Z = 4$
Chromatit	Ca[CrO ₄]	Ditetragonal-dipyramidal D _{4h} ¹⁹ — I4 ₁ /amd
	(Eckhardt & Heimbach, 1963)	$a_0 = 7.26$ $c_0 = 6.26$ $c_0/a_0 = 0.862$ $Z = 4$ ²⁾
Synthetisch	Sr[CrO ₄]	Monoklin-prismatisch C _{2h} ¹⁵ — P2 ₁ /n
		$a_0 = 7.08$ $b_0 = 7.39$ $c_0 = 6.77$ ³⁾
		$a_0:b_0:c_0 = 0.958:1:0.916$
		$\beta = 103^\circ 25'$ $Z = 4$
Krokoit	Pb[CrO ₄]	Monoklin-prismatisch C _{2h} ⁵ — P2 ₁ /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 $(\text{NH}_4)_2[\text{SO}_4]$, Krokoid mit $\text{Pb}[\text{SeO}_4]$, $\text{Sr}[\text{CrO}_4]$, $\text{Sr}[\text{SeO}_4]$ ²⁾ und (nach Clouse, 1930) vielleicht mit Monazit CePO_4 ; eine instabile orthorhombische Modifikation von PbCrO_4 ist isotyp mit Schwerapat.

¹⁾ W. H. Zachariassen & G. E. Ziegler, Z. Krist. **80**. 1931. 164, an künstl. Kristallen (Struktur, SB. 2. 446).

²⁾ F. J. Eckhardt & W. Heimbach, Naturwiss. **50**. 1963. 612.

³⁾ C. W. F. T. Pistorius & M. C. Pistorius, Z. Krist. **117**. 1962. 259.

⁴⁾ 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 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 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^{3a)}.

¹⁾ L. G. Berry, Am. Min. **34**. 1949. 275.

²⁾ P. Bariand & P. Herpin, Bull. Soc. Franç. Min. Crist. **85**. 1962. 309.

³⁾ H. Strunz, Naturwiss. **45**. 1958. 127.

^{3a)} W. Johnson, Min. Mag. **32**. 1960. 408.

⁴⁾ P. Bariand & P. Herpin, Bull. Soc. Franç. Min. Crist. **86**. 1963. 133.

4.) Lopezit.

Lopezit (Bandy, 1937)	$K_2[Cr_2O_7]$	Triklin-pinakoidal $a_0 = 7.52$ $b_0 = 13.43$ $c_0 = 7.39^1)$ $a_0 : b_0 : c_0 = 0.560 : 1 : 0.550$ $\alpha = 98^\circ 00'$ $\beta = 90^\circ 51'$ $\gamma = 96^\circ 13'$ $Z = 4$
---------------------------------	----------------	---

¹⁾ 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.

Powellit (Melville, 1891)	$Ca[MoO_4]$	$a_0 = 5.24$ $c_0 = 11.46$ $c_0/a_0 = 2.187$ $Z = 4^1)$ $c/a = 1.5457$
Scheelit (Leonhard, 1821)	$Ca[WO_4]$	$a_0 = 5.25$ $c_0 = 11.40$ $c_0/a_0 = 2.171$ $Z = 4^2)$ $c/a = 1.5268$
Stolzit (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:

Wulfenit (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)**⁵⁾ und **Molybdo-Scheelit** (Seyrigit, Lacroix, 1940) bezeichnet werden; einen Versuch, das Mischungsverhältnis aus den d-Werten abzuleiten, machte Vermaas⁶⁾.

Wulfenit entspricht gittermäßig dem Scheelit, morphologisch zeigt er nur tetragonal-pyramidale Symmetrie^{4a)}. **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 .

¹⁾ L. Vegard, Phil. Mag. **1**. 1926. 1151 (Struktur). – Vgl. A. Maucher, Z. angew. Min. **1**. 1938. 103.

²⁾ 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.

³⁾ L. Vegard & A. Refsum, Skr. Norsk. Ak. Oslo, Mat.-Nat. Kl. 1927, Nr. 2.

⁴⁾ 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.

^{4a)} Vgl. C. S. Hurlbut, Am. Min. **40**. 1955. 857. – W. Kleber, Wiss. Z. Humboldt-Univ. Berlin **5**. 1955/56. 1.

⁵⁾ O. Ödman 1950, mit $10-14\% WO_3$.

⁶⁾ F. H. S. Vermaas, Am. Min. **37**. 1952. 719.

2.) Lindgrenit-Ferrimolybdit-Gruppe (mit fremden Anionen bzw. H₂O).

Lindgrenit	$\text{Cu}_3[\text{OH} \text{MoO}_4]_2$	Monoklin-prismatisch $C_{2h}^5 - P2_1/n$
(Palache, 1935)		$a_0 = 5.61 \quad b_0 = 14.03 \quad c_0 = 5.40^1)$
		$a_0:b_0:c_0 = 0.400:1:0.385$
		$\beta = 98^\circ 23' \quad Z = 2$
Ferrimolybdit	$\text{Fe}_2^{3+}[\text{MoO}_4]_3 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$	Orthorhombisch ²⁾
(Pilipenko, 1914) (Molybdit z. T.)		
Ferritungstit	$\text{Ca}_2\text{Fe}_2^{2+}\text{Fe}_2^{3+}[\text{WO}_4]_7 \cdot 9 \text{H}_2\text{O}$	Tetragonal
(Schaller, 1911)		$a_0 = 10.28 \quad c_0 = 7.28^{2a})$
		$c_0/a_0 = 0.708 \quad Z = 1$
Umohoit	$[\text{UO}_2 \text{MoO}_4] \cdot ?4 \text{H}_2\text{O}$	Orthorhombisch $D_{2h}^5 - \text{Pbmm} (C_{2v}^2, C_{2v}^4?)$
(Brophy & Kerr, 1953)		$a_0 = 6.32 \quad b_0 = 7.48 \quad c_0 = 12.4^3)$

Iriginit⁴⁾ („Priguinit“), $\text{H}_2[\text{UO}_2|\text{(MoO}_4)_2] \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$, gelb, monoklin, $a_0 = 8.58$, $b_0 = 12.78$, $c_0 = 7.48$, $\beta = 107^\circ 40'^{4a)}$, **Moluranit⁴⁾**, $\text{H}_6[(\text{UO}_2)_3|\text{(MoO}_4)_5] \cdot 9 \text{H}_2\text{O}$, 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^{4b)} sowie **Calcurnmolit** (Povarennych, 1962) $\text{Ca}[(\text{UO}_2)_3|\text{(OH)}_2|\text{(MoO}_4)_3] \cdot 11 \text{H}_2\text{O}$, gelb^{4c)}, 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 $a_0 = 9.33$, $b_0 = 8.17$, $c_0 = 13.68$, $\beta = 95^\circ 40'^6)$.

Farallonit⁷⁾, $2 \text{MgO} \cdot \text{W}_2\text{O}_5 \cdot \text{SiO}_2 \cdot n \text{H}_2\text{O}$. — **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.

¹⁾ W. H. Barnes 1947, Am. Min. **34**. 1949. 163. — L. D. Calvert & W. H. Barnes, Canad. Min. **6**. 1957. 31 (Struktur).

²⁾ 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).

^{2a)} 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!)

³⁾ 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 ($P2_1/c$, $a_0 = 6.32$, $b_0 = 7.50$, $c_0 = 57.8$, $\beta = 94^\circ$).

⁴⁾ Ausstellung der USSR-Delegation in Genf 1955 (Ref. Am. Min. **41**. 1956. 816).

^{4a)} Y. V. Kazitsyn, Ref. Chem. Abstr. **55**. 1961. 20798. — Vgl. D. A. Stephenson, Am. Min. **49**. 1964. 408.

^{4b)} E. V. Kopchenova, K. V. Skvartsova & N. I. Silantjeva, Zapiski Vses. Min. Obshch. **91**. 1962. 67.

^{4c)} L. S. Rudnitskaya, 2. Internat. Atomenergie-Conf. Genf. 1958. — O. V. Federov, Zapiski Vses. Min. Obshch. **92**. 1963. 464.

⁵⁾ J. F. Vaes, Geologie en Mynbouw, Leiden, **20**. 1958. 449.

⁶⁾ F. Niggli & E. Jäger, N. Jb. Min. Abh. **91**. 1957. 35 (aus Pulveraufnahmen).

⁷⁾ 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 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-Raenthalit-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 H_2O -Gehalt pro 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 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.

Berlinit	Al[PO ₄]	Trigonal-trapezoedrisch D ₃ ⁴ —P3 ₁ 21, D ₃ ⁶ —P3 ₂ 21 (Blomstrand, 1868)	a ₀ = 4.93 c ₀ = 10.92 c ₀ /a ₀ = 2.217 Z = 3 ¹⁾
Lithiophosphatit	Li ₃ [PO ₄]	Rhombisch-dipyramidal D _{2h} ¹⁶ — Pmcn (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
Beryllonit	NaBe[PO ₄]	Monoklin-prismatisch C _{2h} ⁵ — P2 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 β = 90° Z = 12
Hurlbutit	CaBe ₂ [PO ₄] ₂	Rhombisch-dipyramidal D _{2h} ¹ — 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 Al[PO₄], Al[AsO₄], Ga[PO₄] und Fe[PO₄]; vom Al[PO₄] sind fast alle den SiO₂-Modifikationen entsprechenden Strukturtypen bekannt geworden, für Al[AsO₄] nur die Tiefquarz- und Tieferistobalitstruktur.

Im Li₃PO₄ liegen die ·PO₄-Tetraeder prinzipiell analog dem SiO₄ im Olivin, jedoch besitzen alle 3 Li-Ionen tetraedrische Koordination^{2a)}.

Beryllonit ist homöotyp mit Trimerit CaMn₂Be₃[SiO₄]₃^{3a)}. Hurlbutit ist homöotyp mit Danburit CaB₂[SiO₄]₂^{4a)}.

Die Elementarvolumina von Beryllonit und Hurlbutit verhalten sich wie 3:2; im analogen Elementarvolumen ist eine analoge Zahl von Ionen enthalten.

¹⁾ 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).

²⁾ F. Zambonini & F. Laves, Z. Krist. **83**. 1932. 26 (für synthetisches Li₃PO₄).

^{2a)} J. Zemann, Acta Cryst. **13**. 1960. 863.

³⁾ J. P. A. Wehrenberg, Am. Min. **39**. 1954. 397. — B. Goßner & J. Beßlein, Zbl. Min. 1934. 144.

^{3a)} H. Strunz, 1933.

⁴⁾ M. E. Mrose, Am. Min. **37**. 1952. 93.

^{4a)} F. Machatschki, Sitz.-Ber. Osterr. Akad. Wiss. 1953. 26.

2.) Triphylin-Reihe. Rhombisch-dipyramidal, D_{2h}¹⁶ — Pmcn. Isotypie, auch mit den Mineralien der Olivin-Reihe usw.

Triphylin	Li(Fe ⁺⁺ , Mn ⁺⁺) [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
Lithiophililit	Li(Mn ⁺⁺ , Fe ⁺⁺) [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
Natrophilit	Na(Mn ⁺⁺ , Fe ⁺⁺) [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

Ferrisicklerit	$\text{Li}_{<1}(\text{Fe}^{2+}, \text{Mn}^{2+}) [\text{PO}_4]$	$a_0 = 5.95 \quad b_0 = 4.80 \quad c_0 = 10.11^4)$
(Quensel, 1937)		$a_0 : b_0 : c_0 = 1.240 : 1 : 2.106 \quad Z = 4$
Sicklerit	$\text{Li}_{<1}(\text{Mn}^{2+}, \text{Fe}^{2+}) [\text{PO}_4]$	$a_0 = 6.01 \quad b_0 = 4.78 \quad c_0 = 10.24^5)$
(Schaller, 1912)		$a_0 : b_0 : c_0 = 1.257 : 1 : 2.142 \quad Z = 4$
Heterosit	$(\text{Fe}^{2+}, \text{Mn}^{2+}) [\text{PO}_4]$	$a_0 = 5.83 \quad b_0 = 4.77 \quad c_0 = 9.70^6)$
(Alluaud, 1825)		$a_0 : b_0 : c_0 = 1.222 : 1 : 2.034 \quad Z = 4$
Purpurit	$(\text{Mn}^{2+}, \text{Fe}^{2+}) [\text{PO}_4]$	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).

¹⁾ 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).

²⁾ S. Geller & J. L. Durand, Acta Cryst. **13**. 1960. 325 (Gitterkonstanten für synthet. LiMnPO_4 , Strukturverfeinerung).

³⁾ A. Byström, Ark. Kemi **17B**. 1943. 1; in der Struktur von Natrophilit sind (Na, Mn) über die Gitterorte von Li und Fe^{2+} des Triphylins statistisch verteilt (SR. **9**. 236).

⁴⁾ C. O. Björling & A. Westgren 1938, l. c. — Vgl. N. N. Martyanow & N. G. Pinevich, Doklady Akad. Wiss. USSR **97**. 1954. 1057.

⁵⁾ N. N.

⁶⁾ C. O. Björling & A. Westgren 1938, l. c.

3.) Graftonit-Reihe.

Graftonit	$(\text{Ca}, \text{Fe}^{2+}, \text{Mn})_3[\text{PO}_4]_2$	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 ähnlich²⁾
(Beus, 1950)

Sarkopsid	$(\text{Fe}^{2+}, \text{Mn}, \text{Ca})_3[\text{PO}_4]_2$	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 $\text{Mg}_3[\text{PO}_4]_2$, monoklin⁴⁾, offenbar nicht isotyp mit Graftonit. — Sarkopsid ist meist innig lamellar mit Graftonit verwachsen^{3, 3a)}.

¹⁾ M. L. Lindberg, Am. Min. **35**. 1950. 59.

²⁾ A. A. Beus, Doklady Akad. Wiss. USSR **73**. 1950. 1267.

³⁾ D. R. Peacor & D. Garske, Am. Min. **49**. 1964. 1149.

^{3a)} F. Cech, K. Padera & P. Povondra, Acta univ. Carol. Prag: Geol. **3**. 1962. 145.

⁴⁾ E. R. Dufresne & S. K. Roy, Geochim. Cosmochim. Acta **24**. 1961. 198.

4.) Hagendorfit-Reihe. Monoklin-prismatisch, $C_{2h}^6 - C2/c$. Isotypie⁶⁾.

Hagendorfit (Strunz, 1954)	$(Na, Ca)_2(Fe, Mn)_3[PO_4]_3$	$a_0 = 11.92$ $b_0 = 12.59$ $c_0 = 6.52^1)$ $a_0 : b_0 : c_0 = 0.947 : 1 : 0.518$ $\beta = 114^\circ 45'$ $Z = 4$
Varulith ²⁾ (Quensel, 1937)	$(Na, Ca)_2(Mn, Fe)_3[PO_4]_3$	nach Pulveraufnahmen isotyp mit Hagendorfit
Hühnerkobelit ³⁾ (Lindberg, 1950)	$(Ca, Na)_2(Fe, Mn)_3[PO_4]_3$	
Alluaudit (Damour, 1848)	$(Na, Ca, H_2)_{<2}(Fe^{III}, Mn^{II})_3[PO_4]_3$	$a_0 = 12.00$ $b_0 = 12.53$ $c_0 = 6.40^4)$ $a_0 : b_0 : c_0 = 0.958 : 1 : 0.511$ $\beta = 114^\circ 20'$ $Z = 4$
Mangan-Alluaudit (Quensel, 1937)	$Na_{<1}(Mn^{II}, Fe^{III})[PO_4]$	Achsenverhältnis unbekannt
Karyinit (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^{II} zu Fe^{III} oxydiert und eine geringe Menge H₂O aufgenommen.

¹⁾ D. J. Fisher, Am. Min. Soc. Progr. 1956. 48.

²⁾ P. Quensel, Geol. Fören. Förh. 59. 1937. 77.

³⁾ M. L. Lindberg, Am. Min. 35. 1950. 59.

⁴⁾ D. J. Fisher, Am. Min. 40. 1955. 1100; 1956, l. c. — Am. Min. 42. 1957. 661.

⁵⁾ K. Boström, Ark. Min. Geol. 2. 1957. 333.

⁶⁾ H. Strunz, N. Jb. Min. Mh. 1960. 7.

5.) Arrojadit-Reihe. Monoklin-prismatisch, $C_{2h}^6 - C2/c$. Isotypie.

Arrojadit (Guimarães, 1925)	$Na_2(Fe^{II}, Mn^{II})_5[PO_4]_4$	$a_0 = 16.51$ $b_0 = 10.05$ $c_0 = 24.78^1)$ $a_0 : b_0 : c_0 = 1.643 : 1 : 2.466$ $\beta = 105^\circ 41'$ (?) $Z = 12$
Dickinsonit (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^{2a)}. **Fillowit** (Brush & Dana, 1879), ungefähr $Na_2(Mn^{II}, Fe^{II}, Ca, H_2)_5[PO_4]_4$, kristallisiert rhomboedrisch mit $a_0 = 15.25$, $c_0 = 43.32^1)$.

¹⁾ D. J. Fisher, Science 121. 1955. 312.

²⁾ C. W. Wolfe, Am. Min. 26. 1941. 338. — Vgl. D. J. Fisher, 1955, l. c.

^{2a)} 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^{1a}). Synthetisch kennt man $Na_3Al_2[PO_4]_3$ und $NaCa_2Mg_2[PO_4]_3$.

¹⁾ D. McConnell, Am. Min. 27. 1942. 452.

^{1a)} A. J. Ginzburg, Doklady Akad. Wiss. USSR 84. 1952. 1045.

²⁾ 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)

$a_0 = 10.17$ $b_0 = 9.55$ $c_0 = 5.77^2$

$a_0:b_0:c_0 = 1.065:1:0.604$

$\beta = 92^\circ 58\frac{1}{2}'$ $Z = 4$

¹⁾ H. Strunz, Naturwiss. 47. 1960. 376. — K. Plieth & G. Sängler, Naturwiss. 52. 1965. 206 (Struktur).

²⁾ 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)

$a_0 = 5.77$ $b_0 = 6.64$ $c_0 = 4.66^3$

$a_0:b_0:c_0 = 0.869:1:0.702$ $\beta = 97^\circ 12'$

$Z = 2$

Schultenit (Spencer, 1926)	$\text{PbH}[\text{AsO}_4]$	Monoklin-prismatisch $C_{2h}^4 - P2/a$ ($C_s^2 - Pa$) $a_0 = 5.83$ $b_0 = 6.76$ $c_0 = 4.85^4$ $a_0 : b_0 : c_0 = 0.862 : 1 : 0.717$ $\beta = 95^\circ 24'$ $Z = 2$
Whitlockit (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 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°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^{5b}); Homöotypie zu Palmierit $\text{PbK}_2[\text{SO}_4]_2^{5c}$).

¹⁾ 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).

²⁾ P. Herpin & R. Pierrot, Bull. Soc. Franç. Min. Crist. **86**. 1963. 368 (für synthet. Kristalle).

³⁾ E. Bengtsson, Ark. Kemi **15** B. 1941. Nr. 7.

⁴⁾ G. F. Claringbull, Min. Mag. **29**. 1950. 287 (Strukturdiskussion, SR. **13**. 309).

⁵⁾ C. Frondel, Am. Min. **26**. 1941. 145.

^{5a)} A. L. Mackay, Acta Cryst. **6**. 1953. 743. — Vgl. G. Trömel 1923 u. a.

^{5b)} H. G. Bachmann, N. Jb. Min. Mh. 1953. 209; Naturwiss. **39**. 1952. 570.

^{5c)} 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 SiO_2 auf, wobei Si gittermäßig die Stelle von P einnimmt und der Ladungsausgleich durch das Eintreten von Thorium und Zirkonium hergestellt wird.

¹⁾ R. C. L. Mooney, H. Kissinger & A. Perloff, Congr. Intern. de Crist. Paris 1954.

²⁾ 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 Monazit⁴⁾
(Herzenberg, 1946)

Monazit kann bis 16% ThO_2 und 4% 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 $\text{P}:\text{Si} = 3.64:0.34$.

¹⁾ 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).

²⁾ S. H. U. Bowie & J. E. T. Horne, Min. Mag. **30**. 1953. 93.

³⁾ J. Zemmann, Tscherm. Min. Petr. Mitt. **1**. 1950. 361. – Vgl. R. C. L. Mooney-Slater, Z. Krist. **117**. 1962. 371 (Monazit-ähnliche Hochtemperatur-Struktur).

⁴⁾ 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-Phosphat²⁾. 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.

¹⁾ R. C. L. Mooney, Acta Cryst. **3**. 1950. 337 (Struktur, SR. **13**. 317).

²⁾ G. F. Claringbull, priv. Mitt. 1954 (Strukturelle Identität von Rhabdophan mit den synthetischen Verbindungen von Mooney).

³⁾ R. C. L. Mooney 1950, l. c.

⁴⁾ R. C. L. Mooney-Slater, Z. Krist. **117**. 1962. 371 (Struktur, Polymorphie).

⁵⁾ F. G. Fisher & R. Meyrowitz, Am. Min. **47**. 1962. 1346.

⁶⁾ T. Muto, R. Meyrowitz, A. M. Pommer & T. Murano, Am. Min. **44**. 1959. 633. — T. Muto, Min. Journ. (Japan) **3**. 1962. 306.

⁷⁾ 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	β - $Bi[AsO_4]$	Tetragonal-dipyramidal C_{4h}^6 — $I4_1/a$ $a_0 = 5.08$ $c_0 = 11.70$ $c_0/a_0 = 2.303$ $Z = 4^1)$
Pucherit	$Bi[VO_4]$	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 β -Fergusonit-Typ, monoklin, $a_0 = 5.19$, $b_0 = 11.69$, $c_0 = 5.08$, $\beta = 90^\circ 23' ^3)$.

¹⁾ R. C. L. Mooney, Acta Cryst. **1**. 1948. 163 (Struktur, SR. **11**. 375).

²⁾ 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.

³⁾ 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.

Herderit	$CaBe[(F, OH) PO_4]$	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)	

Väyrynenit	$\text{MnBe}[(\text{OH}, \text{F}) \text{PO}_4]$	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.

¹) H. Strunz, Z. Krist. **93**. 1936. 146. – P. W. Pavlov & N. W. Belov, Doklady Akad. Wiss. USSR **114**. 1957. 884 (Struktur).

²) 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, $C_1^1 - P\bar{1}$.

Amblygonit	$\text{LiAl}[(\text{F}, \text{OH}) \text{PO}_4]$	$a_0 = 5.19 \quad b_0 = 7.12 \quad c_0 = 5.04$
(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) | PO_4] Pulverdiagramm
(Schaller, 1911) ähnlich Amblygonit

Tavorit $\text{LiFe}[\text{OH} | \text{PO}_4]$ Pulveraufnahme ähnlich
(Lindberg & Pecora, 1954) Amblygonit²)

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.

¹) 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).

²) M. L. Lindberg & W. T. Pecora, Am. Min. **40**. 1955. 952.

3.) Triplit-Triploidit-Gruppe. Monoklin-prismatisch. Homöotypie.

a) Triplit-, Reihe¹.

Wagnerit	$\text{Mg}_2[\text{F} \text{PO}_4]$	$C_{2h}^5 - P2_1/a$
(Fuchs, 1821)		$a_0 = 11.92 \quad b_0 = 12.53 \quad c_0 = 9.65^1$
		$a_0 : b_0 : c_0 = 0.951 : 1 : 0.770$
		$\beta = 108^\circ 07' \quad Z = 16$
Zwieselit	$(\text{Fe}^{2+}, \text{Mn})_2[\text{F} \text{PO}_4]$	$a_0 = 12.02 \quad b_0 = 6.45 \quad c_0 = 10.01^2$
(Breithaupt, 1841)		$a_0 : 2 b_0 : c_0 = 0.932 : 1 : 0.776$
		$\beta \sim 108^\circ \quad Z = 8$

Triplit $(\text{Mn, Fe}^{2+})_2[\text{F} | \text{PO}_4]$ $C_{2h}^3 - I2/m$
 (Hausmann, 1813) $a_0 = 12.05$ $b_0 = 6.47$ (?) $c_0 = 10.05^3$
 $a_0 : 2 b_0 : c_0 = 0.931 : 1 : 0.776$
 $\beta = 105^\circ 42'$ $Z = 8$

b) Triploidit-Reihe. $C_{2h}^5 - P2_1/a$.

Wolfcit $(\text{Fe}^{2+}, \text{Mn})_2[\text{OH} | \text{PO}_4]$ $a_0 = 12.12$ $b_0 = 13.16$ $c_0 = 9.73^4$
 (Fron del, 1949) $a_0 : b_0 : c_0 = 0.921 : 1 : 0.739$
 $\beta = 108^\circ 18'$ $Z = 16$

Triploidit $(\text{Mn, Fe}^{2+})_2[\text{OH} | \text{PO}_4]$ $a_0 = 12.26$ $b_0 = 13.38$ $c_0 = 9.90^5$
 (Brush & Dana, 1878) $a_0 : b_0 : c_0 = 0.916 : 1 : 0.740$
 $\beta = 108^\circ 04'$ $Z = 16$

Sarkinit $\text{Mn}_2[\text{OH} | \text{AsO}_4]$ $a_0 = 12.68$ $b_0 = 13.54$ $c_0 = 10.17^6$
 (Sjögren, 1885) $a_0 : b_0 : c_0 = 0.936 : 1 : 0.751$
 $\beta = 108^\circ 44'$ $Z = 16$

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**⁷⁾ (Talktriplit) ist Mg-haltiger Triplit.

¹⁾ O. Kraus & F. Mußnug, Naturwiss. **26**. 1938. 801. — W. E. Richmond, Am. Min. **25**. 1940. 470.

²⁾ Ch. Tennyson 1957.

³⁾ W. E. Richmond 1940, l. c. — Raumgruppe nach C. W. Wolfe & E. W. Heinrich, Am. Min. **32**. 1947. 518.

⁴⁾ P. Kokkoros, Zbl. Min. 1938. 278. — Name nach C. Fron del, Am. Min. **34**. 1949. 692.

⁵⁾ W. E. Richmond 1940, l. c.

⁶⁾ G. Hägele, Zbl. Min. 1938. 267. — W. E. Richmond 1940, l. c.

⁷⁾ 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 $\text{Al}_2[\text{O} | \text{SiO}_4]$.

Libethenit $\text{Cu}_2[\text{OH} | \text{PO}_4]$ $D_{2h}^{12} - \text{Pnnm}$
 (Breithaupt, 1823) $a_0 = 8.45$ $b_0 = 8.10$ $c_0 = 5.91^1$
 $a_0 : b_0 : c_0 = 1.043 : 1 : 0.730$ $Z = 4$

Olivenit $\text{Cu}_2[\text{OH} | \text{AsO}_4]$ $D_{2h}^{13} - \text{Pnmm}$
 (Jameson, 1820) $a_0 = 8.64$ $b_0 = 8.22$ $c_0 = 5.95^2$
 $a_0 : b_0 : c_0 = 1.051 : 1 : 0.724$ $Z = 4$

Adamin $\text{Zn}_2[\text{OH} | \text{AsO}_4]$ $D_{2h}^{12} - \text{Pnnm}$
 (Friedel, 1866) $a_0 = 8.34$ $b_0 = 8.56$ $c_0 = 6.09^3$
 $a_0 : b_0 : c_0 = 0.974 : 1 : 0.711$ $Z = 4$

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 Tarbuttit⁵⁾
 (Switzer, 1956)

¹⁾ 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).

²⁾ 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 $C_2^2 - Pmn2_1$, $a_0 = 5.94$, $b_0 = 8.59$, $c_0 = 8.21$).

³⁾ H. Strunz 1936, l. c. — P. Kokkoros, Z. Krist. **96**. 1937. 417 (Struktur, SB. **5**. 17). — M. E. Mrose, Am. Min. **33**. 1948. 449.

⁴⁾ 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).

⁵⁾ 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.

¹⁾ M. L. Lindberg & C. L. Christ, Acta Cryst. **12**. 1959. 695 (Struktur). — L. G. Berry, Am. Min. **33**. 1948. 750 ($a_0 = 7.12$, $b_0 = 7.26$, $c_0 = 7.24$, $\beta = 118^\circ 55'$).

²⁾ M. L. Lindberg & C. L. Christ, 1959, l. c. (Struktur). — W. T. Pecora & J. J. Fahey, Am. Min. **34**. 1949. 83; **35**. 1950. 1 ($a_0 = 7.15$, $b_0 = 7.31$, $c_0 = 7.25$).

³⁾ M. L. Lindberg & C. L. Christ, 1959, l. c. (Struktur).

⁴⁾ 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-Rockbridgit-Gruppe.

a) Dufrenit-, Reihe.“

Dufrenit (Brongniart, 1833)	$\text{Fe}_3^{\text{II}}\text{Fe}_6^{\text{III}}[(\text{OH})_3 \text{PO}_4]_4$	Monoklin-prismatisch $C_{2h}^5 - P 2_1/n$ $a_0 = 24.6 \quad b_0 = 5.14 \quad c_0 = 13.87^1$ $a_0 : b_0 : c_0 = 4.786 : 1 : 2.698$ $\beta = 100^\circ 25' \quad Z = 4$
Laubmannit (Fron del, 1949)	$(\text{Fe}^{\text{II}}, \text{Mn})_3\text{Fe}_6^{\text{III}}[(\text{OH})_3 \text{PO}_4]_4$ (?)	analoges Pulverdiagramm wie Andrewsit ²⁾
Andrewsit (Maskelyne, 1871)	$(\text{Cu}, \text{Fe}^{\text{II}})\text{Fe}_3^{\text{III}}[(\text{OH})_2 (\text{PO}_4)_3]$	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) Rockbridgit-Reihe. Orthorhombisch, $D_2^5 - B 22_1 2$ (?).

Rockbridgit (Fron del, 1949)	$(\text{Fe}^{\text{II}}, \text{Mn})\text{Fe}_4^{\text{III}}[(\text{OH})_5 (\text{PO}_4)_3]$	$a_0 = 13.76 \quad b_0 = 16.94 \quad c_0 = 5.19^4$ $a_0 : b_0 : c_0 = 0.812 : 1 : 0.306 \quad Z = 4$
Fron delit (Lindberg, 1949)	$(\text{Mn}, \text{Fe}^{\text{II}})\text{Fe}_4^{\text{III}}[(\text{OH})_5 (\text{PO}_4)_3]$	$a_0 = 13.89 \quad b_0 = 17.01 \quad c_0 = 5.21^5$ $a_0 : b_0 : c_0 = 0.8166 : 1 : 0.306 \quad Z = 4$
Zinkrockbridgit (Lindberg & Fron del, 1950)	$(\text{Zn}, \text{Fe}^{\text{II}})\text{Fe}_4^{\text{III}}[(\text{OH})_5 (\text{PO}_4)_3]$	$a_0 = 13.97 \quad b_0 = 16.88 \quad c_0 = 5.19^6$ $a_0 : b_0 : c_0 = 0.828 : 1 : 0.307 \quad Z = 4$

„Kraurit“ hat sich z. T. als Dufrenit, z. T. als Rockbridgit erwiesen.

Anhang:

Angelellit (Ramdohr, Ahlfeld & Berndt, 1959)	$\text{Fe}_4^{\text{III}}[\text{O}_5 (\text{AsO}_4)_2]$	Triklin C_1^1 oder C_1^1 $a_0 = 5.03 \quad b_0 = 6.49 \quad c_0 = 7.11$ $\alpha = 114.4^\circ \quad \beta = 116.4^\circ \quad \gamma = 81.9^\circ$ $Z = 1^7$
--	---	---

¹⁾ M. E. Mrose, Am. Min. Soc. Progr. 1955. 76 A.

²⁾ C. Fron del, Am. Min. 34. 1949. 513.

³⁾ G. F. Claringbull & M. H. Hey, Min. Soc. Notice Nr. 100. 1958.

⁴⁾ C. Fron del 1949, l. c. — M. L. Lindberg, Am. Min. 34. 1949. 541.

⁵⁾ M. L. Lindberg 1949, l. c.

⁶⁾ M. L. Lindberg & C. Frondel, Am. Min. **35**. 1950. 1028.

⁷⁾ K. Weber, N. Jb. Min. Mh. 1959. 152.

7.) Pseudomalachit-Arsenoklasit-Gruppe (mit 2 OH pro RO₄). Pseudomalachit und Cornwallit sind isotyp; Arsenoklasit unterscheidet sich in den Gitterkonstanten durch eine Verdoppelung von c₀, so daß anscheinend eine Raumgitterverzwilligung vorliegt.

• ^{ΣMM} Pseudomalachit (Hausmann, 1813)	Cu ₅ [(OH) ₂ PO ₄] ₂	Monoklin-prismatisch C _{2h} ⁵ — P2 ₁ /a a ₀ = 17.06 b ₀ = 5.76 c ₀ = 4.49 ¹⁾ a ₀ :b ₀ :c ₀ = 2.962:1:0.779 β = 91°02' Z = 2
Cornwallit (Zippe, 1846)	Cu ₅ [(OH) ₂ AsO ₄] ₂	Monoklin-prismatisch C _{2h} ⁵ — P2 ₁ /a a ₀ = 17.61 b ₀ = 5.81 c ₀ = 4.60 ²⁾ a ₀ :b ₀ :c ₀ = 3.031:1:0.792 β = 92°15' Z = 2
Cornubit (Claringbull, Hey & Davis, 1959)	Cu ₅ [(OH) ₂ AsO ₄] ₂	Triklin ³⁾ a ₀ = — b ₀ = — c ₀ = —
Arsenoklasit (Aminoff, 1931)	Mn ₅ [(OH) ₂ AsO ₄] ₂	Orthorhombisch a ₀ = 18.05 b ₀ = 5.81 c ₀ = 9.21 ⁴⁾ a ₀ :b ₀ :c ₀ = 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 dieser³⁾.

¹⁾ L. G. Berry, Am. Min. **35**. 1950. 365. — S. Ghose, Acta Cryst. **16**. 1963. 124 (Struktur).

²⁾ L. G. Berry, Am. Min. **36**. 1951. 484. — Erinit ist teils Cornwallit, teils Chalkophyllit, teils Fe-Montmorillonit.

³⁾ G. F. Claringbull, M. H. Hey & R. J. Davis, Min. Mag. **32**. 1959. 1.

⁴⁾ G. Aminoff, Kungl. Svenska Vetenskap. Handl. **9**. 1931. 52. — Hier neue Aufstellung.

8.) Augelith-Cornetit-Klinoklas-Gruppe (mit 3 OH pro RO₄). Heterotypie.

• Augelith (Blomstrand, 1868)	Al ₂ [(OH) ₃ PO ₄]	Monoklin-prismatisch C _{2h} ³ — C2/m a ₀ = 13.13 b ₀ = 7.98 c ₀ = 5.07 ¹⁾ a ₀ :b ₀ :c ₀ = 1.645:1:0.635 β = 112°27' Z = 4
Cornetit (Buttgenbach, 1916)	Cu ₃ [(OH) ₃ PO ₄]	Rhombisch-dipyramidal D _{2h} ¹⁵ — Pbea a ₀ = 10.88 b ₀ = 14.08 c ₀ = 7.12 ²⁾ a ₀ :b ₀ :c ₀ = 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) $a_0 = 12.38$ $b_0 = 6.46$ $c_0 = 7.24^3$
 $a_0 : b_0 : c_0 = 1.916 : 1 : 1.121$
 $\beta = 99^\circ 30'$ $Z = 4$

¹⁾ M. A. Peacock & D. A. Moddle, Min. Mag. 26. 1941. 105.

²⁾ L. G. Berry, Am. Min. 31. 1946. 190.

³⁾ Ch. Palache & L. G. Berry, Am. Min. 31. 1946. 243.

9.) Flinkit-Synadelphit-Gruppe (mit 4 und mehr OH pro RO_4).

Flinkit $\text{Mn}_2\text{Mn}^{3+}[(\text{OH})_4 | \text{AsO}_4]$ Rhombisch-dipyramidal $D_{2h}^6 - Pnna$
(Hamberg, 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.

¹⁾ K. B. Culver & L. G. Berry, Canad. Min. 7. 1963. 547.

²⁾ C. S. Hurlbut (1949) in Dana 2. 1951. 786.

³⁾ C. S. Hurlbut, Am. Min. **22**. 1937. 526.

⁴⁾ Ch. Palache in Dana **2**. 1951. 778.

⁵⁾ J. Prewitt-Hopkins, Am. Min. **34**. 1949. 589.

⁶⁾ 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.

Isokit	$\text{CaMg}[\text{F} \text{PO}_4]$	$\text{C}_{2h}^6 - \text{C}2/c$
(Deans, 1955)		$a_0 = 6.52 \quad b_0 = 8.75 \quad c_0 = 7.51^1)$
		$a_0 : b_0 : c_0 = 0.745 : 1 : 0.858 \quad \beta = 121^\circ 28' \quad Z = 4$
Tilasit	$\text{CaMg}[\text{F} \text{AsO}_4]$	$\text{C}_{2h}^6 - \text{C}2/c$ oder $\text{C}_s^4 - \text{C}c$
(Sjögren, 1895)		$a_0 = 6.67 \quad b_0 = 8.97 \quad c_0 = 7.58^2)$
		$a_0 : b_0 : c_0 = 0.744 : 1 : 0.845 \quad \beta = 121^\circ 00' \quad Z = 4$
Durangit	$\text{NaAl}[\text{F} \text{AsO}_4]$	$\text{C}_{2h}^6 - \text{C}2/c$
(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.

Adelit	$\text{CaMg}[\text{OH} \text{AsO}_4]$	$a_0 = 5.89 \quad b_0 = 8.87 \quad c_0 = 7.44^4)$
(Sjögren, 1891)		$a_0 : b_0 : c_0 = 0.664 : 1 : 0.839 \quad Z = 4$
Austinit	$\text{CaZn}[\text{OH} \text{AsO}_4]$	$a_0 = 5.91 \quad b_0 = 9.02 \quad c_0 = 7.44^5)$
(Staples, 1935)		$a_0 : b_0 : c_0 = 0.655 : 1 : 0.825 \quad Z = 4$
Konichalcit	$\text{CaCu}[\text{OH} \text{AsO}_4]$	$a_0 = 5.85 \quad b_0 = 9.23 \quad c_0 = 7.43^6)$
(Breithaupt & Fritzsche, 1849)		$a_0 : b_0 : c_0 = 0.634 : 1 : 0.805 \quad Z = 4$
Dufit	$\text{PbCu}[\text{OH} \text{AsO}_4]$	$a_0 = 5.91 \quad b_0 = 9.14 \quad c_0 = 7.52^7)$
(Pufahl, 1920)		$a_0 : b_0 : c_0 = 0.647 : 1 : 0.823 \quad Z = 4$
Tangeit*)	$\text{CaCu}[\text{OH} \text{VO}_4]$	$a_0 = 5.90 \quad b_0 = 9.24 \quad c_0 = 7.44^8)$
(Fersman, 1925)		$a_0 : b_0 : c_0 = 0.639 : 1 : 0.805 \quad Z = 4$
Descloizit	$\text{Pb}(\text{Zn}, \text{Cu})[\text{OH} \text{VO}_4]$	$a_0 = 6.06 \quad b_0 = 9.41 \quad c_0 = 7.58^9)$
(Damour, 1854)		$a_0 : b_0 : c_0 = 0.644 : 1 : 0.805 \quad Z = 4$
Mottramit	$\text{Pb}(\text{Cu}, \text{Zn})[\text{OH} \text{VO}_4]$	Nach Pulveraufnahmen fast gleiche
(Roscoe, 1876)		Gitterkonstanten wie Descloizit

Pyrobelonit	$\text{PbMn}[\text{OH} \text{VO}_4]$	$\text{D}_{2h}^{16} - \text{Pmcn} (?)$
(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-Usbekit¹¹⁾ 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). „ β -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.

Tavistockit	$\text{Ca}_3\text{Al}_2[\text{OH} \text{PO}_4]_3$	Orthorhombisch $\equiv \text{anarit}$
(Dana, 1868)		
Kirrolith	$\text{Ca}_3\text{Al}_2[\text{OH} \text{PO}_4]_3$	Orthorhombisch oder monoklin
(Blomstrand, 1868)		
Brasilianit	$\text{NaAl}_3[(\text{OH})_2 \text{PO}_4]_2$	Monoklin-prismat. $\text{C}_{2h}^5 - \text{P}2_1/\text{n}$
(Pough & Henderson, 1945)		$a_0 = 11.19 \quad b_0 = 10.08 \quad c_0 = 7.06^{11}$
		$a_0 : b_0 : c_0 = 1.110 : 1 : 0.700$
		$\beta = 97^\circ 22' \quad Z = 2$
Lacroixit	$\text{Na}_2\text{Ca}_2\text{Al}_3[(\text{OH}, \text{F})_8 \text{PO}_4]_3$	Monoklin?
(Slavik, 1914)	$\text{Na}_2\text{Ac}(\text{PO}_4)(\text{F}, \text{OH})$	$a : b : c = 0.796 : 1 : 1.568$

непопрелен.
Am. min. 1972, 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*

¹) C. S. Hurlbut & E. J. Weichel, Am. Min. **31**. 1946. 507.

²) C. K. Möller, Medd. om Grönland **137**. 1956. 6.

12.) Palermoit-Reihe. Rhombisch-dipyramidal, $\text{D}_{2h}^{20} - \text{Cccm}$. Wahrscheinlich isotyp³).

- 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 Bayldonit⁵
 (Guillemin, 1955)

¹) M. E. Mrose, Am. Min. **33**. 1953. 354. Mit 3.70 Li_2O , 1.56 Na_2O , 0.88 CaO . – Hier a_0 und b_0 vertauscht.

²) A. Rosenzweig & J. J. Finney, Am. Min. **44**. 1959. 663. – J. J. Finney, Am. Min. **48**. 1963. 1 (Struktur).

³) H. Strunz, N. Jb. Min. Mh. 1960. 49.

⁴) C. Guillemin, Bull. Soc. Franç. Min. **79**. 1956. 64.

⁵) 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)

Plumbogummit	$\text{PbAl}_3\text{H}[(\text{OH})_6 (\text{PO}_4)_2]$	$c/a = ?$
(de Laumont, 1819)		
Waylandit	$(\text{Bi}, \text{Ca})\text{Al}_3[(\text{OH})_6 (\text{PO}_4)_2]$	$D_{3d}^5 - R\bar{3}m$
(v. Knorring & Mrose, 1962)		
		$a_0 = 6.96 \quad c_0 = 16.26^3$
		$c_0/a_0 = 2.336 \quad Z = 3$
Florencit	$\text{CeAl}_3[(\text{OH})_6 (\text{PO}_4)_2]$	$a_0 = 6.76 \quad c_0 = 16.55^4$
(Hussak & Prior, 1899)		
		$c_0/a_0 = 2.448 \quad Z = 3$
Dussertit	$\text{BaFe}_3^{\cdot\cdot}\text{H}[(\text{OH})_6 (\text{AsO}_4)_2]$	$a_0 = 7.40 \quad c_0 = 17.48^5$
(Barthoux, 1925)		
		$c_0/a_0 = 2.362 \quad Z = 3$
		$a_{rh} = 7.23 \quad \alpha = 61^\circ 37' \quad Z = 1$
Lusungit	$(\text{Sr}, \text{Pb})\text{Fe}_3^{\cdot\cdot\cdot}\text{H}[(\text{OH})_6 (\text{PO}_4)_2]$	$D_{3d}^5 - R\bar{3}m$
(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 geworden⁷⁾.

¹⁾ 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.

²⁾ B. Goßner, Z. Krist. 96. 1937. 488. — D. McKie, Min. Mag. 33. 1962. 281 (d-Werte, Abhängigkeit von Zelldimensionen, Optik und Dichte vom Chemismus).

³⁾ O. v. Knorring & M. E. Mrose, Geol. Soc. Am. Meeting 1962, Progr. 156 A.

⁴⁾ P. Ramdohr & E. Thilo, Zbl. Min. 1940 (für Florencit von Klein-Spitzkopje = „Stiepelmannit“). — D. McKie, 1962, l. c.

⁵⁾ K. Walenta, Tscherm. Min. Petr. Mitt. (im Druck).

⁶⁾ L. Van Wambeke, Bull. Soc. Belg. Geol. 67. 1958. 162.

⁷⁾ 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-Reihe¹⁾:

Apatit	$\text{Ca}_5[\text{F} (\text{PO}_4)_3]$	$a_0 = 9.39 \quad c_0 = 6.89 \quad c_0/a_0 = 0.734$
(Werner, 1786)		
Hydroxyl-Apatit	$\text{Ca}_5[\text{OH} (\text{PO}_4)_3]$	$a_0 = 9.42 \quad c_0 = 6.94 \quad c_0/a_0 = 0.737$
(Burri & al., 1935 ^{1a)})		
Chlor-Apatit	$\text{Ca}_5[\text{Cl} (\text{PO}_4)_3]$	$a_0 = 9.54 \quad c_0 = 6.86 \quad c_0/a_0 = 0.719$
(Rammelsberg, 1860)		
Oxy-Apatit	$\text{Ca}_{10}[\text{O} (\text{PO}_4)_6]$	$a_0 = 9.40 \quad c_0 = 6.94 \quad c_0/a_0 = 0.739$
(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) Svabite²⁾:

- **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-Apatite³⁾:

- **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-Reihe⁴⁾:

- 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% Ce₂O₃, 7% La₂O₃, 6% Nd₂O₃, 2% Pr₂O₃ und 3.60% Na₂O enthalten; ein Yttrium-haltiger Apatit von Naegi, Japan, hat 10.65% Y₂O₃, a₀ = 9.40, c₀ = 6.86, c₀/a₀ = 0.730^{1c}). Synthetisch wurden von R. Klement die reinen Cd-, Sr-, Ba- und Pb-Hydroxylapatite dargestellt.

Kollophan ist mikrokristalliner, meist CO₃ 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: (Y, Th, Ca)₅[(F, O)|(SiO₄, PO₄, AlO₄)₃]; auch Beckelith und Lessingit, beide (Ca, Ce, La, Nd)₅[(O, OH, F)|(SiO₄)₃], sind mit Apatit isotyp (siehe VIII A' 9).

Zu d): **Strontiumarsen-Apatit (Fermorit, Prior & Smith, 1910)**, a₀ = 9.62, c₀ = 7.01, c₀/a₀ = 0.729; **Calcium-Pyromorphit (Polysphärit, Breithaupt, 1832)**; **Phosphor-Mimetesit (Kampylit, Breithaupt, 1841)**, a₀ = 10.16, c₀ = 7.41, c₀/a₀ = 0.729; **Calciumbarium-Mimetesit (Hedyphan, Breithaupt, 1830)**, a₀ = 9.99–10.16, c₀ = 7.14–7.36, c₀/a₀ = 0.706–0.726; **Arsen-Vanadinit (Endlicht, Muhlenberg, 1885)**. Bellit (siehe VI E3), (Pb, Ag)₅[Cl|(CrO₄, AsO₄, SiO₄)₃], und wahrscheinlich auch Achrematit, Pb₅[Cl_{<1}|(AsO₄|MoO₄)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.

^{1a}) Damour, 1856: „Hydro-Apatit“.

^{1b}) 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).

^{1c}) K. Omori & H. Konno, Am. Min. **47**. 1962. 1191.

²) O. H. Ödman, Sver. geol. unders. Afh. Arsbok **44**. 1950 (SR. **13**. 1950. 310).

³) 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.

⁴) 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.

^{4a}) H. Wondratschek, N. Jb. Min. Abh. **99**. 1963. 113.

15.) Georgiadesit-Sahlinit-Atelestit-Gruppe.

Georgiadesit	$Pb_3[Cl_3 AsO_4]$	Monoklin
(Lacroix & de Schulten, 1907)		$a:b:c = 1.7675:1:1.5438 \quad \beta = 102^\circ 33\frac{1}{2}'$
Sahlinit	$Pb_{14}[Cl_4 O_9 (AsO_4)_2]$	Monoklin
(Aminoff, 1934)		
Atelestit	$Bi_2[O OH AsO_4]$	Monoklin-prismatisch $C_{2h}^2 - P 2_1/m$
(Breithaupt, 1832)		$a_0 = 7.01 \quad b_0 = 7.46 \quad c_0 = 11.03^2)$
		$a_0:b_0:c_0 = 0.940:1:1.479 \quad \beta = 109^\circ 56\frac{1}{2}'$
		$Z = 4$

¹⁾ Ch. Palache in Dana 2. 1951. 791.

²⁾ E. Fischer, Heidelberger Beitr. Min. Petr. 5. 1956. 113 (Aufstellung Busz, 1889). - K. B. Culver & L. G. Berry, Canad. Min. 7. 1963. 547 ($a_0 = 10.88$, $b_0 = 7.42$, $c_0 = 6.98$, $\beta = 107^\circ 13'$, $C_{2h}^3 - P 2_1/a$).

C.) Wasserhaltige Phosphate, Arsenate und Vanadate ohne fremde Anionen

1.) Faheyit.

Faheyit	$(Mn, Mg, Na)Fe_2^{2+}Be_2[PO_4]_4 \cdot 6 H_2O$	Hexagonal
(Lindberg & Murata, 1952)		$a_0 = 9.43 \quad c_0 = 16.0^1)$
		$c_0/a_0 = 1.697 \quad Z = 3$

¹⁾ M. L. Lindberg & K. J. Murata, Am. Min. 38. 1953. 263. - M. L. Lindberg, Am. Min. 49. 1964. 395.

2.) Huréaulith-Reihe.

Huréaulith	$(Mn, Fe^{2+})_5H_2[PO_4]_4 \cdot 4 H_2O$	Monoklin-prismat. $C_{2h}^4 - P 2/c$
(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 ²⁾	$Fe_5^{2+}H_2[PO_4]_4 \cdot 4 H_2O$	Monoklin
(synthetisch)		
Sainfeldit	$Ca_5H_2[AsO_4]_4 \cdot 4 H_2O$	Monoklin-prismatisch $C_{2h}^6 - C 2/c$
(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^{1a)}. **Salmonsit** (Lacroix, 1912) ist ein Ferri-Hydroxyl-Huréaulith, $(Mn, Fe^{3+})_5H_2[PO_4]_4 \cdot (OH)_4 \cdot 4 H_2O$; sein Röntgenbild ist unscharf, aber ähnlich dem von Huréaulith. Ca-Huréaulith soll $Mn_5Ca[PO_4]_4 \cdot 4 H_2O$ sein^{1b)}.

¹⁾ J. D. McCullough in Murdoch, Am. Min. 23. 1943. 19. - D. J. Fisher, Am. Min. 49. 1964. 398 ($C_{2h}^6 - C 2/c$, $a_0 = 17.64$, $b_0 = 9.13$, $c_0 = 9.49$, $\beta = 96^\circ 30'$; Li-Huréaulith von Black Hills mit 2.1% Li_2O).

^{1a)} Vgl. H. Strunz, N. Jb. Min. Mh. 1954. 166.

^{1b)} A. Volborth, Suomen Geologinen Seura 1954. Nr. 2. 5.

²⁾ A. Neuhaus, E. Jumpertz & M. Gebhardt, Z. Elektrochem. **66**. 1962. 593.

³⁾ R. Pierrot, Bull. Soc. Franç. Min. Crist. **87**. 1964. 169.

3.) Scholzit-Volborthit-Gruppe.

Scholzit (Strunz, 1949)	$\text{CaZn}_2[\text{PO}_4]_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	Rhombisch-dipyramidal $D_{2h}^5 - \text{Pbmm}$ ($D_{2h}^{16} - \text{Pbnm}$) $a_0 = 17.14$ $b_0 = 22.19$ $c_0 = 6.61^1)$ $a_0 : b_0 : c_0 = 0.772 : 1 : 0.298$ $Z = 12$
Fervanit (Hess & Henderson, 1931)	$\text{Fe}^{III}[\text{VO}_4] \cdot \text{H}_2\text{O}$	Monoklin (?) $a_0 = 9.02$ $b_0 = ?$ $c_0 = 6.65$ $\beta = 103^\circ 20'^2)$
Volborthit (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.

¹⁾ H. Strunz & Ch. Tennyson, Z. Krist. **107**. 1956. 318.

²⁾ M. Ross, Am. Min. **44**. 1959. 322.

4.) Phosphoferrit-Reihe. Rhombisch-dipyramidal, $D_{2h}^{14} - \text{Pcnb}$.

Phosphoferrit (Laubmann & Steinmetz, 1920)	$(\text{Fe}^{II}, \text{Mn})_3[\text{PO}_4]_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$	$a_0 = 8.66$ $b_0 = 10.02$ $c_0 = 9.41^1)$ $a_0 : b_0 : c_0 = 0.864 : 1 : 0.939$ $Z = 4$
Reddingit (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^{2a)}.

¹⁾ 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).

²⁾ C. W. Wolfe, Am. Min. **25**. 1940. 752. — Ch. Tennyson, 1954, l. c.

^{2a)} 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 hervorgehen²⁾.

a) Klinovariscit-Reihe. Monoklin-prismatisch, $C_{2h}^2 - P 2_1/m$.

Klinovariscit*)	$Al[PO_4] \cdot 2 H_2O$	$a_0 = 5.16 \quad b_0 = 9.47 \quad c_0 = 8.47^1)$ $a_0:b_0:c_0 = 0.545:1:0.894$ $\beta \sim 90^\circ \quad Z = 4$
Klinostrengit	$Fe^{III}[PO_4] \cdot 2 H_2O$	$a_0 = 5.29 \quad b_0 = 9.77 \quad c_0 = 8.73^2)$ $a_0:b_0:c_0 = 0.541:1:0.894$ $\beta = 90^\circ 36' \quad Z = 4$
(Bruhns & Busz, 1890; Phosphosiderit)		
Sterrettit	$Sc[PO_4] \cdot 2 H_2O$	$a_0 = 5.45 \quad b_0 = 10.25 \quad c_0 = 8.93^{2a)})$ $a_0:b_0:c_0 = 0.532:1:0.871$ $\beta = 90^\circ 45' \quad Z = 4$
(Larsen & Montgomery, 1940)		

b) Variscit-Reihe. Rhombisch-dipyramidal, $D_{2h}^{15} - Pcab$.

Variscit	$Al[PO_4] \cdot 2 H_2O$	$a_0 = 9.87 \quad b_0 = 9.57 \quad c_0 = 8.52^3)$ $a_0:b_0:c_0 = 1.031:1:0.890 \quad Z = 8$
(Breithaupt, 1837)		
Strengit	$Fe^{III}[PO_4] \cdot 2 H_2O$	$a_0 = 10.08 \quad b_0 = 9.87 \quad c_0 = 8.67^4)$ $a_0:b_0:c_0 = 1.021:1:0.878 \quad Z = 8$
(Nies, 1877)		
Mansfieldit	$Al[AsO_4] \cdot 2 H_2O$	$a_0 = 10.10 \quad b_0 = 9.66 \quad c_0 = 8.72^5)$ $a_0:b_0:c_0 = 1.046:1:0.903 \quad Z = 8$
(Allen & Fahey, 1945)		
Skorodit	$Fe^{III}[AsO_4] \cdot 2 H_2O$	$a_0 = 10.28 \quad b_0 = 10.00 \quad c_0 = 8.90^6)$ $a_0:b_0:c_0 = 1.028:1:0.890 \quad Z = 8$
(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.

¹⁾ D. McConnell, Am. Min. **25**. 1940. 719.

²⁾ H. Strunz & K. v. Sztróky, Zbl. Min. 1939. 272. — D. McConnell, Am. Min. **24**. 1939. 636; 1940, l. c.

^{2a)} M. E. Mrose & B. Wappner, Am. Min. Soc. Program 1959 Meeting, 90 A.

³⁾ D. McConnell 1940, l. c.

⁴⁾ P. Kokkoros, Pract. Acad. Athènes **13**. 1938. 337. — D. McConnell 1940, l. c.

⁵⁾ W. Kleber & K. L. Weiner, N. Jb. Min. Abh. **90**. 1958. 253. — Vgl. K. Walenta, N. Jb. Min. Mh. 1963. 79.

⁶⁾ 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).

^{6a)} T. N. Schadlun & Y. S. Nesterova, Mem. Soc. Russe Min. **76**. 1947. 212.

*) Metavariscit, Larsen & Schaller, 1925.

6.) Ludlamit-Hopeit-Parahopeit-Gruppe.

Ludlamit	$Fe_2[PO_4]_2 \cdot 4 H_2O$	Monoklin-prismatisch $C_{2h}^5 - P 2_1/c$
(Field, 1877)		$a_0 = 9.25 \quad b_0 = 4.65 \quad c_0 = 10.45^1)$ $a_0:b_0:c_0 = 1.989:1:2.247$ $\beta = 100^\circ 30' \quad Z = 2$

Phosphophyllit (Laubmann & Steinmetz, 1920)	$Zn_2Fe[PO_4]_2 \cdot 4 H_2O$	Monoklin-prismatisch $C_{2h}^5 - P 2_1/c$ $a_0 = 10.25$ $b_0 = 5.09$ $c_0 = 10.51^2$ $a_0 : b_0 : c_0 = 2.014 : 1 : 2.065$ $\beta = 120^\circ 15'$ $Z = 2$
Hopeit (Brewster, 1823)	$Zn_3[PO_4]_2 \cdot 4 H_2O$	Rhomb.-dipyramidal $D_{2h}^{16} - Pmcn$ $a_0 = 18.36$ $b_0 = 5.04$ $c_0 = 10.64^3$ $a_0 : b_0 : c_0 = 3.643 : 1 : 2.111$ $Z = 4$
Lindackerit (Haidinger, 1853)	$(Cu, H_2)_3[AsO_4]_2 \cdot 4 H_2O$	Monoklin $a_0 = 3.95$ $b_0 = 8.02$ $c_0 = 6.28^4$ $a_0 : b_0 : c_0 = 0.493 : 1 : 0.783$ $\beta = 100^\circ 30'$ $Z = 2$
Trichalcit (Hermann, 1858)	$Cu_3[AsO_4]_2 \cdot 5 H_2O (?)$	Orthorhombisch $a_0 = 26.95$ $b_0 = 5.58$ $c_0 = 10.36^5$ $a_0 : b_0 : c_0 = 4.830 : 1 : 1.857$
Parahopeit (Spencer, 1907)	$Zn_3[PO_4]_2 \cdot 4 H_2O$	Triklin-pinakoidal $C_1^1 - P\bar{1}$ $a_0 = 5.77$ $b_0 = 7.55$ $c_0 = 5.30^6$ $a_0 : b_0 : c_0 = 0.764 : 1 : 0.702$ $Z = 1$ $\alpha = 93^\circ 17\frac{1}{2}'$ $\beta = 91^\circ 55'$ $\gamma = 91^\circ 19'$
Anapait (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^{7a)} 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).

¹⁾ T. Ito & H. Mori, Acta Cryst. 4. 1951. 412 (Struktur). – C. W. Wolfe, Am. Min. 34. 1949. 94.

²⁾ 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).

³⁾ C. W. Wolfe 1940, l. c. – F. Liebau, Chemie d. Erde 22. 1962. 430 (Struktur; Bestätigung der inneren Verzwilligung).

⁴) C. Guillemin, Bull. Soc. Franç. Min. **79**. 1956. 37.

⁵) C. W. Wolfe, 1940, l. c. — Vgl. die Gitterkonstanten mit Tirolit (C. Guillemin, 1956, l. c.).

⁶) C. W. Wolfe, 1940, l. c.

⁷) C. W. Wolfe, 1940, l. c. — I. M. Rumanova & M. N. Znamenskaya, Kristallografiya **5**. 1960. 681 (Struktur).

^{7a}) F. J. Fabregat, Diss. Univ. Barcelona 1948 (andere Aufstellung, Struktur, SR. **13**. 315).

7.) Newberyit-Steigerit-Gruppe (mit 3 H₂O pro RO₄).

• Newberyit (vom Rath, 1879)	MgH[PO ₄]·3 H ₂ O	Rhombisch-dipyramidal D _{2h} ¹⁵ —Pbca a ₀ = 10.06 b ₀ = 10.56 c ₀ = 9.83 ¹ a ₀ :b ₀ :c ₀ = 0.953:1:0.939 Z = 8
Koninckit (Cesàro, 1884)	Fe ⁺⁺⁺ [PO ₄]·3 H ₂ O	Faserige Kügelchen. Orthorhombisch (?)
• Steigerit (Henderson, 1935)	Al[VO ₄]·3 H ₂ O	Monoklin (?) a ₀ = 12.92 b ₀ = ? c ₀ = 10.98 β = 121° 13' ²)
Metaschoderit (Hausen, 1960)	Al[(P, V)O ₄]·3 H ₂ O	Monoklin a ₀ = 9.2 b ₀ = 14.9 c ₀ = 11.4 ³)

Im Koninckit von Richelle, Belgien, sind 4% Al₂O₃ enthalten, im „Mn-Koninckit“ aus dem Turkestangebirge 3% Mn₂O₃. **Forbesit** (Kenngott, 1868) ist kryptokristallines (Ni, Co)H[AsO₄] mit 3 bis 4 H₂O.

¹) H. Strunz & D. Eichelsdörfer, 1956 (für Newberyit vom Originalfundort Skipton Caves b. Ballarat, Austral.) — S. Pollmann, Wiss. Z. Humboldt-Univ. Berlin 1957 (a₀ = 10.286, b₀ = 10.691, c₀ = 9.988, für Newberyit von Mejillones, Chile).

²) M. Ross, Am. Min. **44**. 1959. 322.

³) D. M. Hausen, Am. Min. **47**. 1962. 637.

8.) Richmondit-Schoderit-Gruppe (mit 4 H₂O pro RO₄).

Richmondit (Kenngott, 1866)	Al[PO ₄]·4 H ₂ O	?
Schoderit (Hausen, 1960)	Al[(P, V)O ₄]·4 H ₂ O	Monoklin a ₀ = 9.2 b ₀ = 15.8 c ₀ = 11.4 a ₀ :b ₀ :c ₀ = 0.582:1:0.722 β = 101° Z = 2 ¹)

¹) 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 b₀ haben als diejenigen der Vivianit-Reihe; für erstere ist die Raumgruppe C_{2h}⁵, für letztere C_{2h}³.

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)

$$a_0 = 7.87 \quad b_0 = 9.41 \quad c_0 = 4.72^7$$

$$a_0 : b_0 : c_0 = 0.836 : 1 : 0.502 \quad Z = 1$$

$$\alpha = 99^\circ 55' \quad \beta = 97^\circ 22\frac{1}{2}' \quad \gamma = 105^\circ 57\frac{1}{2}'$$

Parasymplesit und Symplesit sind dimorph, „Symplesit“ wurde für das von Krenner 1887 beschriebene Material beibehalten^{5a}). • **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^{6a}). **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).

¹ T. F. W. Barth, Am. Min. 22. 1937. 325.

² 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) $a_0:b_0:c_0 = 0.260:1:0.448$

$\beta = 94^\circ 56'$ $Z = 8$

Rößlerit $MgH[AsO_4] \cdot 7H_2O$ $a_0 = 6.73$ $b_0 = 25.92$ $c_0 = 11.61^2$
 (Blum, 1861) $a_0:b_0:c_0 = 0.259:1:0.448$

$\beta = 95^\circ 23'$ $Z = 8$

¹⁾ G. Hägele & F. Machatschki, Zbl. Min. 1939. 297.

²⁾ 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)

$a_0 = 5.71$ $b_0 = 6.73$ $c_0 = 5.39^1$

$a_0:b_0:c_0 = 0.848:1:0.801$ $Z = 1$

$\alpha = 96^\circ 48'$ $\beta = 107^\circ 16\frac{1}{2}'$ $\gamma = 104^\circ 32' (?)$

* **Messelit** $Ca_2(Fe, Mn)[PO_4]_2 \cdot 2H_2O$
 (Muthmann, 1890)

Nach Pulveraufnahmen vom Originalmaterial isotyp mit Fairfieldit²⁾

o **Fairfieldit** $Ca_2(Mn, Fe)[PO_4]_2 \cdot 2H_2O$
 (Brush & Dana, 1879)

$a_0 = 5.78$ $b_0 = 6.57$ $c_0 = 5.48^3$

$a_0:b_0:c_0 = 0.880:1:0.834$ $Z = 1$

$\alpha = 102^\circ 05'$ $\beta = 109^\circ 42'$ $\gamma = 90^\circ 05\frac{1}{2}'$

* **Talmessit** $Ca_2Mg[AsO_4]_2 \cdot 2H_2O$
 (Bariand & Herpin, 1960)

$a_0 = 5.89$ $b_0 = 7.69$ $c_0 = 5.56$

$a_0:b_0:c_0 = 0.766:1:0.723$

$\alpha = 112^\circ 38'$ $\beta = 70^\circ 49'$ $\gamma = 119^\circ 25'^4$

β -**Roselith** β - $Ca_2(Co, Mg)[AsO_4]_2 \cdot 2H_2O$ Triklin

(Frondel, 1955)

Isotyp mit Fairfieldit⁵⁾

Messelit ist häufig von Anapaït innig und parallel orientiert umwachsen^{2a)}.

b) Roselith-Reihe. Monoklin-prismatisch, C_{2h}^5 — $P2_1/c$.

• **Roselith** α - $Ca_2Co[AsO_4]_2 \cdot 2H_2O$ $a_0 = 5.61$ $b_0 = 12.83$ $c_0 = 5.61^6)$
(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^{7b)}.

¹⁾ C. W. Wolfe, Am. Min. **25**. 1940. 738.

²⁾ Vgl. C. Frondel, Am. Min. **40**. 1955. 828 („Neomesselit“).

^{2a)} F. Čech & K. Pádera, Chemie d. Erde **19**. 1958. 436.

³⁾ C. W. Wolfe 1940, l. c.

⁴⁾ 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)

⁵⁾ C. Frondel 1955, l. c.

⁶⁾ C. W. Wolfe 1940, l. c.

^{7a)} R. Pierrot, Bull. Soc. Franç. Min. Crist. **84**. 1961. 391.

^{7b)} 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) $a_0 = 7.02$ $b_0 = 6.15$ $c_0 = 11.16^2)$

$$a_0:b_0:c_0 = 1.141:1:1.815 \quad Z = 2$$

¹⁾ C. W. Wolfe in Dana **2**. 1951. 715. — Vgl. R. F. González u. Mitarb. 1955, l. c.

²⁾ 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)

$$a_0 = 7.70 \quad b_0 = 11.51 \quad c_0 = 6.70^2)$$

$$a_0:b_0:c_0 = 0.669:1:0.582$$

$$\alpha = 70^\circ 0' \quad \beta = 99^\circ 48' \quad \gamma = 115^\circ 48'$$

- 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 $(\text{NH}_4)\text{Mg}_3\text{H}_2[\text{PO}_4]_3 \cdot 8 \text{H}_2\text{O}$.

¹⁾ J. P. Smith & W. E. Brown, Am. Min. **44**. 1959. 138.

²⁾ A. W. Frazier, J. R. Lehr & J. P. Smith, Am. Min. **48**. 1963. 635; für synthet. Kristalle.

³⁾ 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.

¹⁾ E. Fischer, Chemie d. Erde **20**. 1960. 162.

²⁾ 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).

³⁾ Nach B. Goßner, Fortschr. Min. **21**. 1937. 34.

⁴⁾ 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.

Vladimirit (Nefedov, 1953)	$\text{Ca}_3[\text{AsO}_4]_2 \cdot 4 \text{H}_2\text{O}$	Monoklin $a_0 = 5.81$ $b_0 = 10.19$ $c_0 = 22.75^1)$ $a_0 : b_0 : c_0 = 0.570 : 1 : 2.233$ $\beta = 112^\circ 41'$ $Z = ?$
Raueenthalit (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.

¹⁾ E. J. Nefedov, Geologie **4**. 1955. 528. — R. Pierrot, Bull. Soc. Franç. Min. Crist. **87**. 1964. 169 (neue Formel $\text{Ca}_5\text{H}_2(\text{AsO}_4)_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$).

²⁾ R. Pierrot, 1964, l.c.

16.) Brackebuschit-Gruppe.

Brackebuschit (Döring, 1880)	$\text{Pb}_2(\text{Mn, Fe})[\text{VO}_4]_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$	Monoklin C_{2h}^2 — $P 2_1/m$ (?) $a_0 = 8.94$ $b_0 = 6.17$ $c_0 = 7.71^1)$ $a_0 : b_0 : c_0 = 1.449 : 1 : 1.250$ $\beta = 111^\circ 47'$ $Z = 2$
--	--	--

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.

¹⁾ 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.

Moraesit (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 — $C 2/c$ $a_0 = 8.55$ $b_0 = 36.90$ $c_0 = 7.13^1)$ $a_0 : b_0 : c_0 = 0.232 : 1 : 0.193$ $\beta = 97^\circ 41'$ $Z = 12$
---	---	---

Bearsit	$\text{Be}_2[\text{OH} \text{AsO}_4] \cdot 4 \text{H}_2\text{O}$	Monoklin
(Kopchenova & al., 1962)		$a_0 = 8.55 \quad b_0 = 36.90 \quad c_0 = 7.13^2)$
		$a_0:b_0:c_0 = 0.232:1:0.193$
		$\beta = 97^\circ 49' \quad Z = 12$
Roscherit	$(\text{Ca}, \text{Mn}, \text{Fe})\text{Be}[\text{OH} \text{PO}_4] \cdot \frac{2}{3} \text{H}_2\text{O}$	Monoklin prismatisch $C_{2h}^6 - C2/c$
(Slavik, 1914)		$a_0 = 15.88 \quad b_0 = 11.90 \quad c_0 = 6.59^3)$
		$a_0:b_0:c_0 = 1.334:1:0.554$
		$\beta = 94^\circ 42' \quad Z = 12$

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 Auslöschung⁴⁾.

¹⁾ M. L. Lindberg, W. T. Pecora & A. L. de M. Barbosa, *Am. Min.* **38**. 1953. 1126.

²⁾ E. V. Kopchenova & G. A. Sidorenko, *Zapiski Vses. Min. Obshch.* **91**. 1962. 442.

³⁾ M. L. Lindberg, *Am. Min.* **43**. 1958. 824 (von Greifenstein in Sachsen).

⁴⁾ N. A. Grigoriev, *Zapiski Vses. Min. Obshch.* **92**. 1963. 691 (d-Werte).

2.) Tagilit-Euchroit-Gruppe (mit 1 OH pro RO_4).

Tagilit	$\text{Cu}_2[\text{OH} \text{PO}_4] \cdot \text{H}_2\text{O} (?)$	Monoklin
(Hermann, 1846)		
Spencerit	$\text{Zn}_2[\text{OH} \text{PO}_4] \cdot 1\frac{1}{2} \text{H}_2\text{O}$	Monoklin-prismatisch $C_{2h}^4 - P2/c$
(Walker, 1916)		$a_0 = 10.54 \quad b_0 = 5.33 \quad c_0 = 11.3$
		$a_0:b_0:c_0 = 1.878:1:2.120^1)$
		$\beta = 116^\circ 47' \quad Z = 2$
Legrandit	$\text{Zn}_2[\text{OH} \text{AsO}_4] \cdot \text{H}_2\text{O}^{2a,2b)}$	Monoklin-prismatisch $C_{2h}^5 - P2_1/c$
(Drugman & Hey, 1932)		$a_0 = 12.72 \quad b_0 = 7.92 \quad c_0 = 10.20^2)$
		$a_0:b_0:c_0 = 1.606:1:1.288$
		$\beta = 104^\circ 25' \quad Z = 8$
Euchroit	$\text{Cu}_2[\text{OH} \text{AsO}_4] \cdot 3 \text{H}_2\text{O}$	Rhombisch-disphenoidisch $D_2^4 - P2_12_12_1$
(Breithaupt, 1823)		$a_0 = 10.07 \quad b_0 = 10.52 \quad c_0 = 6.12^3)$
		$a_0:b_0:c_0 = 0.957:1:0.582 \quad Z = 4$

¹⁾ I. Flachsbart & H. Niebsch, *Naturwiss.* **45**. 1958. 437.

²⁾ J. Drugman & M. H. Hey, *Min. Mag.* **23**. 1932. 175.

^{2a)} J. J. Finney, *Am. Min.* **48**. 1963. 1255.

^{2b)} P. E. Desautels & R. S. Clarke, *Am. Min.* **48**. 1963. 1258.

³⁾ L. G. Berry, *Am. Min.* **36**. 1951. 484. — G. Giuseppetti, *Per. Min. (Roma)* **32**. 1963. 131 (Struktur).

3.) Vauxit-Metavauxit-Gruppe.

Vauxit	$\text{Fe} \cdot \text{Al}_2[\text{OH} \text{PO}_4]_2 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$	Triklin-pinakoidal $C_1^1 - P\bar{1}$
(Gordon, 1922)		$a_0 = 9.09 \quad b_0 = 11.57 \quad c_0 = 6.15^1)$
		$a_0:b_0:c_0 = 0.786:1:0.532 \quad Z = 2$
		$\alpha = 98^\circ 52' \quad \beta = 92^\circ 22' \quad \gamma = 107^\circ 42\frac{1}{2}'$

Metavauxit $\text{Fe}^{2+}\text{Al}_2[\text{OH} \text{PO}_4]_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$	Monoklin-prismatisch $C_{2h}^5 - P2_1/c$
(Gordon, 1927)	$a_0 = 10.23$ $b_0 = 9.59$ $c_0 = 6.94^1)$ $a_0:b_0:c_0 = 1.067:1:0.724$ $\beta = 98^\circ 02'$ $Z = 2$
Stewartit $\text{MnFe}_2^{3+}[\text{OH} \text{PO}_4]_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$	Triklin, pseudomonoklin
(Schaller, 1912)	$a_0 = 2 \times 5.23$ $b_0 = 10.77$ $c_0 = 7.25^2)$ $a_0:b_0:c_0 = 0.971:1:0.673$ $Z = 2$ $\alpha = 90^\circ 35'$ $\beta = 109^\circ 58'$ $\gamma = 71^\circ 21'$
Pseudolaueit $\text{MnFe}_2^{3+}[\text{OH} \text{PO}_4]_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$	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, $C_1^1 - P\bar{1}$.

Gordonit $\text{MgAl}_2[\text{OH} \text{PO}_4]_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$	$a_0 = 5.26$ $b_0 = 10.51$ $c_0 = 6.98^1)$
(Larsen & Shannon, 1930)	$a_0:b_0:c_0 = 0.500:1:0.664$ $Z = 1$ $\alpha = 109^\circ 27'$ $\beta = 110^\circ 57\frac{1}{2}'$ $\gamma = 71^\circ 40\frac{1}{2}'$
Paravauxit $\text{Fe}^{2+}\text{Al}_2[\text{OH} \text{PO}_4]_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$	$a_0 = 5.24$ $b_0 = 10.54$ $c_0 = 6.97^2)$
(Gordon, 1922)	$a_0:b_0:c_0 = 0.497:1:0.661$ $Z = 1$ $\alpha = 107^\circ 32'$ $\beta = 110^\circ 23'$ $\gamma = 72^\circ 09'$
Sigloit $\text{Fe}^{3+}\text{Al}_2[\text{O} \text{PO}_4]_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$	$a_0 = 5.26$ $b_0 = 10.52$ $c_0 = 7.06$
(Hurlbut & Honea, 1962)	$a_0:b_0:c_0 = 0.499:1:0.671$ $Z = 1$ $\alpha = 106^\circ 58'$ $\beta = 111^\circ 30'$ $\gamma = 69^\circ 30'^3)$
Laueit $\text{MnFe}_2^{3+}[\text{OH} \text{PO}_4]_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$	$a_0 = 5.28$ $b_0 = 10.66$ $c_0 = 7.14^4)$
(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 & 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 RO_4).

Kryshanovskit $\text{MnFe}_2^{3+}[\text{OH} \text{PO}_4]_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$	Monoklin ¹⁾
(Ginzburg, 1950)	
Strunzit $\text{MnFe}_2^{3+}[\text{OH} \text{PO}_4]_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	Monoklin-prismatisch $C_{2h}^6 - C2/c$
(Frondel, 1957)	$a_0 = 9.80$ $b_0 = 18.06$ $c_0 = 7.34^2)$ $a_0:b_0:c_0 = 0.543:1:0.406$ $\beta = 100^\circ 10'$ $Z = 4$

Kakoxen (Steinmann, 1825)	$\text{Fe}_4^{2+}[(\text{OH} \text{PO}_4)_3] \cdot 12\text{H}_2\text{O}$	Hexagonal $a_0 = 7.92 \quad c_0 = 10.5^3$ $c_0/a_0 = 1.325 \quad Z = 1$
Bermanit (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 $a_0 = 6.26 \quad b_0 = 8.94 \quad c_0 = 19.65^4$ $a_0:b_0:c_0 = 0.700:1:2.198$ $Z = 1$
Beraunit (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 $C_{2h}^6 - C2/c$ $a_0 = 20.59 \quad b_0 = 5.15 \quad c_0 = 19.23^5$ $a_0:b_0:c_0 = 3.998:1:3.734$ $\beta = 94^\circ 06' \quad Z = 8$

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 sein⁶). **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.

¹) A. I. Ginzburg, Doklady Akad. Wiss. USSR **72**. 1950. 762.

²) C. Frondel, N. Jb. Min. Mh. 1957. 222; J. M. Correia Neves, Memórias e Notícias Nr. 50, Coimbra 1960 (Formel mit 6 H₂O).

³) S. G. Gordon, Am. Min. **35**. 1950. 132.

⁴) C. S. Hurlbut, Am. Min. **21**. 1936. 656.

⁵) E. Fischer, Heidelb. Beitr. Min. Petr. **5**. 1956. 204.

⁶) B. Stringham, Am. Min. **47**. 1962. 1187.

6.) Souzalith-Wavellit-Gruppe.

Souzalith (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 (?) ¹
Wavellit (Babington, 1805)	$\text{Al}_3[(\text{OH})_3 (\text{PO}_4)_2] \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$	Rhombisch-dipyramidal $D_{2h}^{16} - \text{Pcmm}$ $a_0 = 9.62 \quad b_0 = 17.34 \quad c_0 = 6.99^2$ $a_0:b_0:c_0 = 0.555:1:0.403 \quad Z = 4$ $c_0 = \text{Faserachse}$
Gutsevichit (Ankinovich, 1959)	$(\text{Al}, \text{Fe})_3[(\text{OH})_3 ((\text{P}, \text{V})\text{O}_4)_2] \cdot 8 \text{H}_2\text{O}^3) ?$	
Kingit (Norrish & al., 1956)	$\text{Al}_3[(\text{OH})_3 (\text{PO}_4)_2] \cdot 9 \text{H}_2\text{O}^4) ?$	

¹) W. T. Pecora & J. J. Fahey, Am. Min. **34**. 1949. 83.

²) S. G. Gordon, Am. Min. **35**. 1950. 132. — Vgl. W. Jansen, Z. Krist. **85**. 1933, 239. — V. Caglioti, Min. Abs. **7**. 1938. 88.

³⁾ E. A. Ankinovich, Sbornik Nauk Trudy Kasak. Gornomet. Inst. **18**. 1959. 125.

⁴⁾ K. Norrish, L. E. R. Rogers & R. E. Shapter, Min. Mag. **31**. 1957. 351.

7.) Childrenit-Reihe (mit 2OH pro RO₄). Orthorhombisch, D_{2h}¹⁸—Bbam (C_{2v}¹⁷—Bba2). Isotypie.

Childrenit (Fe²⁺, Mn)Al[(OH)₂ | PO₄]₂·H₂O

(Brooke, 1823)

a₀ = 10.38 b₀ = 13.36 c₀ = 6.91

a₀:b₀:c₀ = 0.777:1:0.517 Z = 8¹⁾

Eosphorit (Mn, Fe²⁺)Al[(OH)₂ | PO₄]₂·H₂O

(Brush & Dana, 1878)

a₀ = 10.45 b₀ = 13.49 c₀ = 6.93

a₀:b₀:c₀ = 0.775:1:0.514 Z = 8²⁾

Childro-Eosphorit (Strunz & Fischer, 1957), von Hagendorf, ist eine Varietät mit Fe:Mn = 1:1, a₀ = 10.41, b₀ = 13.42, c₀ = 6.92, a₀:b₀:c₀ = 0.776:1:0.515³⁾. Die morphologische und Röntgen-Symmetrie dieser Mineralien ist D_{2h} oder C_{2v}; 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**⁴⁾, aus einem Pegmatit von Ostkasakistan, gibt ein ähnliches Pulverdiagramm wie Childrenit und ist wohl (Fe³⁺, Mn³⁺, Mn²⁺)Al[(O, OH)₂ | PO₄]₂·H₂O.

¹⁾ W. H. Barnes, Am. Min. **34**. 1949. 12. — W. H. Barnes & V. C. Shore, Am. Min. **36**. 1951. 509.

²⁾ C. S. Hurlbut, Am. Min. **35**. 1950. 793. — A. W. Hanson, Acta Cryst. **13**. 1960. 384 (Struktur, a₀ = 10.52, b₀ = 13.60, c₀ = 6.97).

³⁾ H. Strunz & M. Fischer, N. Jb. Min. Mh. 1957. 78.

⁴⁾ A. I. Ginzburg & N. V. Voronkova, Doklady Akad. Wiss. USSR **71**. 1950. 145.

8.) Türkis-Reihe. Triklin-pinakoidal, C_i¹—P₁. Isotypie.

Türkis CuAl₆[(OH)₂ | PO₄]₄·4H₂O a₀ = 7.48 b₀ = 9.95 c₀ = 7.69¹⁾

(ca. 1550)

a₀:b₀:c₀ = 0.752:1:0.773 Z = 1

α = 111° 39' β = 115° 23' γ = 69° 26'

Faustit ZnAl₆[(OH)₂ | PO₄]₄·4H₂O

(Erd & al., 1953)

Pulverdiagramm analog Türkis²⁾

Coeruleolaktit CaAl₆[(OH)₂ | PO₄]₄·4H₂O

(Petersen, 1871)

Pulverdiagramm analog Türkis³⁾

Chalkosiderit CuFe₆³⁺[(OH)₂ | PO₄]₄·4H₂O

(Ullmann, 1814)

a₀ = 7.68 b₀ = 10.20 c₀ = 7.90⁴⁾

a₀:b₀:c₀ = 0.753:1:0.775 Z = 1

α = 112° 29' β = 115° 18' γ = 69° 00'

Planerit (Hermann, 1862) ist offenbar ein Mischkristall Türkis-Coeruleolaktit⁵⁾; **Rashleighit** (Russel, 1948) und **Alumo-Chalkosiderit** (Jahn & Gruner,

1933) sind Mischkristalle zwischen Türkis und Chalkosiderit mit Al:Fe = 2:1.3⁶⁾ und 1:2^{6a)}.

¹⁾ A. R. Graham, Univ. Toronto, Stud. Geol. Ser. 1948. 39.

²⁾ R. C. Erd, M. D. Foster & P. D. Proctor, Am. Min. 38. 1953. 964.

³⁾ E. Fischer, Beitr. Min. Petr. 6. 1958. 182.

⁴⁾ A. R. Graham, 1948, l. c.

⁵⁾ 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.

⁶⁾ A. Russel, Min. Mag. 23. 1948. 353.

^{6a)} A. Jahn & E. Gruner, Min. Mag. 23. 1933. 624.

9.) Akrochordit-Tirolit-Gruppe (mit ungefähr 2 OH pro RO₄).

Chenevixit Cu₂Fe₂[(OH)₂ | AsO₄]₂ · H₂O Kristallform?

(Adam, 1866)

a₀ = 12.3 b₀ = 15.4 c₀ = 10.7¹⁾

α = β = γ = 90°

Akrochordit (Mn, Mg)₅[(OH)₂ | AsO₄]₂ · 5 H₂O

(Flink, 1922)

Monoklin

Arthurit Cu₂Fe₄[(OH)₇ | (AsO₄)₃] · 6 H₂O Monoklin

(Davis & Hey, 1964)

a₀ = 10.09 b₀ = 9.62 c₀ = 5.55²⁾

a₀:b₀:c₀ = 1.047:1:0.576

β = 92° 12' Z = 1

Tirolit Ca₂Cu₉[(OH)₁₀ | (AsO₄)₄] · 10 H₂O Rhomb.-dipyramidal D_{2h}⁵—Pmma(?)

(Haidinger, 1845)

a₀ = 10.50 b₀ = 54.71 c₀ = 5.50³⁾

(Kupferschaum)

a₀:b₀:c₀ = 0.192:1:0.102 Z = 4

¹⁾ H. Villaroel, Bull. Soc. Franç. Min. Crist. 37. 1964. 626.

²⁾ D. J. Davis & M. H. Hey, Min. Mag. 33. 1964. 937.

³⁾ L. G. Berry, Am. Min. 33. 1948. 193. — Vgl. die Gitterkonstanten mit Trichalcit!.

10.) Delvauxit-Veszelyit-Gruppe (mit 3 OH pro RO₄).

Liskeardit Al₂[(OH)₃ | AsO₄] · 2¹/₂ H₂O Krustenförmig

(Maskelyne, 1878)

Bolivarit Al₂[(OH)₃ | PO₄] · 5 H₂O Röntgenamorph¹⁾

(Navarro & Barea, 1921)

Delvauxit Fe₂⁺⁺⁺[(OH)₃ | PO₄] · 3¹/₂ H₂O Gelförmig

(Dumont, 1838)

Veszelyit (Cu, Zn)₃[(OH)₃ | PO₄] · 2 H₂O Monoklin-prismatisch C_{2h}⁵—P2₁/a

(Schrauf, 1874)

a₀ = 9.84 b₀ = 10.17 c₀ = 7.48²⁾

a₀:b₀:c₀ = 0.9675:1:0.7355

β = 103° 25' Z = 4

Haemafibrit Mn₃[(OH)₃ | AsO₄] · H₂O Orthorhombisch

(Igelström, 1884)

a:b:c = 0.5261:1:1.502

Picit (Nies, 1880) ist wahrscheinlich mit Delvauxit identisch und gleichfalls gelförmiger Entstehung (Fronde!l, 1951). Arakawait und Kipushit sind nach Zsivny (1930) mit Veszelyit identisch; PO₄ kann z. T. durch AsO₄ 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 Aggregate³⁾.

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 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^{3a)}.

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 (?).

¹⁾ L. J. Spencer, F. A. Bannister, M. H. Hey & H. Bennett, *Min. Mag.* **26**. 1943. 309.

²⁾ E. S. Larsen, *Am. Min.* **25**. 1940. 315.

³⁾ D. J. Fisher & J. J. Runner, *Am. Min.* **43**. 1958. 585.

^{3a)} 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) $D_4^+ - P 4_1 2_1 2$
 $a_0 = 7.04 \quad c_0 = 18.88 \quad c_0/a_0 = 2.682^1$
 $Z = 4$
- **Cyrilovit** $NaFe_3^{III}[(OH)_4|(PO_4)_2] \cdot 2 H_2O$ Tetragonal-trapezoedrisch
(Novotny & Stanek, 1953) $D_4^+ - P 4_1 2_1 2$
 $a_0 = 7.32 \quad c_0 = 19.4 \quad c_0/a_0 = 2.650^2$
 $Z = 4$
- 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) $a_0 = 7.0 \quad c_0 = 19.2 \quad c_0/a_0 = 2.74^4$
 $Z = 4$

¹⁾ 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).

²⁾ 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.

³⁾ J. P. Owens, Z. S. Altschuler & R. Berman, *Am. Min.* **45**. 1960. 547.

⁴⁾ 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 $C_{2h}^5 - P 2_1/n$
(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°C ein Pulverdiagramm ähnlich Lipscombit, $a_0 = 5.18, c_0 = 12.61^3$).

¹⁾ M. L. Lindberg, Am. Min. **42**. 1957. 214. — J. P. Smith & W. E. Brown, Am. Min. **44**. 1959. 138.

²⁾ M.-S. Sun & R. H. Weber, Am. Min. **43**. 1958. 677.

³⁾ 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) $a_0 = 7.98 \quad Z = 1^1$

¹⁾ 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) $a_0 = 9.87 \quad b_0 = 38.7 \quad c_0 = 9.99^3$
 $a_0 : b_0 : c_0 = 0.255 : 1 : 0.258 \quad Z = 8$

¹⁾ C. S. Hurlbut, Am. Min. **27**. 1942. 586.

²⁾ C. Guillemin, Bull. Soc. Franç. Min. **79**. 1956. 43.

³⁾ 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)

$$a_0 = 13.61 \quad c_0 = 5.90$$

$$c_0/a_0 = 0.434 \quad Z = 1^1)$$

Mixit $(Bi^{3+}, Fe^{3+}, ZnH, CaH)Cu_{12}[(OH)_{12}|(AsO_4)_6] \cdot 6 H_2O^{2a)}$

(Schrauf, 1879)

$$a_0 = 13.84 \quad c_0 = 5.96$$

$$c_0/a_0 = 0.431 \quad Z = 1^2)$$

¹⁾ K. Walenta, N. Jb. Min. Mh. 1960. 223.

^{1a)} 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.

²⁾ 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).

^{2a)} 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)

$$a_0 = 7.86 \quad b_0 = 5.81 \quad c_0 = 8.63$$

$$a_0 : b_0 : c_0 = 1.353 : 1 : 1.485$$

$$\beta = 112^\circ \quad Z = 2^1)$$

Arsenobismit $Ca_2Bi_4[OH]_2(AsO_4)_4 \cdot 2 H_2O(?)$

(Means, 1916)

Kryptokristallin *уточн. с микроскопом*

Phosphat-Walpurgin

(Melkov, 1946)

Mit Walpurgin isotypes

Phosphat-Mineral²⁾

Walpurgin $[(BiO)_4|UO_2|(AsO_4)_2] \cdot 3 H_2O$

(Weisbach, 1871)

Triklin $C_1^1 - P\bar{1} (?)$

$$a_0 = 7.13 \quad b_0 = 10.44 \quad c_0 = 5.49^3)$$

$$a_0 : b_0 : c_0 = 0.638 : 1 : 0.525 \quad Z = 1$$

$$\alpha = 101^\circ 40' \quad \beta = 110^\circ 49' \quad \gamma = 88^\circ 17'$$

¹⁾ H. Strunz & Ch. Tennyson, unpubl.

²⁾ V. G. Melkov, 1946; cf. M. V. Soboleva & I. A. Pudovkina, Handbuch der Uran-mineralien, Moskau 1957.

³⁾ 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, $D_{4h}^{17} - I4/mmm^*$).

Sabugalit	$(AlH)_{0,5}[UO_2 PO_4]_2 \cdot 10H_2O$	$a_0 = 6.96$	$c_0 = 19.3^1$
(Frondel, 1951)		$c_0/a_0 = 2.773$	$Z = 1$
Saléicit	$Mg[UO_2 PO_4]_2 \cdot 10H_2O$	$a_0 = 6.98$	$c_0 = 19.81^2$
(Thoreau & Vaes, 1932)		$c_0/a_0 = 2.839$	$Z = 2$
„ Bassetit “	$Fe[UO_2 PO_4]_2 \cdot 10-12H_2O$	$a_0 = -$	$c_0 = -^3$
(Hallimond, 1915)		$c/a = 2.89$	
Torbernit	$Cu[UO_2 PO_4]_2 \cdot 10(12-8)H_2O$	$a_0 = 7.06$	$c_0 = 20.5^4$
(Werner, 1786)		$c_0/a_0 = 2.904$	$Z = 2$
Na-Autunit	$Na_2[UO_2 PO_4]_2 \cdot 10(?)H_2O$	$a_0 = -$	$c_0 = -$
Uramphit	$(NH_4)_2[UO_2 PO_4]_2 \cdot xH_2O(?)$	$a_0 = -$	$c_0 = -$
(Nekrasova, 1957)			
Autunit	$Ca[UO_2 PO_4]_2 \cdot 10(12-10)H_2O$	$a_0 = 7.00$	$c_0 = 20.67^5$
(Brooke & Miller, 1852)		$c_0/a_0 = 2.953$	$Z = 2$
Uranocircit	$Ba[UO_2 PO_4]_2 \cdot 10H_2O$	$a_0 = 7.01$	$c_0 = 20.46^6$
(Weisbach, 1877)		$c_0/a_0 = 2.919$	$Z = 2$
Synthetisch	$(AlH)_{0,5}[UO_2 AsO_4]_2 \cdot 10H_2O$	$a_0 = 7.15$	$c_0 = 20.19^{6a}$
		$c_0/a_0 = 2.824$	
Nováčekit	$Mg[UO_2 AsO_4]_2 \cdot 10H_2O$	$a_0 = 7.16$	$c_0 = 20.19^{7a}$
(Frondel, 1951)		$c_0/a_0 = 2.820$	$Z = 2$
Kahlerit	$Fe[UO_2 AsO_4]_2 \cdot 12H_2O$	$a_0 = 14.30$	$c_0 = 21.97^8$
(Meixner, 1953)		$c_0/a_0 = 1.536$	
Zeunerit	$Cu[UO_2 AsO_4]_2 \cdot 10(16-10)H_2O$	$a_0 = 7.18$	$c_0 = 21.06^9$
(Henmi, 1957)		$c_0/a_0 = 2.933$	$Z = 2$

Uranospinit (Weisbach, 1873)	$\text{Ca}[\text{UO}_2 \text{AsO}_4]_2 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$	$a_0 = 7.15 \quad c_0 = 20.61^{9a}$ $c_0/a_0 = 2.882$
Natrium-Uranospinit	$\text{Na}_2[\text{UO}_2 \text{AsO}_4]_2 \cdot n \text{H}_2\text{O}$	$a_0 = 7.18 \quad c_0 = 21.92^{10a}$ $c_0/a_0 = 3.053$
Kirchheimerit	$\text{Co}[\text{UO}_2 \text{AsO}_4]_2 \cdot n \text{H}_2\text{O}$	$a_0 = 14.29 \quad c_0 = 21.92^{10b}$ $c_0/a_0 = 1.534$
Heinrichit (Gross & al., 1958 ¹⁰)	$\text{Ba}[\text{UO}_2 \text{AsO}_4]_2 \cdot 10-12 \text{H}_2\text{O}$	$a_0 = 7.13 \quad c_0 = 20.56^{10c}$ $c_0/a_0 = 2.884$

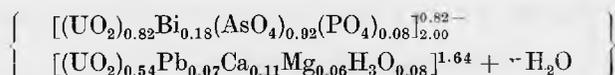
Fritzscheit (Breithaupt, 1865) ist wohl eine Mn- und VO_4 -haltige Varietät von Autunit; **Uranospathit** (Hallimond, 1915) angeblich $\text{Cu}[\text{UO}_2 | (\text{As}, \text{P})\text{O}_4]_2 \cdot \sim 12 \text{H}_2\text{O}$ mit $\text{As}:\text{P} \sim 2:1^{12}$, soll nach Hallimond (1954) ähnlich Bassetit sein.

19b) Meta-Torbernit-Reihe. Ditetragonal-dipyramidal, D_{4h}^7 — $P4/nmm^*$).

Synthetisch	$(\text{H}_3\text{O})_2[\text{UO}_2 \text{PO}_4]_2 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$	$a_0 = 6.90 \quad c_0 = 7.12^{11}$ $c_0/a_0 = 1.032 \quad Z = 1$
Meta-Bassetit	$\text{Fe}[\text{UO}_2 \text{PO}_4]_2 \cdot 8 \text{H}_2\text{O}$	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 $a_0 = 7.0 \quad c_0 = 17.07$ $c_0/a_0 = 2.439 \quad Z = 2^{12}$
Meta-Torbernit	$\text{Cu}[\text{UO}_2 \text{PO}_4]_2 \cdot 8 \text{H}_2\text{O}$	$a_0 = 6.98 \quad c_0 = 17.41^{13}$ $c_0/a_0 = 1.239 \quad Z = 1$
Na-Meta-Autunit (Chernikov & al., 1957)	$\text{Na}_2[\text{UO}_2 \text{PO}_4]_2 \cdot 8 \text{H}_2\text{O}$	$a_0 = 6.97 \quad c_0 = 8.69^{13a}$ $c_0/a_0 = 1.245 \quad Z = 1$
Meta-Uramphit (Nekrasova, 1957)	$(\text{NH}_4)_2[\text{UO}_2 \text{PO}_4]_2 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}^{13b}$?
Meta-Autunit	$\text{Ca}[\text{UO}_2 \text{PO}_4]_2 \cdot 6-2 \text{H}_2\text{O}$	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 — $P4/nmm$ $a_0 = 6.99 \quad c_0 = 8.44^{14}$ $c_0/a_0 = 1.207 \quad Z = 1$
Meta-Uranocircit (früher „Uranocircit“ ⁴⁴)	$\text{Ba}[\text{UO}_2 \text{PO}_4]_2 \cdot 8 \text{H}_2\text{O}$	$a_0 = 6.96 \quad c_0 = 8.53^{15}$ $c_0/a_0 = 1.225 \quad Z = 1$
Meta-Ankoleit (Gallagher & Atkin, 1963)	$\text{K}_2[\text{UO}_2 \text{PO}_4]_2 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$	$a_0 = 6.99 \quad c_0 = 8.89^{16a}$ $c_0/a_0 = 1.271 \quad Z = 1$
Trägerit (Weisbach, 1871)	$(\text{H}_3\text{O})_2[\text{UO}_2 \text{AsO}_4]_2 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$	$a_0 = 7.16 \quad c_0 = 8.80^{16a,17}$ $c_0/a_0 = 1.230 \quad Z = 1$

Meta-Novačekit	$\text{Mg}[\text{UO}_2 \text{AsO}_4]_2 \cdot 4 \text{H}_2\text{O}$	$a_0 = 7.12 \quad c_0 = 8.60^{16}$ $c_0/a_0 = 1.209 \quad Z = 1$
Meta-Kahlerit (Walenta, 1958)	$\text{Fe}[\text{UO}_2 \text{AsO}_4]_2 \cdot 8 \text{H}_2\text{O}$	$a_0 (a_0') = 7.16^{18a}$ $c_0 (c_0') = 8.62$
Meta-Kirchheimerit (Walenta, 1958)	$\text{Co}[\text{UO}_2 \text{AsO}_4]_2 \cdot 8 \text{H}_2\text{O}$	$a_0 (a_0') = 7.15^{18a}$ $c_0 (c_0') = 8.62$
Meta-Zeunerit (bisher z. T. „Zeunerit“)	$\text{Cu}[\text{UO}_2 \text{AsO}_4]_2 \cdot 8 \text{H}_2\text{O}$	$a_0 = 7.11 \quad c_0 = 17.38^{18}$ $c_0/a_0 = 1.238 \quad Z = 1$
Meta-Na-Uranospinit (Kopchenova & al., 1957)	$\text{Na}_2[\text{UO}_2 \text{AsO}_4]_2 \cdot 8 \text{H}_2\text{O}$	$a_0 = 7.12 \quad c_0 = 8.61^{17a}$ $c_0/a_0 = 1.209 \quad Z = 1$
Meta-Uranospinit	$\text{Ca}[\text{UO}_2 \text{AsO}_4]_2 \cdot 8 \text{H}_2\text{O}$	$a_0 = 7.19 \quad c_0 = 8.81^{17}$ $c_0/a_0 = 1.225 \quad Z = 1$
Meta-Heinrichit (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 $P4_2$ $a_0 = 7.07 \quad c_0 = 17.74^{17b}$ $c_0/a_0 = 2 \times 1.255 \quad Z = 2$
Abernathyit (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°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^{20a}).
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 H_2O 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).

¹⁾ 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 H_2O : $a_0 = 6.97$, $c_0 = 2 \times 13.215$).

- ²⁾ M. E. Mrose, *Am. Min.* **35**. 1950. 525 (Saléit).
- ³⁾ A. F. Hallimond, *Min. Mag.* **30**. 1954. 353 (Bassetit).
- ⁴⁾ S. Goldsztaub, *Bull. Soc. Franç. Min.* **55**. 1932. 7. (Torbernit).
- ⁵⁾ 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.
- ⁶⁾ 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.
- ^{6a)} K. Walenta, *Fortschr. Min.* 1964 (synthet. mit $16 \text{ H}_2\text{O}$: $a_0 = 7.15$, $c_0 = 2 \times 13.54$).
- ⁷⁾ C. Frondel, *Am. Min.* **36**. 1951. 680 (Novačekit).
- ^{7a)} 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 $10 \text{ H}_2\text{O}$: $a_0 = 7.10$, $c_0 = 20.03$).
- ⁸⁾ K. Walenta, *Tschem. Mitt.* 1964, l. c. (für synthet. Kristalle).
- ⁹⁾ 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. ($a_0 = 7.18$, $c_0 = 20.79$).
- ^{9a)} K. Walenta, *Tschem. Mitt.* 1964, l. c.
- ¹⁰⁾ **Arsenuranocircit**, Belova, 1958 (vgl. *Min. Tabellen*, 3. Aufl. 1957. S. 253).
- ^{10a)} K. Walenta, *Fortschr. Min.* 1964 (für synthet. Kristalle).
- ^{10b)} K. Walenta, *Tschem. Mitt.* 1964, l. c. (für synthet. Kristalle).
- ^{10c)} K. Walenta, *Jh. Geol. Landesamt*, 1964, l. c.
- ¹¹⁾ 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.
- ¹²⁾ C. Frondel, *Min. Mag.* **30**. 1954. 343 (Bassetit, Metabassetit). – Vgl. A. F. Hallimond 1954, l. c.
- ¹³⁾ 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).
- ^{13a)} A. A. Chernikov, O. V. Krutetskaya & N. I. Orgaov, *Atomnaya Energiya* **3**. 1957. 135. – K. Walenta, *Fortschr. Min.* 1964 (wahrscheinlich mit $6 \text{ H}_2\text{O}$: $a_0 = 7.04$, $c_0 = 8.46$).
- ^{13b)} Z. A. Nekrasova, *Voprosy geol. urana, Atomisdat*, 1957, 67.
- ¹⁴⁾ J. Beintema 1938, l. c. (Struktur, SB. 6. 25). – Y. Takano, *Am. Min.* **46**. 1961. 812.
- ^{14a)} 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.
- ^{14b)} A. Volborth, *Am. Min.* **44**. 1959. 702.
- ¹⁵⁾ 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 $6 \text{ H}_2\text{O}$: $a_0 = 9.81 = 6.94 \cdot 1.2$, $c_0 = 16.83^3$).
- ^{15a)} M. J. Gallagher & D. Atkin, 1963 (mit Ba bzw. Ca z. T. für K).
- ¹⁶⁾ G. Donnay & J. D. H. Donnay 1955, l. c. – K. Walenta, *Tschem. Mitt.* 1964, l. c.
- ^{16a)} „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 (H_3O^{1+})).
- ¹⁷⁾ 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).
- ^{17a)} E. V. Kopchenova & K. V. Skvortsova, *Doklady Akad. Nauk USSR* **114**. 1957. 634.
- ^{17b)} E. B. Gross, A. S. Corey, R. S. Mitchell & K. Walenta, *Am. Min.* **43**. 1958. 1134.
- ¹⁸⁾ 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. ($a_0 = 7.12$, $c_0 = 17.40$).
- ^{18a)} K. Walenta, *Tschem. Mitt.* 1964, l. c.

¹⁹⁾ 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 $6H_2O$: $a_0 = 7.12$, $c_0 = 17.68$).

²⁰⁾ V. Ross, Am. Min. **41**. 1956. 915.

^{20^a)} Ausstellung der USSR-Delegation in Genf (Ref. Am. Min. **41**. 1956. 816).

²¹⁾ A. Weiss, F. Taborszki, K. Hartl & E. Tröger, Z. Naturforsch. **12**. 1957. 356.

²²⁾ 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)
 $a_0 = 15.85$ $b_0 = 17.42$ $c_0 = 13.76^{1)}$
 $a_0:b_0:c_0 = 0.910:1:0.790$ $Z = 6$

Bergenit $Ba[(UO_2)_4|(OH)_4|(PO_4)_2] \cdot 8H_2O$
(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)[(UO₂)₂ | V₂O₈] · 5 H₂O

(Branche & al., 1957)

Rhombisch-dipyramidal D_{2h}¹⁶-Pbmna₀ = 10.59 b₀ = 8.44 c₀ = 16.60⁷)a₀:b₀:c₀ = 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.

¹) G. Branche, P. Bariand, F. Chantret, R. Pouget & A. Rimsky, Compt. Rend. Acad. Sci. **256**. 1963. 5374.

²) G. Donnay & J. D. H. Donnay, Am. Min. **39**. 1954. 323. — C. Guillemin, Bull. Soc. Franç. Min. **79**. 1956. 257 (Formel).

³) P. B. Barton, Am. Min. **43**. 1958. 799.

⁴) Donnay & Donnay 1954, l. c. — J. Sundberg & L. G. Sillén, Ark. Kemi **1**. 1949. 337: c₀ = 10.43, b₀ = 8.40, a₀ = 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. Cs₂[UO₂ | VO₄]₂).

⁵) T. W. Stern, L. R. Stieff, M. N. Girhard & R. Meyrowitz, Am. Min. **41**. 1956. 187. — Vgl. J. W.-Fron del (1949) in Dana **2**. 1951. 1045.

⁶) 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.

⁷) 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 Pb₂V₂O₇

(Bariand & al., 1963)

Monoklin-prismatisch C_{2h}⁵ — P 2₁/aa₀ = 13.47 b₀ = 7.32 c₀ = 6.95¹)a₀:b₀:c₀ = 1.840:1:0.949

β = 107° 25' Z = 4

Chervetit ist möglicherweise mit Lopezit K₂[Cr₂O₇] strukturverwandt.

¹) 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[V₂O₆] · 4 H₂O

(Hess & Foshag, 1926)

Triklin-pinakoidal C₁¹ — P Ia₀ = 8.53 b₀ = 7.015 c₀ = 8.56¹)a₀:b₀:c₀ = 1.216:1:1.220 Z = 2

α = 78° 28' β = 103° 23' γ = 65° 02'

Metarossit	$\text{Ca}[\text{V}_2\text{O}_6] \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (Foshag & Hess, 1927)	Triklin $C_i^1 - P\bar{1} (?)$ $a_0 = 6.215$ $b_0 = 7.065$ $c_0 = 7.77^2)$ $a_0 : b_0 : c_0 = 0.880 : 1 : 1.100$ $\alpha = 92^\circ 58'$ $\beta = 96^\circ 39'$ $\gamma = 105^\circ 47'$ $Z = 2$
Hewettit	$\text{CaV}_6\text{O}_{16} \cdot 9 \text{H}_2\text{O}$ (Hillebrand & al., 1914)	Monoklin-prismatisch $C_{2h}^1 - P2/m$ $a_0 = 12.56$ $b_0 = 3.61$ $c_0 = 11.47^3)$ $a_0 : b_0 : c_0 = 3.479 : 1 : 3.177$ $\beta = 97^\circ$ $Z = 1$
Metahebettit	$\text{CaV}_6\text{O}_{16} \cdot 3 \text{H}_2\text{O}$ (Hillebrand & al., 1914)	Monoklin-prismatisch $C_{2h}^3 - A2/m$ $a_0 = 12.25$ $b_0 = 3.61$ $c_0 = 2 \times 9.27^3)$ $a_0 : b_0 : c_0 = 3.393 : 1 : 5.136$ $\beta = 118^\circ$ $Z = 2$
Barnesit	$\text{Na}_2\text{V}_6\text{O}_{16} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ (Ross, 1959)	Monoklin $a_0 = 12.18$ $b_0 = 3.61$ $c_0 = 7.80^4)$ $a_0 : b_0 : c_0 = 3.374 : 1 : 2.161$ $\beta = 95^\circ 00'$ $Z = 1$
Grantsit	$(\text{Na}, \text{Ca})_2\text{V}_6\text{O}_{16} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ (Weeks, Lindberg, Meyrowitz, 1961)	Monoklin $C2/m$ (Cm, C2) $a_0 = 12.41$ $b_0 = 3.60$ $c_0 = 17.54^5)$ $a_0 : b_0 : c_0 = 3.280 : 1 : 4.872$ $\beta = 95^\circ 15'$ $Z = 2$
Hendersonit	$\text{Ca}_2\text{V}^{4+}\text{V}_8^{5+}\text{O}_{24} \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ (Lindberg, Weeks & al., 1962)	Orthorhombisch $D_{2h}^{16} - Pnma (?)$ $a_0 = 12.40$ $b_0 = 3 \times 3.59$ $c_0 = 18.92^6)$ $a_0 : b_0/3 : c_0 = 3.454 : 1 : 5.270$ $Z = 4$
Fernandinit	$\text{CaV}_2^{4+}\text{V}_{10}^{5+}\text{O}_{30} \cdot 14 \text{H}_2\text{O} (?)$ (Schaller, 1915)	Orthorhombisch (?) $a_0 = 11.69$ $b_0 = 3.67$ $c_0 = ?^7)$
Corvusit	$\text{V}_2^{4+}\text{V}_{12}^{5+}\text{O}_{34} \cdot n\text{H}_2\text{O}$ (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 identisch⁸⁾; 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 kristallisieren⁹⁾.

¹⁾ F. R. Ahmed & W. H. Barnes, *Canad. Min.* **7**. 1963. 713 (Struktur).

²⁾ W. H. Barnes & M. M. Qurashi, *Am. Min.* **37**. 1952. 407. - C. H. Kelsey & W. H. Barnes, *Canad. Min.* **6**. 1960. 448 (Struktur).

³⁾ 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 V_2O_5).

⁴⁾ 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.

⁵⁾ A. D. Weeks, M. L. Lindberg, A. H. Truesdell & R. Meyrowitz, Am. Min. **49**. 1964. 1511 (hier a_0 und b_0 vertauscht).

⁶⁾ 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).

⁷⁾ M. Ross, Am. Min. **44**. 1959. 322.

⁸⁾ C. Frondel, priv. Mitt. 1956. — Vgl. S. 194.

⁹⁾ 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) $a_0 = 7.97$ $b_0 = 16.86$ $c_0 = 9.81^4)$
 $a_0:b_0:c_0 = 0.473:1:0.582$

$\alpha = 87^\circ 55'$ $\beta = 90^\circ 45'$ $\gamma = 92^\circ 30'$

$Z = 2$

¹⁾ G. Donnay in M. E. Thompson, C. H. Roach & R. Meyrowitz, Am. Min. **43**. 1958. 749.

²⁾ H. T. Evans, M. E. Mrose & R. Marvin, Am. Min. **40**. 1955. 314.

³⁾ Nach einer Analyse von A. D. Weeks & M. E. Thompson, U. S. Geol. Surv. Bull. **1009-B**. 1954.

⁴⁾ 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.) Ca_2SiO_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.) Al_2SiO_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 BO_3 und 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 $(\text{Ca}, \text{Na})_3(\text{Ti}, \text{Ce} \dots)_{<1}[\text{F}_2 \mid \text{Si}_2\text{O}_7]$.
 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 SiO_4 neben Si_2O_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) Cummingtonit-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 $\text{Ca}_5[(\text{OH})_2 | \text{Si}_6\text{O}_{17}]$.

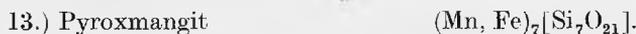
Mit Fünferketten $[\text{Si}_5\text{O}_{15}]_{\infty}^{10-}$:

11.) Rhodonit-Reihe $\text{CaMn}_4[\text{Si}_5\text{O}_{15}]$.

Mit Sechserketten $[\text{Si}_6\text{O}_{18}]_{\infty}^{12-}$:



Mit Siebenerketten $[\text{Si}_7\text{O}_{21}]_{\infty}^{14-}$:

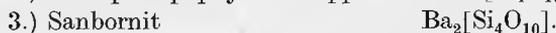


Mit zylindrischen Ketten $[\text{Si}_8\text{O}_{20}]_{\infty}^{8-}$:

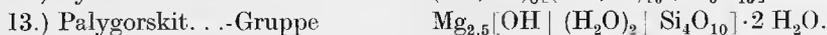
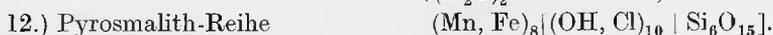
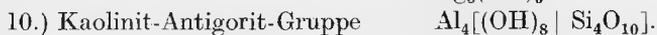
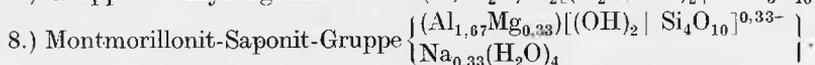
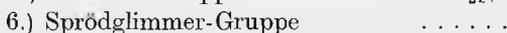
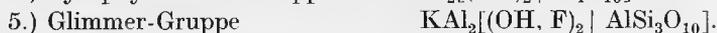


E.) Abteilung der Phyllosilikate

Mit tetragonalen oder pseudotetragonalen Schichtstrukturen:

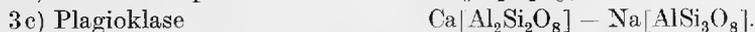
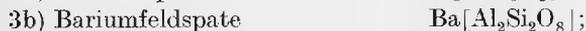
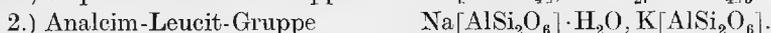
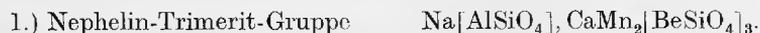


Mit pseudohexagonalen und hexagonalen Schichtstrukturen:

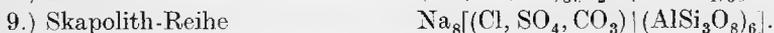
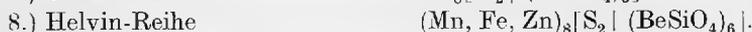
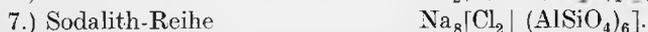
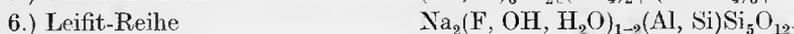


F.) Abteilung der Tektosilikate

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 Ge_3N_4 . Be usw. besitzen tetraedrische Viererkoordination, sind jedoch nicht mit Si diadoch.

Phenakit	$\text{Be}_2[\text{SiO}_4]$	$a_0 = 12.45$	$c_0 = 8.23$	$c_0/a_0 = 0.662$	$Z = 18$
(Nordenskiöld, 1833)		$a_{\text{rh}} = 7.70$	$\alpha = 108^\circ 01'$	$Z = 6^1$	
Willemitt	$\text{Zn}_2[\text{SiO}_4]$	$a_0 = 13.96$	$c_0 = 9.34$	$c_0/a_0 = 0.669$	$Z = 18$
(Lévy, 1830)		$a_{\text{rh}} = 8.64$	$\alpha = 107^\circ 46'$	$Z = 6^1$	
Eukryptit	$\text{LiAl}[\text{SiO}_4]$	$a_0 = 13.53$	$c_0 = 9.04$	$c_0/a_0 = 0.668$	$Z = 18$
(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^{1b}).

Eukryptit ist die bis 972°C beständige Tieftemperaturmodifikation, in welcher Li und Al auf beide Punktlagen des Be wohl entweder geordnet oder statistisch verteilt sein können. Die oberhalb 972°C beständige Hochtemperaturmodifikation des $\text{Li}[\text{AlSiO}_4]$ besitzt Tektosilikatstruktur und ist als Mineral bisher nicht bekannt.

¹⁾ W. L. Bragg & W. H. Zachariasen, Z. Krist. **72**. 1930. 518 (Struktur, SB. **1**. 356; **2**. 517).

^{1a)} C. Gottfried, N. Jb. Min. **55A**. 1927. 393.

^{1b)} Th. Hahn, H. Bielen, W. Eysel & F. Weber, Chem. d. Erde **22**. 1962. 173 (Polymorphie und Mischkristallbildung).

²⁾ 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^{1b)}; 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^{1a)}.

Forsterit	$\text{Mg}_2[\text{SiO}_4]$	$a_0 = 6.00$	$b_0 = 4.78$	$c_0 = 10.28^1$
(Lévy, 1824)		$a_0:b_0:c_0 = 1.255:1:2.151 \quad Z = 4$		
Olivin	$(\text{Mg, Fe})_2[\text{SiO}_4]$	$a_0 = 6.01$	$b_0 = 4.78$	$c_0 = 10.30^1$
(Werner, 1790)		$a_0:b_0:c_0 = 1.257:1:2.155 \quad Z = 4$		
Hortonolith	$(\text{Fe, Mg})_2[\text{SiO}_4]$	$a_0 = 6.07$	$b_0 = 4.79$	$c_0 = 10.34^2$
(Brush, 1869)		$a_0:b_0:c_0 = 1.268:1:2.159 \quad Z = 4$		
Fayalit	$\text{Fe}_2[\text{SiO}_4]$	$a_0 = 6.17$	$b_0 = 4.81$	$c_0 = 10.61^1$
(Gmelin, 1840)		$a_0:b_0:c_0 = 1.283:1:2.206 \quad Z = 4$		
Eisenknebelit	$(\text{Fe, Mn})_2[\text{SiO}_4]$	$a_0 = \text{—}$	$b_0 = \text{—}$	$c_0 = \text{—}$
(Döbereiner, 1818)		$a_0:b_0:c_0 = \text{—}$		
Knebelit	$(\text{Mn, Fe})_2[\text{SiO}_4]$	$a_0 = \text{—}$	$b_0 = \text{—}$	$c_0 = \text{—}$
(Döbereiner, 1817)		$a:b:c = ?:1:2.141$		
Tephroit	$\text{Mn}_2[\text{SiO}_4]$	$a_0 = 6.23$	$b_0 = 4.87$	$c_0 = 10.64^3$
(Breithaupt, 1823)		$a_0:b_0:c_0 = 1.279:1:2.185 \quad Z = 4$		

Varietäten: Im **Talasskit** (Nikitin, 1936), mit 12 Gew.-% Fe_2O_3 , sind wahrscheinlich 2 Fe^{+++} z. T. für 3 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 $(\text{Fe, Mn, Zn, Mg})_2[\text{SiO}_4]$. Fe_2SiO_4 nimmt bei ca. 600 °C und 40000 bar Druck Spinellstruktur an⁵⁾, Ni_2SiO_4 bei 650 °C und 18000 bar^{5a)}.

¹⁾ 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).

^{1a)} Min. Tab. 1941/49. — Th. G. Sahama, Ann. Acad. Fennicae A III. 1953. 1.

^{1b)} 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).

²⁾ H. Winchell, Am. Cryst. Ass. Abstr. 1950.

³⁾ H. O'Daniel & L. Tscheischwili, Z. Krist. **105**. 1944. 273.

⁴⁾ P. Gallitelli & M. Cola, Rend. Soc. Min. Ital. **11**. 1955. 352. — Vgl. C. W. F. T. Pistorius, N. Jb. Min. Mh. **1963**. 30.

⁵⁾ A. E. Ringwood, Am. Min. **44**. 1959. 659.

^{5a)} 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 verwandt⁵⁾. 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 $\text{Na}_3\text{Li}[\text{BeF}_4]_2$ isotyp⁷⁾.

¹⁾ G. B. Brown & J. West, Z. Krist. **66**. 1927. 154 (Struktur, SB. 1. 406).

²⁾ Th. G. Sahama & K. Hytönen, Min. Mag. **31**. 1957. 698. — Am. Min. **43**. 1958. 862.

³⁾ H. O'Daniel & L. Tscheischwili, Z. Krist. **105**. 1944. 273. — J. H. O'Mara, Am. Min. **36**. 1951. 918.

⁴⁾ F. G. Layman, Am. Min. **42**. 1957. 910. — Gibt ein von Monticellit abweichendes Pulverdiagramm, H. Neumann, priv. Mitt. 1956.

⁵⁾ P. B. Moore & P. H. Ribbe, 1964.

⁶⁾ M. Cola, Rend. Soc. Min. Ital. **11**. 1955. 349.

⁷⁾ 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.) Ca_2SiO_4 -Gruppe. Vier Modifikationen*); während die α -Modifikation von den drei weiteren Modifikationen wesentlich verschieden ist, geht offenbar γ' aus β durch eine Raumbgitterverzwilligung hervor, γ aus γ' 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 $\alpha\text{-CaSiO}_3$

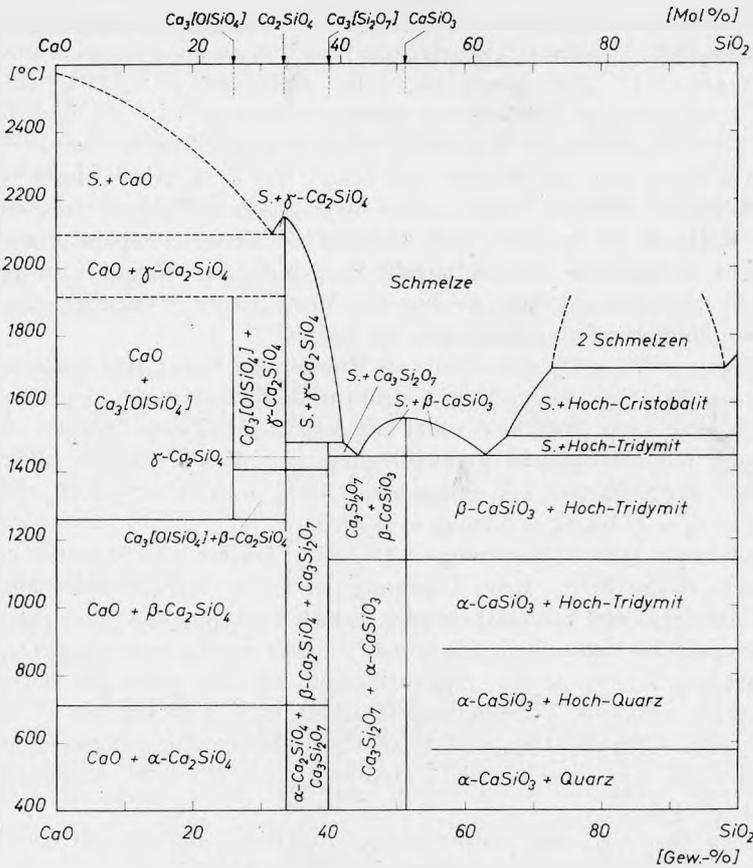


Fig. 94. Phasendiagramm des binären Systems CaO - SiO₂ (Rankin 1911/15, Greig 1927, Eitel 1954; in abgeänderter Bezeichnungsweise)

„Calcio-Olivin“ (synthetisch)	α -Ca ₂ [SiO ₄]	Rhombisch-dipyramidal D _{2h} ¹⁰ — Pmcn a ₀ = 6.79 b ₀ = 5.07 c ₀ = 11.30 ¹⁾ a ₀ :b ₀ :c ₀ = 1.339:1:2.229 Z = 4
Larnit (Tilley, 1929)	β -Ca ₂ [SiO ₄]	Monoklin-prismatisch C _{2h} ¹⁵ — P 2 ₁ /n a ₀ = 5.48 b ₀ = 6.76 c ₀ = 9.28 ²⁾ a ₀ :b ₀ :c ₀ = 0.811:1:1.373 β = 94° 33' Z = 4
Bredigit (Tilley, 1948)	γ' -Ca ₂ [SiO ₄]	Rhombisch-dipyramidal D _{2h} ¹² — Pmnn a ₀ = 10.93 b ₀ = 6.75 c ₀ = 18.41 ³⁾ a ₀ :b ₀ :c ₀ = 1.619:1:2.727 Z = 16
„Silico-Glaserit“ (synthetisch)	γ -Ca ₂ [SiO ₄]	Ditrigonal-skalenoedrisch D _{3d} ³ — P 3m 1 a ₀ = 5.46 c ₀ = 6.76 b ₀ = 9.21 ³⁾ 4) c ₀ /a ₀ = 1.238 Z = 2

Die bei Zimmertemperatur und bis 675 °C beständige Tieftemperaturmodifikation α -Ca₂[SiO₄] besitzt Olivinstruktur¹⁾ und ist als Mineral bisher unbekannt. „Silicocarnotit“ (der Name ist völlig irreführend), Ca₅[SiO₄ | (PO₄)₂], 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^{2a)}; 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 α -K₂SO₄²⁾. „Nagelschmidtit“, in Schlacken vorkommend, ist offenbar ein Mischkristall β -Ca₂[SiO₄]-Ca_{1.5}[PO₄]; er gibt ein ähnliches Pulverdiagramm wie Larnit^{2b)}.

Bredigit, γ' -Ca₂[SiO₄], gleichfalls als Mineral von Scawt Hill bekannt^{3a)}, synthetisch bei 750 °C existierend, geht strukturell offenbar durch eine Raumgitter-Verzwilligung nach (100) bzw. (001) aus dem Larnit-Typus hervor²⁾, 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 γ -Ca₂[SiO₄] besitzt eine Struktur vom Glaserit-Typus, K₃Na[SO₄]₂. Beim Übergang der γ' - in die γ -Modifikation bleiben die Gitterdimensionen fast unverändert, jedoch wird die ausgeprägt pseudohexagonale Symmetrie tatsächlich hexagonal²⁾³⁾. Das synthetische Ca₇[PO₄ | SiO₄]₂, $a_0 = 5.39$, $c_0 = 7.11^{4a)}$, ist mit „Silico-Glaserit“ offenbar gleichfalls isotyp.

Es besteht reversible Umwandlungsfähigkeit, z. B. geht aus der γ' - die strukturverwandte β -Modifikation, und zwar durch geringe Anregungsenergie, jedoch die strukturell sehr verschiedene α -Modifikation durch hohe Anregungsenergie hervor⁵⁾.

Zwischen Ca₂[SiO₄] und synthetischem Na₂[BeF₄] besteht Isotypie in allen Modifikationen⁶⁾; mit Ca₂[GeO₄] begrenzte Mischbarkeit^{6a)}.

*) 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.

¹⁾ 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.

^{1a)} D. P. Riley & E. R. Segnit, Min. Mag. **28**. 1949. 496.

²⁾ C. M. Midgley, Acta Cryst. **5**. 1952. 307. – ^{2a)} C. E. Tilley, Min. Mag. **22**. 1929. 77. J. D. C. McConnell, Min. Mag. **30**. 1955. 672. – ^{2b)} E. R. Segnit, Min. Mag. **29**. 1950. 173.

³⁾ A. M. B. Douglas, Min. Mag. **29**. 1952. 875. – ^{3a)} C. E. Tilley & H. C. G. Vincent, Min. Mag. **28**. 1948. 255. – J. D. C. McConnell, 1955, l. c.

⁴⁾ Van Valkenburg & McMurdie, Journ. Res. Nat. Bur. Stand. **38**. 1947. 415. $a_0 = 5.47$, $c_0 = 7.18$. – ^{4a)} M. A. Bredig, Am. Min. **28**. 1943. 594.

⁵⁾ H. Saalfeld, N. Jb. Min. Mh. 1953. 82.

⁶⁾ T. Hahn, N. Jb. Min. Abh. **86**. 1953. 1.

^{6a)} W. Eysel und T. Hahn, N. Jb. Min. Mh. 1963. 137.

5.) Granat-Reihe. Kubisch-hex'oktaedrisch, O₁₁¹⁰–Ia3d. Isotypie, auch mit Berzeliit Ca₂NaMg₂[AsO₄]₃, Kryolithionit Na₃Al₂[LiF₄]₃ sowie den synthetischen Y₃Al₂[AlO₄]₃⁸⁾, Y₃Fe₂[FeO₄]₃^{8a)} u. a., sowie vielen Germanat-Granaten^{8b)}.

5a) Aluminium-Granate:

Pyrop (Werner, 1803)	$Mg_3Al_2[SiO_4]_3$	$a_0 = 11.53^{1a)}$	$Z = 8$	Mit Fe^{++} z. T. für Mg
Almandin (Agricola, 1546)	$Fe_3^{++}Al_2[SiO_4]_3$	$a_0 = 11.52^1)$	$Z = 8$	Mit Mn z. T. für Fe^{++}
Spessartin (Beudant, 1832)	$Mn_3Al_2[SiO_4]_3$	$a_0 = 11.61^1)$	$Z = 8$	Mit Fe^{++} und Fe^{+++}
Grossular (Werner, 1811)	$Ca_3Al_2[SiO_4]_3$	$a_0 = 11.85^{1b)}$	$Z = 8$	Mit Fe^{+++} z. T. für Al

5b) Ferri-Granate:

Calderit (Fermor, 1909)	$Mn_2Fe_2^{++}[SiO_4]_3$	$a_0 = 11.82^2)$	$Z = 8$	Mit Ca z. T. für Mn
Andradit (Dana, 1868)	$Ca_3Fe_2^{++}[SiO_4]_3$	$a_0 = 12.04^1)$	$Z = 8$	Mit Al z. T. für Fe^{+++}

5c) Chrom-Granate:

Uwarowit (Hess, 1832)	$Ca_3Cr_2^{++}[SiO_4]_3$	$a_0 = 11.97^1)$	$Z = 8$	Mit Al z. T. für 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 $CaFe^{+++}$ ($a_0 = 12.05-12.16^3)$. **Hibschit** (Cornu, 1905) (Plazolith, Hydrogrossular) ist $Ca_3Al_2[(Si, H_4)O_4]_3$, $a_0 = 12.02-12.16$, in welchem etwa $\frac{1}{3}$ der $[SiO_4]$ -Tetraeder durch $[OH]_4$ ersetzt sind⁴⁾. **Yttrium-Granat** (Yttergranat, Bergemann, 1854) enthält Y zum Teil für Ca, vielleicht in gekoppelter Vertretung $CaSi-YAl$.

5d) Ti^{+++} -, Zr- und V-Granate:

Hypothetisch	$Mg_3Ti_2^{+++}[SiO_4]_3$	$a_0 = \text{—}$
„Imanit“ [*])	$Ca_3Ti_2^{+++}[SiO_4]_3$	$a_0 = \text{—}$
Kimzeyit (Milton & Blade, 1958)	$Ca_3Zr_2[Al_2SiO_{12}]$	$a_0 = 12.46^5)$
Goldmanit (Moench & Meyrowitz, 1964)	$Ca_3V_2^{+++}[SiO_4]_3$	$a_0 = 12.01^6)$ Mit (Al, Fe^{+++}) z. T. für V^{+++}

Im Kimzeyit ist etwa $\frac{1}{3}$ des Zr durch Ti ersetzt und ein Teil des Al durch 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: $\text{Ca}_3\text{Al}_2 [\text{GeO}_4]_3$ ($a_0 = 12.12$), $\text{Ca}_3\text{Ga}_2 [\text{GeO}_4]_3$ ($a_0 = 12.25$), $\text{Ca}_3\text{Cr}_2 [\text{GeO}_4]_3$ ($a_0 = 12.27$), $\text{Ca}_3\text{Fe}_2 [\text{GeO}_4]_3$ ($a_0 = 12.30$).^{8b)}

^{*}) Schlackenprodukt; kein Mineral, isotrop, $n = 1.905$. A. V. Rudneva, Akad. Wiss. USSR. 1958. 285.

¹⁾ G. Menzer, Z. Krist. **63**. 1926. 157; **69**. 1928. 300 (Struktur, SB. I. 363.)

^{1a)} 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).

^{1b)} S. C. Abrahams & S. Geller, Acta Cryst. **11**. 1958. 437 (Strukturverfeinerung für Grossular).

²⁾ F. H. S. Vermaas, Min. Mag. **29**. 1952. 946.

³⁾ O. Zedlitz, Zbl. Min. 1933. 225; 1935. 68.

⁴⁾ 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

⁵⁾ Ch. Milton, B. L. Ingram & L. V. Blade, Am. Min. **46**. 1961. 533.

⁶⁾ R. H. Moench & R. Meyrowitz, Am. Min. **49**. 1964. 644.

⁷⁾ B. J. Skinner, Am. Min. **41**. 1956. 428.

^{7a)} Chr. Michel-Lévy, Bull. Soc. Franç. Min. **79**. 1956. 124.

^{7b)} 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.

⁸⁾ H. S. Yoder & M. L. Keith, Am. Min. **36**. 1951. 519. – H. W. Jaffe, Am. Min. **36**. 1951. 133.

^{8a)} S. Geller & M. A. Gilleo, Acta Cryst. **10**. 1957. 239, 787. – A. L. Gentile & R. Roy, Am. Min. **45**. 1960. 701.

^{8b)} 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 SiO_4 durch $(\text{OH})_4$ erfolgen. – $\text{Th}[\text{SiO}_4]$ ist dimorph bekannt: Thorit-Huttonit.

Zirkon	$\text{Zr}[\text{SiO}_4]$	$a_0 = 6.59$ $c_0 = 5.94^1)$
(Werner, 1783)		$c_0/a_0 = 0.901$ $Z = 4$
Thorit	$\text{Th}[\text{SiO}_4]$	$a_0 = 7.03$ $c_0 = 6.25^2)$
(Berzelius, 1829)		$c_0/a_0 = 0.889$ $Z = 4$
Uranothorit	$(\text{Th}, \text{U})[\text{SiO}_4]$	$a_0 = 7.12$ $c_0 = 6.32^3)$
(Collier, 1880)		$c_0/a_0 = 0.888$ $Z = 4$
Thorogummit	$(\text{Th}, \text{U})[(\text{SiO}_4, (\text{OH})_4)]$	$a_0 = 7.07-7.08$ $c_0 = 6.26-6.28^4)$
(Hidden & Mackintosh, 1889)		$c_0/a_0 = 0.886-0.887$ $Z = 4$
Coffinit	$\text{U}[\text{SiO}_4]$	$a_0 = 6.94$ $c_0 = 6.31^5)$
(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^{1a)}. 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^{3a)}. — 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% P_2O_5) und **Nogizawalith** (Kawai, 1949). **Alvit** (Forbes & Dahll, 1855) ist eine Varietät von Zirkon mit Hafniumoxid bis 6%, Thorium und seltenen Erden.

¹⁾ 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).

^{1a)} Vgl. A. A. Levinson & R. A. Borup, Am. Min. **45**. 1960. 562.

²⁾ S. Bonatti & P. Gallitelli, Mem. Soc. Toscana Sci., Nat. Ser. **57**. 1950. — L. H. Fuchs, Am. Min. **43**. 1958. 367 (synthet. ThSiO_4 , $a_0 = 7.14$, $c_0 = 6.33$).

³⁾ A. Pabst, Am. Min. **36**. 1951. 557.

^{3a)} C. O. Hutton, Am. Min. **39**. 1954. 825.

⁴⁾ C. Frondel, Am. Min. **38**. 1953. 1007. — Vgl. K. Henmi, Journ. Geol. Soc. Japan. **57**. 1951. 345.

⁵⁾ 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. 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 Monazittypus¹⁾.

Huttonit	$\text{Th}[\text{SiO}_4]$	Monoklin-prismatisch $C_{2h}^5 - P 2_1/n$
(Pabst, 1950)		$a_0 = 6.80$ $b_0 = 6.96$ $c_0 = 6.54^1)$
		$a_0 : b_0 : c_0 = 0.977 : 1 : 0.940$ $\beta = 104^\circ 55'$ $Z = 4$

¹⁾ A. Pabst, Am. Min. **36**. 1951. 60.

8.) **Eulytin**.

Eulytin	$\text{Bi}_4[\text{SiO}_4]_3$	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) identisch²⁾.

¹⁾ G. Menzer, Z. Krist. **78**. 1931. 136 (Struktur, SB. **2**. 122).

²⁾ 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 $C_{2h}^5 - P2_1/c$
(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 $C_{2h}^5 - P2_1/a$
 $a_0 = 8.17$ $b_0 = 5.31$ $c_0 = 11.76^2$
 $a_0 : b_0 : c_0 = 1.538 : 1 : 2.214$
 $\beta = 95^\circ 28'$ $Z = 4$

Beryllit (Kuzmenko, 1954), $\text{Be}_3[(\text{OH})_2 | \text{SiO}_4] \cdot \text{H}_2\text{O}$, wahrscheinlich orthorhombisch.

¹) J. Bischoff & B. E. Warren, Z. Krist. **86**. 1933. 292 (Struktur, SB. **3**. 148). – Vgl. B. Goßner & F. Mußgnug, Z. Krist. **70**. 1929. 171.

²) P. J. Rentzeperis, Acta Cryst. **11**. 1958. 448; Z. Krist. **119**. 1963. 117 (Struktur).

2.) Al_2SiO_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 $D_{2h}^{16} - Pbnm$
(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 $D_{2h}^{12} - Pnmm$
(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 $C_1^1 - P\bar{1}$
(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 Al_2SiO_5 darstellt; orthorhombisch, $D_{2h}^9 - Pbam$, $a_0 = 7.55$, $b_0 = 8.27$, $c_0 = 5.66^4$.

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 & 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 & 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 besitzen⁷⁾:

	$a'_0 = 7.4$	$b'_0 = 7.6$	$c'_0 = 2.9$
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 Mn_2O_3 ; **Viridin** (Klemm, 1911), grün, enthält Mn_2O_3 und Fe_2O_3 ($a_0 = 7.808$, $b_0 = 5.920$, $c_0 = 5.567$)^{2a)}.

¹⁾ 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).

²⁾ 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).

^{2a)} O. H. Ödman, Sverig. Geol. Unders. Årsbok. **44**. 1950. 1 (SR. 13. 369).

³⁾ St. Náráy-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).

⁴⁾ S. Aramaki & R. Roy, Am. Min. **48**. 1963. 1322.

⁵⁾ 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).

⁶⁾ D. McKie & A. J. Radford, Min. Mag. **32**. 1959. 282. – S. G. Fleet & H. D. Megaw, Acta Cryst. **15**. 1962. 721 (Struktur).

⁷⁾ 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) $a_0 = 4.65 \quad b_0 = 8.80 \quad c_0 = 8.40^1)$
 $a_0 : b_0 : c_0 = 0.528 : 1 : 0.955 \quad Z = 4$

Staurolith	$2\text{FeO} \cdot \text{AlOOH} \cdot 4\text{Al}_2[\text{O} \text{SiO}_4]$	Monoklin-pseudo-orthorhombisch
(Delam�etherie, 1792)		$C_{2h}^3 - C2/m$
		$a_0 = 7.82 \quad b_0 = 16.52 \quad c_0 = 5.63^2)$
		$a_0 : b_0 : c_0 = 0.473 : 1 : 0.341$
		$\beta = 90^\circ \quad Z = 2$
Sapphirin	$\text{Mg}_2\text{Al}_4[\text{O}_6 \text{SiO}_4]$	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^{3a)} sowie von Kuzel³⁾ 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), $(\text{Mg}, \text{Ca})_2(\text{Al}, \text{Fe}''')_{10}[\text{O}_5 | (\text{SiO}_4)_6]$.

¹⁾ N. A. Alston & J. West, Z. Krist. **69**. 1928. 149 (Struktur, SB. 2. 116).

²⁾ St. N ray-Szab  & K. Sasvari, Acta Cryst. **11**. 1958. 862.

³⁾ H.-J. Kuzel, N. Jb. Min. Mh. 1961. 68. - D. McKie, Min. Mag. **33**. 1963. 635 (gelber Sapphirin von Tanganyika hat $b_0 = 28.6$).

^{3a)} M. L. Keith & J. F. Schairer, Journ. Geol. **60**. 1952. 181.

Anhang:

Papagoit	$\text{CaCuAlH}_2[\text{OH} (\text{SiO}_4)_2]$	Monoklin-prismatisch $C_{2h}^3 - C2/m$
(Hutton & Vlisidis, 1960)		$a_0 = 12.91 \quad b_0 = 11.48 \quad c_0 = 4.69$
		$a_0 : b_0 : c_0 = 1.124 : 1 : 0.408$
		$\beta = 100^\circ 38' \quad Z = 4^1)$

¹⁾ 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.

Norbergit	$\text{Mg}_3[(\text{OH}, \text{F})_2 \text{SiO}_4]$	Rhombisch-dipyramidal $D_{2h}^{16} - \text{Pmcn}$
(Geijer, 1926)		$a_0 = 8.74 \quad b_0 = 4.71 \quad c_0 = 10.22^1)$
		$a_0 : b_0 : c_0 = 1.856 : 1 : 2.170 \quad Z = 4$
Chondrodit	$\text{Mg}_5[(\text{OH}, \text{F})_2 (\text{SiO}_4)_2]$	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^{1a)} ist eine Varietät mit 2–3% TiO_2 in diadocher Vertretung 1 Ti für 2 Mg, $a_0 = 13.63$, $b_0 = 4.80$, $c_0 = 10.12$, $\beta = 101^\circ 44'$ ^{1b)}.

Synthetisch kennt man auch das Ca-Analogon zu Chondrodit, $\text{Ca}_5[(\text{OH})_2 | (\text{SiO}_4)_2]$, monoklin-prismatisch, $C_{2h}^5 - P 2_1/c$, $a_0 = 8.94$, $b_0 = 5.05$, $c_0 = 11.42$, $\beta = 109^\circ 18'$ ^{1c)}.

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 isotyp⁴⁾.

¹⁾ 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).

^{1a)} „Titanolivin“ (Damour, 1879); „Titanhydroklinohumit“ (Zambonini, 1919).

^{1b)} W. T. Huang, Am. Min. **42**. 1957. 686.

^{1c)} E. R. Buckle & H. F. W. Taylor, Am. Min. **43**. 1958. 818.

²⁾ W. Campbell Smith, F. A. Bannister & M. H. Hey, Min. Mag. **27**. 1944. 33.

³⁾ M. Yoshinaga, Mem. Fac. Sci. Kyushi Univ., Ser. D, Geol. **14**. 1963. 1.

⁴⁾ 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 Mn_2O_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 $D_{2d}^{10} - \overline{1}4c 2$
(Haidinger, 1831) $a_0 = 9.52$ $[\text{110}]_0 = 13.33$ $c_0 = 18.68^1)$

$$c_0/a_0 = 1.962 \quad Z = 8$$

Långbanit $\text{Mn}^{++}\text{Mn}^{++++}[\text{O}_8 \text{SiO}_4]$ (Flink, 1877)	Dihexagonal-dipyramidal $D_{6h}^1 - P6/mmm$ $a_0 = 11.56$ $c_0 = 11.11^{12}$ $c_0/a_0 = 0.961$ $Z = 6$
Dixenit $\text{Mn}_5\text{As}_2 \cdot [\text{O}_6 \text{SiO}_4] \cdot \text{H}_2\text{O}$ (Flink, 1920)	Rhomboedrisch $a_0 = 8.22$ $c_0 = 37.44$ $c_0/a_0 = 4.555^3$ $a_{rh} = 13.36$ $\alpha = 35^\circ 48'$ $Z = 3$
Mcgovernit $\text{Mn}_9\text{Zn}_2\text{Mg}_4[\text{O}(\text{OH})_{14} \text{(AsO}_4)_2 \text{(SiO}_4)_2]$ (Palache & Bauer, 1927)	Ditrigonal-skalenoedrisch $D_{3d}^6 - R\bar{3}c(?)$ $a_0 = 8.22$ $c_0 = 205.5$ $Z = 6$ $a_{rh} = 68.7$ $\alpha = 6^\circ 52'$ $Z = 2^4$
Yeatmanit $(\text{Mn}, \text{Zn})_{16}\text{Sb}_2[\text{O}_{13} \text{(SiO}_4)_4]$ (Palache, Bauer & Berman, 1937)	Triklin-pseudorhombisch $a_0 = 9.05$ $b_0 = 11.58$ $c_0 = 5.53^5$ $a_0:b_0:c_0 = 0.782:1:0.478$ $\alpha = 103^\circ 49'$ $\beta = 101^\circ 45'$ $\gamma = 87^\circ 12'$ $Z = 1$
Katoptrit $\text{Mn}_{14}\text{Sb}_2(\text{Al}, \text{Fe})_4[\text{O}_{21} \text{(SiO}_4)_2]$ (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, $a:b:c = 0.672:1:0.396^6$.

¹⁾ 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.

²⁾ O. Kraus & F. Mußnug, Zbl. Min. 1942. 12. — Vgl. Zbl. Min. 1942. 133.

³⁾ K. Johansson, in F. E. Wickman, Geol. Fören. Förh. **72**. 1950. 64.

⁴⁾ B. J. Wuensch, Am. Min. **45**. 1960. 937.

⁵⁾ Ch. Palache, L. H. Bauer & H. Berman, Am. Min. **23**. 1938. 527.

⁶⁾ Ch. B. Sclar, Am. Min. **46**. 1961. 226 (Optik, d-Werte).

6.) Spurrit-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^{4a)}.

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.

¹⁾ L. Heller, Acta Cryst. 5. 1952. 724 (Struktur).

²⁾ J. W. Jeffery, Acta Cryst. 5. 1952. 26 (Struktur und Beschreibung zweier weiterer Modifikationen).

³⁾ J. V. Smith, I. L. Karle, H. Hauptmann & J. Karle, Acta Cryst. 13. 1960. 454 (Struktur).

⁴⁾ 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.

^{4a)} S. T. Badalov & I. M. Golovanov, Doklady Akad. Wiss. (Nauk) Usbekistan SSR. 12. 1957. 17.

⁵⁾ C. E. Tilley & N. F. M. Henry, Min. Mag. 30. 1953. 39.

⁶⁾ C. E. Tilley & N. F. M. Henry, Min. Mag. 29. 1951. 640.

⁷⁾ H. Strunz, Min. Tab. 1957.

⁸⁾ L. Heller, Min. Mag. 30. 1953. 150.

⁹⁾ H. D. Megaw, Acta Cryst. 5. 1952. 477 (Struktur).

^{9a)} 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).

¹⁰⁾ 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.

Titanit	$\text{CaTi}[\text{O} \mid \text{SiO}_4]$	Monoklin-prismatisch $C_{2h}^6 - C2/c$
(Klaproth, 1795)		$a_0 = 6.56 \quad b_0 = 8.72 \quad c_0 = 7.44^1)$
		$a_0 : b_0 : c_0 = 0.752 : 1 : 0.853 \quad \beta = 119^\circ 43'$
		$Z = 4$
Malayait	$\text{CaSn}[\text{O} \mid \text{SiO}_4]$	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⁺⁺⁺)[O | SiO₄]; **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% SnO₂, steht zwischen Titanit und Malayait.

Anhang:

Fersmanit	$\text{Na}_4\text{Ca}_4\text{Ti}_4[(\text{O}, \text{OH}, \text{F})_3 \mid \text{SiO}_4]_3 (?)$	Monoklin
(Labuntzov, 1929)		$a : b : c = 0.9911 : 1 : 0.9961$
		$\beta = 97^\circ 16'$

¹⁾ W. H. Zachariasen, Z. Krist. 73. 1930. 7 (Struktur, SB. 2. 117).

²⁾ J. B. Alexander (Am. Min. 46. 1961. 768; ohne Benennung); priv. Mitt. M. Fleischer 1964.

8.) Steenstrupin-Cerit-Gruppe.

Steenstrupin	$\text{Na}_2\text{Ce}(\text{Mn}, \text{Ta}, \text{Fe}, \dots)\text{H}_2[(\text{Si}, \text{P})\text{O}_4]_3$	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) $a_0 = 10.78$ $c_0 = 38.03^2$
 $c_0/a_0 = 3.528$ $Z = 6$

Thorostenstrupin (Kupriyanova & al., 1962) enthält Th anstelle der seltenen Erden³⁾.

Mit Cerit scheint **Törnebohmit** (Geijer, 1921), bisher $(\text{Ce}, \text{La}, \text{Al})_3[\text{OH} | (\text{SiO}_4)_3]$, monoklin, verwandt zu sein.

¹⁾ H. Strunz, N. Jb. Min. Mh. 1944. 244. — Vgl. F. Machatschki, Naturw. 31. 1943. 438.

²⁾ J. J. Glass, H. T. Evans, M. K. Carron & F. A. Hildebrand, Am. Min. 43. 1958. 460.

³⁾ 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), $\text{Ca}_5\text{Al}_2[(\text{OH})_4 | (\text{SiO}_4)_3]$ (?), 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 Eudialyt²⁾.

Tritomit (Weibye, 1849), trigonal mit $c/a = 1.114$, und **Spencit** (Fronde!, 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-Silikate⁴⁾.

¹⁾ Vgl. P. Gay, Min. Mag. 31. 1957. 455. — Pulverdiagramme ganz analog Apatit bzw. Wilkeit und Britholith.

²⁾ M. Danö & H. Sörensen, *Med. om Grönland* **162**. 1959. 1.

³⁾ H. W. Jaffe & V. J. Molinski, *Am. Min.* **47**. 1962. 9.

⁴⁾ 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 SiO₄-Tetraeder; es existiert eine triklone und eine monokline Strukturvariante, letztere mit doppelt so großer Elementarzelle.

Magnesiumchloritoid Mg₂AlAl₃[(OH)₄ | O₂ | (SiO₄)₂]

(Halferdahl, 1961)

Chloritoid Fe₂AlAl₃[(OH)₄ | O₂ | (SiO₄)₂]

(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_{2h}⁶ — 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 Mn₂AlAl₃[(OH)₃ | O₂ | (SiO₄)₂]

(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).

¹⁾ 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.

²⁾ 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 Na₂MnTi₃[SiO₄]₄ · 8 H₂O 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)

$$a_0 = 5.4 \quad b_0 = 7.03 \quad c_0 = 14.3^1)$$

$$a_0 : b_0 : c_0 = 0.768 : 1 : 2.034$$

$$\alpha = 100^\circ \quad \beta = 96^\circ \quad \gamma = 90^\circ$$

 β -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

$$a_0 = 5.28 \quad b_0 = 7.05 \quad c_0 = 14.50^1)$$

$$a_0 : b_0 : c_0 = 0.750 : 1 : 2.057$$

$$\alpha = 102^\circ 24' \quad \beta = 96^\circ 50' \quad \gamma = 90^\circ$$

Epistolit $(\text{Na}, \text{Ca})(\text{Nb}, \text{Ti}, \text{Mg}, \text{Fe}, \text{Mn})[\text{OH} | \text{SiO}_4]$

(Böggild, 1900)

Monoklin-prismatisch

$$a : b : c = 0.803 : 1 : 1.206 \quad \beta = 105^\circ 15'^2)$$

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 orthorhombisch³⁾.

*) Metalomonossowit, Semenov, Organova & Kucharchik, 1961.

¹⁾ 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.

²⁾ 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 , α , β , γ nicht bestimmt.

³⁾ E. A. Ankinowitsch, *Isw. Kasakst. SSR, Geol. Ser.* **18**. 1954. 116.

Nesosilikate mit BO_3 -Dreiecken bzw. BO_4 -Tetraedern usw.

12.) Datolith-Gruppe. Homöotypie. Im Datolith werden die SiO_4 -Tetraeder durch BO_3OH -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 $\text{CaB}^{14})[\text{OH} | \text{SiO}_4]$

(Esmark, 1806)

Monoklin-prismatisch $\text{C}_{2h}^5 - \text{P} 2_1/a$

$$a_0 = 9.66 \quad b_0 = 7.64 \quad c_0 = 4.83^1)$$

$$a_0 : b_0 : c_0 = 1.264 : 1 : 0.632 \quad \beta = 90^\circ 09'$$

$$Z = 4$$

Homilit $\text{Ca}_2\text{FeB}_2[\text{O} | \text{SiO}_4]_2$

(Paikjull, 1876)

Monoklin-prismatisch $\text{C}_{2h}^5 - \text{P} 2_1/a$

$$a_0 = 9.67 \quad b_0 = 7.57 \quad c_0 = 4.74^2)$$

$$a_0 : b_0 : c_0 = 1.277 : 1 : 0.626 \quad \beta = 90^\circ 22'$$

Gadolinit $\text{Y}_2\text{FeBe}_2[\text{O} | \text{SiO}_4]_2$

(Klaproth, 1800)

Monoklin-prismatisch $\text{C}_{2h}^5 - \text{P} 2_1/a$

$$a_0 = 9.89 \quad b_0 = 7.55 \quad c_0 = 4.66^3)$$

$$a_0 : b_0 : c_0 = 1.310 : 1 : 0.617$$

$$\beta = 90^\circ 33\frac{1}{2}' \quad Z = 2$$

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 SiO_4 -Tetraeder durch BO_3OH ersetzt sind^{1a)}; $a_0 = 9.60$, $b_0 = 7.60$, $c_0 = 4.82$, $\beta = 90^\circ 12' 11''$.

¹⁾ 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).

^{1a)} Ch. Palache, H. Berman & C. Frondel, Dana **2**. 1951. 363. — H. Kramer & R. D. Allen, Am. Min. **41**. 1956. 689. — ^{1b)} J. Murdoch, Am. Min. **47**. 1962. 919.

²⁾ Ch. Tennyson 1956 (Homilit von Brevig, Norwegen).

³⁾ 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.

Kornerupin	$\text{Mg}_4\text{Al}_6[(\text{O},\text{OH})_2 \text{BO}_4 (\text{SiO}_4)_4]$	Rhombisch-dipyramidal D_{2h} (Lorenzen, 1884)	$a_0 = 13.68$ $b_0 = 15.95$ $c_0 = 6.68^1$ $a_0:b_0:c_0 = 0.858:1:0.419$ $Z = 4$
Paintit	$5\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{Ca}_2[(\text{Si}, \text{BH})\text{O}_4]$	Hexagonal $P6_322$ ($P6_3/m$, $P6_3$) (Claringbull & al., 1956)	$a_0 = 8.725$ $c_0 = 8.46$ $c_0/a_0 = 0.970$ $Z = 2^2$
Dumortierit	$(\text{Al}, \text{Fe})_7[\text{O}_3 \text{BO}_3 (\text{SiO}_4)_3]$	Rhombisch-dipyramidal D_{2h}^{16} —Pemm (Gonnard, 1881)	$a_0 = 11.79$ $b_0 = 20.21$ $c_0 = 4.70^3$ $a_0:b_0:c_0 = 0.583:1:0.233$ $Z = 4$
Serendibit	$(\text{Ca}, \text{Mg})_5(\text{AlO})_5[\text{BO}_3 (\text{SiO}_4)_3]$	Triklin (Prior & Coomaraswamy, 1902)	
Grandidierit	$(\text{Mg}, \text{Fe})\text{Al}_3[\text{O} \text{BO}_4 \text{SiO}_4]$	Orthorhombisch (Lacroix, 1902)	$a_0 = 10.88$ $b_0 = 10.335$ $c_0 = 5.76^{3a)}$ $a_0:b_0:c_0 = 1.053:1:0.557$ $Z = 4$
Howlith	$\text{Ca}_2[(\text{BOOH})_5 \text{SiO}_4]$	Monoklin-prismatisch C_{2h}^5 — $P2_1/c$ (Dana, 1868)	$a_0 = 12.93$ $b_0 = 9.34$ $c_0 = 8.60^4$ $a_0:b_0:c_0 = 1.384:1:0.921$ $\beta = 104^\circ 50'$
Garrelsit	$(\text{Ba}, \text{Ca})_2[(\text{BOOH})_3 \text{SiO}_4]$	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 ($c/a = 1.1845$).

¹⁾ 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⁺⁺⁺)₂₀(Mg, Fe⁺⁺)₂₀(Si, B, Al)₁₈O₈₆ mit Z = 1. — H. Moenke, Silikattechnik 13. 1962. 287 (Ultrarot-Nachweis von B in tetraedrischer Koordination). — Vgl. 3a).

²⁾ G. F. Claringbull, M. H. Hey & C. J. Payne, Min. Mag. 31. 1957. 420.

³⁾ G. F. Claringbull & M. H. Hey, Min. Mag. 31. 1958. 901.

^{3a)} D. McKie, Min. Mag. 34. 1965. 346 (Grandidierit von Sakatelo, Madagaskar).

⁴⁾ J. Murdoch, Am. Min. 42. 1957. 521. — H. Moenke, Silikattechnik 13. 1962. 287 (Ultrarot-Nachweis von B in Dreier- und Viererkoordination).

⁵⁾ 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 $\text{UO}_2:\text{SiO}_2 = 2:2$ in der Uranophan-Gruppe, mit $\text{UO}_2:\text{SiO}_2 = 2:3$ in der Weeksitgruppe.

14.) Uranophan-(β -Uranophan)-Gruppe. $\text{UO}_2:\text{SiO}_2 = 2:2$.

Die Mineralien der Uranophangruppe, mit sehr guter Spaltbarkeit nach a(100) und Längserstreckung nach b[010], besitzen parallel (100) Schichten $[\text{UO}_2|\text{SiO}_4]^{2-}$, 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 werden²⁾. 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 $\text{MgH}_2[\text{UO}_2|\text{SiO}_4]_2 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$ 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 $\text{CuH}_2[\text{UO}_2|\text{SiO}_4]_2 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$ Orthorhombisch (?)
(Buttgenbach, 1933) $a_0 = -$ $b_0 = 7.24$ $c_0 = -^2$

Uranophan $\text{CaH}_2[\text{UO}_2|\text{SiO}_4]_2 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$ Monoklin $C_2^2-P2_1$
(Websky, 1853) $a_0 = 15.97$ $b_0 = 7.07$ $c_0 = 6.68^3$
 $a_0:b_0:c_0 = 2.259:1:0.945$
 $\beta = 97^\circ 15'$ $Z = 2$

β -**Uranophan** $\text{CaH}_2[\text{UO}_2|\text{SiO}_4]_2 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$ 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 $\text{Pb}_2[\text{UO}_2|\text{SiO}_4]_2 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$ 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 $\text{K}_2\text{H}_2[\text{UO}_2|\text{SiO}_4]^{2-} \cdot 4 \text{H}_2\text{O}$, gibt ein ähnliches Pulverdiagramm wie Sklodowskit und Kasolit⁶⁾, **Bariumuranophan**

scheint das Ba-Analogon zu β -Uranophan zu sein⁷); **Orlit**⁸) (Melkov & Sergejev, 1951), ein Blei-Uranyl-Silikat, soll gleichfalls mit Kasolit verwandt sein.

¹) D. H. Gorman, *Canad. Min.* **6**. 1957. 52.

²) V. Billiet, *Natuurw. Tijdschr.* **18**. 1936. 284. b_0 = Nadelachse.

³) 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.

⁴) D. H. Gorman & E. W. Nuffield, 1955, l. c.

⁵) V. Billiet & W. F. de Jong, *Natuurw. Tijdschr.* **18**. 1936. 261.

⁶) R. M. Honea, *Am. Min.* **46**. 1961. 12.

⁷) L. N. Belova, 2. *Internat. Atomenergie. Conf. Genf*, 1958.

⁸) 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 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 SiO_4 -Inseln noch Si_2O_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 Weeksit¹⁾

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 — Pnn
(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}^4 — $P2/c$ (?)

$a_0 = 15.44$ $b_0 = 7.05$ $c_0 = 7.10^3$

$a_0:b_0:c_0 = 2.190:1:1.007$

$\beta = 107^\circ 52'$ $Z = 2$

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 entspricht⁶⁾. **Ursilit** (Chernikov & al., 1957) ist $(Ca, Mg)_2[(UO_2)_2 | Si_5O_{14}] \cdot 9-10 H_2O$, zitronengelb⁷⁾.

¹⁾ ²⁾ W. F. Outerbridge, M. H. Staatz, R. Meyrowitz & A. M. Pommer, Am. Min. 45. 1960. 39. Hier b_0 und c_0 vertauscht.

³⁾ T. C. McBurney & J. Murdoch, Am. Min. 44. 1959. 839.

⁴⁾ M. J. de Abeledo, M. R. de Benyacar & E. E. Galloni, Am. Min. 45. 1960. 1078.

⁵⁾ D. H. Gorman, Am. Min. 37. 1952. 386.

⁶⁾ M. J. de Abeledo, M. R. de Benyacar & E. E. Galloni, Bull. Soc. Franç. Min. Crist. 85. 1962. 317.

⁷⁾ 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.

Thortveitit (Schetelig, 1911)	$Sc_2[Si_2O_7]$	Monoklin-prismatisch C_{2h}^3 — $C2/m$ $a_0 = 6.57$ $b_0 = 8.60$ $c_0 = 4.75^1)$ $a_0 : b_0 : c_0 = 0.764 : 1 : 0.552$ $\beta = 103^\circ 08'$ $Z = 2$
Thalenit (Benedicks, 1898)	$Y_2[Si_2O_7]$	Monoklin Analoges Pulverdiagramm wie Thortveitit ²⁾

Im Thortveitit ist Scandium z. T. durch Yttrium ersetzt, auch durch Hf, Zr^{1a)}. **Yttrialith** (Hidden & Mackintosh, 1889) ist ein Thalenit mit 6–10% ThO₂³⁾. **Befanamit** (Lacroix, 1923) ist ähnlich Thortveitit.

¹⁾ 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°).

^{1a)} H. Bjørlykke, Norsk. Geol. Tidsskr. 14. 1934. 211. — A. A. Levinson & R. A. Borup, Am. Min. 45. 1960. 712.

²⁾ C. Frondel, priv. Mitt. 1954.

³⁾ T. Ueda & S. Nishimura, Journ. Geol. Soc. Japan 60. 1954. 131.

2.) Melilith-Reihe. Tetragonal-skalenoedrisch, D_{2d}^3 — $P\bar{4}2_1m$. 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. ^{1b)}.

Akermanit	$\text{Ca}_2\text{Mg}[\text{Si}_2\text{O}_7]$	$a_0 = 7.84$	$c_0 = 5.01$	$c_0/a_0 = 0.639$	$Z = 2^1)$
(Vogt, 1884)					
„Eisenakermanit“	$\text{Ca}_2\text{Fe}[\text{Si}_2\text{O}_7]$	Tetragonal ²⁾			
Gehlenit	$\text{Ca}_2\text{Al}[(\text{Si}, \text{Al})_2\text{O}_7]$	$a_0 = 7.71$	$c_0 = 5.11$	$c_0/a_0 = 0.663$	$Z = 2^3)$
(Fuchs, 1815)					
Melilith	$(\text{Ca}, \text{Na})_2(\text{Al}, \text{Mg})[(\text{Si}, \text{Al})_2\text{O}_7]$				
(Delam�etherie, 1796)					
		$a_0 = 7.74$	$c_0 = 5.02$	$c_0/a_0 = 0.648$	$Z = 2^4)$
Gugiait	$\text{Ca}_2\text{Be}[\text{Si}_2\text{O}_7]$	$a_0 = 7.48$	$c_0 = 5.04$	$c_0/a_0 = 0.674$	$Z = 2^5)$
(Peng & al., 1962)					
Hardystonit	$\text{Ca}_2\text{Zn}[\text{Si}_2\text{O}_7]$	$a_0 = 7.85$	$c_0 = 5.00$	$c_0/a_0 = 0.637$	$Z = 2^6)$
(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)					

¹⁾ K. W. Andrews 1948, l. c.; G. Ervin & E. F. Osborn 1949, l. c.

^{2a)} H. O'Daniel & L. Tscheischwili, N. Jb. Min. Mh. 1945/48. 65.

^{1b)} A. Durif & F. Forrat, Bull. Soc. Franç. Min. Crist. **81**. 1958. 107.

²⁾ Nur als Schlackenprodukt bekannt.

³⁾ 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.

⁴⁾ 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.

⁵⁾ 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).

⁶⁾ B. E. Warren & O. R. Trautz, Z. Krist. **75**. 1930. 525 (Struktur, SB. 2. 146).

⁷⁾ C. Brisi & F. Abbatisa, Ann. Chim. (Roma) **50**. 1960. 1061. – Vgl. O. H. J. Christi, 1962, l. c.

3.) Aminoffit-Melinophan-Gruppe. Homöotypie (?).

Aminoffit	$\text{Ca}_2(\text{Be}, \text{Al})[\text{Si}(\text{Si}, \text{Al})\text{O}_7] \cdot \text{H}_2\text{O} (?)$				
(Hurlbut, 1937)					
		Tetragonal-dipyramidal $D_{4h}^{17} - I4/mmm$			
		$a_0 = 13.8$	$c_0 = 9.8$	$c_0/a_0 = 0.71$	$Z = 12^1)$
Melinophan	$(\text{Ca}, \text{Na})_2(\text{Be}, \text{Al})[\text{Si}_2\text{O}_6\text{F}]$				
(Scheerer, 1852)					
		Tetragonal ($S_4^1 - P\bar{4}$ oder $D_{2d}^3 - P\bar{4}2_1m$)			
		$a_0 = 10.60$	$c_0 = 9.90$	$c_0/a_0 = 0.934$	$Z = 8$
		$a'_0 = 1/2 a_0 \sqrt{2} = 7.49$	$c'_0 = 1/2 c_0 = 4.95^2)$		
		$c'_0/a'_0 = 0.661$	$Z' = 2$		
Leukophan	$(\text{Ca}, \text{NaH})_2\text{Be}[\text{Si}_2\text{O}_6(\text{OH}, \text{F})] (?)$				
(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 ~ 5.0 . in der Aminoffit . . .-Gruppe $\sim 10.0 \text{ \AA}$.

¹⁾ C. S. Hurlbut, Geol. Fören. Förh. **59**. 1937. 290.

²⁾ W. H. Zachariassen, Norsk. Geol. Tidsskr. **12**. 1931. 577.

³⁾ 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).

⁴⁾ 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 orthorhombisch⁵⁾, **Keldyshit** (Gerasimovskii, 1962), $\text{Na}_2\text{Zr}[\text{Si}_2\text{O}_7]$, ist optisch zweiachsig⁶⁾.

¹⁾ K. M. Moody, Min. Mag. **30**. 1953. 79.

²⁾ S. O. Agrell & P. Gay, Nature **189**. 1961. 743.

^{2a)} F. P. Glasser, Am. Min. **49**. 1964. 1485 ($Z = 3$ für $\text{Pb}_4\text{MnSi}_5\text{O}_{11}$).

³⁾ E. M. Eskova & M. E. Kazakova, Doklady Akad. Nauk. USSR **99**. 1954. 837.

⁴⁾ S. M. Kravchenko, E. V. Vlasova & N. G. Pinevich, Doklady Akad. Nauk. USSR. **133**. 1960. 657.

⁵⁾ M. V. Kuzmenko & M. E. Kazakova, Doklady Akad. Nauk. USSR **100**. 1955. 1159.

⁶⁾ V. I. Gerasimovskii, Doklady Akad. Nauk. USSR. **142**. 1962. 916.

Mit tetraederfremden Anionen:

5.) Lawsonit-Ilvait-Gruppe. Homöotypie.

• Lawsonit	$\text{CaAl}_2[(\text{OH})_2 \text{Si}_2\text{O}_7] \cdot \text{H}_2\text{O}$	Rhombisch-pyramidal D_{2h}^{17} — Ccmm
(Ransome, 1895)		$a_0 = 8.90$ $b_0 = 5.76$ $c_0 = 13.33^1$ $a_0 : b_0 : c_0 = 1.545 : 1 : 2.314$ $Z = 4$
• Ilvait	$\text{CaFe}_2^{\text{II}}\text{Fe}^{\text{III}}[(\text{OH} \text{O} \text{Si}_2\text{O}_7)]$	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 habe³). 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.

¹) F. E. Wickman, Ark. Kem. Min. Geol. **25**. 1947. 1 (Struktur mit Si_2O_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).

²) 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 SiO_4 -Inseln, SR. **11**. 463). — N. V. Belov & V. I. Mokeeva, Akad. Wiss. USSR. **9**. 1954. 47 (Struktur mit Si_2O_7 -Gruppen).

³) H. Strunz, Z. Krist. **96**. 1937. 504 (Homöotypie).

6.) Cuspidin-Tilleyit-Gruppe.

• Cuspidin	$\text{Ca}_4[(\text{F}, \text{OH})_2 \text{Si}_2\text{O}_7]$	Monoklin-prismatisch C_{2h}^5 — $P2_1/a$
(Scacchi, 1876)		$a_0 = 10.85$ $b_0 = 10.43$ $c_0 = 7.55^1$ $a_0 : b_0 : c_0 = 1.040 : 1 : 0.724$ $\beta = 110^\circ 04'$
• Rustumit	$\text{Ca}_4[(\text{OH})_2 \text{Si}_2\text{O}_7]$	Monoklin-prismatisch C_{2h}^6 — $C2/c$
(Agrell, 1965)		$a_0 = 15.51$ $b_0 = 18.55$ $c_0 = 7.62^2$ $a_0 : b_0 : c_0 = 0.836 : 1 : 0.411$ $\beta = 104^\circ 20'$ $Z = 10$
Tilleyit	$\text{Ca}_5[(\text{CO}_3)_2 \text{Si}_2\text{O}_7]$	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 Foshallasit	$\text{Ca}_3[\text{Si}_2\text{O}_7] \cdot 3 \text{H}_2\text{O}$	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.

¹⁾ R. F. Smirnova, I. M. Rumanova & N. V. Belov, Mem. Soc. Russe Min. **34**. 1955. 159 (Struktur; Si_2O_7 -Gruppen mit Längserstreckung parallel $c_0 = 7.55$).

²⁾ S. O. Agrell, Min. Mag. **34**. 1965. 1.

³⁾ J. V. Smith, Acta Cryst. **6**. 1953. 9 (Struktur).

7.) Hemimorphit-Klinoedrit-Gruppe. Homöotypie.

Hemimorphit	$\text{Zn}_4[(\text{OH})_2 \text{Si}_2\text{O}_7] \cdot \text{H}_2\text{O}$	Rhombisch-pyramidal C_{2v}^{20} —Imm 2
(Kenngott, 1853)		$a_0 = 10.72 \quad b_0 = 8.40 \quad c_0 = 5.12^{1)}$
(Kieselzinkerz)		$a_0:b_0:c_0 = 1.276:1:0.610 \quad Z = 2$
Klinoedrit	$\text{Ca}_2\text{Zn}_2[(\text{OH})_2 \text{Si}_2\text{O}_7] \cdot \text{H}_2\text{O}$	Monoklin-domatisch
(Penfield & Foote, 1898)		$a_0 = 5.43 \quad b_0 = 15.94 \quad c_0 = 5.24^2)$
		$a_0:b_0:c_0 = 0.341:1:0.329$
		$\beta = 103^\circ 56' \quad Z = 2$

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^{1a)}.

¹⁾ 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 \sphericalangle Si-O-Si = 133°).

^{1a)} H. F. W. Taylor, Am. Min. **47**. 1962. 932.

²⁾ H. Strunz, Min. Tab. 1941. 182.

8.) Astrophyllit-Reihe. Isotypie.

Astrophyllit	$(\text{K}_2, \text{Na}_2, \text{Ca}) (\text{Fe}^{2+}, \text{Mn})_4(\text{Ti}, \text{Zr})[\text{OH} \text{Si}_2\text{O}_7]_2$	
(Scheerer, 1854)		Triklin-pseudomonoklin
		$a_0 = 11.72 \quad b_0 = 5.41 \quad c_0 = 21.14^1)$
		$a_0:b_0:c_0 = 2.166:1:3.908$
		$\alpha = 90^\circ \quad \beta = 89^\circ \quad \gamma = 102^\circ 30' \quad Z = 4$
Kupletskit	$(\text{K}_2, \text{Na}_2, \text{Ca}) (\text{Mn}, \text{Fe}^{2+})_4(\text{Ti}, \text{Zr})[\text{OH} \text{Si}_2\text{O}_7]_2$	
(Semenov, 1956)		Triklin
		Isotyp mit Astrophyllit ²⁾

Niobophyllit $(K, Na)(Fe, Mn)_4(Nb, Ti)[(OH, F) | Si_2O_7]_2$

(Nickel & 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^{1a)}; 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 & Burova, 1955)

Monoklin-prismatisch

$$a_0 = 15.57 \quad b_0 = 13.75 \quad c_0 = 14.27^4)$$

$$a_0 : b_0 : c_0 = 1.132 : 1 : 1.038$$

$$\beta = 117^\circ$$

¹⁾ B. Goßner & E. Reindl, Zbl. Min. 1934. 161 (Winkel nach P. J. Woodrow, 1963).

^{1a)} 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).

²⁾ E. I. Semenov, Doklady Akad. Wiss. USSR 108. 1956. 933 (isotyp mit Astrophyllit).

³⁾ E. H. Nickel, J. F. Rowland & D. J. Charette, Canad. Min. 8. 1964. 40 (dies ist eine A-zentrierte Zelle, die primitive Zelle hat $a_0 = 5.39$, $b_0 = 11.88$, $c_0 = 11.66$, $\alpha = 113.1^\circ$, $\beta = 94.5^\circ$, $\gamma = 103.1^\circ$).

⁴⁾ 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 —P2₁/m (oder C_2^2 —P2₁?)

$$a_0 = 10.82 \quad b_0 = 10.28 \quad c_0 = 7.27^1)$$

$$a_0 : b_0 : c_0 = 1.053 : 1 : 0.707$$

$$\beta = 108^\circ 57' \quad Z = 4$$

• **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.

¹⁾ B. Goßner & O. Kraus, Z. Krist. **36**. 1933. 308.

²⁾ B. Goßner & O. Kraus, Zbl. Min. 1934. 72 (für „Hiortdahlit“, Brögger, 1889).

³⁾ E. H. Nickel, J. F. Rowland & J. A. Maxwell, Canad. Min. **6**. 1958. 264.

⁴⁾ W. C. Brögger, Z. Krist. **42**. 1907. 417.

⁵⁾ 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^{1a}), 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^{5a}).

¹⁾ 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.

^{1a)} A. E. Fersman, Mineralien der Chibina- und Lovozero-Tundren. – Lomonossow-Institut Akad. Wiss. USSR, 1937.

²⁾ 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).

³⁾ B. Goßner & O. Kraus, 1934. l. c.

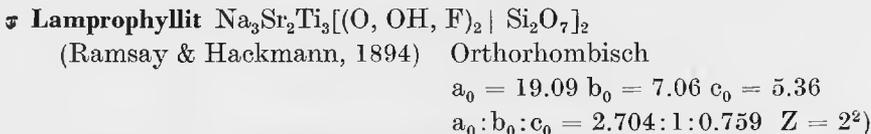
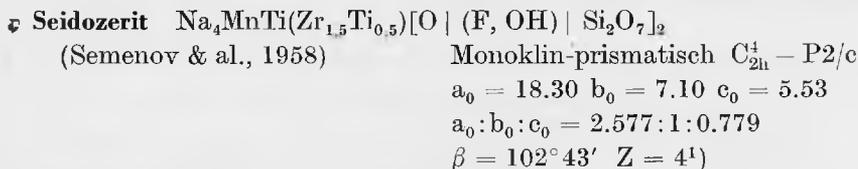
⁴⁾ C.-J. Peng, Ti-chih K'ò-hsueh **10**. 1959. 289 (Am. Min. **45**. 1960. 754).

^{4a)} 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).

⁵⁾ 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).

^{5a)} H. Neumann, Norsk. Geol. Tidsskr. **42**. 1962. 179.

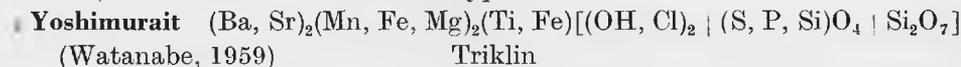
11.) Seidozerit-Lamprophyllit-Gruppe. Homöotypie mit Yoshimurait-Innelit.



¹⁾ 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).

²⁾ B. Goßner & K. Drechsler, Z. Krist. **91**. 1935. 494.

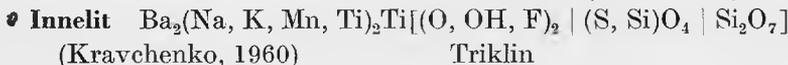
12.) Yoshimurait-Reihe. Isotypie.



$$a_0 = 14.71 \quad b_0 = 7.00 \quad c_0 = 5.39$$

$$a_0 : b_0 : c_0 = 2.101 : 1 : 0.770$$

$$\alpha = 90^\circ 12' \quad \beta = 93^\circ 30' \quad \gamma = 95^\circ 18' \quad Z = 2^1$$



$$a_0 = 14.76 \quad b_0 = 7.14 \quad c_0 = 5.38$$

$$a_0 : b_0 : c_0 = 2.076 : 1 : 0.754$$

$$\alpha \sim 90^\circ \quad \beta = 95^\circ \quad \gamma = 99^\circ \quad Z = 2^2$$

Anhang:

Haradait	$\text{SrV}[\text{Si}_2\text{O}_7](?)\text{H}_2\text{O}$	Orthorhombisch
(Watanabe & al., 1963)		$a_0 = 14.64 \quad b_0 = 7.00 \quad c_0 = 5.31^3)$
		$a_0:b_0:c_0 = 2.091:1:0.759 \quad Z = 4$

¹⁾ 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).

²⁾ 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).

³⁾ T. Watanabe, A. Kato, J. Ito, T. Yoshimura, H. Mamoi & K. Fukuda, 1963.

13.) Nasonit-Gruppe. Vielleicht Isotypie.

Nasonit	$\text{Pb}_6\text{Ca}_4[\text{Cl}_2 (\text{Si}_2\text{O}_7)_3]$	Hexagonal $C_{6h}^2 - P6_3/m$ oder $C_6^h - P6_3$
(Penfield & Warren, 1899)		$a_0 = 10.08 \quad c_0 = 13.27 \quad c_0/a_0 = 1.316^1)$
		$Z = 2$

Ganomolith	$\text{Pb}_6\text{Ca}_4[(\text{OH})_2 (\text{Si}_2\text{O}_7)_3]$	Hexagonal (?)
(Nordenskiöld, 1876)		

Anhang:

Molybdophyllit	$\text{Pb}_2\text{Mg}_2[(\text{OH})_2 \text{Si}_2\text{O}_7]$	Ditrigonal-skalenoedrisch (?)
(Flink, 1901)		$c_0/a_0 = 0.549$ (aus Laue-Aufnahmen) ²⁾

¹⁾ C. Frondel & L. H. Bauer, Am. Min. **36**. 1951. 534.

²⁾ G. Aminoff, Geol. Fören. Förh. **40**. 1918. 923.

14.) Melanotekit-Reihe. Isotypie. Rhombisch-disphenoidisch, $D_2^5 - C 222_1$.

Melanotekit	$\text{Pb}_2\text{Fe}_2^{***}[\text{O}_2 \text{Si}_2\text{O}_7]$	$a_0 = 6.99 \quad b_0 = 11.05 \quad c_0 = 10.07$
(Lindström, 1880)		$a_0:b_0:c_0 = 0.634:1:0.913 \quad Z = 4^1)$
Kentrolith	$\text{Pb}_2\text{Mn}_2^{***}[\text{O}_2 \text{Si}_2\text{O}_7]$	$a_0 = 6.99 \quad b_0 = 11.06 \quad c_0 = 10.07$
(Damour & vom Rath, 1880)		$a_0:b_0:c_0 = 0.633:1:0.899 \quad Z = 4^1)$

¹⁾ O. Gabrielson, Arkiv Min. Geol. **3**. 1962. 141 (Struktur).

Mit SiO_4 -Inseln und Si_2O_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^{1a)}.

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^{1a)}.

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** $\text{Ca}_2(\text{Fe}^{++}, \text{Al})\text{Al}_2[\text{O}|\text{OH}|\text{SiO}_4|\text{Si}_2\text{O}_7]$
(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** $\text{Ca}_2(\text{Mn}^{++}, \text{Fe}^{++})\text{Al}_2[\text{O}|\text{OH}|\text{SiO}_4|\text{Si}_2\text{O}_7]$
(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*** $(\text{Ca}, \text{Ce})_2(\text{Fe}^{++}, \text{Fe}^{++})\text{Al}_2[\text{O}|\text{OH}|\text{SiO}_4|\text{Si}_2\text{O}_7]$
(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 Cr^{++} . **Sursassit** (Jakob, 1926) ist wahrscheinlich ein hydroxylierter Manganepidot, in welchem 1 $(\text{Fe}^{++}, \text{Al})$ durch H_3 unter Bildung von Wasserstoffbrücken ersetzt ist, $\text{Mn}_2(\text{H}_3)\text{Al}_2[\text{O}|\text{OH}|\text{SiO}_4|\text{Si}_2\text{O}_7]^{3a}$, $a_0 = 8.82$, $b_0 = 5.84$, $c_0 = 9.71$, $\beta = 108^\circ 24'$ ^{3b}.

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% MgO , ist von der Östanmossa-Grube, Schweden, u. a., beschrieben worden. — **Nagatelith** (Imori, Yoshimura & Hata, 1931) ist eine Varietät von Allanit mit 6.5% P_2O_5 , $(\text{Ca}, \text{Ce})_2(\text{Fe}^{++}, \text{Fe}^{++}, \text{Al})\text{Al}_2[\text{O}|\text{OH}|\text{SiO}_4|(\text{Si}, \text{P})_2\text{O}_7]$.

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.

¹⁾ L. Waldbauer & D. C. McCann, Am. Min. **20**. 1935. 106.

^{1a)} H. Strunz, Z. Krist. **92**. 1935. 402. (Dimorphie auf Grund innerer Verzwilligung).

²⁾ B. Goßner & F. Mußnug, Z. Krist. **78**. 1931. 386. – T. Ito, X-Ray Studies on Polymorphism, Tokio 1950, 50 (Struktur mit Si_2O_7 -Gruppen + SiO_4 -Tetraedern, SR. **13**. 375). – N. V. Belov & I. M. Rumanova, Doklady Akad. Wiss. USSR **89**. 1953. 853 (Struktur mit Si_2O_7 -Gruppen + 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).

³⁾ A. M. Asklund, priv. Mitt. 1965.

^{3a)} Min. Tab. 1965. – Vgl. E. W. Heinrich, Canad. Min. **7**. 1962. 291.

^{3b)} R. L. Freed, Am. Min. **49**. 1964. 168.

⁴⁾ 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.

⁵⁾ B. Goßner & Ch. Reichel, Zbl. Min. 1932. 225. – H. Strunz, Z. Krist. **92**. 1935. 402. – T. Ito 1950, l. c. (Struktur mit Si_2O_7 -Gruppen + SiO_4 -Tetraedern, SR. **13**. 376). – E. G. Fesenko, I. M. Rumanova & N. V. Belov, Doklady Akad. Wiss. USSR. **102**. 1955. 275 (Struktur mit Si_2O_7 -Gruppen + SiO_4 -Tetraedern).

⁶⁾ 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).

¹⁾ S. Bonatti & G. Gottardi, Rend. Soc. Min. Ital. **9**. 1953. 242; **10**. 1954. 208. — G. Gottardi, Am. Min. **45**. 1960. 1 (Struktur).

²⁾ H. W. Jaffe, H. T. Evans, jr. & R. W. Chapman, Am. Min. **41**. 1956. 474. — S. Bonatti, Am. Min. **44**. 1959. 115.

³⁾ D. S. Coombs, Min. Mag. **30**. 1953. 113.

⁴⁾ 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“).

¹⁾ B. E. Warren & D. J. Modell, Z. Krist. **78**. 1931. 422 (Struktur, SB. **2**. 126). — Vgl. C. Gottfried 1930; F. Machatschki 1930; Takané 1933. — ^{1a)} C. S. Hurlbut, Am. Min. **40**. 1955. 118.

²⁾ 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-Embark, 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** $(\text{Na}, \text{K}, \text{Mn})_2\text{Fe}^{2+}[(\text{Fe}^{3+}, \text{Al}, \text{Mg}, \text{Ti})\text{H}[(\text{Si}, \text{AlH})_8\text{O}_{20}]]$
 (Marshall, 1932) Orthorhombisch $D_{2h}^{18} - C_{2v}$ oder $C_{2v}^{17} - C_{2ca}$
 $a_0 = 14.31$ $b_0 = 17.28$ $c_0 = 10.11^4$
 $a_0:b_0:c_0 = 0.828:1:0.585$ $Z = 6$
- **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 $C_2^2 - P 2_1$
 (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 $C_{3i}^2 - R 3 (R 3 ?)$
 $a_0 = 11.66$ $c_0 = 18.69$ $c_0/a_0 = 2.461$ $Z = 9^7$

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 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) $a_0 = 6.90$ $b_0 = 11.78$ $c_0 = 19.65^4$)

$a_0:b_0:c_0 = 0.586:1:1.668$

$\alpha = \gamma = 90^\circ$ $\beta = 90^\circ 48'$ $Z = 8$

¹⁾ W. H. Zachariassen, Z. Krist. **74**. 1930. 139 (Struktur, SB. 2. 128).

^{1a)} C. R. Robbins, J. Am. Ceram. Soc. **43**. 1960. 610.

²⁾ 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 $a_0 = 6.72$, $c_0 = 9.85$.

³⁾ 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 ($a_0 = 6.94$, $c_0 = 10.17$).

⁴⁾ 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^{1a}). **Eukolit** (Schaefer, 1874) ist ein Nb-haltiger Eudialyt; **Mesodialyt** (Fersman, 1922) steht zwischen beiden.

¹⁾ B. K. Brunowsky, Trav. Inst. Lomonossow 1953. 33. — Acta physicochim. USSR 5. 1936. 863 (Struktur, SB. 5. 24).

^{1a)} A. M. Portnov, Doklady Akad. Nauk. USSR. 154. 1964. 607.

²⁾ B. Goßner & F. Mußgnug, Zbl. Min. 1930. 81.

³⁾ R. Blix, O. Gabrielson & F. E. Wickman, Arkiv Min. Geol. 2. 1957. 315.

3.) Cappelenit-Gruppe. Homöotypie (?).

Cappelenit (Ba, Ca, Ce, Na)₃(Y, Ce, La)₆[(BO₃)₆ | Si₃O₉]

(Brögger, 1885)

Hexagonal

$c/a = 1.2903$

Stillwellit (Ce, La)₃[B₃O₆ | Si₃O₉]

(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 Si₃O₉ (wie im Benitoit) und zwischenliegenden Ringen B₃O₆.

¹⁾ 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 [Si₆O₁₅]⁶⁻

4.) Dalyit-Elpidit-Gruppe. Elpidit und wahrscheinlich auch Dalyit besitzen Doppel-Dreierlinge [Si₆O₁₅], 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 $a'_0 = 2 \cdot 7.33$

¹⁾ R. v. Tassel, Min. Mag. 29. 1952. 850.

²⁾ 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 Si_4O_{12} -Ringern, die durch (Ti, Nb) O_6 -Oktaeder verbunden sind; auch für Axinit ergab die Strukturbestimmung die Anwesenheit von Ringen Si_4O_{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 durchschnittlich⁷).

*) Peng, 1959: Pao-t'ou-k'uang.

¹) B. Goßner & F. Mußgnug, Zbl. Min. 1928. 274.

²) 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: $a_0 = 20.02$, $c_0 = 6.006$).

³) J. T. Alfors, M. C. Stinson, R. A. Matthews & A. Pabst, Am. Min. 50. 1965. 314.

⁴) F. Mazzi, Rend. Soc. Min. Ital. 11. 1955. 354. - Atti. Soc. Tosc. Sci. Nat. 64. 1957. 237.

⁵) 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.

⁶⁾ 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).

⁷⁾ 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/mcc
(Mitchell, 1961) $a_0 = 7.58$ $c_0 = 14.82$
 $c_0/a_0 = 1.955$ $Z = 2^1$

¹⁾ 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} — Cccm
(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} — Cccm
 $a_0 = 17.065$ $b_0 = 9.73$ $c_0 = 9.29^{2a}$
 $a_0:b_0:c_0 = 1.754:1:0.955$

- 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 Li^+ , Na^+ , Cs^+ , Ca^{++} , Sc^{+++} , auch OH^- und F^- enthalten, ein Beryll von Arizona enthält ca. 7% Cs_2O ; $a_0 = 9.30$, $c_0 = 9.20^{1a}$.

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.

¹⁾ W. L. Bragg & J. West, Proc. Roy. Soc. **111A**. 1926. 691 (Struktur, SB. I. 305). — Vgl. N. V. Belov & R. G. Matweeva, Doklady Akad. Wiss. USSR **73**. 1950. 299 (SR. **13.37** 0).

^{1a)} W. T. Schaller, R. E. Stevens & R. H. Jahns, Am. Min. **47**. 1962. 672.

²⁾ 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).

^{2a)} E. Eberhard, Z. Krist. **117**. 1962. 171 (auch $\text{Mn}_2\text{Al}_3[\text{AlSi}_5\text{O}_{18}]$, hexagonal, $a_0 = 9.92$, $c_0 = 9.30$).

³⁾ 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.

⁴⁾ 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 $[\text{Si}_6(\text{O}, \text{OH})_{18}]$.

¹⁾ Th. G. Sahama & K. Hytönen, Min. Mag. **31**. 1957. 503.

²⁾ V. V. Ilyuchin & N. V. Belov, Kristallografiya **5**. 1960. 200 (Struktur).

³⁾ 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 Struktur¹⁾ besteht aus polaren Ringen Si_6O_{18} und planaren 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—Dravit²⁾. 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
 $a_0 = 16.35 \quad c_0 = 7.17 \quad c_0/a_0 = 0.438^4$

*) 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) $a_0 = 14.61 \quad c_0 = 7.80 \quad c_0/a_0 = 0.534 \quad Z = 3^1$

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**²⁾ (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).

Milarit	$\text{KCa}_2\text{AlBe}_2[\text{Si}_{12}\text{O}_{30}] \cdot \frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$
(Kenngott, 1870)	Dihexagonal-dipyramidal D_{6h}^2 — P 6/mcc $a_0 = 10.45$ $c_0 = 13.88$ $c_0/a_0 = 1.328$ $Z = 2^1$
Osumilith	$(\text{K}, \text{Na}, \text{Ca})(\text{Mg}, \text{Fe}^{2+})(\text{Al}, \text{Fe}^{2+}, \text{Fe}^{3+})_3[(\text{Si}, \text{Al})_{12}\text{O}_{30}] \cdot \text{H}_2\text{O}$
(Miyashiro, 1953)	Dihexagonal-dipyramidal D_{6h}^2 — P 6/mcc $a_0 = 10.17$ $c_0 = 14.34$ $c_0/a_0 = 1.410$ $Z = 2^2$
Armenit	$\text{BaCa}_2\text{Al}_3[\text{Al}_3\text{Si}_9\text{O}_{30}] \cdot 2\text{H}_2\text{O}^3$
(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.

¹) 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 $\text{Si}_{12}\text{O}_{30}$).

²) A. Miyashiro, Proc. Acad. Japan. **29**, 1953, 321. — Am. Min. **41**, 1956, 104 (Struktur). — Vgl. G. Rossi, Rend. Soc. Min. Ital. **19**, 1963, 187.

³) 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 Fe^{2+} , Aegirin etwas CaFe^{2+} für 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: $a_0 = 9.69-9.71$, $b_0 = 8.92-8.96$, $c_0 = 5.24-5.25$, $\beta = 108^\circ 33^1)$, 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 $\text{Co}_2[\text{Ge}_2\text{O}_6]$, $a_0 = 9.46$, $b_0 = 9.03$, $c_0 = 5.19$, $\beta = 101^\circ 01^2)$.

¹⁾ 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).

²⁾ 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) $a_0:b_0:c_0 = 1.092:1:0.583$ $\beta = 104^\circ 20'$

Johannsenit	$\text{CaMn}[\text{Si}_2\text{O}_6]$	$a_0 = 9.83$	$b_0 = 9.04$	$c_0 = 5.27^3)$
(Schaller, 1932)		$a_0:b_0:c_0 = 1.087:1:0.583 \quad \beta = 105^\circ$		
Synthetisch	$\text{CaNi}[\text{Si}_2\text{O}_6]$	$a_0 = 9.69$	$b_0 = 8.90$	$c_0 = 5.26^4)$
		$a_0:b_0:c_0 = 1.089:1:0.591 \quad \beta = 105^\circ 50'$		

Varietäten von Diopsid sind: **Chrom-Diopsid** (Dana, 1892) mit Cr^{+++} -Gehalten, **Lawrowit** (Kokscharov, 1867) mit 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) ~ 2 Diopsid + 1 Hedenbergit; **Ferro-Salit** (Hess, 1941) ~ 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.

¹⁾ 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.

²⁾ H. Kuno & H. H. Hess, Am. Journ. Sci. **251**. 1953. 741.

³⁾ G. Schiavinato, Rend. Soc. Min. Ital. **9**. 1953. 210. — Vgl. C. O. Hutton, Am. Min. **41**. 1956. 581.

⁴⁾ 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^{2a)} $\text{Ca}(\text{Mg}, \text{Fe}^{+++}, \text{Al})[\text{Si}, \text{Al})_2\text{O}_6]$
(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^{1a)}. — **Aegirin-Augit** (Rosenbusch, 1892) enthält NaFe^{+++} , **Titan-Augit** (Knop, 1892) im allgemeinen 3–5% TiO_2 .

Omphacit ist dem Fassait ganz ähnlich, tritt aber stets nur körnig auf; er bildet z. B. mit Granat das Gestein Eklogit.

¹⁾ G. M. Brown, Am. Min. **45**. 1960. 15 (Chemismus und Gitterkonstanten).

^{1a)} H. H. Hess, Am. Min. **26**. 1941. 573. — W. N. Benson, Trans. Roy. Soc. N. Zealand **74**. 1944. 71. — A. Poldervaart, Min. Mag. **28**. 1947. 159. — A. Poldervaart & H. H. Hess, Journ. Geol. **59**. 1951. 472.

²⁾ Y. Sakata, Jap. Journ. Geol. Geogr. **28**. 1957. 161 (Gitterkonstanten der synthet. Mischkristalle $\text{CaMgSi}_2\text{O}_6 - \text{CaAl}_2\text{SiO}_6$).

^{2a)} Vgl. E. Tröger: „Über den Fassait und über die Einteilung der Klinopyroxene.“ — N. Jb. Min. Mh. 1951. 132.

³⁾ J. Warner, Am. Min. **49**. 1964. 1461.

1d) Spodumen-Reihe. $C_{2h}^6 - C 2/c$. $Z = 4$.

Spodumen	$LiAl[Si_2O_6]$	$a_0 = 9.52$	$b_0 = 8.32$	$c_0 = 5.25^1)$
(d'Andrada, 1800)		$a_0 : b_0 : c_0 = 1.144 : 1 : 0.631 \quad \beta = 110^\circ 28'$		
Jadeit	$NaAl[Si_2O_6]$	$a_0 = 9.50$	$b_0 = 8.61$	$c_0 = 5.24^2)$
(Damour, 1863)		$a_0 : b_0 : c_0 = 1.103 : 1 : 0.609 \quad \beta = 107^\circ 26'$		
Akmit (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)** ~ 1 Diopsid + 1 Jadeit; **Chloromelanit** (Damour, 1865) ~ 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, $a_0 = 5.43$, $b_0 = 9.41$, $c_0 = 4.66^5)$.

¹⁾ B. E. Warren & J. Bischof, Z. Krist. **80**. 1931. 391 (Struktur, SB. 2. 131). - D. Roy & E. F. Osborn, Journ. Am. Ceram. Soc. **33**. 1950. 152 (d-Werte, Stabilität).

²⁾ C. W. Wolfe, Am. Min. **40**. 1955. 248. - H. S. Yoder, Am. Journ. Sci. **243**. 1950. 312.

³⁾ K.-H. Schüller, Beitr. Min. Petr. **6**. 1958. 112 (Synthesen Akmit-Ägirin). - Vgl. Warren & Bischof, 1931, l. c.

^{3a)} S. Kilpady, Proc. Nat. Inst. Sci. India **26**. 1960. 250.

⁴⁾ A. Grund, Tscherm. Min. Petr. Mitt. **3**. 1953. 348. - A. Grund & M. Pizy, Acta Cryst. **5**. 1952. 837.

⁵⁾ G. Donnay & J. D. H. Donnay, Am. Min. **33**. 1953. 163.

2.) Enstatit-Reihe (Orthopyroxene). Rhombisch-dipyramidal, $D_{2h}^{15} - Pbc_a$. Isotypie. $Z = 8$.

Enstatit	$Mg_2[Si_2O_6]$	$a_0 = 18.22$	$b_0 = 8.81$	$c_0 = 5.21^1)$
(Kenngott, 1855)		$a_0 : b_0 : c_0 = 2.068 : 1 : 0.590$		
Bronzit	$(Mg, Fe)_2[Si_2O_6]$	$a_0 = 18.20$	$b_0 = 8.86$	$c_0 = 5.20^2)$
(Karsten, 1807)		$a_0 : b_0 : c_0 = 2.062 : 1 : 0.588$		
Hypersthen	$(Fe, Mg)_2[Si_2O_6]$	$a_0 = 18.24$	$b_0 = 8.88$	$c_0 = 5.21^3)$
(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. Hess⁴⁾ und R. A. Howie^{4a)}. **Bastit** (Haidinger, 1845) oder **Schillerspat** werden Pseudomorphosen von Serpentin nach Bronzit genannt.

Synthetisch kennt man $\text{Mn}_2[\text{Ge}_2\text{O}_6]$, isotyp mit Enstatit, $a_0 = 19.29$, $b_0 = 9.25$, $c_0 = 5.48^5$).

¹⁾ A. Byström, Ber. D. Keram. Ges. **24**. 1943. 2 (Struktur, SR. **9**. 254; Strukturvarianten).

²⁾ K. Takané, Proc. Tohoku Imp. Acad. **8**. 1932. 308 (Struktur, SB. **2**. 134, 530).

³⁾ 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.

⁴⁾ H. H. Hess, Am. Journ. Sci. 1952. 173.

^{4a)} R. A. Howie, Min. Soc. Am. Spec. Paper **1**. 1963. 213.

⁵⁾ 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.

Ferrokapholith	$\text{FeAl}_2[(\text{OH})_4 \text{Si}_2\text{O}_6]$	Rhombisch-dipyramidal D_{2h}^{22} -Ccca
(de Roever, 1951)		$a_0 = 13.77$ $b_0 = 20.18$ $c_0 = 5.11^1$ $a_0:b_0:c_0 = 0.682:1:0.253$ $Z = 8$
Karpholith	$\text{MnAl}_2[(\text{OH})_4 \text{Si}_2\text{O}_6]$	Rhombisch-dipyramidal D_{2h}^{22} -Ccca
(Werner, 1817)		$a_0 = 13.86$ $b_0 = 20.13$ $c_0 = 5.12^2$ $a_0:b_0:c_0 = 0.6885:1:0.2485$
Ramsayit	$\text{Na}_2\text{Ti}_2[\text{O}_3 \text{Si}_2\text{O}_6]$	Rhombisch-dipyramidal D_{2h}^{14} -Pnca
(Fersman, 1922)		$a_0 = 14.26$ $b_0 = 8.57$ $c_0 = 5.09^3$ $a_0:b_0:c_0 = 1.664:1:0.594$ $Z = 4$
Bertrandit	$\text{Be}_4[(\text{OH})_2 \text{SiO}_4 \text{SiO}_3]$	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^{4a}).

¹⁾ 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).

²⁾ H. Strunz, Z. Krist. **98**. 1938. 60. – Acta Cryst. **10**. 1957. 238.

³⁾ 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, $a_0 = 14.42$, $b_0 = 8.66$, $c_0 = 5.18$).

^{3a)} O. Kraus & F. Mußnug, Naturwiss. **29**. 1941. 182.

⁴⁾ T. Ito & J. West, Z. Krist. **83**. 1932. 384 (Struktur, SB. **2**. 141).

^{4a)} L. P. Soloveva & N. V. Belov, Doklady Akad. Wiss. USSR **140**. 1961. 685.

Mit Doppel-Zweierketten (Bändern) $[\text{Si}_4\text{O}_{11}]_n^{6-}$

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 β , der flächenreiche Quadrant im spitzen Winkel β : 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 $a_0 = 9.53$, $b_0 = 18.10$, $c_0 = 5.326$, $\beta = 102^\circ 15'^{1a)}$.

¹⁾ 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.

^{1a)} H. W. Jaffe, W. O. J. G. Meijer & D. H. Selchow, Am. Min. **46**. 1961. 642.

²⁾ 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** $Ca_2(Mg, Fe^{2+})_5[(OH, F) | Si_4O_{11}]_2$
(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** $Ca_2Fe_5^2+[(OH, F) | Si_4O_{11}]_2$
(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 $a_0 = 9.78$, $b_0 = 18.01$, $c_0 = 5.27$, $\beta = 104^\circ 31'3$.

¹⁾ 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).

²⁾ J. Zussman, Acta Cryst. **8**. 1955. 301 (Struktur).

³⁾ J. E. Comeforo & J. A. Kohn, Am. Min. **39**. 1954. 537.

4c) Hornblende-Reihe.

Gemeine Hornblende	$(\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) $(\text{Si}, \text{Al})_2\text{Si}_6\text{O}_{22}]$ $a_0 = 9.87 \quad b_0 = 18.01 \quad c_0 = 5.33^1)$ $a_0 : b_0 : c_0 = 0.548 : 1 : 0.296 \quad \beta = 105^\circ 44'$
Edenit	$\text{NaCa}_2\text{Mg}_5[(\text{OH}, \text{F})_2 \text{AlSi}_7\text{O}_{22}]$ (Glocker, 1839) $a_0 \sim 9.9 \quad b_0 \sim 18.0 \quad c_0 \sim 5.3 \quad \beta \sim 105^\circ 2)$
Ferroedenit	$\text{NaCa}_2\text{Fe}_5[(\text{OH}, \text{F})_2 \text{AlSi}_7\text{O}_{22}]$ (Sundius, 1946)
Tschermakit	$\text{Ca}_2\text{Mg}_3(\text{Al}, \text{Fe}^{\cdot\cdot\cdot})_2[(\text{OH}, \text{F})_2 \text{Al}_2\text{Si}_6\text{O}_{22}]$ (Winchell, 1945)
Ferrotschermakit	$\text{Ca}_2\text{Fe}_3(\text{Al}, \text{Fe}^{\cdot\cdot\cdot})_2[(\text{OH}, \text{F})_2 \text{Al}_2\text{Si}_6\text{O}_{22}]$ (Winchell, 1945)
Pargasit	$\text{NaCa}_2\text{Mg}_4(\text{Al}, \text{Fe}^{\cdot\cdot\cdot})[(\text{OH}, \text{F})_2 \text{Al}_2\text{Si}_6\text{O}_{22}]$ (Steinheil, 1814) $a_0 \sim 9.9 \quad b_0 \sim 18.0 \quad c_0 \sim 5.3 \quad \beta \sim 105^\circ 30'2)$
Hastingsit	$\text{NaCa}_2\text{Fe}_4(\text{Al}, \text{Fe}^{\cdot\cdot\cdot})[(\text{OH}, \text{F})_2 \text{Al}_2\text{Si}_6\text{O}_{22}]$ (Adams & Harrington, 1896) $a_0 = 9.94 \quad b_0 = 18.01 \quad c_0 = 5.34$ $a_0 : b_0 : c_0 = 0.546 : 1 : 0.293 \quad \beta = 104.92^\circ 3)$
Basaltische Hornblende	$\text{Ca}_2(\text{Na}, \text{K})_{0.5-1.0}(\text{Mg}, \text{Fe}^{\cdot\cdot})_{3-4}(\text{Fe}^{\cdot\cdot\cdot}, \text{Al})_{2-1}$ (Werner, 1792) $[(\text{O}, \text{OH}, \text{F})_2 \text{Al}_2\text{Si}_6\text{O}_{22}]$ $a_0 = 9.98 \quad b_0 = 17.98 \quad c_0 = 5.33^4)$ $a_0 : b_0 : c_0 = 0.555 : 1 : 0.296 \quad \beta = 106^\circ 05'$
Kaersutit	$\text{Ca}_2(\text{Na}, \text{K})(\text{Mg}, \text{Fe}^{\cdot\cdot}, \text{Fe}^{\cdot\cdot\cdot})_4\text{Ti}[(\text{O}, \text{OH}, \text{F})_2 \text{Al}_2\text{Si}_6\text{O}_{22}]$ (Lorenzen, 1884) $a_0 = 9.93 \quad b_0 = 18.25 \quad c_0 = 5.34^5)$ $a_0 : b_0 : c_0 = 0.544 : 1 : 0.293 \quad \beta = 104^\circ 54'$
Barkevikit	$\text{Ca}_2(\text{Na}, \text{K})(\text{Fe}^{\cdot\cdot}, \text{Mg}, \text{Fe}^{\cdot\cdot\cdot}, \text{Mn})_5[(\text{OH}, \text{F})_2 \text{Al}_{1.5}\text{Si}_{6.5}\text{O}_{22}]$ (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^{2a)}.

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% Na_2O , 2.2% CaO , 3.1% MnO usw.⁶⁾

*) Lapis nephriticus, Clutius, 1627.

¹⁾ 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.

²⁾ Gitterkonstanten für chemisch genau definierte Zusammensetzungen liegen nicht vor. – Vgl. Deer, Howie & Zussman, 1963.

^{2a)} J. A. Kohn & J. E. Comeforo, *Am. Min.* **40**. 1955. 410.

³⁾ G. Borley & M. T. Frost, *Min. Mag.* **33**. 1963. 646.

⁴⁾ 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.

⁵⁾ G. Borley & M. T. Frost, 1963, l. c. – J. F. G. Wilkinson, *Am. Min.* **46**. 1961. 340.

⁶⁾ S. Kalpady & A. S. Dave, *J. Univ. Geol. Soc. Nagpur I*. 1958. 4.

4d) Glaukophan-Reihe*).

Glaukophan	$\text{Na}_2\text{Mg}_3\text{Al}_2[(\text{OH}, \text{F}) \text{Si}_4\text{O}_{11}]_2$
(Hausmann, 1845)	$a_0 = 9.58 \quad b_0 = 17.80 \quad c_0 = 5.30^1)$ $a_0 : b_0 : c_0 = 0.538 : 1 : 0.298 \quad \beta = 103^\circ 48'$
Magnesioriebeckit	$\text{Na}_2\text{Mg}_3\text{Fe}_2^{2+}[(\text{OH}, \text{F}) \text{Si}_4\text{O}_{11}]_2$
(Miyashiro, 1957)	$a_0 = 9.73 \quad b_0 = 17.95 \quad c_0 = 5.31^1)$ $a_0 : b_0 : c_0 = 0.542 : 1 : 0.296 \quad \beta = 103^\circ 42'$
Riebeckit	$\text{Na}_2\text{Fe}_3^{2+}\text{Fe}_2^{2+}[(\text{OH}, \text{F}) \text{Si}_4\text{O}_{11}]_2$
(Sauer, 1888)	$a_0 = 9.53 \quad b_0 = 18.09 \quad c_0 = 5.34^2)$ $a_0 : b_0 : c_0 = 0.527 : 1 : 0.295 \quad \beta = 104^\circ 27'$
Richterit	$\text{Na}_2\text{Ca}(\text{Mg}, \text{Fe}^{2+}, \text{Mn}, \text{Fe}^{3+}, \text{Al})_5[(\text{OH}, \text{F}) \text{Si}_4\text{O}_{11}]_2$
(Breithaupt, 1865)	$a_0 = 9.82 \quad b_0 = 17.96 \quad c_0 = 5.27^3)$ $a_0 : b_0 : c_0 = 0.547 : 1 : 0.293$
Magnesiokatophorit	$\text{Na}_2\text{CaMg}_4(\text{Fe}^{2+}, \text{Al})[(\text{OH}, \text{F})_2 \text{AlSi}_7\text{O}_{22}]$
(Miyashiro, 1957)	
Katophorit	$\text{Na}_2\text{CaFe}_4(\text{Fe}^{3+}, \text{Al})[(\text{OH}, \text{F})_2 \text{AlSi}_7\text{O}_{22}]$
(Brögger, 1894)	
Eckermannit	$\text{Na}_{2.5}\text{Ca}_{0.5}(\text{Mg}, \text{Fe}^{2+}, \text{Fe}^{3+}, \text{Al})_5[(\text{OH}, \text{F})_2 \text{Al}_{0.5}\text{Si}_{7.5}\text{O}_{22}]$
(Adamson, 1942)	$a_0 \sim 9.7 \quad b_0 \sim 17.7 \quad c_0 \sim 5.3 \quad \beta \sim 104^\circ 3)$
Arfvedsonit	$\text{Na}_{2.5}\text{Ca}_{0.5}(\text{Fe}^{2+}, \text{Mg}, \text{Fe}^{3+}, \text{Al})_5[(\text{OH}, \text{F})_2 \text{Al}_{0.5}\text{Si}_{7.5}\text{O}_{22}]$
(Brooke, 1823)	$a_0 = 9.83 \quad b_0 = 18.03 \quad c_0 = 5.21^4)$ $a_0 : b_0 : c_0 = 0.545 : 1 : 0.289 \quad \beta = 103^\circ 46'$

Krokydolith (Hausmann, 1831), Asbest z.T., ist faseriger Riebeckit ($a_0 = 9.74$, $b_0 = 17.95$, $c_0 = 5.30$, $\beta = 103^\circ 54'$)^{2a)}.

Crossit (Palache, 1894) steht etwa zwischen Glaukophan und Magnesioriebeckit. Während zwischen Magnesioriebeckit und Riebeckit ein kontinuierlicher Übergang besteht, ist 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-Überschuß⁵).

*) 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).

^{2a}) 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.

^{3a}) 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.

¹⁾ 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).

²⁾ D. J. Milton & J. Ito, Am. Min. **46**. 1961. 734.

³⁾ Y. Seki & M. Yamasaki, Am. Min. **42**. 1957. 506.

⁴⁾ 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.

⁵⁾ 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⁺⁺, 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), $\text{MnFe}_{12}^{\text{++}}\text{Fe}_7^{\text{+++}}(\text{OH})_{11}\text{Si}_{13}\text{O}_{44}$, 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), $\text{NaMn}_3\text{Fe}_7^{\text{++}}(\text{Fe}^{\text{+++}}, \text{Al})_2(\text{OH})_{11}\text{Si}_{12}\text{O}_{32}$, 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.

¹⁾ C. H. Kelsey & D. McKie, Min. Mag. **33**. 1964. 986 (Strukturdiskussion).

²⁾ 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 Verzwilligung“ 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°C entsteht der pseudohexagonale 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.

Wollastonit ($-1T$) (Léman, 1818)	$\text{Ca}_3[\text{Si}_3\text{O}_9]$	Triklin-pinakoidal. $C_1^1 - P\bar{1}$. $a_0 = 7.94$ $b_0 = 7.32$ $c_0 = 7.07$ $a_0 : b_0 : c_0 = 1.084 : 1 : 0.966$ $\alpha = 90^\circ 02'$ $\beta = 95^\circ 22'$ $\gamma = 103^\circ 26'$ $Z = 2^1$
Bustamit ($-1T$) (Brongniart, 1826)	$(\text{Mn}, \text{Ca})_3[\text{Si}_3\text{O}_9]$	Triklin-pinakoidal. $A1$. $a_0 = 7.74$ $b_0 = 7.16$ $c_0 = 13.82$ $a_0 : b_0 : c_0 = 1.081 : 1 : 1.930$ $\alpha = 90^\circ 31'$ $\beta = 94^\circ 35'$ $\gamma = 103^\circ 52'$ $Z = 2^2$
Pektolith (Kobell, 1828)	$\text{Ca}_2\text{Na}[\text{Si}_3\text{O}_8\text{OH}]$	$a_0 = 7.99$ $b_0 = 7.04$ $c_0 = 7.02$ $a_0 : b_0 : c_0 = 1.135 : 1 : 0.997$ $\alpha = 90^\circ 31'$ $\beta = 95^\circ 11'$ $\gamma = 102^\circ 28'$ $Z = 2^3$
Sérandit (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 ⁴).

7b) Wollastonit($-2M$). Monoklin-prismatisch, $C_{2h}^6 - P2_1/a$.

Wollastonit ($-2M$) („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^{3a), 3b)}. Wahrscheinlich gibt es auch von Bustamit, Pektolith und Sérandit eine 2M-Strukturvariante.

¹⁾ 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).

²⁾ 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).

³⁾ M. J. Buerger, 1956, l. c. Z. Krist. **103**. 1956. 248 (Struktur). — B. E. Warren & J. Bischoe, 1931, l. c.: $a_0 = 7.91$, $b_0 = 7.08$, $c_0 = 7.05$, $\alpha = 90^\circ 00'$, $\beta = 95^\circ 10'$, $\gamma = 103^\circ 00'$.

^{3a)} W. T. Schaller, Am. Min. **40**. 1955. 1022.

^{3b)} 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).

⁴⁾ W. T. Schaller, 1955, l. c.

⁵⁾ 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 (-2M) über¹⁾.

¹⁾ 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 Si_3O_9 -Ketten Schichten, deren Abstände durch Eintritt von H_2O 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) $a_0 = 11.3$ $b_0 = 7.33$ $c_0 = 22.6$
 $a_0:b_0:c_0 = 1.542:1:3.083$ $Z = 4^1$)

Plombierit	$\text{Ca}_5\text{H}_2[\text{Si}_3\text{O}_9]_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	—	—	$c_0 = 29.2^1)$
	(Daubrée, 1858)			
Okenit	$\text{Ca}_{1.5}[\text{Si}_3\text{O}_6(\text{OH})_3] \cdot 1.5\text{H}_2\text{O}$	Triklin		
	(Kobell, 1828)	$a_0 = 9.84$	$b_0 = 7.20$	$c_0 = 21.33^2)$
		$a_0:b_0:c_0 = 1.367:1:2.962$		
		$\alpha = 90^\circ 00' \quad \beta = 103^\circ 54' \quad \gamma = 111^\circ 30'$		
		$Z = 6$		
Nekoit	$\text{Ca}_{1.5}[\text{Si}_3\text{O}_6(\text{OH})_3] \cdot 2.5\text{H}_2\text{O}$	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:

Scawtit	$\text{Ca}_6[\text{Si}_3\text{O}_9]_2 \cdot \text{CaCO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	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^{1a)} ein Gemenge von Tobermorit und Wilkeit sein, nach McConnell (1954) jedoch ein teilweise entwässerter Tobermorit.

¹⁾ J. D. C. McConnell, Min. Mag. **30**. 1954. 293. — H. D. Megaw & C. H. Kelsey, Nature **177**. 1956. 390 (Strukturschema).

^{1a)} H. F. W. Taylor, Min. Mag. **30**. 1953. 155.

²⁾ 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: $3\text{CaO} \cdot 6\text{SiO}_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$).

³⁾ 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:

Walstromit	$\text{BaCa}_2[\text{Si}_3\text{O}_9]$	Triklin		
	(Alfors & al., 1965)	$a_0 = 6.74$	$b_0 = 9.61$	$c_0 = 6.69$
		$a_0:b_0:c_0 = 0.701:1:0.696$		
		$\alpha = 69^\circ 51' \quad \beta = 102^\circ 14' \quad \gamma = 97^\circ 06'$		
		$Z = 2$		
Margarosanit	$\text{Pb}(\text{Ca}, \text{Mn})_2[\text{Si}_3\text{O}_9]$	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!		

Alamosit	$Pb_3[Si_3O_9]$	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 erwiesen⁴).

Jusit (Gramling-Mende & Leopold, 1943)⁵, $(Ca, KH, NaH)(Si, AlH)O_3 \cdot H_2O$, 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)⁶).

Istisunit (Kachkay & Mamedov, 1955)⁷, etwa $(Ca, NaH)(Si, AlH)O_3$, monoklin.

¹) J. T. Alfors, M. C. Stinson, R. A. Matthews & A. Pabst, Am. Min. **50**. 1965. 314.

²) 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).

³) A. L. Mackay, Am. Min. **37**. 1952. 1064.

⁴) C. Minguzzi, Z. Krist. **104**. 1942. 417.

⁵) I. Gramling-Mende & G. Leopold, N. Jb. Min. Mh. 1943. 178.

⁶) F. Liebau, Phys. Chem. **206**. 1956. 73.

⁷) M. A. Kachkay & A. I. Mamedov, Doklady Akad. Wiss. USSR **11**. 1955. 21.

Mit Doppel-Dreierketten $[Si_6O_{17}]_{\infty}^{10-}$

10.) Xonotlit.

Xonotlit	$Ca_6[(OH)_2 Si_6O_{17}]$	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^{1a}). Bei der Entwässerung von Xonotlit entsteht bei 700–800 °C Wollastonit (–2M), zu dem eine enge strukturelle Verwandtschaft besteht^{1b}).

¹) 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).

^{1a}) H. F. W. Taylor, Am. Min. **39**. 1954. 682; Min. Mag. **30**. 1954. 338.

^{1b}) 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 $b[010]$.

Rhodonit	$\text{CaMn}_4[\text{Si}_5\text{O}_{15}]$	$a_0 = 7.79 \quad b_0 = 12.47 \quad c_0 = 6.75^1)$
(Jasche, 1819)		$a_0 : b_0 : c_0 = 0.625 : 1 : 0.541$
		$\alpha = 85^\circ 10' \quad \beta = 94^\circ 04' \quad \gamma = 111^\circ 29' \quad Z = 2$
Babingtonit	$\text{Ca}_2\text{Fe}^{2+}\text{Fe}^{3+}[\text{Si}_5\text{O}_{14}\text{OH}]$	$a_0 = 7.56 \quad b_0 = 12.45 \quad c_0 = 6.74^2)$
(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:

Inesit	$\text{Ca}_2\text{Mn}_7[\text{Si}_5\text{O}_{14}\text{OH}]_2 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	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°C ein Rhodonit-Diagramm³⁾.

¹⁾ 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 Si_5O_{15} , parallel $b(010)$ in Aufstellung Goßner-Brückl). — D. R. Peacor & N. Niizeki, Z. Krist. 119. 1963. 98 (Bestätigung und Verfeinerung der Struktur).

²⁾ 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).

³⁾ 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 $[010]$.

Stokesit	$\text{Ca}_2\text{Sn}_2[\text{Si}_6\text{O}_{18}] \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	Rhombisch-dipyramidal $D_{2h}^6 - \text{Pnna}$
(Hutchinson, 1899)		$a_0 = 14.41 \quad b_0 = 11.61 \quad c_0 = 5.23^1)$
		$a_0 : b_0 : c_0 = 1.241 : 1 : 0.450 \quad Z = 2$

¹⁾ 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

Pyroxmangit	$(\text{Fe}, \text{Mn})_7[\text{Si}_7\text{O}_{21}]$	Triklin-pinakoidal $C_1^1 - \text{P}\bar{1}$
(Ford & Bradley, 1913)		$a_0 = 7.56 \quad b_0 = 17.45 \quad c_0 = 6.67$
		$a_0 : b_0 : c_0 = 0.433 : 1 : 0.382$
		$\alpha = 84.0^\circ \quad \beta = 94.3^\circ \quad \gamma = 113.7^\circ \quad Z = 2^1)$

¹⁾ 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 TiO_6 -Oktaeder zusammengehalten. Die Struktur von Vlasovit soll aus Viererringen aufgebaute unendliche Ketten $[\text{Si}_8\text{O}_{22}]_{\infty}$ enthalten^{2a)}.

Narsarsukit $\text{Na}_2\text{Ti}[\text{O} | \text{Si}_4\text{O}_{10}]$ Tetragonal-dipyramidal C_{4h}^5 — 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) $a_0:b_0:c_0 = 1.098:1:0.852$
 $\beta = 100^\circ 24'$ $Z = 4^2$)

¹⁾ 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).

²⁾ 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).

^{2a)} 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 BeO_3OH — 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^6 — 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 $a_0 = a$, $b_0 = b$, $c_0 = \frac{1}{2}(a + 3c)$, β 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.

¹⁾ 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.

²⁾ W. H. Zachariasen 1929, l. c. - T. Ito, Z. Krist. **33**. 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 - $P4/ncc$.

Cuprorivait $\text{CaCu}[\text{Si}_4\text{O}_{10}]$ $a_0 = 7.30$ $c_0 = 15.12$ $c_0/a_0 = 2.071$ $Z = 4^1$
 (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 $\text{BaCu}[\text{Si}_4\text{O}_{10}]$ $a_0 = 7.44$ $c_0 = 16.11$ $c_0/a_0 = 2.165$ $Z = 4^2$

Gillespit $\text{BaFe}[\text{Si}_4\text{O}_{10}]$ $a_0 = 7.51$ $c_0 = 16.07$ $c_0/a_0 = 2.141$ $Z = 4^3$
 (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^{3a)}.

¹⁾ A. Pabst, Acta Cryst. **12**. 1959. 733. - F. Mazzi & A. Pabst, Am. Min. **47**. 1962. 409.

- ²⁾ A. Pabst, Congr. Intern. de Crist. Paris 1954. 17.
³⁾ A. Pabst, Am. Min. **28**. 1943. 372 (Struktur, SR. **9**. 249).
^{3a)} A. Pabst, Am. Min. **43**. 1958. 970.
⁴⁾ V. P. Golovachev, Kristallografiya **9**. 1964. 101.
⁵⁾ W. H. Taylor & St. N áray-Szabó, Z. Krist. **77**. 1931. 146 (Struktur, SB. **2**. 145).

3.) Sanbornit

Im Sanbornit und β - $\text{Na}_4[\text{Si}_4\text{O}_{10}]$ sind gewellte Schichten parallel $c(001)$ vorhanden, bestehend aus Sechseringen. α - $\text{Na}_4[\text{Si}_4\text{O}_{10}]$ und $\text{Li}_4[\text{Si}_4\text{O}_{10}]$ besitzen vergleichbare Strukturen, jedoch mit den Schichten parallel der monoklinen Fläche $b(010)$.

Sanbornit (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	β - $\text{Na}_4[\text{Si}_4\text{O}_{10}]$	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	α - $\text{Na}_4[\text{Si}_4\text{O}_{10}]$	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 $a_0 = 5.82$ $b_0 = 14.66$ $c_0 = 4.79$ $a_0 : b_0 : c_0 = 0.397 : 1 : 0.327$ $\beta = 90^\circ$ $Z = 2^4$

¹⁾ R. M. Douglass, Am. Min. **43**. 1958. 517 (Struktur). — Hier a_0 und b_0 vertauscht.

²⁾ A. Grund, Bull. Soc. Franç. Min. Crist. **77**. 1954. 775 (Struktur). — ^{2a)} G. Donnay & J. D. H. Donnay, Am. Min. **38**. 1953. 163.

³⁾ F. Liebau, Acta Cryst. **14**. 1961. 395 (Struktur) — Vgl. ^{2a)}.

⁴⁾ F. Liebau, Acta Cryst. **14**. 1961. 389 (Struktur) — Vgl. ^{2a)}.

Mit pseudohexagonalen und hexagonalen Schichtstrukturen:

4.) Pyrophyllit-Talk-Gruppe. Homöotypie.

Pyrophyllit (Hermann, 1829)	$\text{Al}_2[(\text{OH})_2 \text{Si}_4\text{O}_{10}]$	Monoklin $C_{2h}^6 - \text{C}2/c$ oder $C_s^4 - \text{Cc}$ $a_0 = 5.15$ $b_0 = 8.92$ $c_0 = 18.59^1$ $a_0 : b_0 : c_0 = 0.577 : 1 : 2.084$ $\beta = 99^\circ 55'$ $Z = 4$
Talk (alt-arabisch)	$\text{Mg}_3[(\text{OH})_2 \text{Si}_4\text{O}_{10}]$	Monoklin $C_{2h}^6 - \text{C}2/c$ oder $C_s^4 - \text{Cc}$ $a_0 = 5.27$ $b_0 = 9.12$ $c_0 = 18.85^1$ $a_0 : b_0 : c_0 = 0.578 : 1 : 2.067$ $\beta = 100^\circ 00'$ $Z = 4$
Minnesotait (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^{1a)}.

¹⁾ J. W. Gruner, Z. Krist. **88**. 1934. 412 (Struktur, SB. **2**. 159). – S. B. Hendricks, Z. Krist. **99**. 1938. 264 (Struktur, SB. **6**. 148).

^{1a)} C. W. F. T. Pistorius, N. Jb. Min. Mh. 1963. 30.

²⁾ 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 M₁, 2 M₂, 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 _{2h} ³ — C2/m, a ₀ ~ 5.3 b ₀ ~ 9.2 c ₀ ~ 10.0 β ~ 100°
Zweischichtig:	2 M ₁ , C _{2h} ⁶ — C2/c, a ₀ ~ 5.3 b ₀ ~ 9.2 c ₀ ~ 20.0 β ~ 95°
	2 M ₂ , C _{2h} ⁶ — C2/c, a ₀ ~ 9.2 b ₀ ~ 5.3 c ₀ ~ 20.0 β ~ 98°
	2 O, C _{2v} ¹² — Ccm2 ₁ , a ₀ ~ 5.3 b ₀ ~ 9.2 c ₀ ~ 20.0 —
Dreischichtig:	3 T, D ₃ ³ — P3 ₁ 12, a ₀ ~ 5.3 — c ₀ ~ 30.0 —
	D ₃ ⁵ — P3 ₂ 12,
Sechsschichtig:	6 H, D ₆ ² — P6 ₁ 22, a ₀ ~ 5.3 — c ₀ ~ 60.0 —
	D ₆ ⁶ — P6 ₅ 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 M₁-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 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** $\text{NaAl}_2[(\text{OH}, \text{F})_2 | \text{AlSi}_3\text{O}_{10}]$
 (Schafhäutl, 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** $(\text{K}, \text{Ca}, \text{Na})_{<1}(\text{Al}, \text{Fe}^{+++}, \text{Fe}^{++}, \text{Mg})_2[(\text{OH})_2 | \text{Al}_{0.35}\text{Si}_{3.65}\text{O}_{10}]$
 (Keferstein, 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 Mangan⁶); **Öllacherit** (Dana, 1867), **(Barium-Muskovit)** =

(K, Ba)(Al, Mg)₂[(OH, F)₂ | AlSi₃O₁₀], 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 Cr₂O₃ 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 $K(\text{Mg, Fe}^{++}, \text{Ca})(\text{Al, Fe}^{+++})_3\text{H}_4\text{Si}_6\text{O}_{20}$, ist mit Glaukonit angeblich eng verwandt oder vielleicht damit identisch. — Reiner Fluor-Muskovit ist synthetisch hergestellt worden.

¹⁾ H. Harder, Heidelberg. Beitr. Min. Petr. **5**. 1956. 227. — E. Zen, M. Ross & P. Bearth, Am. Min. **49**. 1964. 183.

²⁾ 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. Gatinéau & 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).

³⁾ 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).

⁴⁾ 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.

⁵⁾ 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.

⁶⁾ E. W. Heinrich & A. A. Levinson, Am. Min. **40**. 1955. 983 (Schichtenfolge bei Alurgit, Mariposit, Phengit).

^{6a)} F. Hirowatari, Mem. Fac. Sci. Kyushu Univ. **5**. 1957. 191.

⁷⁾ 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 $\text{KMg}_3[(\text{F, OH})_2 | \text{AlSi}_3\text{O}_{10}]$

(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 $\text{K}(\text{Mg, Fe, Mn})_3[(\text{OH, F})_2 | \text{AlSi}_3\text{O}_{10}]$

(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 $\text{KFe}_3[(\text{OH})_2 | \text{AlSi}_3\text{O}_{10}]$ $a_0 = 5.39$ $b_0 = 9.35$ $c_0 = 10.31^3$)

(Dana, 1868)

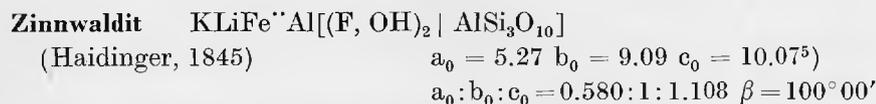
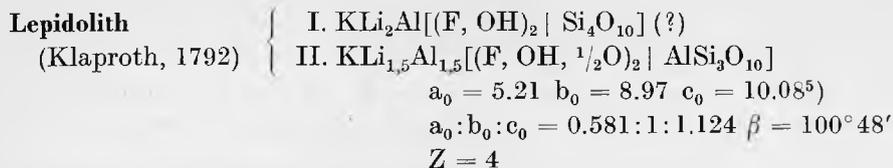
$a_0 : b_0 : c_0 = 0.576 : 1 : 1.103$

$\beta = 99^\circ 42'$

Synthetisch $\text{KFe}^{++}_3[(\text{OH})_2 | \text{Fe}^{+++}\text{Si}_3\text{O}_{10}]$

$a_0 = 5.43$ $b_0 = 9.40$ $c_0 = 10.32^4$)

$a_0 : b_0 : c_0 = 0.578 : 1 : 1.098$ $\beta = 100^\circ 0'$



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 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% TiO_2 ; in einem **Cäsium-Biotit** (Hess & Fahey, 1932) sind 3.1% Cs_2O 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% Fe_2O_3 .

Die Komponente I für Lepidolith entspricht ungefähr dem sog. **Polyolithionit** (Lorenzen, 1884), die Komponente II einem „Lithiummuskovit“ von Varuträsk.

¹⁾ 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).

^{1a)} H. Steinfink, Am. Min. **47**. 1962. 886 (Strukturverfeinerung).

^{1b)} 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).

^{1c)} J. L. Miller & R. C. Johnson, Am. Min. **47**. 1962. 1049.

- ¹⁴) V. Stubican & R. Roy, *Am. Min.* **47**. 1962. 1166.
¹⁵) C. Klingsberg & R. Roy, *Am. Min.* **42**. 1957. 629.
¹⁶) S. Mullers & H. Brasseur, 1956, l. c.
²) Ch. Mauguin, 1928, l. c. — D. R. Wones, *Am. Min.* **43**. 1963. 1300 (Synthesen etc.).
 — M. Franzini & L. Schiaffino, *Z. Krist.* **119**. 1963. 297 (Strukturverfeinerung).
³) H. P. Eugster & D. R. Wones, *Journ. Petr.* **3**. 1962. 82.
⁴) 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.
⁵) 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

Margarit	$\text{CaAl}_2[(\text{OH})_2 \text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_{10}]$	
(Fuchs, vor 1823)		Monoklin-prismatisch $C_{2h}^6 - C2/c$
(Perlglimmer)		$a_0 = 5.13 \quad b_0 = 8.92 \quad c_0 = 19.50^1)$
		$a_0 : b_0 : c_0 = 0.575 : 1 : 2.186 \quad \beta = 100^\circ 48' \quad Z = 4$
Ephesit	$(\text{Na}, \text{Ca})\text{Al}_2[(\text{OH})_2 \text{Al}(\text{Al}, \text{Si})\text{Si}_2\text{O}_{10}]$	
(Smith, 1851)		Monoklin
		$a_0 = 5.17 \quad b_0 = 8.81 \quad d_{(001)} = 9.72^1)$
		$a_0 : b_0 : c_0 = 0.587 : 1 : - \quad \beta \sim 100^\circ \quad Z = 2^{1a)}$
Bityit	$\text{CaLiAl}_2[(\text{OH})_2 \text{AlBeSi}_2\text{O}_{10}]$	
(Lacroix, 1908)		Monoklin-prismatisch $C_{2h}^6 - C2/c$
		$a_0 = 4.98 \quad b_0 = 8.67 \quad c_0 = 18.74^2)$
		$a_0 : b_0 : c_0 = 0.574 : 1 : 2.161 \quad \beta \sim 90^\circ \quad Z = 4$
Xanthophyllit	$\text{Ca}(\text{Mg}, \text{Al})_{3-2}[(\text{OH})_2 \text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_{10}]$	
(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) Clintonit	$\text{Ca}(\text{Mg}, \text{Al})_{3-2}[(\text{OH})_2 \text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_{10}]$	
(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 **Magnesiummargarit**⁵⁾.

Bei Xanthophyllit verläuft die Ebene der optischen Achsen parallel $b(010)$, bei Clintonit, von gleicher Zusammensetzung wie Xanthophyllit, senkrecht $b(010)$.

¹) Ch. Mauguin, *C. R. Acad. Sci. Paris* **186**. 1928. 879, 1131. — Y. Takeuchi & R. Sadanaga, *Acta Cryst.* **12**. 1959. 945.

^{1a}) F. C. Phillips & J. D. Bernal, *Min. Mag.* **22**. 1931. 482.

²) H. Strunz, *Z. Krist.* **107**. 1956. 325.

³) 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).

⁴⁾ F. Machatschki & F. Mußnug, Naturwiss. **29**. 1942. 106.

⁵⁾ 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) $a_0 = 5.21 \quad b_0 = 9.02 \quad c_0 = 2 \cdot 10.06 \quad \beta = 96^\circ 0^3$)

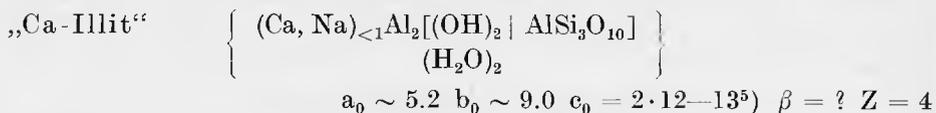
Hydromuskovite von Tonteilchengröße werden in neuerer Zeit bevorzugt als **Illite** bezeichnet; sie besitzen offenbar vorzugsweise 1Md-seltener 2M-Struktur, sind also meist einschichtig – monoklin – desorientiert. Ob es sich bei **Bravaisit** (Mallard, 1878) und **Kryptotil** (Sauer, 1886) um Varietäten 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 Mineral⁴⁾.

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.

¹⁾ 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.

²⁾ 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).

³⁾ E. Aruja, Min. Mag. **27**. 1944. 11.

⁴⁾ H. Saalfeld, Beitr. Min. Petr. **7**. 1959. 63.

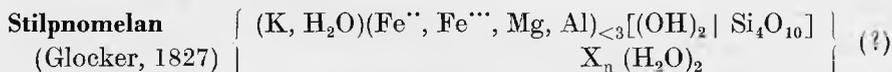
⁵⁾ M. L. Jackson & N. N. Hellmann, Proc. Soil Soc. Am. **6**. 1941. 133.

Siehe auch allgemeine Literatur zu den Hydroglimmern (unter 7b).

7b) Hydrobiotit-Reihe (trioctaedrisch).

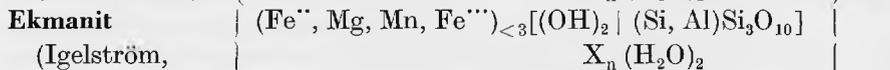
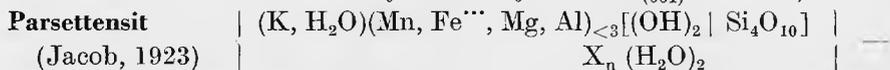
Hydrophlogopit	$(\text{K, H}_2\text{O})\text{Mg}_3[(\text{OH, H}_2\text{O})_2 \text{AlSi}_3\text{O}_{10}]$
(Clarke, 1895)	$a_0 = 15.9 \quad b_0 = 9.12 \quad c_0 = 10.44^1$ $a_0 : b_0 : c_0 = 1.743 : 1 : 1.145 \quad \beta = 110^\circ$
Hydrobiotit	$(\text{K, H}_2\text{O})(\text{Mg, Fe}^{2+}, \text{Mn})_3[(\text{OH, H}_2\text{O})_2 \text{AlSi}_3\text{O}_{10}]$
(Schrauf, 1882)	Gitterkonstanten wohl ähnlich Hydrophlogopit.

Anhang: Übergangsminerale zu den Vermiculiten.



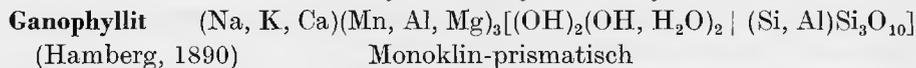
Monoklin

$$a_0 = 5.40 \quad b_0 = 9.42 \quad d_{(001)} = 12.14^2) \quad Z = 2$$



Hexagonal, mit Überzelle³⁾

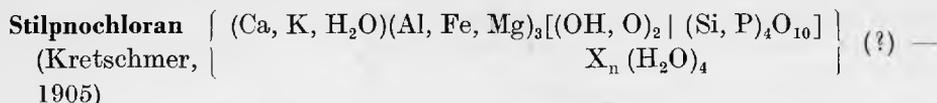
$$a_0 = 5.54 \quad b_0 = 9.60 \quad c_0 = 12.08$$



Monoklin-prismatisch

$$a_0 = 5.6 \quad b_0 = 13.5 \quad c_0 = 12.5^4)$$

$$a_0 : b_0 : c_0 = 0.415 : 1 : 0.926 \quad \beta = 93^\circ 21'$$



Während die Gitterkonstanten der Hydromuskovite durchaus noch denjenigen der Glimmer entsprechen, kann offenbar durch weitgehende Auslaugung der K^+ -Ionen und deren Ersatz durch die kleineren Ca^{2+} - bzw. Na^+ -Ionen sowie gleichzeitige Aufnahme von Zwischenschicht- H_2O 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 \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 darstellen⁶). — 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.

¹) A. Weiss, A. Scholz & U. Hofmann, Z. Naturforsch. **11b**. 1956. 429 („trioktaedrischer Illit“).

²) 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.

³) B. Nagy, Am. Min. **39**. 1954. 946; in der Überzelle ist $a' = 12 a_0$, $b' = 4 b_0$, $c' = 8 c_0$.

⁴) F. A. Bannister in W. Campbell Smith, Min. Mag. **28**. 1948. 343.

⁵) 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.

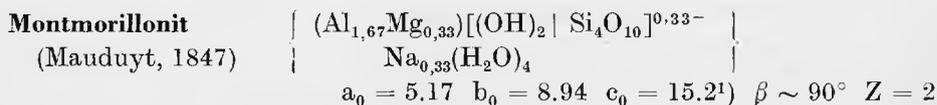
- 1937 E. Maegdefrau & U. Hofmann, Z. Krist. **98**. 31.
 1942 N. N. Hellmann, D. G. Aldrich & M. L. Jackson, Proc. Soil Soc. Am. **7**. 194.
 1943 M. Fleischer, Am. Min. **28**. 470.
 1944 G. Nagelschmidt, Min. Mag. **27**. 59.
 1949 R. C. Mackenzie, G. F. Walker & R. Hart, Min. Mag. **28**. 704.
 1950 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°C entwässerten Montmorillonit- und Saponit-Mineralien ist etwa 10 \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 \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.



Beidellit (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>Orthorhombisch, pseudohexagonal $a_0 = 5.17 \quad b_0 = 9.00 \quad c_0 = 15.2^2)$ $a_0 : b_0 : c_0 = 0.574 : 1 : 1.689 \quad Z = 2$</p>
Nontronit (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>$a_0 = 5.24 \quad b_0 = 9.08 \quad c_0 = 15.8^3) \quad \beta \sim 90^\circ \quad Z = 2$</p>
Wolchonskoit (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>$a_0 = 5.16 \quad b_0 = 8.94 \quad c_0 = 14.40^4)$</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.

¹⁾ 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.

²⁾ 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.

³⁾ J. W. Gruner, Am. Min. **20**. 1935. 475.

⁴⁾ 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, $C_2^4 - Cc$.

Stevensit (Leeds, 1873)	$\left\{ \begin{array}{l} \text{Mg}_{2,88}\text{Mn}_{0,02}\text{Fe}^{2+}_{0,02}[(\text{OH})_2 \text{Si}_4\text{O}_{10}]^{0,16-} \quad \left. \vphantom{\text{Mg}_{2,88}\text{Mn}_{0,02}\text{Fe}^{2+}_{0,02}} \right\}^1 \\ \text{X}_{0,16}(\text{H}_2\text{O})_4 \end{array} \right\}$
Hectorit (Strese & Hofmann, 1941)	
	$\left\{ \begin{array}{l} (\text{Mg}, \text{Li})_3[(\text{OH}, \text{F})_2 \text{Si}_4\text{O}_{10}]^{0,33-} \\ \text{Na}_{0,33}(\text{H}_2\text{O})_4 \end{array} \right\}$
	$a_0 = 5.25 \quad b_0 = 9.1 \quad c_0 = ?^2)$
Saponit (Svanberg, 1840)	$\left\{ \begin{array}{l} (\text{Mg}_{3-2,25}\text{Fe}_{0-0,75})_{\Sigma 3}[(\text{OH})_2 \text{Al}_{0,33}\text{Si}_{3,67}\text{O}_{10}]^{0,33-} \\ (\frac{1}{2}\text{Ca}, \text{Na})_{0,33}(\text{H}_2\text{O})_4 \end{array} \right\}$
	$a_0 = 5.33 \quad b_0 = 9.21 \quad c_0 = 2 \cdot 15.36 \quad \beta \sim 97^\circ 3)$
Sauconit (Roepper, 1875)	$\left\{ \begin{array}{l} (\text{Zn}, \text{Mg})_3[(\text{OH})_2 (\text{Si}, \text{Al})_4\text{O}_{10}] \\ (\frac{1}{2}\text{Ca}, \text{Na})_x(\text{H}_2\text{O})_4 \end{array} \right\}$
	$a_0 = - \quad b_0 = 9.17 \quad c_0 = -^4)$
Medmontit (Chukhrov & Anosov, 1950)	$\left\{ \begin{array}{l} (\text{Cu}, \text{Al}, \text{Fe}^{3+})_{< 3}[(\text{OH})_2 \text{Al}_{0,4}\text{Si}_{3,6}\text{O}_{10}] \quad \left. \vphantom{(\text{Cu}, \text{Al}, \text{Fe}^{3+})_{< 3}} \right\}^5 \\ (\text{Ca}, \text{Na}, \text{K})_x(\text{H}_2\text{O})_4 \end{array} \right\}$

Spadait (Kobell, 1843) ist Stevensit^{1a)}; **Ghassoulit** (Damour, 1843) ist wahrscheinlich gleichfalls mit Stevensit oder mit Mg-Vermiculit identisch^{1b)}; **Cardenit** (MacEwan, 1954) hat einen höheren Ca-Gehalt als Saponit¹¹⁾.

Zinalsit (Chukhrov, 1956), mit 36% ZnO, 14.60% Al₂O₃, 26.60% SiO₂ usw., gehört wahrscheinlich gleichfalls hierher⁶⁾.

Varietäten sind:

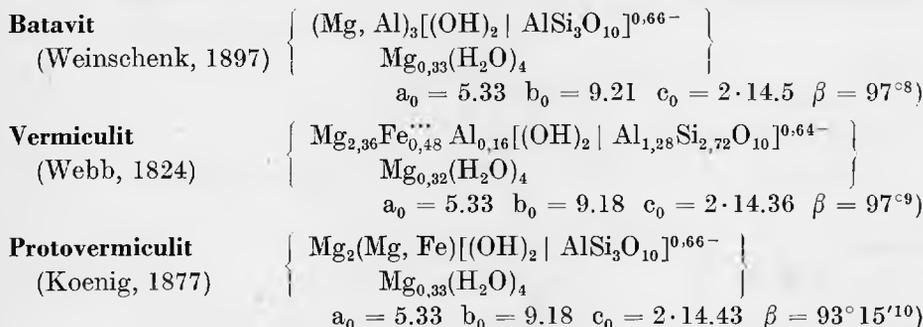
Ferri-Saponit (Griffithit, Larsen & Steiger, 1928; **Lemberggit**, Sudo, 1943).
Nickel-Saponit⁷⁾; **Pimelit** (Karsten, 1800) gehört nicht zur Montmorillonit-gruppe¹²⁾.

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.

¹⁾ G. T. Faust & K. J. Murata, *Am. Min.* **33**. 1953. 973.

^{1a)} G. T. Faust, *Am. Min.* **44**. 1959. 342.

^{1b)} G. Millot, *C. R. Acad. Sci. Paris* **238**. 1954. 257.

²⁾ H. Strese & U. Hofmann, *Z. anorg. Chem.* **247**. 1941. 65; Formel nach Foshag 1936, Eyrich 1945, Stevens 1945.

³⁾ A. Weiss, G. Koch & U. Hofmann, *Ber. D. Keram. Ges.* **32**. 1955. 12 (für „Magnalith“ aus Basalten Ostbayerns).

⁴⁾ N. N. Smolyaninova, V. A. Moleva & N. I. Organova, *Internat. Comm. Study of Clays*, 1960 („Zincsilith“). – Vgl. M. Fleischer, *Am. Min.* **46**. 1961. 241. – C. S. Ross, *Am. Min.* **31**. 1946. 411.

⁵⁾ 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.

⁶⁾ F. V. Chukhrov, *Kora Vyvetrivaniya* **2**. 1956. 107.

⁷⁾ C. S. Ross & S. B. Hendricks, *US Geol. Surv. Prof. Paper* **205 B**. 1945. 23.

⁸⁾ A. Weiss & U. Hofmann, *Z. Naturf.* **6b**. 1951. 405.

⁹⁾ A. M. Mathieson & G. F. Walker, *Am. Min.* **39**. 1954. 231 (Struktur). – A. M. Mathieson, *Am. Min.* **43**. 1958. 216 (Strukturverfeinerung, c_0).

¹⁰⁾ S. B. Hendricks & M. E. Jefferson, *Am. Min.* **23**. 1938. 851 (Struktur).

¹¹⁾ D. M. C. MacEvan, *Clay Minerals Bull.* **2**. 1954. 120.

¹²⁾ 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⁺⁺⁺) anstelle von zweiwertigen (Mg, Fe⁺⁺, 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_{0.7}Si_{3.3} und Al_{1.3}Si_{2.7}¹⁾.

Sudoit	$\left\{ \begin{array}{l} \text{Al}_2[(\text{OH})_2 \text{AlSi}_3\text{O}_{10}] \\ \text{Al}_{2.33}(\text{OH})_6 \end{array} \right\}$
(v. Engelhardt, Müller & Kromer, 1962)	
	Monoklin
	$a_0 = 5.14 \quad b_0 = 8.95 \quad d_{(001)} = 14.22^{1a)}$
	$\beta \sim 97^\circ \quad Z = 4$
Cookeit	$\left\{ \begin{array}{l} \text{Al}_2[(\text{OH})_2 \text{AlSi}_3\text{O}_{10}]^{1-} \\ \text{LiAl}_2(\text{OH})_6^{1+} \end{array} \right\}$
(Brush, 1866)	
	$a_0 = 5.14 \quad b_0 = 8.95 \quad d_{(001)} = 28.36^2)$
	$a_0:b_0:c_0 = 0.574:1:3, \dots \quad \beta \sim 90^\circ \quad Z = 4$
Manandonit	$\left\{ \begin{array}{l} \text{LiAl}_2[(\text{OH})_2 \text{AlBSi}_2\text{O}_{10}] \\ \text{Al}_2(\text{OH})_6 \end{array} \right\}$
(Lacroix, 1912)	
	$a_0 = 5.23 \quad b_0 = 8.92 \quad c_0 = 14.11^3) \quad \beta = 97^\circ 45' \quad Z = 2$

¹⁾ 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).

^{1a)} G. Müller, 1961, l. c.

²⁾ 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.

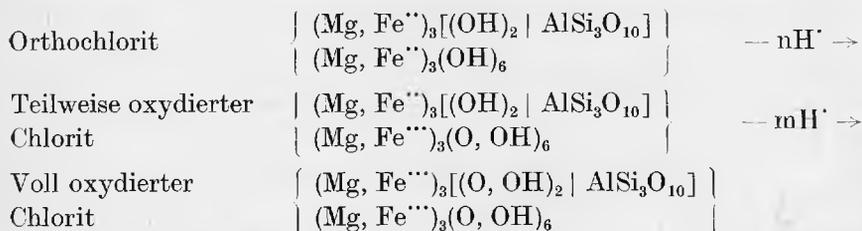
³⁾ H. Strunz & Arm. Weiß 1957, unpubl. – Vgl. H. Strunz, *Rend. Soc. Min. Ital.* **13**. 1957. 372.

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% Fe_2O_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 ($Mg:Fe > 1:1$).

Talk-Chlorit (Des Cloizeaux, 1862)	$\left\{ \begin{array}{l} Mg_3[(OH)_2 Si_4O_{10}] \\ Mg_3(OH)_6 \end{array} \right\} ?$
Pennin (Fröbel & Schweizer, 1840)	$\left\{ \begin{array}{l} (Mg, Al)_3[(OH)_2 Al_{0,5-0,9}Si_{3,5-3,1}O_{10}] \\ Mg_3(OH)_6 \end{array} \right\}$ $a_0 = 5.2-5.3 \quad b_0 = 9.2-9.3 \quad c_0 = 28.6^1)$ $a_0:b_0:c_0 \sim 0.570:1:3.092 \quad \beta = 96^\circ 50' \quad Z = 4$
Klinochlor (Blake, 1851)	$\left\{ \begin{array}{l} (Mg, Al)_3[(OH)_2 AlSi_3O_{10}] \\ Mg_3(OH)_6 \end{array} \right\}$ $a_0 = 5.2-5.3 \quad b_0 = 9.2-9.3 \quad c_0 = 28.6^2)$ $\beta = 96^\circ 50' \quad Z = 4$
Sheridanit (Wolff, 1912) (Grochault, Rumpfit)	$\left\{ \begin{array}{l} (Mg, Al)_3[(OH)_2 Al_{1,2-1,5}Si_{2,8-2,5}O_{10}] \\ Mg_3(OH)_6 \end{array} \right\}$ $a_0 = 5.33 \quad b_0 = 9.23 \quad c_0 = 28.5^3)$ $a_0:b_0:c_0 \sim 0.570:1:3.076 \quad \beta = 97^\circ 09' \quad Z = 4$ $a_0 = 5.37 \quad b_0 = 9.30 \quad c_0 = 14.25^{3a})$ $a_0:b_0:c_0 = 0.577:1:1.532$ $\beta = 96^\circ 17' \quad Z = 2$
Rhipidolith (Kobell, 1839) (Prochlorit)	$\left\{ \begin{array}{l} (Mg, Fe, Al)_3[(OH)_2 Al_{1,2-1,5}Si_{2,8-2,5}O_{10}] \\ Mg_3(OH)_6 \end{array} \right\}$ $a_0 = 5.36 \quad b_0 = 9.28 \quad c_0 = 28.4^3)$ $a_0:b_0:c_0 \sim 0.570:1:3.060 \quad \beta = 97^\circ 09' \quad Z = 4$
Korundophilit (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.

¹⁾ 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.

²⁾ L. Pauling 1930, l. c. – E. R. Segnit, Am. Min. **43**. 1963. 1080 (Synthese, Stabilität).

³⁾ R. C. McMurchy, Z. Krist. **83**. 1934. 420 (Struktur, SB. **3**. 156).

^{3a)} H. Steinfink, Acta Cryst. **11**. 1958. 191 (Struktur). – Acta Cryst. **14**. 1961. 198 (Ergänzung).

⁴⁾ H. Steinfink, Acta Cryst. **11**. 1958. 195 (Struktur).

9c) Reihe der Ferro-Chlorite (Mg:Fe < 1:1).

Brunsvigit	(Fe ²⁺ , Al, Mg) ₃ [(OH) ₂ AlSi ₃ O ₁₀]
(Fromme, 1902)	
	(Fe, Mg) ₃ (OH) ₆
Daphnit	(Fe ²⁺ , Al) ₃ [(OH) ₂ Al _{1,2-1,5} Si _{2,8-2,5} O ₁₀]
(Tschermak,	
1891)	Fe ₃ (OH) ₆
	a ₀ = 5.41 b ₀ = 9.38 d ₍₀₀₁₎ = 28.2 Z = 4 ¹⁾
Pseudothuringit	(Fe ²⁺ , Al, Mg) ₃ [(OH) ₂ Al _{1,5-2} Si _{2,5-2} O ₁₀]
(Koch, 1884)	
	(Fe, Mg) ₃ (OH) ₆

Grängesit (Hisinger, 1831) ist Brunsvigit mit wenig Mn. **Bavalit** (Huot, 1841) ist identisch mit Daphnit; **Aphrosiderit** (Sandberger, 1847) ist eine Varietät von Daphnit.

¹⁾ A. F. Hallimond & F. A. Bannister, Min. Mag. **25**. 1939. 441.

9d) Reihe der Ferro-Ferri-Chlorite (Leptochlorite).

Delessit	(Mg, Fe ²⁺ , Fe ³⁺) ₃ [(OH) ₂ Al _{0-0,9} Si _{4-3,1} O ₁₀]
(Naumann,	
1850)	(Mg, Fe ²⁺) ₃ (O, OH) ₆
Chamosit	(Fe ²⁺ , Fe ³⁺) ₃ [(OH) ₂ AlSi ₃ O ₁₀]
(Berthier, 1820)	
	(Fe, Mg) ₃ (O, OH) ₆
	a ₀ = 5.40 b ₀ = 9.36 c ₀ = 14.03 β = 90° ¹⁾
Thuringit	(Fe ²⁺ , Fe ³⁺ , Al) ₃ [(OH) ₂ Al _{1,2-2} Si _{2,8-2} O ₁₀]
(Breithaupt,	
1832)	(Mg, Fe, Fe ³⁺) ₃ (O, OH) ₆
	a ₀ = 5.39 b ₀ = 9.33 c ₀ = 14.10 β = 97° 20' ²⁾

Anhang:

Pennantit	(Mn, Al, Fe ³⁺) ₃ [(OH) ₂ (Al, Si)Si ₃ O ₁₀]
(Campbell	
Smith,	Mn ₃ (OH) ₆
Bannister & Hey, 1946)	a ₀ = 5.44 b ₀ = 9.4 c ₀ · sin β = 28.6 ³⁾
	β = 97° 20' – 97° 25'
Gonyerit	(Mn, Mg, Fe ³⁺) ₃ [(OH) ₂ (Si, Fe ³⁺)Si ₃ O ₁₀]
(Frondel, 1955)	
	(Mn, Mg, Fe ³⁺) ₃ (O, OH) ₆
	a ₀ = 5.47 b ₀ = 9.46 c ₀ = 28.8 β = 90° ⁴⁾

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).

¹⁾ 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.

²⁾ W. v. Engelhardt 1942, l. c.

³⁾ W. Campbell Smith, F. A. Bannister & M. H. Hey, Min. Mag. **27**. 1946. 217.

⁴⁾ C. Frondel, Am. Min. **40**. 1955. 1090.

9e) Cr-Chlorite.

Kämmererit	(Mg, Cr) _{<3} [(OH) ₂ AlSi ₃ O ₁₀]
(Nordenskiöld,	
1841)	a ₀ = 5.34 b ₀ = 9.25 c ₀ = 14.43 ₅
	a ₀ :b ₀ :c ₀ = 0.577:1:1.561 β = 97°05' ¹⁾
Kotschubeit	(Mg, Al) _{<3} [(OH) ₂ (Cr, Al)Si ₃ O ₁₀]
(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% Cr₂O₃ werden als Cr-Pennin, Cr-Klinochlor, Cr-Prochlorit und Cr-Korundophililit bezeichnet; Kämmererit und Kotschubeit haben bis zu 8% Cr₂O₃, ersterer mit Cr in oktaedrischer, letzterer in tetraedrischer Koordination^{1a)}. Chrom-Chlorit von Sierra de la Capalada enthält 1,9% Cr₂O₃ und hat a₀ = 5.32, b₀ = 9.21, c₀ = 14.23; β = 97°^{1b)}.

¹⁾ B. E. Brown & S. W. Bailey, Am. Min. **43**. 1963. 42 (Struktur: Ia-Typ).

^{1a)} D. M. Lapham, Am. Min. **43**. 1958. 921.

^{1b)} 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⁺⁺⁺, Si). — Synthetisch kennt man einen Mg-Ge-Serpentin mit vollem Ersatz des Si durch Ge.

Röllchentextur 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“).

Kaolinit	$\text{Al}_4[(\text{OH})_8 \text{Si}_4\text{O}_{10}]$	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
		$a_0 = 5.13 \quad b_0 = 8.90 \quad c_0 = 21.5^{1a})$
		$\beta \sim 90^\circ$
Dickit	$\text{Al}_4[(\text{OH})_8 \text{Si}_4\text{O}_{10}]$	2M-Typ: Monoklin-domatisch $C_s^4 - Ce$
(Ross & Kerr, 1930)		$a_0 = 5.15 \quad b_0 = 8.94 \quad c_0 = 14.736^2)$
		$\beta = 103^\circ 35' \quad Z = 2$
Nakrit	$\text{Al}_4[(\text{OH})_8 \text{Si}_4\text{O}_{10}]$	2M-Typ (6R): Monoklin-domatisch $C_s^4 - Ce$
(Brongniart, 1807)		Pseudorhomboedrisch
		$a_0 = 8.91 \quad b_0 = 5.15 \quad c_0 = 15.697^3)$
		$\beta = 113^\circ 42' \quad Z = 2$
Anauxit	$(\text{Al}, \text{H}_3)_4[(\text{OH})_8 \text{Si}_4\text{O}_{10}]$	Isotyp mit Kaolinit
(Breithaupt, 1838)		Al kann offenbar bis zu $1/3$ formal durch H_3 ersetzt werden
Donbassit	$(\text{Na}, 1/2\text{Ca}, 1/2\text{Mg})\text{Al}_4[(\text{OH})_8 \text{AlSi}_3\text{O}_{10}]$	Pulverdiagramm ähnlich Kaolinit ⁴⁾
(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. $(\text{MgH})_{2.67}\text{Fe}_{0.84}^{\text{***}}\text{Al}_{0.07}[(\text{OH})_8 | \text{Al}_{0.07}\text{Si}_{3.93}\text{O}_{10}]$ 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].

¹⁾ 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).

^{2a)} I. Krstanović & S. Radošević, *Am. Min.* **46**. 1961. 1198. — Vgl. S. W. Bailey, 1963, l. c.

²⁾ 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.

³⁾ 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.

⁴⁾ E. K. Lasarenko, *Doklady Akad. Wiss. USSR* **72**. 1950. 771.

⁵⁾ 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 & 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^{3b})**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 Antigorit⁵) $\cong ?$ Serpentin

(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: 1M-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 $C_2^3 - \text{Cm}$
 $a_0 = 5.49$ $b_0 = 9.51$ $c_0 = 7.32$
 $\beta = 104^\circ 31'^{9a}$
 1 H-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 $\text{H}_2/\text{H}_2\text{O}$ -Atmosphäre¹¹). **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.

¹⁾ H. G. Midgley, Min. Mag. **29**. 1951. 526. — Vgl. T. Ito, X-Ray Studies on Polymorphism, Tokio 1950, 167 (SR. 13. 380).

^{1a)} E. Aruja, Min. Mag. **27**. 1944. 65. — Vgl. J. Zussman, Min. Mag. **30**. 1954. 498.

^{1b)} 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).

²⁾ 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.

³⁾ 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 $a_0 = 5.33$ $b_0 = 9.26$ $c_0 = 7.36$, $\alpha = 92^\circ 50'$ $\beta = 93^\circ 11'$ $\gamma = 89^\circ 50'$.

^{3a)} E. J. W. Whittaker, Acta Cryst. **4**. 1951. 187; **6**. 1953. 747; **9**. 1956. 862 (Struktur).

^{3b)} E. J. W. Whittaker, Acta Cryst. **9**. 1956. 865.

⁴⁾ R. Steadman & R. F. Youell, Nature **181**. 1958. 45. — Vgl. G. Friedrich, Beitr. Min. Petr. **8**. 1962. 189.

⁵⁾ C. Frondel, priv. Mitt. 1956.

⁶⁾ G. W. Brindley, Nature **164**. 1949. 319; Min. Mag. **29**. 1951. 502.

^{6a)} 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^a) 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^a) 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^b) 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 $C_2^3 - Cm$
(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 $C_2^3 - Cm$
(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% Cr_2O_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 Pulverdiagramm⁴.

Bol (Bolus) werden feinerdige Gemenge von Halloysit mit Limonit bezeichnet.

*) **Endellit** (Alexander, Faust, Hendricks, Insley & McMurdie, 1943).

¹) 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.

²) J. F. Pekun, *Geol. Ges. Lwow (Lemberg)* 1956.

³) G. S. Gritzaenko & S. W. Grum-Grzhimailo, *Mém. Soc. Russe Min.* **78**. 1949. 61.

⁴) 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*)	{ Mg ₆ [(OH) ₈ Si ₄ O ₁₀]	} Monoklin
(hypothetisch)	(H ₂ O) ₄	
Hydroamesit*)	{ Mg ₄ Al ₂ [(OH) ₈ Al ₂ Si ₂ O ₁₀]	} Monoklin
(hypothetisch)	(H ₂ O) ₄	

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.

Allophan (Stromeyer, 1816)	Aluminiumsilikat mit Al:Si = 1:1
Ferriallophan (Nicolaevski, 1914)	Allophan mit Fe ⁺⁺⁺ z. T. für Al
Hisingerit (Berzelius, 1828)	Ferrisilikat mit Fe ⁺⁺⁺ :Si ~ 1:1

Die Röntgenuntersuchung ergab, daß Allophan von Lawrence County, Indiana, eine geordnetere Struktur als Glas besitzt¹⁾. Ein „Hisingerit“ von Japan gibt drei breite Linien, die Nontronit entsprechen²⁾, zwei „Hisingerite“ von Schweden könnten kryptokristalline Glimmer mit Fe³⁺ für Si sein³⁾. Mit Hisingerit soll **Canbyit** (Hawkins & Shannon, 1924) identisch sein⁴⁾.

*) Nicht identisch mit „Hydroantigorit“ bzw. „Hydroamesit“ (Erdélyi, Koblenz & Varga, 1959), die lediglich Antigorit bzw. Amesit mit einem geringfügigen Ersatz von O durch OH sind.

¹⁾ W. A. White, Am. Min. **38**. 1953. 634.

²⁾ T. Sudo & T. Nakamura, Am. Min. **37**. 1952. 618.

³⁾ B. Lindqvist & S. Janssen, Am. Min. **47**. 1962. 1356.

⁴⁾ 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 pseudohexagonale 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 interlaminated 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 H₂O-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 gedeutet²). — Ein ähnliches Mineral mit fast regelmäßigem Wechsel von expandierbaren Lagen (mit Na und H₂O) und nicht expandierenden Lagen (mit K und Ca) ist von der Goto-Insel, Japan, beschrieben worden³).

Rectorit (Brackett & Williams, 1891) aus dem Blue Mountain Distrikt, Arkansas, ist „Pyrophyllit-Montmorillonit“⁴).

„Talk-Saponit“ vom Mte. Chiaro, Apenninen, hat eine regelmäßige Wechsellagerungsstruktur mit 24 Å-Identitätsperiode⁵).

Illidromica (Andreatta, 1949) und **Andreattit** (Mackenzie, 1954) sind „Muskovit-Beidellit“⁶). Ein „Illit-Montmorillonit“ mit unregelmäßiger Wechsellagerungsstruktur ist auch aus den Apenninen bekannt geworden⁷). Ähnliche „Glimmer- bzw. „Illit-Montmorillonite“ mit mehr oder weniger regelmäßiger Wechsellagerung sind von zahlreichen Autoren erwähnt^{7a}).

„Phlogopit-Hectorit“ ist von der Hector-Mine in Californien als intermediäres Umwandlungsprodukt von Phlogopit beschrieben worden⁸); auch „Biotit-Vermiculite“ sind bekannt^{8a}).

„Illit-Chlorit“ aus den Apenninen besteht aus Illit- und Chloritschichten in unregelmäßiger Wechsellagerung⁹).

„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)-Schichten¹⁰). — „Montmorillonit-Chlorit“ (regelmäßig 1:1) ist auch ein Mineral von Ward County, Texas^{10a}).

„Vermiculit-Chlorite“ scheinen weit verbreitet zu sein¹¹).

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	Pyrophyllit Al ₂ [(OH) ₂ Si ₄ O ₁₀] a ₀ = 5.1 b ₀ = 8.9 c ₀ = 2.9.3 99° 55'	Talk Mg ₃ [(OH) ₂ Si ₄ O ₁₀] a ₀ = 5.3 b ₀ = 9.1 c ₀ = 2.9.4 β = 100° 00'	Montmorillonit Al, Mg ₂ [(OH) ₂ Si ₄ O ₁₀] Na _{0.33} (H ₂ O) ₄ a ₀ = 5.2 b ₀ = 8.9 c ₀ = β = ?
Al:Si = 1:3	Muskovit Al ₃ [(OH) ₂ AlSi ₃ O ₁₀] a ₀ = 5.2 b ₀ = 9.0 c ₀ = 2.10.0 95° 30'	Biotit K(Mg, Fe, Mn) ₃ [(OH) ₂ AlSi ₃ O ₁₀] a ₀ = 5.3 b ₀ = 9.2 c ₀ = 10.2 β = 99° 18'	Beidellit Al ₂ [(OH) ₂ Al _{0.5} Si _{3.5} O ₁₀] (Ca, Na _{~0.3} (H ₂ O) ₄) a ₀ = 5.2 b ₀ = 9.0 c ₀ = 1 β = ? (dioktaedr. Vermiculite)
Al:Si = 2:2	Parasphingit Al ₂ [(OH) ₂ Al ₂ Si ₂ O ₁₀] a ₀ = 5.1 b ₀ = 8.9 c ₀ = 2.9.7 100° 48'	Xanthophyllit CaMg ₃ [(OH) ₂ Al ₂ Si ₂ O ₁₀] a ₀ = 5.2 b ₀ = 9.0 c ₀ = 9.99 β = 100° 03'	
			Strukturtypus: k
Kaolinit-Serpentin-Gruppe			
	Kaolinit-Reihe Dioktaedrisch	Serpentin-Reihe Trioktaedrisch	Halloysit-Reihe Dioktaedrisch
	Kaolinit Al ₂ [(OH) ₄ Si ₂ O ₅] a ₀ = 5.1 b ₀ = 8.9 c ₀ = 2.7.4 β ~ 100°	Serpentin Mg ₃ [(OH) ₈ Si ₄ O ₁₀] a ₀ = 5.4 b ₀ = 9.3 c ₀ = 7.3 β = 91° 24'	Halloysit Al ₂ [(OH) ₄ Si ₂ O ₅] (H ₂ O) ₄ a ₀ = 5.1 b ₀ = 8.9 c ₀ = 10.1 β ~ 100°
	Donbassit (Na, 1/2Ca, 1/2Mg) Al ₄ [(OH) ₈ AlSi ₃ O ₁₀]	Berthierin (Fe ²⁺ , Fe ³⁺ , Al, Mg) ₆ [(OH) ₈ Al _{1.5} Si _{2.5} O ₁₀] a ₀ = 5.4 b ₀ = 9.3 c ₀ · sin β = 7.04 β ~ 90°	
?	Amesit Al ₄ H ₂ [(OH) ₈ Al ₂ Si ₂ O ₁₀]	Amesit (Mg, Fe ²⁺) ₄ Al ₂ [(OH) ₈ Al ₂ Si ₂ O ₁₀] a ₀ = 5.3 b ₀ = 9.2 c ₀ = 2.7.0	

Strukturtypus: glimmerartige Schichten

		Montmorillonit-Saponit-Gruppe („H ₂ O-expandierte Glimmer“)		
Namen	Montmorillonit-Reihe Dioktaedrisch	Saponit-Reihe Trioktaedrisch		Sudoit-Reihe Dioktaedrisch
9.4	Montmorillonit $\left\{ \begin{array}{l} (Al, Mg)_2[(OH)_2 Si_4O_{10}]^{-0,33} \\ Na_{0,33}(H_2O)_4 \end{array} \right\}$ $a_0 = 5.2 \quad b_0 = 8.9 \quad c_0 = 15.2$ $\beta = ?$	Stevensit $\left\{ \begin{array}{l} Mg_3[(OH)_2 Si_4O_{10}]^{-0,15} \\ X_{15}(H_2O)_4 \end{array} \right\}$ $a_0 = 5.3 \quad b_0 = 9.2 \quad c_0 = 2 \cdot 14.4$ $\beta \sim 97^\circ$? $\left\{ \begin{array}{l} Al_2[(OH)_2 Si_4O_{10}] \\ Al_2(OH)_6 \end{array} \right\}$
[AlSi ₃ O ₁₀] 0.2	Beidellit $\left\{ \begin{array}{l} Al_2[(OH)_2 Al_{0,5}Si_{3,5}O_{10}]^{-0,5} \\ (Ca, Na)_{0,33}(H_2O)_4 \end{array} \right\}$ $a_0 = 5.2 \quad b_0 = 9.0 \quad c_0 = 15.2$ $\beta = ?$ (dioktaedr. Vermiculite)	Saponit $\left\{ \begin{array}{l} (Mg, Fe)_3[(OH)_2 Al_{0,33}Si_{3,67}O_{10}]^{-0,33} \\ (1/2 Ca, Na)_{0,33}(H_2O)_4 \end{array} \right\}$ $a_0 = 5.3 \quad b_0 = 9.2 \quad c_0 = 2 \cdot 15.36$ $\beta \sim 97^\circ$ trioktaedr. Vermiculite		Sudoit $\left\{ \begin{array}{l} (Al_2[(OH)_2 AlSi_3O_{10}] \\ (Al_{2,33}(OH)_6 \end{array} \right\}$ $a_0 = 5.14 \quad b_0 = 8.95 \quad d_{001}$ $\beta \sim 97^\circ$
99				

Strukturtypus: kaolinitartige Schichten

		Halloysit-Gruppe („H ₂ O-expandierte Kaolinite“)		
Namen	Halloysit-Reihe Dioktaedrisch	Trioktaedrisch		Dioktaedrisch („OH-expandiert“)
3	Halloysit $\left\{ \begin{array}{l} Al_4[(OH)_8 Si_4O_{10}] \\ (H_2O)_4 \end{array} \right\}$ $a_0 = 5.1 \quad b_0 = 8.9 \quad c_0 = 10.1$ $\beta \sim 100^\circ$	Hydro-Antigorit $\left\{ \begin{array}{l} Mg_6[(OH)_8 Si_4O_{10}] \\ (H_2O)_n \end{array} \right\}$		Hydrargillit-Kaolinit $\left\{ \begin{array}{l} Al_4[(OH)_8 Si_4O_{10}] \\ Al_2(OH)_6 \end{array} \right\}$
[Al _{1,5} Si _{2,5} O ₁₀] 3 = 7.04				
[Si ₂ O ₁₀] 7.0		Hydro-Amesit $\left\{ \begin{array}{l} Mg_4Al_2[(OH)_4 Al_2Si_2O_{10}] \\ (H_2O)_n \end{array} \right\}$		

Schichten

-Gruppe immer“)	Sudoit-Chlorit-Gruppe („OH-expandierte Glimmer“)	
Saponit-Reihe Trioktaedrisch	Sudoit-Reihe Dioktaedrisch	Chlorit-Reihe Trioktaedrisch
Sudoit $[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 $	Talk-Chlorit $ Mg_3[(OH)_2 Si_4O_{10}] $ $ Mg_3(OH)_6 $
Sudoit $[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	Sudoit $ (Al_2[(OH)_2 AlSi_3O_{10}] $ $ (Al_{2.33}(OH)_6 $ $a_0 = 5.14 \quad b_0 = 8.95 \quad d_{001} = 14.22$ $\beta \sim 97^\circ$	Klinochlor $ (Mg, Al)_3[(OH)_2 AlSi_3O_{10}] $ $ Mg_3(OH)_6 $ $a_0 \sim 5.3 \quad b_0 \sim 9.3 \quad c_0 \sim 2 \cdot 14.3$ $\beta = 96^\circ 50'$
		Korundophilite $ (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
o-Antigorit $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 $
o-Amesit $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 1:1¹²⁾.

„Montmorillonit-Kaolinite“ mit unregelmäßiger Wechsellagerung sind in japanischen Tonen beobachtet worden¹³⁾.

¹⁾ G. W. Brindley, *Am. Min.* **41**. 1956. 91.

²⁾ S. Shimoda & T. Sudo, *Am. Min.* **45**. 1960. 1069. – Vgl. G. L. Morelli & L. Favretto, *Rend. Accad. Sc. Lombardo* **97**. Milano 1963. 129.

³⁾ 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.

⁴⁾ W. F. Bradley, *Am. Min.* **35**. 1950. 590.

⁵⁾ A. Alietti, *Rend. Accad. Lincei* **19**. 1956. 87.

⁶⁾ C. Andreatta, *Per. Min. Roma* **18**. 1949. 11. – R. C. Mackenzie, *An. Edafol. Fisiol. Veget. Madrid* **13**. 1954. 122.

⁷⁾ P. Gallitelli, *Com. Intern. Estud. Arcillas*, 1959. 23.

^{7a)} 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.

⁸⁾ M. E. Ostrom, *Am. Min.* **45**. 1960. 886.

^{8a)} J. W. Gruner, *Am. Min.* **19**. 1935. 557. – R. F. Ruthruff, *Am. Min.* **26**. 1941. 478.

⁹⁾ P. Gallitelli, 1959. l. c.

¹⁰⁾ 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**).

^{10a)} 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.

¹¹⁾ 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.

¹²⁾ 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.

¹³⁾ 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).

Pyrosmalith	$(\text{Mn, Fe})_8[(\text{OH, Cl})_{10} \text{Si}_6\text{O}_{15}]$	
(Hausmann, 1808)		Ditrigonal-skalenoedrisch $D_{3d}^3 - P\bar{3}m1$
		$a_0 = 13.44 \quad c_0 = 7.20 \quad c_0/a_0 = 0.536 \quad Z = 2^1$
Schallerit	$(\text{Mn, Fe})_8[(\text{OH})_{10} (\text{Si, As})_6\text{O}_{15}]$	
(Gage, Larsen & Vassar, 1925)		Ditrigonal-skalenoedrisch (?), P-Gitter
		$a_0 = 13.43 \quad c_0 = 14.31 \quad c_0/a_0 = 1.0655 \quad Z = 4^2$
Friedelit	$(\text{Mn, Fe})_8[(\text{OH, Cl})_{10} \text{Si}_6\text{O}_{15}]$	
(Bertrand, 1876)		Ditrigonal-skalenoedrisch, R-Gitter
		$a_0 = 13.40 \quad c_0 = 21.43 \quad c_0/a_0 = 1.599 \quad Z = 6^3$
Bementit	$(\text{Koenig, 1887}), \text{Mn}_8[(\text{OH})_{10} \text{Si}_6\text{O}_{15}]$, orthorhombisch, $a_0 = 14.5$, $b_0 = 17.5$, $c_0 = 4 \times 7.28^4$), besitzt offenbar eine Vierschichtstruktur.	

Anhang:

Naujakasit	$\text{Na}_4\text{Fe}^{++}\text{Al}_4\text{H}_4\text{Si}_5\text{O}_{27}^{5a}$	
(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.

¹) 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, $a_0 = 13.42$, $c_0 = 7.159$).

²) C. Frondel & L. H. Bauer, Am. Min. 38. 1953. 755. – Nach D. McConnell, Am. Min. 39. 1954. 929, für Schallerit mit 6.37% As_2O_3 : $a_0 = 13.36$, $c_0 = 14.24$. – Takeuchi, Kawada & Sadanaga, 1963, l. c.

³) C. Frondel & L. H. Bauer, 1953, l. c. – Takeuchi, Kawada & Sadanaga, 1963, l. c.

⁴) T. Kato, J. Jap. Assoc. Min. Petr. 49. 1963. 93.

⁵) O. B. Böggild, Medd. om Grönland 92. 1933. Nr. 9 (mit Röntgenergebnissen nach B. Goßner & O. Kraus).

^{5a}) 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 H_2O) 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 Mg^{++} -Ionen auf dem Wege des Ionenaustausches in normalen Sepiolith übergeht⁵); $a_0 = 5.25$, $b_0 = 26.71$, $c_0 = 14.66^{5a}$).

Das Erhitzungsverhalten von Palygorskit und Sepiolith und die Strukturen der Erhitzungsprodukte haben Kulbicki (1959) und Preisinger (1963) untersucht⁶⁾.

*) Meerschaum (Werner, 1788).

**) Gunnbjarnit (Böggild, 1951)

¹⁾ 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.

²⁾ Mit ca. 4% Fe₂O₃ bekannt.

³⁾ B. Nagy & W. F. Bradley, IUC, Paris 1954; Am. Min. **40**. 1955. 885 (a₀ = 5.3, b₀ = 27, c₀ = 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.

⁴⁾ H. Strunz, Fortschr. Min. **34**. 1956. 48; N. Jb. Min. Mh. 1957. 75.

⁵⁾ J. J. Fahey, M. Ross & J. M. Axelrod, Am. Min. **45**. 1960. 270.

^{5a)} A. Biedl & A. Preisinger, Fortschr. Min. 1962. 50. – A. Biedl, Dissertation, Wien. 1962.

⁶⁾ 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 Ca₂[Si₄O₉(OH)₂]^{1b}), für Gyrolith Ca₂[Si₄O₉(OH)₂]·3 H₂O^{1b}), für Zeophyllit soll sich die Struktur aus Si₆O₁₈-Ringern ableiten (Si₆O₁₈ + 3 SiO₂ = Si₉O₂₄ = 3·Si₃O₈)³⁾.

Reyerit Ca₂[Si₄O₁₀]·H₂O

(Cornu, 1907)

Trigonal C_{3i}¹ – P $\bar{3}$

a₀ = 9.73 c₀ = 18.72 c₀/a₀ = 1.925 Z = 6¹⁾

Gyrolith Ca₂[Si₄O₁₀]·4 H₂O

(Anderson, 1851)

Trigonal

a₀ = 9.80 c₀ = 22.08 c₀/a₀ = 2.253 Z = 6^{2a)}

Hexagonal-pyramidal C₆² – C6₁ und C₆³ – C6₃

a₀ = 9.72 c₀ = 6·22.13 c₀/a₀ = 6·2.277

Z = 36²⁾

Zeophyllit Ca₄[F₂ | (OH)₂ | Si₃O₈]·2 H₂O

(Pelikan, 1902)

Triklin. Pseudohexagonal

a₀ = 9.34 b₀ = 9.34 c₀ = 13.2

a₀:b₀:c₀ = 1.000:1:1.413

α = 90° β = 110° γ = 120° Z = 3³⁾

In monokliner Auffassung:

C-zentriert

a₀ = 16.2 b₀ = 9.34 c₀ = 13.2

a₀:b₀:c₀ = 1.734:1:1.413

β = 113° Z = 6³⁾

„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^{1a}).

Gyrolith wandelt sich nach 4tägigem Erhitzen auf 1050 °C orientiert in Wollastonit um²). Zeophyllit geht beim Erhitzen orientiert in Cuspidin, mit Si₂O₇-Gruppen, über³).

¹) 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, $a_0 = 9.74$, $c_0 = 19.04$).

^{1a}) 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).

^{1b}) J. W. Meyer & K. L. Jaunaraajs, Am. Min. **46**. 1961. 913 (Synthesen und Dehydratation).

²) R. A. L. Mackay & H. F. W. Taylor, Min. Mag. **30**. 1953. 80.

^{2a}) H. Strunz & H. Micheelsen, 1958, l. c.

³) 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 pseudo-hexagonal).

„Hoch-Eukryptit“* (Winkler, 1948)	$\text{Li}[\text{AlSiO}_4]$ (> 972 °C) Hexagonal-trapezoedrisch $D_6^4 - P6_222$ und $D_6^5 - P6_422$ $a_0 = 5.28$ $c_0 = 11.27$ $c_0/a_0 = 2.134$ $Z = 3^1$
Nephelin $\text{KNa}_3[\text{AlSiO}_4]_4$ (Haüy, 1800)	Hexagonal-pyramidal $C_6^{2/3} - P6_3$ $a_0 = 10.01$ $c_0 = 8.41$ $c_0/a_0 = 0.840$ $Z = 2^2$
Kalsilit $\text{K}[\text{AlSiO}_4]$ (Bannister, 1942)	Hexagonal-pyramidal $C_6^6 - P6_3$ $a_0 = 5.18$ $c_0 = 8.69$ $c_0/a_0 = 1.678$ $Z = 2^3$
Tri-Kalsilit $(\text{Na}_2/\text{K})[\text{AlSiO}_4]$ (Sahama & Smith, 1957)	Hexagonal $C_6^6 - P6_3$ (?) $a_0 = 15.4$ $c_0 = 8.6$ $c_0/a_0 = 0.559$ $Z = 18^{3a}$
Kaliophilit $\text{K}[\text{AlSiO}_4]$ (Mierisch, 1886)	Hexagonal-trapezoedrisch $D_6^6 - P6_32$ $a_0 = 27.06$ $c_0 = 8.61$ $c_0/a_0 = 0.318$ $Z = 54^4$ Pseudozelle: $a'_0 = 15.62$ $c_0 = 8.61$ $c_0/a'_0 = 0.551$ $Z = 18$
Synthetisch $\text{K}[\text{AlSiO}_4]$	Rhombisch-disphenoidisch $D_2^2 - P222_1$ $a_0 = 9.01$ $b_0 = 15.67$ $c_0 = 8.57$ $a_0 : b_0 : c_0 = 0.575 : 1 : 0.547$ $Z = 12^5$

Trimerit (Flink, 1890)	$\text{CaMn}_2[\text{BeSiO}_4]_3$	Monoklin-prismatisch $C_{2h}^5 - P2_1/c (?)$
		$a_0 = 16.14 \quad b_0 = 7.62 \quad c_0 = 27.92$
		$a_0:b_0:c_0 = 2.118:1:3.664 \quad \beta = 90^\circ 09' \quad Z = 16^6)$
		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% K_2O , auch etwas 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.

β -Carnegieit, $\text{Na}[\text{AlSiO}_4]$, als Mineral unbekannt, bildet sich aus Nephelin beim Erhitzen auf 1248°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°C in α -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:

Bikitait (Hurlbut, 1957)	$\text{Li}[\text{AlSi}_2\text{O}_6] \cdot \text{H}_2\text{O}$	Monoklin-prismatisch $C_{2h}^2 - P2_1/m$
		$a_0 = 8.63 \quad b_0 = 4.95 \quad c_0 = 7.64$ $a_0:b_0:c_0 = 1.743:1:1.543 \quad \beta = 114^\circ 34' \quad Z = 2^7)$
Petalit (d'Andrada, 1800)	$\text{Li}[\text{AlSi}_4\text{O}_{10}]$	Monoklin-prismatisch $C_{2h}^4 - P2/a$
		$a_0 = 11.76 \quad b_0 = 5.14 \quad c_0 = 7.62^8)$ $a_0:b_0:c_0 = 2.288:1:1.482 \quad \beta = 112^\circ 24' \quad Z = 2$

Bikitait hat gleich großes b_0 , c_0 und β wie Petalit.

Die Struktur von Petalit enthält stark gewellte Si_4O_{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.

¹⁾ H. G. F. Winkler, Acta Cryst. 1. 1948. 27; 6. 1953. 99.

²⁾ 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.

³⁾ 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.

^{3a)} Th. G. Sahama & J. V. Smith, *Am. Min.* **42**. 1957. 286.

⁴⁾ 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.

⁵⁾ G. Kunze, *Heidelb. Beitr. Min. Petr.* **4**. 1954. 99.

⁶⁾ G. Aminoff, *Geol. Fören. Förh.* **48**. 1926. 19.

⁷⁾ C. S. Hurlbut, *Am. Min.* **42**. 1957. 792; *Am. Min.* **43**. 1958. 768.

⁸⁾ 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 β -Phase).

⁹⁾ J. A. Pjatenko, G. B. Boky & N. V. Belov, *Doklady Akad. Nauk. USSR.* **108**. 1956. 1077.

2.) Analcim-Leucit-Gruppe. Homöotypie.

Analcim (Haüy, 1797)	$\text{Na}[\text{AlSi}_2\text{O}_6] \cdot \text{H}_2\text{O}$	Kubisch-hex'oktaedrisch O_h^{10} — Ia 3d $a_0 = 13.71$ $Z = 16^1$
Leucit (Werner, 1791)	$\text{K}[\text{AlSi}_2\text{O}_6]$ ($< 605^\circ\text{C}$)	Tetragonal-pseudokubisch 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 O_h^{10} — Ia 3d $a_0 = 13.43$ $Z = 16^{2a}$
Pollucit (Breithaupt, 1846)	$(\text{Cs}, \text{Na})[\text{AlSi}_2\text{O}_6] \cdot \text{H}_2\text{O}_{<1}$	Kubisch-hex'oktaedrisch O_h^{10} — Ia 3d $a_0 = 13.74$ $Z = 16^3$
Synthetisch	$\text{Cs}[\text{FeSi}_2\text{O}_6]$	Kubisch-hex'oktaedrisch O_h^{10} — Ia 3d $a_0 = 13.66$ $Z = 16^4$
Wairakit (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 H_2O 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 H_2O wie kleine Kationen (Na) vorhanden sind.

Vom Analcim soll es nach D. S. Coombs 1955⁴⁾ 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 McConnell⁶⁾ 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 (H_4O_4) -Tetraedern z. T. an Stelle von (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.

¹⁾ 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.

²⁾ 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). — ^{2a)} J. Wyart, Bull. Soc. Franç. Min. **63**. 1940. 5.

³⁾ 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.

⁴⁾ O. C. Kopp, L. A. Harris, G. W. Clark & H. L. Yakel, Am. Min. **48**. 1963. 100.

⁵⁾ A. Steiner, Min. Mag. **30**. 1955. 691 (Erstbeschreibung). — D. S. Coombs, Min. Mag. **30**. 1955. 699 (Gitterkonstanten).

⁶⁾ D. McConnell, Am. Min. **37**. 1952. 609.

⁷⁾ 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

KAlSi_3O_8	Orthoklas	Or
$\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$	Albit	Ab
$\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$	Anorthit	An

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 SiO_4 - und AlO_4 -Tetraedern, die über gemeinsame O zu einem dreidimensionalen Gerüst verknüpft sind, mit K^{1+} , Na^{1+} , Ca^{2+} oder 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)₄-Verteilung im Sanidin und der geordneten (AlSi₃)₄-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.

Sanidin (Nose, 1808)	K[AlSi ₃ O ₈]	Monoklin-prismatisch C _{2h} ³ — C2/m a ₀ = 8.56 b ₀ = 13.03 c ₀ = 7.175 ¹ a ₀ :b ₀ :c ₀ = 0.657:1:0.551 β = 115°59' Z = 4
Orthoklas (Breithaupt, 1823)	K[AlSi ₃ O ₈]	Monoklin-prismatisch C _{2h} ³ — C2/m a ₀ = 8.562 b ₀ = 12.996 c ₀ = 7.193 ² a ₀ :b ₀ :c ₀ = 0.659:1:0.553 β = 116°01' Z = 4
Mesomikroklin*	K[AlSi ₃ O ₈]	Triklin-pseudomonoklin CI a ₀ = 8.58 b ₀ = 12.96 c ₀ = 7.21 ³ α = 89°42' β = 115°58' γ = 90°52 ¹ / ₂ ' Z = 4
Mikroklin (Breithaupt, 1830)	K[AlSi ₃ O ₈]	Triklin-pinakoidal C _i ¹ — C _i ¹ a ₀ = 8.57 b ₀ = 12.98 c ₀ = 7.22 ^{3a} a ₀ :b ₀ :c ₀ = 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[AlSi₃O₈] 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 hydrothermalen Entstehung, deren Optik und Röntgenverhalten auf ursprüngliches Wachstum im Sanidin-Zustand (monoklin) mit anschließenden Umwandlungen in Richtung des Mikroklin-Zustandes (triklin) hinweisen⁴). — **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 Or₇₀Ab₃₀ bis Or₂₀Ab₈₀ verstanden (Alling, 1920, Laves, 1960)⁵).

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 Albitentmischungskörpern⁶⁾, **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 (AlSi₃) in eine ungeordnete Verteilung über und es entsteht ein Sanidin⁷⁾.

Anhang:

Eisensanidin (synthetisch)	K[FeSi ₃ O ₈]	Monoklin
	> 706 °C	$a_0 = 8.68 \quad b_0 = 13.12 \quad c_0 = 7.32^8)$
		$a_0:b_0:c_0 = 0.662:1:0.558$
		$\beta = 116^\circ 06'$
Eisenmikroklin (synthetisch)	K[FeSi ₃ O ₈]	Triklin
	< 706 °C	$a_0 = 8.68 \quad b_0 = 13.10 \quad c_0 = 7.34^8)$
		$a_0:b_0:c_0 = 0.663:1:0.560$
		$\alpha = 90^\circ 45' \quad \beta = 116^\circ 03' \quad \gamma = 86^\circ 14'$

Buddingtonit (Erd, White, Fahey & Lee, 1964) (NH₄)[AlSi₃O₈] · $\frac{1}{2}$ H₂O 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).

¹⁾ 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.

²⁾ 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.

³⁾ S. W. Bailey & W. H. Taylor, Acta Cryst. **8**. 1955. 621 (Struktur).

^{3a)} 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“).

⁴⁾ H. U. Bambauer & F. Laves, Schweiz. Min.-Petr. Mitt. **40**. 1960. 177.

⁵⁾ F. Laves, Z. Krist. **113**. 1960. 265. – J. R. Goldsmith & F. Laves, Instituto „Lucas Mallada“ (Spanien), Cursos y Conferencias. **3**. 1961. 81.

⁶⁾ F. Laves & K. Soldatos, Z. Krist. **117**. 1962. 209, 218; **118**. 1963. 69.

⁷⁾ 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.

⁸⁾ D. R. Wones & D. E. Appleman, Journ. Petr. **4**. 1963. 131.

⁹⁾ 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.

Hyalophan	(K, Ba)[Al(Al, Si)Si ₂ O ₈]	Monoklin (oder pseudomonoklin?)
(von Waltershausen, 1855)		$C_{2h}^3 - C2/m$
		$a_0 \sim 8.54 \quad b_0 \sim 12.98 \quad c_0 \sim 7.15^1)$
		$a_0 : b_0 : c_0 = 0.658 : 1 : 0.551$
		$\beta = 115^\circ 35' \quad Z = 4$
Celsian	Ba[Al ₂ Si ₂ O ₈]	Monoklin $I2/c^{1a)}$
(Sjögren, 1895)		$a_0 = 8.65 \quad b_0 = 13.13 \quad c_0 = 2 \cdot 7.30^1)$
		$a_0 : b_0 : c_0 = 0.659 : 1 : 2 \cdot 0.556$
		$\beta = 115^\circ 02' \quad Z = 8$

¹⁾ W. H. Taylor, J. A. Darbyshire & H. Strunz, Z. Krist. **87**, 1934. 464. (Struktur, SB. 3. 546). — P. Gay, Acta Cryst. **9**, 1956. 474.

^{1a)} 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 triklone Hochtemperaturphase von Albit wird auch **Analbit** (Winchel, 1925; Laves, 1952) genannt; hier gibt es zudem eine monokline Hochtemperaturphase, den **Monalbit** (Schneider & Laves, 1957).

Albit	Na[AlSi ₃ O ₈]	$a_0 = 8.138 \quad b_0 = 12.789 \quad c_0 = 7.156^1)$
(Gahn & Berzelius, 1815)	An 0—10	$a_0 : b_0 : c_0 = 0.636 : 1 : 0.559$
		$\alpha = 94^\circ 19' \quad \beta = 116^\circ 34' \quad \gamma = 87^\circ 39' \quad Z = 4$
Oligoklas	An 10—30	$a_0 = 8.169 \quad b_0 = 12.836 \quad c_0 = 7.134^2)$
(Breithaupt, 1826)		$a_0 : b_0 : c_0 = 0.636 : 1 : 0.556$
		$\alpha = 93^\circ 49' \quad \beta = 116^\circ 27' \quad \gamma = 88^\circ 59' \quad Z = 4$
Andesin	An 30—50	$a_0 = 8.176 \quad b_0 = 12.879 \quad c_0 = 7.107^3)$
(Abich, 1841)		$a_0 : b_0 : c_0 = 0.635 : 1 : 0.552$
		$\alpha = 93^\circ 24' \quad \beta = 116^\circ 10' \quad \gamma = 90^\circ 24'$

Labradorit	An 50—70	$a_0 = 8.16$	$b_0 = 12.86$	$c_0 = 2 \cdot 7.10^4$
(Werner, 1780)		$a_0 : b_0 : c_0 = 0.635 : 1 : 2 \cdot 0.552$		
		$\alpha = 93^\circ 34'$	$\beta = 116^\circ 06'$	$\gamma = 89^\circ 47'$
				$Z = 8$
Bytownit	An 70—90	$a_0 = 8.171$	$b_0 = 12,869$	$c_0 = 14.181^5$
(Thomson, 1835)		$a_0 : b_0 : c_0 = 0.635 : 1 : 1.102$		
		$\alpha = 93^\circ 22'$	$\beta = 115^\circ 58'$	$\gamma = 90^\circ 31'$
Anorthit	Ca[Al ₂ Si ₂ O ₈]	$a_0 = 8.177$	$b_0 = 12.877$	$c_0 = 14.169^6$
(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 feststellbar⁷).

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:

Reedmergnerit	Na[BSi ₂ O ₈]	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.

¹) 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).

²) J. R. S. Waring, Ph. D. Thesis, Cambridge, 1961 (Struktur für Oligoklas Ab₇₄An₂₂Or₄).

³) C. J. E. Kempster, Ph. D. Thesis, Cambridge, 1957 (Struktur für Hoch-Andesin Ab₅₂An₄₈).

⁴) 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.

⁵) S. Chandrasekhar, Ph. D. Thesis, Cambridge, 1957; S. G. Fleet, Ph. D. Thesis, Cambridge, 1961 (Struktur für Bytownit Ab₂₀An₈₀).

⁶) 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).

⁷) F. Laves, Journ. Geol. **62**. 1954. 409. — W. L. Brown, Z. Krist. **113**. 1960. 330.

⁸) 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. δ -Ca(Al₂Si₂O₈).
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.

Paracelsian (Tacconi, 1905)	$\text{Ba}[\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8]$	Monoklin-pseudoorthorhombisch $C_{2h}^5 - P 2_1/a$ $a_0 = 8.58 \quad b_0 = 9.58 \quad c_0 = 9.08^1$ $a_0:b_0:c_0 = 0.947:1:0.895$ $\beta = 90^\circ \quad Z = 4$
Banalsit (Campbell Smith, Bannister & Hey, 1944)	$\text{BaNa}_2[\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8]_2$	Orthorhombisch Iba oder Ibam $a_0 = 8.52 \quad b_0 = 9.99 \quad c_0 = 16.76^2$ $a_0:b_0:c_0 = 0.853:1:0.678$
Danburit (Shepard, 1839)	$\text{Ca}[\text{B}_2\text{Si}_2\text{O}_8]$	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 $D_{6h}^1 - P6/mmm$ $a_0 = 5.31$ $c_0 = 7.805^6$ $c_0/a_0 = 1.470$ $Z = 1$

¹) L. J. Spencer, Min. Mag. **26**. 1942. 231. – J. V. Smith, Am. Journ. Sci. 1952. 513; Acta Cryst. **6**. 1953. 613 (Struktur).

²) W. Campbell Smith, F. A. Bannister & M. H. Hey, Min. Mag. **27**. 1944. 33; 1945. 63.

³) C. Dunbar & F. Machatschki, Z. Krist. **76**. 1930. 133 (Struktur, SB. **2**. 153). – G. Johansson, Acta Cryst. **12**. 1959. 522 (Strukturverfeinerung).

⁴) G. L. Davis & O. F. Tuttle, Am. Journ. Sci. **2**. 1952. 107.

⁵) 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.

⁶) 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.

Davyn	$(\text{Na}, \text{K})_6\text{Ca}_2[(\text{SO}_4)_2 (\text{AlSiO}_4)_6]$
(Monticelli & Covelli, 1825)	Dihexagonal-dipyramidal $D_{6h}^1 - P6_3/mmc$ $a_0 = 12.83$ $c_0 = 5.36$ $c_0/a_0 = 0.418$ $Z = 1^1$
Cancrinit	$(\text{Na}_2, \text{Ca})_4[\text{CO}_3 (\text{H}_2\text{O})_{0-3} (\text{AlSiO}_4)_6]$
(Rose, 1839)	Hexagonal-pyramidal $C_6^6 - P6_3$ $a_0 = 12.63-12.78$ $c_0 = 5.11-5.19$ $c_0/a_0 \sim 0.405$ $Z = 1^2$
Wenkit	$(\text{Ba}, \text{K})_{4.5}(\text{Ca}, \text{Na})_{4.5}[(\text{OH})_4 (\text{SO}_4)_2 \text{Al}_9\text{Si}_{12}\text{O}_{42}]$
(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 CO_3 z. T. SO_4 und Cl, für Na z. T. K; ein Mischkristall ist **Wischnewit** (Belyankin, 1931). Synthetisch gelang es, Ca-freien Paracancrinit

bzw. Natrodavyn herzustellen⁴). c_0 von Wenkit ist eigenartigerweise $\frac{3}{2} c_0$ von Cancrinit!

¹) B. Goßner & F. Mußnug, Z. Krist. **73**. 1930. 52.

²) 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).

³) J. Papageorgakis, Schweiz. Min.-Petr. Mitt. **42**. 1962. 269 (Ba:Ca ~ 1:1; Al:Si ~ 5:7).

⁴) 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-CO₃-Cancrinit).

6.) Leifit-Reihe. Isotypie.

Leifit (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) $a_0 = 14.37$ $c_0 = 4.94^1$ $c_0/a_0 = 0.344$ $Z = 3$
Karpinskiit (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) $a_0 = 14.24$ $c_0 = 4.83$ $c_0/a_0 = 0.339$ $Z = 3^2$

¹) B. Goßner & F. Mußnug, Zbl. Min. 1927. 221. — Min. Tab. 1941. 212 (Formel).

²) 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.

Sodalith (Thomson, 1811)	$\text{Na}_8[\text{Cl}_2 (\text{AlSiO}_4)_6]$ $a_0 = 8.83-8.91$ $Z = 1^1$
Nosean (Klaproth, 1815)	$\text{Na}_8[\text{SO}_4 (\text{AlSiO}_4)_6]$ $a_0 = 8.98-9.15$ $Z = 1^2$
Haüyn (Brunn & Neergard, 1807)	$(\text{Na}, \text{Ca})_{8-4}[(\text{SO}_4)_{2-1} (\text{AlSiO}_4)_6]$ $a_0 = 9.12$ $Z = 1^3$
Lasurit (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, $a_0 = 27.1$ ⁶).

Ittnerit (Gmelin, 1822) ($a_0 = 9.04$) und **Skolopsit** (Kobell, 1849) ($a_0 = 9.06$) sind Noseane mit Zeolithisierung in verschiedenen Graden.

¹⁾ 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.

²⁾ 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).

³⁾ 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).

⁴⁾ H. Dachs, München, priv. Mitt. 1955 (für Lapis lazuli von Afghanistan).

⁵⁾ H. Sörensen, Medd. Grönland **167**. 1962. 1 (identisch mit Beryllium-Sodalith, Sörensen 1960, und Beryllsodalith, Semenov & Bykova 1960).

⁶⁾ 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, Colorado¹⁾ und von Nord-Nigeria^{1a)}.

¹⁾ J. J. Glass, R. H. Jahns & R. E. Stevens, Am. Min. **29**. 1944. 163.

^{1a)} O. v. Knorring & P. Dyson, Am. Min. **44**. 1959. 1294.

²⁾ 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:

Marialith	Ma_{10} bis Ma_8Me_2	Tetragonal-dipyramidal $C_{4h}^5 - I4/m$ $a_0 \sim 12.11$ bis 12.23
	(vom Rath, 1866)	
Dipy	Ma_8Me_2 bis Ma_5Me_5	$c_0 \sim 7.56$ bis 7.68
	(Haüy, 1801)	
Mizzonit	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)	
Mejonit	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 SO_4 -Gehalt als **Sulfatmarialith**, **Sulfatmejonit** usw. usw. Die röntgenographische Orientierung ist gegenüber der morphologischen um 45° 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 $\text{BaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8^{4a)}$.

¹⁾ L. Pauling, Proc. Acad. Sci. USA **16**. 1930. 453 (Struktur, SB. **2**. 155). — E. Schiebold & G. Seumel, Z. Krist. **81**. 1931. 110.

²⁾ B. Goßner, Zbl. Min. 1928. 129; 167.

³⁾ V. V. Ilyuchin & Y. I. Semenov, Doklady Akad. Wiss. USSR **129**. 1959. 1386.

⁴⁾ W. Campbell Smith, F. A. Bannister & M. H. Hey, Min. Mag. **28**. 1949. 676.

^{4a)} 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 H_2O -Moleküle + Kationen ist pro Ring gleich 4; es ist dies durch die nahezu gleiche Raumbeanspruchung von H_2O , 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
 $a_0 = 13.35$ $b_0 = 13.35$ $c_0 = 6.65^5$
 $a_0:b_0:c_0 = 1.000:1:0.498$ $Z = 2$
- Edingtonit** $\text{Ba}[\text{Al}_2\text{Si}_3\text{O}_{10}] \cdot 3 \text{H}_2\text{O}$
 (Haidinger, 1825) Tetragonal-skalenoedrisch $D_{2d}^3 - P\bar{4}2_1m$
 $a_0 = 9.60$ $c_0 = 6.54^6$
 $c_0/a_0 = 0.681$ $Z = 2$

Bei 300 °C entwässerter Natrolith soll $a_0 = 16.34$, $b_0 = 17.09$, $c_0 = 6.60$ haben^{1a)}.

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, $a_0 = 13.05$, $b_0 = 24.65$, $c_0 = 7.04^8$.

¹⁾ 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).

^{1a)} J. H. Fang, *Am. Min.* **48**. 1963. 414.

²⁾ J. Wyart 1933. – Hey & Bannister, *Min. Mag.* **24**. 1936. 227. – Taylor, Meek & Jackson 1933 (Struktur).

³⁾ 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).

⁴⁾ J. Wyart, *Bull. Soc. Franç. Min.* **56**. 1933. 81. – Taylor, Meek & Jackson 1933 (Struktur, SB. **3**. 171).

⁵⁾ 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.

⁶⁾ 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.

⁷⁾ J. A. Gard, H. F. W. Taylor & R. A. Chalmers, *Min. Mag.* **31**. 1957. 611.

⁸⁾ 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^{1a)}.

- 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 $C_s^3 - Cm$
 $a_0 = 14.90$ $b_0 = 13.17$ $c_0 = 7.55$
 $a_0:b_0:c_0 = 1.131:1:0.573$ $\beta = 111^\circ 30'$ $Z = 4^1$

Yugawaralith $\text{Ca}[\text{Al}_2\text{Si}_5\text{O}_{14}] \cdot 3 \text{H}_2\text{O}$ (Sakurai &
Hayashi, 1952)

Monoklin

$$a_0 = 13.26 \quad b_0 = 13.65 \quad c_0 = 9.73$$

$$a_0 : b_0 : c_0 = 0.9715 : 1 : 0.714 \quad \beta = 111^\circ 30' \quad Z = 4^2$$

Leonhardit ist teilweise entwässerter Laumontit, also ein Metalaumontit, $a_0 = 14.75$, $b_0 = 13.10$, $c_0 = 7.55$, $\beta = 112^{\circ 1b}$).

¹⁾ D. S. Coombs, Am. Min. **37**. 1952. 812. — H. Heritsch, Tschemm. Min. Petr. Mitt. **5**. 1956. 335: $a_0 = 14.67$, $b_0 = 13.12$, $c_0 = 7.52$, $\beta = 111^\circ 36'$.

^{1a)} J. V. Smith, Min. Soc. Am. Spec. Paper **1**. 1963. 281.

^{1b)} D. S. Coombs, 1952, l. c. — D. L. Lapham, Am. Min. **48**. 1963. 683.

²⁾ 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} — $Cmc2_1$

$$a_0 = 18.29 \quad b_0 = 20.39 \quad c_0 = 7.52$$

$$a_0 : b_0 : c_0 = 0.897 : 1 : 0.369 \quad Z = 4^2$$

¹⁾ 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).

²⁾ 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 Beziehungen³⁾. Die Struktur von Brewsterit ist bekannt; sie enthält Fünferinge, durch deren Verknüpfung einerseits Viererlinge, andererseits unter Bildung von Sechseringen Schichten parallel (010) entstehen.

Heulandit* $\text{Ca}[\text{Al}_2\text{Si}_7\text{O}_{18}] \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$ Monoklin-prismatisch C_{2h}^4 — $C2/m$

(Brooke, 1822)

$$a_0 = 17.71 \quad b_0 = 17.84 \quad c_0 = 7.46$$

$$a_0 : b_0 : c_0 = 0.993 : 1 : 0.418$$

$$\beta = 116^\circ 20' \quad Z = 4$$

		Pseudoorthorhombische Zelle $C_{2h}^3 - I2/m$ $a_0' = 7.46 \quad b_0 = 17.84 \quad c_0' = 15.88$ $a_0' : b_0 : c_0' = 0.418 : 1 : 0.890$ $\beta' = 91^\circ 26' \quad Z = 4^1)$
Stilbit (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): $a_0 = 13.63 \quad b_0 = 18.17 \quad c_0' = 17.62$ $\beta' = 92^\circ 00'$ $a_0 : b_0 : c_0' = 0.750 : 1 : 0.970 \quad Z = 8^2)$
Epistilbit (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 $a_0' = 14.84 \quad b_0 = 17.73 \quad c_0 = 10.21$ $a_0' : b_0 : c_0 = 0.837 : 1 : 0.576$ $\beta' = 90^\circ 40' \quad Z = 6^3)$
Brewsterit (Sr, Ba, Ca) (Brooke, 1822)	$[Al_2Si_6O_{16}] \cdot 5 H_2O$	Monoklin-prismatisch $C_{2h}^2 - P2_1/m$ $a_0 = 6.77 \quad b_0 = 17.41 \quad c_0 = 7.66$ $a_0 : b_0 : c_0 = 0.389 : 1 : 0.440$ $\beta = 93^\circ 04' \quad Z = 2^3)^{3a)}$
Ferrierit (Na, K) ₂ 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 °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 °C amorph; Natron-Heulandit hingegen ist bis 700 °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^{2a)}.

¹⁾ 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.

^{1a)} B. Mason & L. B. Sand, Am. Min. **45**. 1960. 341. — F. A. Mumpton, Am. Min. **45**. 1960. 351.

^{1b)} J. Wyart, C. R. Acad. Sci. Paris **191**. 1931. 1343.

²⁾ J. Sekanina & J. Wyart, Bull. Soc. Franç. Min. **59**. 1936. 377.

^{2a)} A. Pabst, Min. Mag. **25**. 1939. 271.

³⁾ H. Strunz & Ch. Tennyson, N. Jb. Min. Mh. 1956. 1.

^{3a)} A. J. Perrotta & J. V. Smith, Am. Min. Soc. Meeting 1963. Progr. 128 A (Struktur).

⁴⁾ 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, $\text{C}_2^2 - \text{P}2_1$

$a_0 = 9.82$ $b_0 = 14.13$ $c_0 = 8.68^2)$ ^{2a)}

$a_0 : b_0 : c_0 = 0.695 : 1 : 0.614$ $\beta = 124^\circ 50'$ $Z = 2$

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^{2a)}.

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 Gismondin⁴⁾, $a_0 = 9.85$, $c_0 = 10.32^{4a)}$.

¹⁾ J. Wyart & P. Chatelain, Bull. Soc. Franç. Min. **61**. 1938. 121 („Christianit“).

^{1a)} H. Steinfink, Acta Cryst. **15**. 1962. 644 (Struktur).

²⁾ J. Sekanina & J. Wyart, Bull. Soc. Franç. Min. **60**. 1937. 139. — R. Sadanaga, F. Marumo & Y. Takeuchi, Acta Cryst. **14**. 1961. 1153 (Struktur).

^{2a)} H. Hoss & R. Roy, Beitr. Min. Petr. **7**. 1960. 389 (Kationenaustausch und Erhitzungsversuche).

³⁾ 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.

⁴⁾ 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, $a_0 = 10.01$, $c_0 = 9.87$).

^{4a)} 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^c) $a_0 = 13.26$ $c_0 = 15.12$ $Z = 3^3$

Levyn $\text{Ca}[\text{Al}_2\text{Si}_4\text{O}_{12}] \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ Rhomboedrisch

(Brewster, 1825)

$$a_0 = 13.28 \quad c_0 = 23.0^4$$

$$c_0/a_0 = 1.732 \quad Z = 9$$

$$a_{\text{rh}} = 10.84 \quad \alpha = 75^\circ 33' \quad Z = 3$$

Herschelit (Levy, 1825) ist eine Varietät von Chabasit, bei dem der Gehalt an Na + K den von Ca übertrifft^{2a)}. **Erionit** (Eakle, 1898) ist mit Offretit identisch^{3a)}.

¹⁾ 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.

²⁾ 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.

^{2a)} H. Strunz, Min. Tabellen 1957. — B. Mason, Am. Min. **47**. 1962. 985.

³⁾ 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“).

^{3a)} M. H. Hey & E. E. Fejer, Min. Mag. **33**. 1962. 66.

⁴⁾ 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 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 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 O_h^1 — $\text{Im}3\text{m}^3$).

Ashcroftin (früher mit „Kalithomsonit“ bezeichnet), hat mit Thomsonit außer einer gewissen äußerlichen Ähnlichkeit nichts gemeinsam.

¹) 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.

²) M. H. Hey & F. A. Bannister, Min. Mag. **23**. 1933. 305.

³) 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 & 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 & 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
 $a_0 = 9.85 \quad c_0 = 36.74 \quad c_0/a_0 = 3.730 \quad Z = ?^6)$

¹⁾ F. Mazzi & C. Garavelli, *Per. Min.* **26**. 1957. 269 (Struktur).

^{1a)} S. Carić, *Bull. Soc. Franç. Min. Crist.* **82**. 1959. 50. – F. Mazzi & C. Garavelli, *Per. Min.* **28**. 1959. 243.

²⁾ W. Hoffmann, *Naturwiss.* **47**. 1960. 38; *Diss. Univ. Hamburg* 1961 (Struktur). – G. Cocco, *Rend. Soc. Min. Ital.* **18**. 1962. 302 (Struktur).

³⁾ F. A. Bannister & M. H. Hey, *Disc. Rep.* **13**. 1936. 60.

⁴⁾ 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.

⁵⁾ Knaggs, *J. Chem. Soc.* **121**. 1922. 2069 (für synthet. Kristalle).

⁶⁾ 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 $\text{Ca}[\text{Cl} | (\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2)_2] \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$ sein³⁾.

¹⁾ T. F. W. Barth & C. J. Ksanda, *Am. Min.* **18**. 1933. 8.

²⁾ A. Preisinger, *Tscherm. Min.-Petr. Mitt.* **3**. 1953. 376 (Struktur). – Vgl. A. Schoep & V. Billiet, *Z. Krist.* **91**. 1935. 229; $a_0 = 9.24, c_0 = 5.57$.

³⁾ 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:

Kratochwilit 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)
Simonellit 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)
Phylloretin 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)
Fichtelit C ₁₉ H ₃₄ (Bromeis, 1841)	Monoklin-sphenoidisch C ₂ ² — P2 ₁ a ₀ = 10.75 b ₀ = 7.51 c ₀ = 13.08 a ₀ :b ₀ :c ₀ = 1.431:1:1.742 β = 126° 54' Z = 2 ⁵)
Hartit C ₂₀ H ₃₄ (Haidinger, 1841)	Triklin C _i ¹ — P1̄ a ₀ = 21.10 b ₀ = 11.54 c ₀ = 7.50 a ₀ :b ₀ :c ₀ = 1.820:1:0.650 α = 103° 11' β = 92° 59' γ = 80° 35' Z = 4 ⁶)
Flagstaffit C ₁₀ H ₁₈ (OH) ₂ ·H ₂ O (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 (α-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.

¹) H. Strunz & B. Contag, N. Jb. Min. Mh. 1964. 19.

²) W. M. Mazee, Rec. Trav. Chim. Pays-Bas. 67. 1948. 197 (Gitterkonstanten, Raumgruppe und Zellinhalt f. synthet. Kristalle).

²⁾ J. Iball, Z. Krist. **94**. 1936. 397. – G. M. Brown & M. H. Bortner, Acta Cryst. **7**. 1954. 139 (Strukturvorschlag).

³⁾ F. Emiliani & R. Pellizzer, Rend. Accad. Lincei. Rom. **14**. 1953. 652; **15**. 1953. 101.

⁴⁾ 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 ($a_0 = 8.54$, $b_0 = 6.25$, $c_0 = 23.4$; $C_{27}^{17} - A_{ba}2$).

⁵⁾ H. Strunz, Naturwiss. **49**. 1962. 9.

⁶⁾ R. Pellizzer, Atti Accad. Lincei. Rom. **19**. 1955. 150.

⁷⁾ 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 Δ 13-Dihydro-dextropimarsäure $C_{20}H_{32}O_2$; 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, Simetit 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 Ni_3Se_4 $a_0 = 9.94$ $Z = 8^1$)

(Vuorelainen & al., 1964)

Anhang zur Linneit-Reihe:

Wilkmanit Ni_3Se_4 Monoklin

(Vuorelainen & al., 1964) $a_0 = 6.22$ $b_0 = 3.65$ $c_0 = 10.52^1$)

$a_0:b_0:c_0 = 1.704:1:2.882$ $\beta = 90.53^\circ$

¹⁾ Y. Vuorelainen, A. Huhma & A. Häkli, C. R. Soc. geol. Finlande **36**. 1964. 113.

C. 1 a.) **Ottemannit** Sn_2S_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 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 SnS_2 Ditrigonal-skalenoedrisch $D_{3d}^3 - P\bar{3}m1$ *66 nr. 41*
 (Moh, 1964) ^{*crystal no. 1001*} $a_0 = 3.64$ $c_0 = 5.87$ $c_0/a_0 = 1.612^{(1)}$ *C = 1181*
Kitkait NiTeSe Ditrigonal-skalenoedrisch $D_{3d}^3 - P\bar{3}m1$
 (Häkli & al., 1965) ^{*crystal no. 1001*} $a_0 = 3.72$ $c_0 = 5.13$ $c_0/a_0 = 1.379^{(2)}$

¹⁾ J. Oftedal, Norsk. Geol. Tidsskr. **9**. 1926. 225 (Struktur für synthet. Kristalle). – G. H. Moh, Vortrag DMG, Wiesbaden 1964 (als Mineral beobachtet und benannt).

²⁾ A. Häkli, Y. Vuorelainen & G. Sahama, Am. Min. **50**. 1965. 581.

³⁾ Naturwissensch. 1972, 52, NB, S. 361 Elzack A.H.

D. 5.) Bleisilberspießglanze:

Marrit 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 (Sr, 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 (Ca, Na, SE)(Nb, Ti, Fe) 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, Utah¹⁾; 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 Columbia²⁾.

¹⁾ J. W. Montoya, G. S. Baur & S. R. Wilson, U. S. Bur. Mines Rept. Invest. 6408. 1964. 1.

²⁾ 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 sein²⁾, hexagonal, $a_0 = 10.62$, $c_0 = 7.54^{2a)}$.

¹⁾ B. Nashar, Min. Mag. **34**. 1965. 370.

²⁾ E. I. Semenov, Kristallografiya **9**. 1964. 109.

^{2a)} 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 $(\text{Zn}, \text{Fe}, \text{Mn})\text{Fe}_4^{++}[\text{OH}|\text{(SO}_4)_3]_2 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$

$$a_0 = 7.35 \quad b_0 = 18.16 \quad c_0 = 7.28$$

$$\alpha = 93^\circ 50' \quad \beta = 101^\circ 30' \quad \gamma = 99^\circ 22'$$

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)[Al₂P₂(H₃)₂O₁₂] · 4 H₂O
 (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| SiO₄]
 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| SiO₄]
 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)₉(Fe, Mn)₂(Zr, Nb)₂[Cl| Si₁₂O₃₆]
 (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 Ba₄[Si₄O₁₀] · 6 H₂O
 (Alfors & al., 1965) Monoklin-prismatisch C_{2h}⁵ — P₂₁/a
 $a_0 = 8.46$ $b_0 = 10.62$ $c_0 = 7.84$
 $a_0:b_0:c_0 = 0.797:1:0.741$
 $\beta = 94^\circ 32'$ $Z = 4$

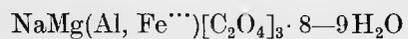
Macdonaldit BaCa₄[Si₁₅O₃₅] · 11 H₂O
 (Alfors & al., 1965) Orthorhombisch
 $a_0 = 14.06$ $b_0 = 23.52$ $c_0 = 13.08$
 $a_0:b_0:c_0 = 0.598:1:0.556$ $Z = 4$

Fresnoit Ba₂Ti[Si₂O₈]
 (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
 Absit² (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)
 Aciiculit †, 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 †, verwittelter 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 $\equiv \text{Z}\bar{\epsilon}\tau\eta\tau$
- 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-Skutterudit
- Allomorphit *P*, Baryt, vielleicht pseudomorph nach Anhydrit
- Allopalladium 93**
- Allophan 407**
- Allophan-Chrysozell, 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)₄₋₅[O₂ | SiO₄]
- 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% Al₂O₃
- Aluminiumchlorid 145
- Aluminobetafit (Kawai 1960), ungenügend beschrieben
- Alumino-Chrysotil 403**
- Alumino-Copiapit 263**
- Alumoantigorit, Al-haltiger Antigorit
- Alumoberesowskit, (Mg, Fe)(Cr, Al)₂O₄, *V* von Chromit
- Alumobritholit (Kudrina, Kudrin & Sidorenko 1961), röntgenamorphes Material mit 10–15% Al₂O₃, 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% Al_2O_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% Al_2O_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 (Fronde! 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
Aploin 329
Aplowitz 249
 Apoanalcim, Gemenge von Natrolith und (?) Hydronephelin (Oftedal 1952)
Apophyllit 380
 Apotom †, Cölestin
 Apyrit, V von Rubellit
Aquacreplit 400
Aquamarin 361
Araeozen 287
Aragonit 55, 213
 Aragoit 436
 Arakawait †, Vesze!yit
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)Al₂H₂Si₃O₁₁
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% As₂O₅
 Arsenphyllit †, Claudetit
Arsenpolybasit (Fronde) 131 = ~~Wuppen?~~
 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**
 β -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-Ilit mit 12% Cr_2O_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)
- **Aventurinfeldspat 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*

Baikerinit 437

„Baikovit“ 164

• **Bakerit 342**

Baldaufit †, Huréaulith (H. Strunz 1954)

Balkaschit, ein Bitumen

Ballas, radialfaserige Massen von Diamant

Ballesterosit †, Sn-haltiger Pyrit

Baltimorit †, *Chrysoth Alutunovskit*Balvraidit *Yungfah* (Ca, Mg)Al₃H₃Si₅O₁₉,
Zersetzungsprodukt, Übergang zu Serpentin

Bamlit †, 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, $\sqrt{\text{Na-K-Feldspat}}$ mit 14% BaAl₂Si₂O₈

Bariumanemousit, Barium-Anorthit

Barium-Anorthit, $\sqrt{\text{V von Anorthit}}$ 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 BaAl₂Si₂O₈

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

Bariumsanidin, Sanidin 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 (*AL-мтрензит*)**Barringtonit 441**

Barroisit, gemeine Hornblende

Barsanovit 443 = *ЗБКовит*Barsowit *F*, Anorthit**Barthit 287** *cu-агетунит*

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)₂O₃ · Sb₂O₅ · 21 H₂O

Basobismutit †, Bismutit (Frondel 1943)

Bassanit 259**β-Bassanit 260**

„Bassetit“ 311

- Bastinit (Fisher 1945), Huréaulith mit etwa
1% Li_2O
- 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 $\text{SiO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
- Baulit †, Gemenge von Quarz und Orthoklas
- Baumbauerit** 134
- Bäumlerit** 143 \equiv *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_2O
und etwas MgO
- Beaverit** 246
- Beccarit †, olivgrüner Zirkon
- Bechilith †, Gemenge, hauptsächlich Ca-
Borat
- Beckelith** 339 \equiv *Opuntiumit*
- Beckerit 438 *Chalcedon*
- Becquerelit** 202
- Bedenit** 372
- Beegerit †, Bi-reicher anisotroper Bleiglanz
- Beekit †, Chalcedon pseudomorph nach
Muschelschalen
- Befanamit** 345 \equiv *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
- Berginit** 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*
Berthierin 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 $\sqrt{?}$, ~ Violarit; manche „Bey-richte“ der Sammlungen sind Eisencarbid, Wismut, Wismutglanz, Emplektit u. a. (Milton & Axelrod 1955)
 Bhreokit $\sqrt{?}$ (?), 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 $\sqrt{?}$ = *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 $\sqrt{?}$ (?), ein 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 $\sqrt{?}$ †, 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 $\sqrt{?}$
 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

Blijit 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 & 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 ?**Bornhardt 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⁺⁺⁺-Phosphat, wohl Zersetzungsprodukt von Vivianit, Halbinsel Kertsch
- Bostonit †, Chrysotil (auch Gesteinsname!)
- Botallackit 151**
- Botesit †, Hessit
- Botryogen 262**
- Botryolith †, Datolith *сиреневит. корунд*
- Bouazzerit †, Stichtit (J. Paclt 1953)
- Bouglisit †, Gemenge von Anglesit mit Gips
- Boulangerit 136**
- Bourboulit †, Melanterit + *полубокас*
- Bourgeoisit † ≡ Cyclowollastonit
- Bournonit 132**
- Boussingaultit 257**
- Bowenit †, Antigorit *негашит*
- 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, Kalifornien
- 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 MnO₂-u. a. Mineralien, hauptsächlich Pyrolusit
- Bravaisit?** Hydromuskovit, 387 ≡ *сильн. слонит*
- Bravoit 123** ≡ ? *андремунит*
- Brazilianit, siehe Brasilianit (P. & H. 1945)
- Brazilit †, teils HN für ein ölführendes Gestein von Bahia, teils Baddeleyit, teils HN für faseriges Zirkonerz
- Breadalbanit Ξ 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 $F \equiv$ Austinit
- Britholith 290**
- Brocchit †, Chondrodit
- Brochantit 244**
- Brookit 278**
- Brodricit? (Dake 1941), Glimmermineral ähnlich Pholidolith
- Bröggerit, V von Uraninit, reich an Thorium
- Broggit †, V von Asphalt, aus Peru
- Bromammonium, synthet. NH₄Br, 142
- Bromargyrit 43, 142**
- Bromchlorargyrit 142** ≡ *зубонит*
- Bromellit 39, 45, 160**
- Bromit †, Bromargyrit
- Bromlit †, Alstonit
- Bromyrit, Bromargyrit
- Brongniardit, a) derb, = Diaphorit, b) kristallisiert, = V von Argyrodit
- Brongniartin †, teils Glauberit, teils Brochantit
- Bronzit 367**
- Brookit 51, 186**
- Brossit †, säuliger Dolomit
- Brostenit †, Gemenge von Polianit, Psilomelan und Braunit
- Brownmillerit 162**
- Brucit 52, 197**
- Brücknerellit 437 *шварц*
- 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 *шварц*
- 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) (zu 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

Calcioecancerit †, Mejonit

Calcioecarnotit †, Tujamunit *(Carnotit + von Carnotit)*

Calciocelesian, 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), α -Ca₂SiO₄, synthetisch und
aus Schlacken, 327

Calcio-palygorskit †, Gemenge von Paly-
gorskit mit Calcit

Calciorhodochrosit †, Gemenge? von Mn-
und CaCO₃ \equiv *Ca₂ 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, CaCO₃*

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-vedugit*

Calcium-Eisenspessartin, V von Spessartin
 Calciumferriphosphat³ (Efremow 1936),
 $\text{CaFe}^{3+}[(\text{OH})_8 | \text{PO}_4] \cdot \text{H}_2\text{O}$ (?) *изм. мин. вида?*
 Calcium-Jarosit, Calcio-Jarosit
Calciumkatapleit 359 *= карбонильный катантит*
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 *= ромбический*
 Calciumrhodochrosit, Kalk-Rhodochrosit
 Calciumrinkit, Götzenit
 Calcium-Siderit 211 *= сидерит*
 Calciumsulfat-Hemihydrat, Bassanit
Calcium-Strontianit 213 *записано шиль*
Calcclacit 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 *= ? изминерит*

Cancrinit 423
 Candit †, Ceylonit
Canfieldit 104
Cannizzarit 137
 Cantonit P, Covellin pseudomorph nach
 Bleiglanz
 Capillitit (Ahlfeld & Angelelli 1948), V von ZnFe *подорозит*
 Rhodochrosit mit viel Zn²⁺ und Fe²⁺
 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 *= CO₂-цитролит*
 Carbonyttrin †, Tengirit
 Carborund 96
 Carburan †, eine pechartige Substanz mit
 5% UO₃
Cardenit 392
 Cardosonit (I. A. Amor, Madrid 1955), ähn-
 lich 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
Carrollit 119
Casium-Biotit 385
 Cassinit †, ein *сунт. ба-апокрис, шарофан-сунт*
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 & *иногда*
 Caswellit †, Zersetzungsprodukt von *Битит*
 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 *септосилит*
 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% Ce₂O₃
 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%
 CuFeS₂
 Chalkophacit †, Lirokonit
Chalkophanit 200
Chalkophyllit 307
 Chalkopissit †, „Kupferpecherz“
Chalkopyrit 38, 108
 Chalkopyrrhoin †, Cubanit; neuerdings
 auch für Mischkristalle CuFeS₂-FeS ver-
 wendet
Chalkosiderit 305
Chalkosin 37, 101, 102
 Chalkostaktit †, Chrysokoll
Chalkostibit 129
Chalkotrichit 160
 Chalmersit †, Cubanit
 Chalybit †, Siderit
 Chalypit 92? *Fe₂C?*
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, a₀ = 5,49, b₀ = 13,07,
 c₀ = 5,79, α = 91° 18½', 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 †, Mikroklinperthit
- Chevkinitt, Tscheffkinit**
- Chiastolith 333**
Chibinit, Lovtschorrit
Chiklit, V von Richterit
- Childrenit 305**
- Childro-Eosphorit 305**
Chileit †, teils krustenförmiger Descloizit, teils Goethit
- Chilenit** 100 *свца?*
Chilesalpeter, Natronsalpeter *нитрат натрия*
- Chilkinit, Schilkinit
- Chillagit 268**
Chiltonit †, Prehnit
Chimborazit †, Aragonit
Chinglusuit, Tschinglusuit
Chinkolobwit F, Sklodowskit
Chinoit (Beck & 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
Chloridmarialih 426 = *маршалит*
Chloridmejonit 426 = *миннал*
- 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, Zersetzungserzeugnis 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 *~ карниелит или свца.*
- Chodnewit †, unreiner Chiolith
Chondroarsenit †, Sarkinit
- Chondrodit 69, 334**
- Chondrostibian 176**
Chonikrit †, zersetzt und mit Diallag gemengter 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 *~ миннал*
- 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% Cr₂O₃ = *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% Cr₂O₃
 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 CaNa₈[SO₄]₄, 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-кальцит*
 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-NMg-латит*
 mit je etwa 10% CoO, MgO und MnO
 Cobaltpentlandit, Kobaltpentlandit
Coccinit 143
 Cocinerit (Hough 1919), ~ Cu₄AgS,
 legierungsartig, derb; Cocinera-Grube,
 Mexiko *сметь*
 Codazzit, Gemenge von Ankerit und Parisit
 (Am. Min 13. 1928. 570) *Co-доломит 90 8% TR203*
 Coelanit, kubisches Schlackenprodukt, pe-
 rowskitähnlich, mit SE
Celestin 59, 243
 Coeruleit ?, CuAl₂[(OH)₂ | AsO₄]·7H₂O
 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 Chryso-koll ähnliches kolloidales Kupfersilikat; nach Hahn (1927) ein proteinartiges „Mineral“

Cornwallit 284 = *эрмивит***Coronadit** 183

Coronguit †, silberhaltiger Bindheimit (Mason & 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 stalaktischer 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) Chiestolith, b) Pseudomorphose von Eisenhydroxiden nach Arsenopyritdrillingen

Cryphiolith, Apatit und Sellait pseudomorph nach Wagnerit (Claringbull & Hey 1956)

Cs-Beryll 361
Csiklovait 120
 Cubait †, Quarz von Cuba
Cubanit 111
 Cubicit †, Analcim
 Cuboit †, Analcim
 Cucceheit †, „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 Cu₂O, kubisch
 Cuprodescloizit †, Mottramit
 Cuproferrit †, Pisanit
Cupro-Goslarit 252
 Cuprojarosit †, Cuprokirovit
 Cuprojoargyrit †, Miersit = *Аз маршит* ✓
 Cuprokassiterit †, angewitterter Zinnkies
Cuprokirovit 251
 Cuprolowtschorrit, Cuprowudyawrit
 Cupromagnetit †, 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 = ? *хрусокит*
Cyanochoirit 257 *хрусокит*
 Cyanoferrit †, Pisanit
 Cyanolith(?)?, unsicherer Zeolith
 Cyanosit †, Chalkanthit
Cyanotrichit 262
 Cyclopeit?, = feinfaseriger Hvit *спецалит*
 Cyclopit †, 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*
Cyrolovit 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 Ag₂S (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 (D. ДАШКЕСИТ)

Datolith 62, 341

Dauberit †, Zippelit

Daubreéit 155 (D. ДАБРЕЭИТ)**Daubreélith 46, 118**Daunialith (Andreatta 1943), Gemenge von Montmorillonit mit 25% organogenem SiO₂

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 „Pflockstruktur“

Deerit 373

Degeröit †, Hisingerit

Dehrnit 290

De Kalbit †, Diopsid

Delafossit 161

Delanovit (Delanovit) ~ Montmorillonit

Delatorreit (Simon & 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 Ca₁₂[(OH)₄ | Si₆O₂₂]

Delorenzit = Tanteuxenit (Butler & 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 Chrysozell, P-haltig

Denhardtit 436 (D. ДЕНХАРДИТ)

Denningit 177

Dennisonit † = Davisonit †, Apatit (Frondel, priv. Mitt. 1954)

Deodatit †, Hauyn

Derbylith 176

Deriberit, 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 ?, H₂O-haltiges NiZn-Silikat**Descloizit 286****Desmin 430 = ДЕСМИН****Destinezit 304**

Devadit †, Vredenburgit (Mason 1943)

Devillin 263

Devonit †, Wavellit

Dewalquit †, Ardenit

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 = ДИАДОЧИТ ДИАДОХИТ

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[?], angeblich Ni₃As, 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 unbefriedigend beschriebenes Al-Silikat mit 15% H₂O, optisch völlig isotrop, röntgenographisch 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[?], kolloidales TiO₂, TiO₂·H₂O oder TiO₂·2H₂O, angeblich in manchen Lateriten
 Dognacskaite[?], Cu₃S·2Bi₂S₃ (?)
Dolerophanit 244
 Dolomian †, Häüyn
Dolomit 55, 212
Doloresit 194
Domeykit 100
 Domingit †, Warrenit
Donbassit 400
 Dopplerit (Haidinger), Ca-Salz einer Huminsäure
 Dopplerit (Deicke) †, eine erdige organ. Substanz
 Doranit ~ Analcim
 Doughtyit[?], ~ Winebergit
Douglasit 150 ✓
Doverit 216
Drava 362
 Dreetit, Dreelith †, Calciobaryt ~ *Chalk*
 Drewit, submariner CaCO₃-Schlamm; Florida
 Droogmansit[?], gelbrote radialstrahlige Kügelchen in den uranföhrnden Schichten von Kasolo, Katanga; optisch zweiachsichtig 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 Dschulul-Kul-See
 Dubuissonit ~ Montmorillonit
 Ducktownit †, Gemenge von Pyrit und Chalkosin
 Dudgeonit †, unreiner Annabergit
 Dudleyit †, angewitterter Biotit
 Dufreniberaunit[?], H₂O-haltiges FeMn-Phosphat, ähnlich dem Beraunit
Dufrenit 283
Dufrenovskit 134
Duftit 286
 Dumasit †, ein Chlorit
Dumontit 315
Dumortierit 342
Dumreicherit 254 ? Chalk?

Dundasit 221

Dunhamit \checkmark (?), PbTe-Mineral (Fairbanks 1946)

Duparcit \dagger , Vesuvian

Duplexit (Rowledge & Hayton 1948) = Bavenit (H. Strunz, Zbl. Min. 1949. 205; M. Fleischer & G. Switzer, Am. Min. 38. 1953. 988)

Duporthit \dagger , unreiner asbestartiger Serpentin

Durangit 73, 286

Durdenit \dagger , Emmonsit (Frondel & Pough 1944)

Dürfeldtit \dagger , inhomogenes Sulfantimonid
Durit (Matzkohle), mikroskopischer Bestandteil des Anthracits

Dussertit 239 \checkmark

Dutoitspanit \dagger , Bultfontein

Duttonit 194

Duxit 437 *судит*

Dysanalyt 47, 172

Dysklasit \dagger , Okenit

Dyskolit \dagger , Saussurit

Dyskrasit 101

Dysluit, V von Gahnit

Dysodil 437 *дизодил*

Dyssnit \dagger , verwitterter Fowlerit

Dysyntribit \dagger , Gieseckit (zu dichter Muskovitsubstanz veränderter Nephelin)

Dzhalindit, Djalindit

E

Eakinsit ~ Boulangerit

Eakleit \dagger , Xonotlit

Eardleyit 221**Earlandit 435**

Eastonit \dagger , teils ein Phlogopit, $KMg_{2,5}Al_{1,5}$

$[(OH)_2 | Al_{1,5}Si_{2,5}O_{10}]$, teils ein Vermiculit

Ebelmenit \dagger , Gemenge von Polianit und Psilomelan

Echellit, Natrolith

Eckermannit 371

Eckrit \dagger (Ravier 1951), eine Hornblende zw. Arfvedsonit und Glaukophan

Edelopal 180**Edenit 370****Edingtonit 428**

Edisonit \dagger , Rutil

Edmondsonit \dagger , Taenit

30*

Edwardsit \dagger , Monazit

Egeran, Vesuvian in strahligen Aggregaten

Eggonit, Sterrettit (Bannister 1941)

Eglestonit 152

Egueit \dagger , angeblich Oxydationsprodukt von Vivianit, wohl nicht homogen = *окисленный*

Ehilit, Pseudomalachit

Ehrenbergit \dagger ? Allophan

Ehrenwerthit, wohl Siderogel

Eichbergit \dagger ?, $(Cu, Fe)Sb_3Bi_3S_5$, $D = 5,4$,

$H > 6$; nur ein einziges Stück vom Eichberg am Semmering bekannt geworden

Eichwaldit 223 = *еичвалдит*

Eikoturmalin \dagger ? ähnlich Turmalin, opt. zweiachsig, ohne Bor

Eis 159**Eisen 33, 92**

„Eisenäkermanit“, Schlackenprodukt 346

Eisenalabandin 115

Eisenalaun \dagger , Halotrichit

Eisenthophyllit \dagger , teils Hypersthen, teils Grünerit, teils Aktinolith

Eisenantigorit, Ferro-Antigorit

Eisenantimonglanz \dagger , Berthierit

„Eisen-Berlinit“ (Geith 1953), synthet. $FePO_4$ mit Berlinit-Struktur

Eisenblüte, V von Aragonit, bäumchenförmig

Eisenboracit 236 = *Fe-борацит* = *железист*

Eisenchlorit \dagger , Delessit

Eisen-Cordierit 361

Eisendolomit, V von Ankerit, *доломит*

Eisengedrit, Ferrogedrit

Eisenglanz 170

Eisenglimmer \dagger , Lepidomelan

„Eisenglimmer“ 170

Eisengymnit \dagger , teils Fe-haltiger Deweylith, teils „Hydrophit“

Eisenhypersthen, Hypersthen mit $Mg:Fe = 1:3 = Mg-гиперит$

Eisenkalkolivin, wohl ein Fe-Monticellit, nur aus Schlacken bekannt

Eisenkies, Pyrit

Eisenkiesel 180 *железистый кварц***Eisenknebelit 325**

Eisenkobaltkies \dagger , Safflorit

Eisenmikroklin, synthet. 418

Eisenmonticellit, synthet. $CaFe[SiO_4]_2$

Eisennatrolith \dagger , 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-Тепроит*
 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 *Fe-содержащий турмалин?*
 Eldoradoit †, teils Bleiglanz, teils irisierenden Quarz
 Elektrum 90
 Eleonorit 304 = *Бериллит*
 Elfstorpit V wasserhaltiges Mn-Arsenit oder Arsenat, orthorhombisch (?)
 Elhuyarit †, Allophan
 Eliasit †, unreiner Gummit
 Elizavetinskite (Mikheev 1957), Lithiophorit mit Mn- und Co-Gehalten
 Elkonit, quellfähiges Tonmineral mit Absorptionsvermögen
 Ellagit †, Skolezit
 Ellestadit 290
 Ellonit †, eimolitanähnliche Mineralgemenge mit Quarz durchsetzt
 Ellsworthit V Uran-Pyrochlor
 Ellweilerit (Bültmann 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 + *Калит (диэтермит)*
 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 = *хвопунт*
 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 = *падгопан*
 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*

Eserit 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

Euehysiderit †, Hedenbergit

Eucryptit, 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

Eulit₂, 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- + *хвопунт*
 Muskovit

Eupyrchroit †, unreiner Apatit

Euralith² †, 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. 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 2002)
 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 TiO_2 , 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 = *2ACTUNZENT*

Femolit (Skvortsova, Sidorenko, Dara, Silanteva & Medoeva 1964), $\text{Mo}_3\text{FeS}_{11}$, ähnlich Molybdänglanz, vgl. Castaingit *ähnlich FeS₂+As₂*

Fenaakit 380

Fenghuangit (Peng & Liu 1962) = Fenghuang-shih (Peng 1959), V von Britholith mit 19,64% 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? = нонтронит*

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 = *зривогрутит*
Ferrisepiolith 411 = *ксм номит*
 Ferri-Sericit (H. Minato & Y. Takano 1952), ein Sericit mit 5,7% Fe₂O₃ und 1,5% FeO
Ferrisicklerit 274
Ferrisymplesit 297 *?*
 Ferrit †, teils eisenreicher Serpentin, teils Eisen, teils Limonit, teils Schlacken-substanz
 Ferritspinelle 163 *зривогрутит*
Ferritungstit 269
 Ferriwotanit, Ferrititanbiotit
Ferroaktinolith 369 = *фортит*
 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-ниобит*
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 *Mg-фаялит*
 Ferrohypersthen, Orthopyroxen En₃₀Of₇₀ (Of = Orthoferrosilit) *Mg-фаялит*
 Ferroilmenit †, Niobit
Ferro-Johannsenit 366

Ferrokapholith 368
 Ferrokobaltit †, Glaukodot
 Ferroludwigit, Paigeit = *воженит*
 Ferro-Magnesit 211 = *спейнит*
 Ferronatrit †, Ferrinatrit
 Ferroniobit, V von Niobit mit Fe:Mn > 3:1 = *колумбит*
 Ferropallidit †, Schmölnitzit
Ferropiriklas (Tilley 1951), Fe-haltige Varietät von Pirklas
 Ferropicotit †, ein Eisenspinell = *пирокласт*
 Ferropigeonit, V von Pigeonit
 Ferroprehnit, ein Prehnit mit 4% Fe₂O₃ für Al₂O₃
 Ferropyroaurit = „Eisenbrucit“ von Siebenlehn/Sa., nach Meixner (1937) MgCO₃ · 2Fe(OH)₂ · 5Mg(OH)₂ · 4H₂O
Ferro-Rhodochrosit 211
Ferro-Salit 366 (*Mg-тегит*)
 Ferroschallerit, irrtümlich für Ferro-Friedelit (Frondel & Bauer 1953)
Ferroselit 42, 125
 Ferrosilit, Klinoferrosilit
 Ferro-Smithsonit 211 = *монсеймит*
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% Fe₂O₃
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 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** = Tripuhyit (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 146Fluobaryt †, 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[?], 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[?] 296Forcherit †, Gemenge von Opal mit „kol-
loidalem“ As_2O_3 Forchhammerit ?, angeblich 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 = *косошпалит***Foucherit 309**

Fouqueit †, Klinozoisit

Fourmarierit 202Fournetit †, 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 112Fredericit †, Tennantit = *тенинит***Freibergit 109****Freieslebenit 133**

Freirinit, Lavendulan (C. Guillemin 1956)

Fremontit, Natramblygonit

Frenzelit †, Guanajuatit

Fresnoit 443**Freudenbergit 177**

Freyalith, Zersetzungsprodukt von Thorit

Friedelit 410**Frigidit[?]** †, Ni-haltiges Fahlerz von der
Grube FrigidoFringelit (Blumer 1951), fossiler Farbstoff
in sedimentärem Calcit**Friesit[?] 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 Anthracis

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 = ? митинит с Ag и Cu***Ganomatit** 304**Ganophyllit** 388**Gänsekötigerz** 304 = заноматит

Gapit †, Morenosit

Garbyit †, Enargit

Garividit †, Vredenburgit (Mason 1943)

• **Garnierit** 403

Garnsdorffit †, Pissophan

Garrelsit 342**Garronit** 431

Gastaldit, V von Glaukophan

Gastunit (Haberlandt & Schiener) 345

Gastunit (Honea) = Weeksit

• **Gaufroyit** 225

Gaulith †, Tekticit

Gauslinit †, Burkeit

Gavit, V von Talk

• **Gaylussit** 218

Gearskit (Grigoriev & Dolomanova 1951),

Gearsutit (G. & D., 1959)

• **Gearsutit** 148Gedanit 438 *аномалит*• **Gedrit** 372Gedroizit? „kolloidales Bodenmineral“
(Na, K)₂Al₂Si₃O₁₀ · 2H₂O, n = 1,483• **Gehlenit** 74, 346• **Geikielith** 47, 170

Gekrösestein, gefältelter, dichter Anhydrit

Gelbantimonerz †, Cervantit

Gelbbleierz 268 *гелблеierz*

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 Bituminit

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
 Germarit †, 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 triklinen 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 (Fe²⁺-W.)
 Gilsonit HN, für Uintarit *суптм*
 Ginalsit?, derb, ungefähr (Ca, Mg)₈(Fe, Al)₄[SiO₄]₇·2H₂O
- **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?, H₂O-haltiges FeAlMg-Silikat
 Glaubapatit †, Gemenge von Monetit und Apatit (Frondel 1943)
- **Glauberit** 243
Glaubersalz 259 = *серапилиан*
 • **Glaucocroit** 326
 Glaucocroit, 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 ~ Viridit
 Gotthardit †, Dufrenoyisit
Götzenit 351
 Gouréit, Narsarsukit (Jérémime & Michel-Lévy 1961)
 Gouverneurit, brauner Mg-Turmalin
Gowerit 232
Govazit 288
Graebite 437
Graftonit 274
 Grahamit †, „Asphaltmineral“
 Gramenit †, ~ Nontronit
 Grammatit-Strahlstein, Tremolit
 Grammit †, Wollastonit
Granat 70, 328
 Granatit †, Staurolith *Асидит*
Grandidierit 342
 • **Grandit 329** (*гросс-андит*) *мане-ман?*
Grängesit 397 (*Ман-брыггсезит*)
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 (*Маненкиты? манозит, Кемберит*)
 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^{III} аннонацит*

- 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*, Chalcidon pseudomorph nach Flußspat
 • **Guanajuatit** 119
 Guanapit †, teils Gemenge von Sulfaten in Guano, teils Oxammit
 Guanit †, Struvit
 Guanovulit ?, wasserhaltiges KNH_4 -Sulfat, in Eiern im Guano
 Guanoxalit ?, wohl Gemenge von K-Sulfat und NH_4 -Oxalat pseudomorph nach Vogeleeiern
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 (*Мунитиоградит*)
 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 „ Fe_2O_3 “ im Bauxit

Haematokonit †, blutroter Calcit

• **Haematolith** 62, 285

• **Haematophanit** 153

• **Haematostibiit** 176

Hañefjordit †, Labradorit

Hagatalith, Zirkon mit seltenen Erden Nb *сод. Nb 15% ТР₂O₃*

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 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 ?, H_2O -haltiges 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** *С₂Н₃Група*
- Hartkobalterz †, Skutterudit
- Hartmanganerz, Manganomelan
- Hartmannit †, Breithauptit
- Hartsalz (Sylvinit), Gemenge von Sylvinit und Steinsalz
- Harttit (Hussak 1906) 246** = Ca *Чантерзит*
- Hastingsit 370** *Кремень*
- Hastit 42, 125**
- Hatchetit 436 *из магнетита*
- Hatchettolith †, Uran-Pyrochlor**
- Hatchit 135**
- Hauchecornit 106**
- Hauerit 41, 123**
- Haughtonit †, Lepidomelan
- Hausmannit 165**
- Hautefeuillit? Bobierit, Ca²⁺-haltig
- Häüyn 424**
- Hawaiiit †, Chrysolith
- Hawleyit 38, 107**
- Haydenit *V*, Ba-haltiger Chabasit
- Hayesin †, Ulexit
- Haytorit *P*, Chalcodon 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. Kinoshita 1935), ein Amphibol mit 70 Mol.-% Riebeckit und 30% Glaukophan, optisch abweichend *~ фат. раш. кроцита*
- Heinrichit 312**
- Heldburgit *~ 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 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 = Hg_2S
 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, HOPITRANA
- **Heterosit 274**
 Heterotyp †, Amphibol
- Heubachit 199** ~ Ni Co Fe S S
 • **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 ~ Zn Ni Co Fe S
 Hibbertit †, wohl Gemenge von CaMg-Carbonaten
- **Hibonit 171**
Hibschildit 329
Hidalgoit 246
 • **Hiddenit 367**
Hieratit 44, 147
 Higginsit, Konichalcit
- **Hilgardit 234**
 Hilgenstockit, Schlackenprodukt, 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 Cu Ni Ag
 Hirzit, Hircin
- **Hisingerit 407**
 Hislopit †, 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 Bindheimite 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-splittrigem 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-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 = Калоуцка
 Hornsilber, Chlorargyrit
Hornstein 180 = розовый
Horobetsuit 119
Horsfordit 100
 Hortonit P, Steatit pseudomorph nach Pyroxen
Hortonolith 325
 Houghtit P, Hydrotalkit pseudomorph nach Spinell
 Hövellit †, Sylvin
 Hovit †?, angeblich $\text{Ca}[\text{HCO}_3]_2$, adsorptiv in Allophan
 Howdenit †, Chiestolith
Howieit 373
 • **Howlith 342**
 • **Hsianghualith 416**
Hsihtsunit 378
 • **Huanghoit 216**
Huantajayit 142
- Huascalolith †, 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), ~~Leptochlorit~~, wahrscheinlich inhomogen ~ хлороген
 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 †, saussuritisierter, sehr basischer Plagioklas
 Hussakit †, Zirkon (der angebliche SO_4 -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. зрмш. Воду блан, не ошт
 • **Hyalit 180**
 Hyaloallophan, Allophan gemengt mit Hyalit
 Hyalomelan, ein Gesteinsglas
 • **Hyalophan 419**
 Hyalosiderit, Olivin mit 30–50 Mol.-% Fe_2SiO_4
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 Psilmelan 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 H_2O , 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 H_2O -haltiges CaMg -Silikat, teils Kerolith (derbes Mg-Al -Silikatgel)

Hydrosodalith 424 = *водносода*

Hydrosteatit †, Steatit

Hydrotalc †, Pennin

Hydrotalkit 220

Hydrotenorit *F*, aus Gel entstandener Tenorit, mit adsorptiv gebundenem H_2O

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 (Frondele, 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

Ilesit 249

Ilidromica 408 = *нейтрал смешанной. беден магний-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
илемнит *des 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 = *изидит*
- 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 = *ирингит*
- 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 α -MnO₂ (Nambu & Okada 1961) = *криптоманн*
- Ishikawait** 189
- **Ishkulit** (Barsanov 1941), chromhaltiger Magnetit mit $\text{FeFe}_2\text{O}_4 \cdot \text{FeCr}_2\text{O}_4 \cdot \text{MgFe}_2\text{O}_4$ = 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 *иттнерит*
- Ivanovit** 234
Ivigtit ?, NaAl-Silikat, vielleicht zu den Glimmern gehörend, aus Kryolith = *ивигтит*
- Iwaarit V, Melanit von Iwaara, Finnland
иваарит
- **Ixiolith** 187
~~Ixiolith~~ = angeblich Sn-haltiger Tantalit, ist nach Quensel und Amark (1941) wohl ein Gemenge von Tantalit mit Zinnstein
Ixolith? 437 *иксильит*

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⁺⁺-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. NH₄J, 142

• **Jodargyrit 39, 43, 141**

Jodblei †, Schwartzembergite

Jodbromchloresilber †, 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)₈Si₂O₇ aus Bleischlacken

Juxporit 377

K

Kaersutit 370 ✓

Kahlerit 311 ✓

Kainit 263

Kainosit 360

Kakochlorit †, 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% K₂O *кальцит*

Kalistrontit 242

Kalithomsonit †, Ashcroftin

Kaliumpriderit ~~†, Priderit mit vorherrschendem K-Gehalt~~ *и сурсер. минерал*

Kalium-Richterit (Magnophorit), V von Richterit

Kaliumstruvit, synthet. 299

Kalkbaryt †, Gemenge von Baryt mit CaSO_4 Kalkeisenolivin †, Eisenmonticellit
 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 $\equiv \text{Ca-родохрозит}$ Kalksalpeter 209 = *нитрокарбонат*Kalkspat 54, 211 = *кальцит*

Kalkthomsonit †, Na-freier Thomsonit

Kalk-Uran-Carbonat, Uranothallit

Kalkuranglimmer †, Autunit

Kalk-Uranit †, Autunit

Kalkwavelit †, Crandallit

Kallait, Türkis

Kallilith 124 $\equiv \text{Bi-галманийт}$, Bi: 3-12%

Kallochrom †, Krokoit

Kalomel 143

Kalsilit 413

Kaluszit †, Syngenit

Kalyptolith †, Zirkon

Kalzit, Calcit

Kamarezit 261 ? = ? *броманийт*

Kamazit 33, 92

Kamiokalith (Sakurai, Nagashima & Sorita 1952, Ref. Am. Min. 40. 1955. 367)

Zn Veszelyit

Kämmererit 398

Kammkies, V von Markasit

Kampylit 291

Kaneelstein †, Grosular

Kaneit 110 ? *из. в. м. м.*

Kännelkohle, dichte glanzlose Schwarzkohle

Kanonenspat †, Calcit

Kansasit, folsiles Harz

Kaolin, Gemenge von Kaolinit, Dickit, Nakrit

Kaolinit 83, 400

Kapnicit †, Wavelit

Kapnikit †, Rhodonit

Kapnit †, Ferrosmithsonit

Kappenquarz 179

Kaprubin, Pyrop

Karachait 404

Karamsinit? †, CaKMg-Silikat

Kärrarfveit †, unreiner Monazit

Karelianit (Hermann 1858), Gemenge von Bi_2S_3 , Bi_2O_3 , Bi und Carbonat (Parascandola 1932)**Karelianit** (Long & al. 1963) 47, 169 ~~и. м. м.~~

Karfunkel †, roter Granat oder Rubin

Karinthin 370 (*~ 392 м. м.*)

Karminspat †, Carminit

Karnasurtit (Kuzmenko & 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 Lreiche Varietät von Rhabdophan

Karneol, Carneol

Karpathit 437**Karpholith 368****Karphosiderit 245 v**

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. MgTi_2O_5 177

Karstenit †, Anhydrit

Karstin †, Ottrelith

Karyinit 275**Karyocerit 342 v****Karyopilit 402**

Karystiolith †, Chrysotil

Kascholong 180

Kasoit \checkmark ein Barium-Feldspat von der Kaso-Mine in Japan

Kasolit 343**Kasparit 254**

Kassiterit, Cassiterit

Kassiterolamprit \dagger , Zinnkies

Kassiterotantalit \dagger , Ixiolith

Kastor, Kastorit \dagger , Petalit

Katangit \dagger , *V* von Chrysokoll (Billiet 1943)

Katapleit 358

Kataspilit *V*, Gemenge (hauptsächlich Muskovit) pseudomorph nach Cordierit

Katharit, Katherit \dagger , Alunogen

Katophorit 371 \checkmark **Katoprit 336**

Katzenauge, Stein mit wogendem Lichtschein, teils Quarz, teils Chrysoberyll

Katzengold, angewitterter Biotit

Katzensilber, Muskovit

Kauaiit \dagger , Gemenge, wohl wesentlich Alunit

Kausimkies \dagger , angeblich As-haltiger Markasit

Kaysorit \dagger , Diaspor mit etwas abweichenden optischen Eigenschaften (Goni 1953)

Keatingin, Keatingit \dagger , Fowlerit

„Keatit“ 178 *caunt*

Keeleyit \dagger , Zinckenit

Keffekilit \dagger , Kaolinit oder Halloysit *Montmorillonit*

Kehoait 443

Kehrsalpeter \dagger , Kalisalpeter als Bodenausbildung

Keilhaut 338**Keldyshit 347****Kempit 151****Kennedyit 177**

Kenngottit \dagger ~~Pb-haltiger~~ Miargyrit

Kentrolith 74, 353

Kentsmithit \dagger , V-haltiger Sandstein

Keramohalit, teils Alunogen, teils Bushmanit

Kerargyrit, Chlorargyrit

Kerasin \dagger , teils Mendipit, teils Phosgenit

Kerat \dagger , Chlorargyrit

Keratit \dagger , Hornstein

Kermesit 119**Kernit 233**

Kerolith, teils ähnlich Chrysotil (α -), teils ähnlich ~~Attapulgit~~ (β -) (Ginzburg & Ru-

kawischnikowa 1950); Ni-Kerolith, Fe⁺⁺⁺-Kerolith (Rukawischnikowa 1956)

Kerrit 389 *? ~ бермудит*

Kersinit \dagger , Gemenge, toniges Nickelerz

Kerstenit 59, 244 \checkmark

Kerstenit (Haidinger) \dagger , Gemenge von Ni-haltigem Skutterudit und Wismut

Kertschenit \dagger , Verwitterungsprodukt von Vivianit

Kesterit, Kösterit

Kettnerit 217

Keweenawit \dagger , Gemenge von Kupfer-, Nickel- und Kobaltarseniden

Khakasskyit (Khakassit) \dagger , Alumohydrocalcit

Khibirnit (Chibinit) \dagger , ~ Lovtschorrit *Khlopinit 189*

Khovakhsit (Shishkin & Mikhailov 1956),

ein unbefriedigend beschriebenes

CaCoFe⁺⁺⁺-Arsenat, vielleicht ein Gemenge *Khunit = Zehnerit*

Kibdelophan, *V* von Ilmenit

Kieselalumin \dagger , Gemenge von Allophan mit Aluminat

Kieselcerit \dagger , Cerit

Kieselgalmei, Hemimorphit

Kieselgur 180

Kieselkupfer \dagger , Chrysokoll

Kieselmagnetit \dagger , dichtes Gemenge von Magnetit und Quarz

Kieselmalachit \dagger , Chrysokoll

Kieselmangan \dagger , Rhodonit

Kieselsinter (Geysirit), Opalabsatz der Geysire

Kieselwismut \dagger , Eulytin

Kieselzinkerz 349**Kieserit 248**

Kietyöit \dagger , Apatit von Kietyö

Kievit, fast farblose Hornblende

Kilbrickenit \dagger , Geokronit

Kilchoanit 347

Killinit *P*, Gemenge (hauptsächlich Muskovit) pseudomorph nach Spodumen

Kilmacooit \dagger , Gemenge von Bleiglanz und Zinkblende

Kimberlit, Muttergestein der Diamanten Glimmerperidotit

Kimzeyit 71, 329**Kingit 304**

Kinradit \dagger , Jaspis

Kipushit \dagger , 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⁺⁺⁺, 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 = цветущий
Kobalt-Cabrerit (V von Erythrin mit geringem MgO-Gehalt) 297
Kobalt-Calcit 211
Kobaltglanz 124 = кобальтовый
 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
 Kobaltskorodit² ein bläulicher Skorodit mit Co-Gehalt
Kobaltspat 211 сульфат 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
- Koehlinith 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** = *каауи*
- 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 ~ *каауи*
- Kolophonit †, teils Granat, teils Vesuvian
- Kolosorukit †, Jarosit
- Kolovratit, Vésigniéit (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“
- Könilit 436
- Könleinith, Könilit
- 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 = Karnasurtit
- 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
- Kupferschwärze, 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

Kupferit, hypothet. für das Mg-Endglied
der Cumingtonit-Reihe

Kupletskit 349

Kupholith †, Serpentin

Kuprein †, Chalkosin

Kurgantait 232

Kurnakit (Rode 1955), Mn_2O_3 , β -Kurnakit
ist identisch mit Partridgeit, α -Kurnakit
entspricht wohl synthet. γ - 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**Laueit 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 Cu_4As , Gemenge aus der Reihe Domeykit-Algodonit-Whitheyit
- Leedsit †, Gemenge von CaSO_4 und 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
- Lemberggit (Lagorio 1895), künstliches $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8 \cdot \frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$
- Lemberggit 392**
- Lemnäsit †, Alluaudit
- Lengensbachit 134**
- Lennilith, teils *V* von Orthoklas, teils Vermiculit
- Lentulith †, Lirokonit
- Lenzinit †, Halloysit
- Leobenit ?, angeblich H_2O -haltiges CaFe -Phosphat
- Leonhardit, teilweise entwässert, Laumontit, 429
- Leonhardtit 249**
- Leonit 256**
- Leopoldit †, Sylvin
- Lepidochlorit †, unreiner Chlorit
- Lepidokrokotit 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 Ausblüfung 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

Lipsenerz 307

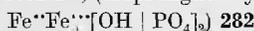
Linsenkupfer †, Lirokonit

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 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**
- β -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 †, feinfilziger Calcit von Lublin (angeblich neue 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 Kieseliefer, 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 (Frondel 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

Magnesiiasalpeter 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 Man-
 cino
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) = Manganol-
 calcit (Breithaupt) ~ Kutnahorit
 Mangandolomit (Doelter 1911), *V* von
 Dolomit mit wenig Mn
Mangan-Epidot 354
 Manganerz, graues, teils Manganit, teils
 Pyrolusit
 Manganerz, schwarzes, teils Krypto-
 melan, 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), Ferro-
 franklinit
 Manganoferrit (Beckenkamp), Jakobsit
Manganogel 183
Manganolangbeinit 240
 Manganolith †, Rhodonit
 Manganomagnetit †, teils Jakobsit, teils
 Vredenburgit
Manganomelan, aus kolloidaler Lösung aus-
 geschiedenes, noch amorph erscheinendes
 MnO_2 , 182
 Manganomossit, metamikter Columbit
 (Hutton 1959)
Manganoniobit 188
Manganophyllit 385
 Manganoplesit (Bobrovnik 1959), Man-
 gan-Siderit
 Manganorthit, *V* von Allanit
 Manganosideroplesit (Bobrovnik 1959),
 Mn- und Mg-haltiger Siderit
Manganosit 43, 161
 Manganosphärit †, Mangan-Siderit
 Manganosteenstrupin (Vlasow, Kuz-
 menko & 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 (Fronde! & Bauer
 1953), *V* von Pyrosmalith mit stärker
 vorherrschendem Mn (der Originalpyros-
 malith 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% Cr₂O₃
- 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 CaCO₃-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 ~ Na₂CaFe₃²⁺Fe³⁺[(OH)|AlSi₃O₁₁]₂ (Min. Mag. 33. 1964. 1057).
- McAllisterit 235**
- Mcgovernit 336**
- Mekelveyit 441**
- Mechernichit †, Bravoit von Mechernich
- Medamait (Harada 1948), *V* von Diaspor
- Medjidit, 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, β -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

Mikroclinperthit 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 As_2O_5 , P_2O_5 , PbO , Fe_2O_3 und H_2O , 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 MoO_3 -haltiger Sodalith vom Vesuv

Molysit 145**Monalbit 419****Monazit 61, 278**

Monazitoid †, Monazit

Moncheit 127**Mondstein 418****Monetit 276**

Monheimit †, Ferro-Smithsonit

Monimolite, Bindheimit

Monit †, erdiger Kollophan von der Insel Mona
 Monophan †, Epistilbit
 Monothermit (Magny-Monothermit, Endothermit) ~ Kaolinit
 Monradit *P*, ein serpentinisierter 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 (Zamboninit), 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
 Naesunit ?, CaAl-Silikat mit H₂O
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% Na₂O
 Natrium-Hewellit 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 NaNbO₃
 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 (Fronde 1953)
 Nicomelan ?, ein fragliches Ni-Oxid
 Nicopyrit †, Pentlandit
 Nifesit, feinkörniges Aggregat von Bravosit 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

Nitrokalit 55, 208

Nitromagnesit 209

Nitronatrium 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 Barkevitik 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)

Norseithit 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., χ (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, Humboldtin
- 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
Oyamalith 331
 Ozarkit †, Thomsonit
 Ozokerit (Erdwachs), Gemenge hochmolekularer Kohlenwasserstoffe

P

Pabstite 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, Palladin
Palladium 33, 94
 Palladiumamalgam = Potarit
 Palladiumgold, Porpezit
Pallit 308
 Palmerit †, Taranakit (Bannister & Hutchinson 1947)
Palmierit 242
Palygorskit 411
 Panabase, französ. Name für Tetradrit
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 β 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-Cu₂S 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 U⁶⁺ als U⁴⁺
Para-Rammelsbergit 126
 Paraschoepit, Schoepit III, 202
 Parasepiolith †, Sepiolith
 Para-Silberglanz, Paramorphose von monokl. nach kub. Ag₂S
 Parasit †, getrübtter Boracit
 Parastilbit †, Epidesmin
Parasympleisit 297
Paratacamit 151

Paratellurit 181**Paratenorit 161**

Parathorit ~ Thorit, angeblich orthorhombisch

Parathuringit 398

Paratooit ?, Gemenge, AlFe⁺⁺⁺-Phosphate mit H₂O, 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% H₂O

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 ~ Cimolite

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 CaCO₃ · 5H₂O

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 (?)
Pertit 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⁺⁺⁺-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
 Posphorochalzit, 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-Falkenaue, 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 bezeichneter 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 $\frac{1}{2}$
- 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% Fe₂O₃
- 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 SO₃
- 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 H₂SO₄ (?)
- 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 Τρεπῶα = *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
 Pouzait †, „Leuchtenbergit“
Powellit 61, 268
 „Pragit“ („Praguit“), synthet. $2Al_2O_3 \cdot SiO_2$,
 333
Prasem 180
 Praseolith †, zersetzter Cordierit, ~ Pinit
 Praser †, Chrysopras
 Prasilith †, ~ Chlorit
 Prasin, Prasinchalzit †, Ehlit
 Prasochrom †, grünes Umwandlungspro-
 dukt von Chromit
Prasopal 180
 Pravdit (Nurlbaev 1962) = angewitterter
 Britholith (Tarkhanova, Sidorenko &
 Kuznetsova 1964)

Predazazit, Marmor mit Brucit, Hydro-
magnesit und Periklas (Gestein!)

Pregrattit †, teils Paragonit, teils Margarit;
feinschuppig

Prehmit 356

Prehnitoid †, teils Marialith, teils unreiner
Prehmit

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_4 vulkanischer Exhalationen
Prokoenenit, synthetischer Koenenit mit
geringerer Schichtordnung (Berdesinski
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

Prochlorit, 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

Proustite 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)
 $\text{Al}_2\text{Si}_4\text{O}_{12}$

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), Morденit (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
- Purpursaphir, 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 & 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, β -Uranophan und etwas Tujamunit (Frondel 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 H₂O 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 (Fronde 1943)
 Rhastolith †, angewitterter Biotit
 Rhätizit †, Cyanit in farblosen wirrstrahligen Aggregaten
 Rhenit †, Pseudomalachit
Rhipidolith 396
 Rhodalit, 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 (Kenngott 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 (?)
Roselith 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
Rötel 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.-
 % Rb₂O
 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 †, verzwilligter 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**
- Sapparit †, 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**
- Sausalpit †, 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_2S_3
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, $a_0 = 14.05$, $b_0 = 14.08$, $c_0 = 30.0$, $\beta = 90^\circ$
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 inkohlter 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% SeO₄ für SO₄
 Selenjoseit, Laitakarit (Berry 1963)
 Selenokobellit (Ödmann 1941), selenhaltiger Kobellit von Boliden, Pb₂(Bi, Sb)₂(S, Se)₅ (?) 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), Mg₆[(OH)₆ | Si₆O₁₈]
- Serpierit 263**
 Serpochlorit, V von Chlorit
 Serpophit, dichter Serpentin
 Serrastein †, streifiger Chalcodon
 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 Schubnikovit
 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 SiO₂-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, Ca₅[SiO₄ | (PO₄)₂] aus Schlacken, 328
- „Silico-Glaserit“ 327
- Silicomagnesiofluorit ?, angeblich Ca₄Mg₃H₂F₁₀Si₂O₇, radialfaserige Aggregate
- Silicorhabdophan (Semenov 1959), enthält 13,9% SiO₂
- 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 R₂⁺R₈³⁺Th(Nb, Ta)₆O₃₁, 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 PO₄-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% UO₃ 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 Asterismus
- 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
- Stibiätil 176**
- Stibiconit 174**
- Stibilith †, Stibiconit
- Stibin †, Stibnit
- Stibiobismuthinit ?, wahrscheinlich ein Gemenge, ungefähr $(\text{Bi}, \text{Sb})_4\text{S}_3$
- Stibiobismutotantalit (Bandy 1951), *V* von Stibiotantalit mit 4% Bi_2O_3
- Stibiocolumbit, Stibioniobit
- Stibio-Domeykit 100**
- Stibioenargit 111**
- Stibioferrit †, Gemenge, hauptsächlich Bindheimit und Jarosit (Mason & Vitaliano 1953)
- Stibiogalenit †, Bindheimit
- Stibiohexargentit ~ Dyskrasit
- Stibiolumbit 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 Mejonit
- Strogonowit †, Stroganowit
- Strohstein †, Karpholith
- Stromeyerit 105**
- Strömit †, Rhodochrosit
- Stromnit †, Gemenge von Strontianit mit Baryt
- Stromzinn †, Zinnstein aus Seifen
- Strontianit 55, 213**
- Strontioborit (Lobanova 1960), $\sim 4 (\text{Sr}, \text{Ca})\text{O} \cdot 2\text{MgO} \cdot 12\text{B}_2\text{O}_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ mit $\text{Sr} : \text{Ca} = 3 : 1$, 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-Pickeringit
Stützit 104
 Stylobat (Stylobit) †, Gehlenit
 Stylotyp(it), Tetraedrit
 Stypterit †, Alunogen
 Stypticit †, Fibroferit
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% SO_3
 Sulfatskapolithe, Skapolithe mit 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. 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 †, Anapaït
 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 (Frondel 1962)
 Tantalbetafit (Kalita & Bykova 1961), eine Varietät mit 36% Ta₂O₅, a₀ = 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)₃H₉[SiO₄]₃·H₂O
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 SiO₂ 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
Tröstit 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, 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
 H_2O
Türkis 305
Turmalin 362
 Turnerit, Monazit alpiner Klüfte
Tusit 263 = *Калыуу кошууну*
 Tuvit (Shishkin & Mikhailov 1956), ein un-
 befriedigend beschriebenes 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

Ulnit 437

Ulrichit, Uraninit

Ultrabazit †, Diaphorit (Palache 1941)

Ultramarin, Lasurit, 424

Ulvit 46, 164**Ulvöspinell, Ulvit 164****Umganit 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**

Uranatennit †, Uranpecherz

Uranbleiglanz, Bleiglanz mit vorwiegend Uranblei (Isotop Pb²⁰⁶)**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 β -Usbekit, „Usbekit“ mit 4 statt 3H₂O(?)

Usihit (Melkov & Pukhalski 1958),

R[(UO₂)₂ | Si₂O₇]·nH₂O, gelb, radialstruiert, ohne Lumineszenz?**Ussingit 426****Ustarasit 137**

Utahit †, Jarosit

Utahlith †, Variscit

Uvanit 319**Uvit 363****Uwarowit 71, 329**

Uzbekit, Usbekit

 β -Uzbekit, β -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 193Vanadiolaumontit, Laumontit mit 2,5% V₂O₅

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
- Vanadomagnetit 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
- Vauerit 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)
 Wattevillit, 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-, AsO₄-Analogon zu Svanbergit
Weilit 276
 Weinbergit ?, NaAlFe⁺⁺-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 ~ Cu₅Te₃
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 H₂O
 Weslienit †, Romëit
 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, Bi₂O₃·3H₂O₂ 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% Mn₂O₃
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, Volkowit
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

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 & al. 1960), Saukonit

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 251Zink-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, Sauconit

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, Umanit und etwas Tiemannit

Zundererz †, unreines „Federerz“ in filzigen Lappen (Jamesonit, Antimonit oder Plagionit)

Zunyt 356

Zurlit †, unreiner Melilith

Zussmanit 357

Zwieselit 280

Zygadit †, Albit

VIERTER TEIL

Formelregister
zur Systematik der Mineralien

	Ag		$Al^{[6]} Al^{[5]} [O SiO_4]$	332
Ag		90	$Al^{[6]} Al^{[6]} [O SiO_4]$	332
(Ag, As)		100	$Al[AsO_4]$	273
Ag_3As		101	$Al[AsO_4] \cdot 2H_2O$	294
Ag_3AsS_3		128	$AlBO_3$	223
Ag_3AuTe_2		104	$Al_6B_5O_{15}(OH)_3$	223
(Ag, Bi)		100	Al_2BeO_4	166
α - $AgBiS_2$		116	$AlBe[OH SiO_4]$	332
β - $AgBiS_2$		116	$Al_2Be_3[Si_6O_{18}]$	361
AgBr		142	$Al_2[C_{12}O_{12}] \cdot 18H_2O$	435
AgCl		141	$AlCl_3$	145
Ag(Cl, Br)		142	$AlCl_3 \cdot 6H_2O$	146
Ag(Cl, Br, J)		142	$AlF_3 \cdot H_2O$	146
$8(Ag, Cu)_2S \cdot As_2S_3$	130, 131		$Al_2(F, OH)_6 \cdot H_2O$	149
$8(Ag, Cu)_2S \cdot Sb_2S_3$	130, 131		$Al_2[F_2 SiO_4]$	333
$AgFe_{11}^{***}[(OH)_6 (SO_4)_2]$		245	$(Al, Fe)_7[O_3 BO_3 (SiO_4)_3]$	342
$AgFe_2S_3$	111, 112		$(Al, Fe)_3[(OH)_3 ((P, V)O_4)_2] \cdot 8H_2O$	304
$Ag_2Fe_5S_8$	111, 112		$(Al, Fe^{***})_2[SO_4]_3 \cdot 18H_2O$	253
$Ag_3Fe_7S_{11}$		111	$(Al, Fe)_{12}(Sn, Zn, Mg, Fe)_3H_2O_{24}$	171
α -(Ag, Hg)		90	$(Al, H_3)_4[(OH)_8 Si_4O_{10}]$	400
β -(Ag, Hg)		90	$(AlH)_{0.5}[UO_2 AsO_4]_2 \cdot 10H_2O$	311
γ -(Ag, Hg)		90	$(AlH)_{0.5}[UO_2 PO_4]_2 \cdot 10H_2O$	311
AgJ	141, 142		$(Al, Li)(OH)_2 \cdot MnO_2$	199
α -AgJ		141	Al_4MgBeO_8	166
β -AgJ		141	$(Al, Mg, Fe)_2[(O, OH) SiO_4]$	333
Ag ₂ S	103, 104		$\{(Al_{1.67}Mg_{0.33})[(OH)_2 Si_4O_{10}]^{0.33-}\}$	390
$Ag_2S \cdot As_2S_3$		130	$\{Na_{0.33}(H_2O)_4\}$	
$Ag_2S \cdot 3Bi_2S_3$		130	Al_2O_3	169
$3Ag_2S \cdot Bi_2(S, Te)_3(?)$		130	γ - Al_2O_3	170
$4Ag_2S \cdot GeS_2$		104	$Al_3[O_6 C_6H_5O_4] \cdot 13\frac{1}{2}H_2O(?)$	435
$2Ag_2S \cdot MnS \cdot Sb_2S_3$		129	$5Al_2O_3 \cdot Ca_2[(Si, BH)O_4]$	342
$5Ag_2S \cdot Sb_2S_3$		129	α - $Al(OH)_3$	196
$4Ag_2S \cdot (Sn, Ge)S_2$		104	γ - $Al(OH)_2$	196
(Ag, Sb)		100	$12Al(OH)_3 \cdot Al_2[CO_3]_3$	196
ϵ -(Ag, Sb)		100	$\{Al_2[(OH)_2 AlSi_3O_{10}]\}$	
Ag ₃ Sb		101	$\{Al_{2.33}(OH)_6\}$	394
Ag(Sb, Bi)S ₂		115	$\{Al_2[(OH)_2 Al_{0.5}Si_{3.5}O_{10}]^{-0.5-}\}$	
$Ag_{1-2}Sb_{2-1}(O, OH, H_2O)_7$		174	$\{(Ca, Na)_{-0.3}(H_2O)_4\}$	391
AgSbS ₂		115	$\{Al_2[(OH)_2 AlSi_3O_{10}]^{1-}\}$	
Ag ₃ SbS ₃	128, 129		$\{LiAl_2(OH)_6^{1+}\}$	394
Ag ₂ Se		103	$Al_2[(OH)_3 AsO_4] \cdot 2\frac{1}{2}H_2O$	306
Ag ₄ SeS		104	$Al(OH)_2Cl \cdot 4H_2O$	146
Ag ₂ Te		104	$Al_{10}[(OH)_4 Cl_4 SO_4] \cdot 30H_2O$	262
Ag ₁₁ Te ₈		104	$Al_2[(OH)_3 PO_4]$	284
			$Al_4[OH PO_4]_3$	282
			$Al_2[(OH)_3 PO_4] \cdot 5H_2O$	306
			$Al_3[(OH)_3 (PO_4)_2] \cdot 5H_2O$	304
			$Al_3[(OH)_3 (PO_4)_2] \cdot 9H_2O$	304
			$Al_3[(OH)_6 PO_4] \cdot 6H_2O$	307
			$Al_2[(OH)_4 SO_4] \cdot 7H_2O$	262
	Al			
$Al_{12}[AlO_4 (OH, F)_{18}Cl Si_5O_{16}]$		356		
$Al^{[6]} Al^{[4]} [O_3(O_{0.5}, OH, F) Si_3AlO_{16}]$		333		
$Al^{[6]} Al^{[4]} [O SiO_4]$		332		

$Al_4[(OH)_{10} SO_4] \cdot 5H_2O$	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
As		$BaFe_2Ti[O_2 Si_2O_7]$	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	$Ba_{\leq 2}Mn_5O_{16}$	183
		$Ba_6Mn_3[(OH)_6 Si_6O_{18}]$	363
Au		$Ba[NO_3]_2$	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		$(Ba, Pb)[(UO_2)_2 V_2O_8] \cdot 5H_2O$	317
$B(OH)_3$	196	$Ba[SO_4]$	243
		$Ba[SeO_4]$	243
Ba		$Ba_2[Si_4O_{10}]$	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		

$\text{Ca}_3\text{Al}_2[\text{GeO}_4]_3$	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	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	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
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
$\text{Ca}_2\text{Fe}_{10}^{3+}[(\text{OH}, \text{F})_3 (\text{PO}_4)_2]_4 \cdot n\text{H}_2\text{O}$	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
CaMn_2O_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	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
$\text{Ca}_2(\text{Na}, \text{K})_{0.5-1.0}(\text{Mg}, \text{Fe}^{2+})_{3.4}(\text{Fe}^{3+}, \text{Al})_{2-1}$		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

γ -Ca[SO ₄]	243	Ca[(UO ₂) ₂ (Si ₂ O ₅) ₂] · 12H ₂ O	344
Ca[SO ₄] · 1/2 H ₂ O	259, 260	Ca[(UO ₂) ₂ V ₂ O ₈] · 3-5 H ₂ O	316
Ca[SO ₄] · 2H ₂ O	259	Ca[(UO ₂) ₂ V ₂ O ₈] · 5-8 1/2 H ₂ O	316
α -CaSiO ₃	326	Ca[(UO ₂) ₂ V ₁₀ O ₂₈] · 16H ₂ O	319
β' -CaSiO ₃	326	CaU[PO ₄] ₂ · 1.5H ₂ O	278
β -CaSiO ₃	326	Ca ₃ U[(UO ₂) ₆ (OH) ₁₈ (CO ₃) ₂] · 4H ₂ O	222
α -Ca ₂ [SiO ₄]	327, 328	Ca[V ₂ O ₆] · 2H ₂ O	318
α' -Ca ₂ [SiO ₄]	327, 328	Ca[V ₂ O ₆] · 4H ₂ O	317
β -Ca ₂ [SiO ₄]	326, 327	CaV ₄ O ₉ · 5H ₂ O	194
γ -Ca ₂ [SiO ₄]	325, 326, 327	CaV ₆ O ₁₆ · 3H ₂ O	318
γ' -Ca ₂ [SiO ₄]	326, 327	CaV ₆ O ₁₆ · 9H ₂ O	318
Ca ₃ [Si ₂ O ₇]	326, 347	Ca ₂ V ₁₀ O ₂₅ · 7H ₂ O	319
Ca ₃ [Si ₃ O ₉]	358, 374	Ca ₃ [V ₈ O ₂₂] · 15H ₂ O	319
Ca ₆ [Si ₃ O ₉] ₂ · CaCO ₃ · 2H ₂ O	376	Ca ₃ [V ₁₀ O ₂₈] · 16H ₂ O	319
8.5CaSiO ₃ · 8.5CaCO ₃ · CaSO ₄ · 15H ₂ O	337	Ca[V(OH) ₂ PO ₄] ₂ · 3H ₂ O	313
β -Ca ₂ [SiO ₄]-Ca _{1/5} [PO ₄]	328	Ca ₃ V ₂ ^{***} [SiO ₄] ₃	329
β -Ca ₂ [SiO ₄]-Ca ₃ [PO ₄] ₂	242	Ca ₂ V ⁴⁺ +V ₈ ⁵⁺ O ₂₄ · 8H ₂ O	318
Ca ₂ [SiO ₄] · H ₂ O	337	CaV ₂ ⁴⁺ +V ₁₀ ⁵⁺ O ₃₀ · 14H ₂ O (?)	318
Ca ₂ [Si ₄ O ₁₀] · H ₂ O	412	Ca[WO ₄]	268
Ca ₂ [Si ₄ O ₁₀] · 4H ₂ O	412	CaYAl[Al ₂ O ₇]	345
Ca ₂ [Si ₂ O ₇] · 3H ₂ O	348	Ca ₂ Y ₂ [CO ₃ Si ₄ O ₁₂] · 1-2 H ₂ O	360
Ca ₂ [Si ₄ O ₉ (OH) ₂]	412	(Ca, Y, Ce) _{>3} [(AlF ₆) ₂ SO ₄] · 10H ₂ O	148
Ca ₂ [Si ₄ O ₉ (OH) ₂] · 3H ₂ O	412	(Ca, Y, Ce)(Ti, Al, Fe ^{***})[O SiO ₄]	338
Ca _{1.5} [Si ₃ O ₆ (OH) ₃] · 1.5H ₂ O	376	(Ca, Y, Er, Mn) _{<3} (Al, Fe)[(OH) ₂ Si ₂ O ₇]	350
Ca _{1.5} [Si ₃ O ₆ (OH) ₃] · 2.5H ₂ O	376	(Ca, Y)F _{2-2.33}	144
Ca ₃ [SiO ₃ (OH) ₂] · 2H ₂ O	337	CaY[F (CO ₃) ₂]	216
Ca ₅ [SiO ₄ (PO ₄) ₂]	328	CaZn[OH AsO ₄]	286
CaSn[BO ₃] ₂	224	Ca ₂ Zn ₂ [(OH) ₂ Si ₂ O ₇] · H ₂ O	349
CaSn[O SiO ₄]	338	CaZn ₂ [PO ₄] ₂ · 2H ₂ O	293
Ca ₂ Sn ₂ [Si ₆ O ₁₈] · 4H ₂ O	378	Ca ₂ Zn[Si ₂ O ₇]	346
(Ca, Sr, Pb) ₂ Al ₇ [(OH) ₁₈ (PO ₄) ₃] · 3H ₂ O	289	Ca ₃ Zr ₂ [Al ₂ SiO ₁₂]	329
Ca ₂ Ta ₂ O ₇	174	Ca(Zr, Fe ^{**})(Ti, Nb, Zr) ₂ O ₇	175
Ca _{1.5} Ta ₂ O ₆ F	174	CaZr[Si ₃ O ₉] · 2H ₂ O	359
CaTh[PO ₄] ₂	278	CaZrTi ₂ O ₇	175
CaTh[PO ₄] ₂ · H ₂ O	278		
CaTiO ₃	172	Cd	
CaTi[O SiO ₄]	338	CdCl ₂	144
Ca ₃ Ti ₂ ^{***} [SiO ₄] ₃	329	CdCO ₃	211
(Ca, U) ₂ (Nb, Ti, Ta) ₂ O ₆ (O, OH, F)	174	CdJ ₂	144
Ca[UO ₂ AsO ₄] ₂ · 8H ₂ O	313	CdO	161
Ca[UO ₂ AsO ₄] ₂ · 10H ₂ O (?)	312	CdS	110
Ca ₂ [UO ₂ (CO ₃) ₃] · 10H ₂ O	221	α -CdS	107
CaU ₂ O ₇ · xH ₂ O	203	β -CdS	110
Ca[(UO ₂) ₄ (OH) ₄ (AsO ₄) ₂] · 6H ₂ O	315	β -CdSe	110
Ca[(UO ₂) ₃ (OH) ₂ (MoO ₄) ₃] · 11H ₂ O	269	CdWO ₄	187
Ca[(UO ₂) ₄ (OH) ₄ (PO ₄) ₂] · 8H ₂ O	315		
Ca[UO ₂ PO ₄] ₂	313	Ce	
Ca[UO ₂ PO ₄] ₂ · 6-2H ₂ O	312	CeAl ₃ [(OH) ₆ (PO ₄) ₂]	289
Ca[UO ₂ PO ₄] ₂ · 10(12-10)H ₂ O	311	Ce[F CO ₃]	216
Ca[(UO ₂) ₂ (Si ₂ O ₅) ₃] · 4H ₂ O	344		

$Ce_4(Fe^{2+}, Fe^{3+}, Ti)_3Ti_2[O_4 Si_2O_7]_2$	355
$(Ce, La, Al)_3[OH (SiO_4)_2]$	339
$(Ce, La, \dots)_2[CO_3]_3 \cdot 4H_2O$	219
$(Ce, La)_3[B_3O_6 Si_3O_9]$	359
$(Ce, La)_3F_3$	144
$(Ce, La, Nd)_2(Mg, Fe)[CO_3]_4$	214
$(Ce, La)_2Ti_2[O_4 Si_2O_7] (?)$	355
$(Ce, La, Y, Th, Mn, Ca)[(Ti, Zr, Nb, Ta)_2O_6]$	189
$(Ce, La, Y, Th, Zr, \dots)_{3.5-3.7}(Si, B)_{2.8-3.0}$ (O, OH, F) ₁₃	339
CeO_2	192
$Ce[PO_4]$	278
$Ce[PO_4] \cdot 0-0,5H_2O$	278
$(Ce, Th, Ca \dots)[(Nb, Ti, Ta)_2O_6]$	190
$(Ce, Th)O_2$	192

Co

$CoAl_2O_4$	163
$CoAs$	114
$CoAs_2$	126
$CoAs_3$	128
$Co_3[AsO_4]_2 \cdot 8H_2O$	297
$CoAsS$	124
$Co_3[BO_3]_2$	223
$Co_2[B_2O_5]$	227
$CoCO_3$	211
$CoCl_2$	144
$(Co, Cu)Co_2O_4$	199
$CoFe$	92
$(Co, Fe)AsS$	127
$Co_2[Ge_2O_6]$	365
$(Co, Mn, Ni)[SO_4] \cdot 4H_2O$	249
$(Co, Ni)AsS$	439
$(Co, Ni, Fe)S_3$	106
$(Co, Ni, Mn)[SO_4] \cdot 6H_2O$	250
$(Co, Ni)_3S_4$	118
$(Co, Ni)SbS$	124
$Co(OH)_2$	197
$CoOOH$	199
$\beta-CoS$	114
$\gamma-CoS$	112
CoS_2	123
Co_3S_4	118
Co_9S_3	106
$Co[SO_4]$	239, 240
$Co[SO_4] \cdot H_2O$	248
$Co[SO_4] \cdot 4H_2O$	250
$Co[SO_4] \cdot 7H_2O$	251
$CoSb_2O_4$	166
$\beta-CoSe$	114

$\gamma-CoSe$	112
$CoSe_2$	123, 125
Co_3Se_4	118
$Co[SeO_3] \cdot 2H_2O$	204
$Co_2[SiO_4]$	325
$Co[UO_2 AsO_4]_2 \cdot 8H_2O$	313
$Co[UO_2 AsO_4]_2 \cdot nH_2O$	312
$CoWO_4$	187

Cr

$CrBO_3$	223
$\{ (Cr_{0.35}Fe_{0.65}^{3+}Al_{0.46}Mg_{0.82})[(OH)_2 Al_{0.18}] \}$ $\{ Si_{3.82}O_{10} \}^{0.55-} (Mg_{0.17}Ca_{0.10})(H_2O)_4$	391
Cr_2O_3	169

Cs

$Cs[BF_4]$	146
$Cs[FeSi_2O_6]$	415
$(Cs, Na)[AlSi_2O_6] \cdot H_2O$	415
$Cs[UO_2 VO_4]_2$	317

Cu

Cu	90
$\{ (Cu, Al, Fe^{3+})_{<3}[(OH)_2 Al_{0.4}Si_{3.6}O_{10}] \}$ $\{ (Ca, Na, K)_x(H_2O)_4 \}$	392
$Cu_2Al[(OH)_4 AsO_4] \cdot 4H_2O$	307
$(Cu, Al)_3[(OH)_4 (AsO_4, SO_4)] \cdot 6H_2O$	307
$Cu_6Al[(OH)_{12} Cl SO_4] \cdot 3H_2O$	262
$CuAl_6[(OH)_2 PO_4]_4 \cdot 4H_2O$	305
$CuAl_4[(OH)_{12} SO_4] \cdot 3H_2O$	262
$Cu_4Al_2[(OH)_{12} SO_4] \cdot 2H_2O$	262
$Cu_2Al[OH Si_3O_9] \cdot 2H_2O$	363
(Cu, As)	100
Cu_2As	100
Cu_2As_3	119
$\alpha-Cu_3As$	100
$\beta-Cu_3As$	100
Cu_4As_3	100
$Cu_{6-7}As$	100
$CuAs_2O_4$	166
$Cu_3[AsO_4]_2 \cdot 5H_2O$	295
$CuAsS$	107
$Cu_3AsS_{3.25}$	109
Cu_3AsS_4	108, 109, 111
$Cu_3(As, V)S_4$	109
$CuCl$	141
$CuCl_2$	151
$CuCl_2 \cdot 2H_2O$	145
$Cu[Cl B(OH)_4]$	226
$Cu(Cl, OH)_2$	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
$(\text{Cu}, \text{Co}, \text{Ni})_2\text{Se}_4$	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
CuFeO_2	161	$\text{Cu}_2[(\text{OH})_2 \text{WO}_4]$	269
CuFe_2O_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	CuS	117
$\text{Cu}_2\text{Fe}_4[(\text{OH})_7 (\text{AsO}_4)_3] \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	306	Cu_2S	101, 102
$\text{CuFe}_3^{***}[(\text{OH})_2 \text{PO}_4]_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	305	Cu_9S_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
CuFeS_2	108, 117	$\text{Cu}_2\text{S} \cdot 3\text{Ag}_2\text{S}$	105
CuFe_2S_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
Cu_5FeS_4	103	$\text{Cu}_2\text{S} \cdot \text{Sb}_2\text{S}_3$	129
Cu_5FeS_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
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	Cu_6Sb	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	Cu_3SbS_4	108, 111
CuInS_2	108	CuSe	117
CuJ	141	Cu_2Se	102
$\text{Cu}_3[\text{JO}_3]_6 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	205	Cu_3Se_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
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
CuO	161	$\text{Cu}_3[\text{Si}_3\text{O}_9] \cdot \text{H}_2\text{O}$	363
Cu_2O	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	CuTe	118
$\text{Cu}_3[(\text{OH})_3 \text{AsO}_4]$	285	Cu_2Te	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
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	Cu_3VS_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 ₂ [UO ₂ (CO ₃) ₃]·18H ₂ O	221	(Mn, Fe ²⁺) ₃ [PO ₄] ₂ ·3H ₂ O	293
MgU ₂ [(OH) ₆ (MoO ₄) ₂]·2H ₂ O	269	(Mn, Fe ³⁺) _{<3} [PO ₄] ₁₂ ·3H ₂ O	293
Mg[UO ₂ PO ₄] ₂ ·10H ₂ O	311	(Mn, Fe)S	115
MgWO ₄	187	(Mn, Fe) ₂ [SiO ₄]	325
(Mg, Zn, Mn) ₇ [(OH) ₁₂ SO ₄]·4H ₂ O	261	Mn ₃ Fe ₃ ³⁺ [SiO ₄] ₃	329
(Mg, Zn, Mn) ₈ [(OH) ₁₄ SO ₄]·4H ₂ O (?)	261	(Mn, Fe)Ta ₂ O ₆	188
		(Mn, Fe)WO ₄	187
		(Mn, Fe, Zn) ₈ [S ₂ (BeSiO ₄) ₆]	425
		Mn ₂ [Ge ₂ O ₆]	368
		Mn ₂ (H ₃)Al ₂ [O OH SiO ₄ Si ₂ O ₇]	354
		(Mn, Mg, Al) ₆ [(OH) ₈ (Si, Al) ₄ O ₁₀]	403
		(Mn, Mg) ₂ [AsO ₄] ₂ ·8H ₂ O	297
		(Mn, Mg, Cu) ₅ [(OH, Cl) (AsO ₃) ₃]	204
		(Mn, Mg, Fe) ₅ [(OH) ₇ AsO ₄]	285
		(Mn, Mg, Fe ³⁺) ₃ [(OH) ₂ (Si, Fe ³⁺)Si ₃ O ₁₀]	397
		(Mn, Mg, Fe ³⁺) ₃ (O, OH) ₆	274
		(Mn, Mg, Fe ³⁺) ₃ [PO ₄] ₂	274
		(Mn ²⁺ , Mg) ₅ (Mn ³⁺ , Fe ³⁺) ₈ [(OH) ₅ (PO ₄) ₄] ₂ ·15H ₂ O	304
		(Mn, Mg, Na)Fe ₂ ²⁺ Be ₂ [PO ₄] ₄ ·6H ₂ O	292
		(Mn, Mg) ₅ [(OH) ₂ AsO ₄] ₂ ·5H ₂ O	306
		Mn ₄ MnAl ₅ [(OH) ₂ (V, As)O ₄ SiO ₄ (Si ₂ O ₇) ₂]·2H ₂ O	355
		(Mn ⁴⁺ , (Mn ²⁺ , Ca, Mg, Na, K))(O, OH) ₂	185
		Mn ₃ [AsO ₃] ₂	165
		Mn ₅ As ₂ ²⁺ [O ₆ SiO ₄]·H ₂ O	285
		(Mn ³⁺ , Mn ²⁺)(O, OH) ₂	184
		(Mn ²⁺ , Mn ³⁺) ₃ (O, OH) ₄	166
		Mn ²⁺ Mn ³⁺ [O ₈ SiO ₄]	335, 336
		(Mn, Na, Ca) ₈ (Al, Mn) ₂ [PO ₃ (OH, F)] ₃	276
		MnO	161
		MnO ₂	182
		α-MnO ₂	183
		β-MnO ₂	181, 182
		γ-MnO ₂	184
		δ-MnO ₂	185
		Mn ₂ O ₃	168
		γ-Mn ₂ O ₃	169
		Mn(OH) ₂	197
		Mn ₂ [OH AsO ₄]	281
		Mn ₄ [(OH) ₅ AsO ₄]	285
		Mn ₃ [(OH) ₂ AsO ₄] ₂	284
		Mn ₇ [(OH) ₄ AsO ₄] ₂	285
		Mn ₃ [(OH) ₃ AsO ₄] ₁ ·H ₂ O	306
		Mn ₂ (OH) ₃ Cl	151
		Mn ₄ [(OH, Cl) ₄ B ₂ O ₅]	228
		Mn ₅ [(OH, F) ₂ (SiO ₄) ₄]	335
		Mn ₅ [(OH) ₂ (SiO ₄) ₂]	335
		Mn ₆ [(OH) ₈ Si ₄ O ₁₀]	402
		Mn ₈ [(OH) ₁₀ Si ₆ O ₁₅]	410
Mn ₂ AlAl ₃ [(OH) ₄ O ₂ (SiO ₄) ₂]	340		
(Mn, Al, Fe ³⁺) ₃ [(OH) ₂ (Al, Si)Si ₃ O ₁₀]	397		
Mn ₃ (OH) ₆			
MnAl ₂ O ₄	163		
MnAl ₂ [(OH) ₄ Si ₂ O ₆]	368		
MnAl ₂ [SO ₄] ₂ ·22H ₂ O	254		
Mn ₃ Al ₂ [SiO ₄] ₃	329		
MnAs	110		
Mn ₃ [AsO ₃] ₂	203		
Mn ₃ As ₂ ²⁺ [O ₆ SiO ₄]·H ₂ O	336		
Mn ₃ [BO ₃] ₂	223		
Mn ₂ [B ₂ O ₅]·H ₂ O	227		
MnBe[(OH, F) PO ₄]	280		
MnCO ₃	211		
(Mn, Ca) ₂ Na[Si ₃ O ₈ OH]	374		
Mn ₅ Ca[PO ₄] ₄ ·4H ₂ O	292		
(Mn, Ca) ₃ [Si ₃ O ₉]	374		
(Mn, Ca) ₄ (Zn, Mg, Fe) ₂ [(OH) ₅ O ₂ AsO ₄]	285		
(Mn, Ca, Zn)Te ₂ O ₅	177		
MnCl ₂	144		
Mn ₃ [Cl B ₂ O ₅]	236		
MnCr ₂ O ₄	164		
(Mn, Fe ²⁺)Al[(OH) ₂ PO ₄]·H ₂ O	305		
(Mn, Fe ²⁺) ₂ [F PO ₄]	281		
(Mn, Fe ²⁺)Fe ²⁺ [(OH) ₅ (PO ₄) ₃]	283		
MnFe ₁₂ Fe ₇ ³⁺ (OH) ₁₁ Si ₁₃ O ₄₄	373		
(Mn, Fe ²⁺) ₅ H ₂ [PO ₄] ₄ ·4H ₂ O	292		
(Mn, Fe ³⁺) ₅ H ₂ [PO ₄ (OH) ₄] ₄ ·4H ₂ O	292		
(Mn, Fe)Nb ₂ O ₆	188		
MnFe ₂ O ₄	163		
(Mn, Fe) ₂ O ₃	169		
(Mn, Fe) ₃ O ₄	165		
(Mn, Fe) ₈ [(OH, Cl) ₁₀ Si ₆ O ₁₅]	410		
(Mn, Fe ²⁺) ₂ [OH PO ₄]	281		
MnFe ₂ ²⁺ [OH PO ₄] ₂ ·H ₂ O	303		
MnFe ₂ ²⁺ [OH PO ₄] ₂ ·6H ₂ O	303		
MnFe ₂ ²⁺ [OH PO ₄] ₂ ·8H ₂ O	303		
(Mn, Fe) ₈ [(OH) ₁₀ (Si, As) ₆ O ₁₅]	410		
6(Mn, Fe)O·Sb ₂ O ₃ (?)	176		
8(Mn, Fe)O·Sb ₂ O ₅ (?)	176		
(Mn ³⁺ , Fe ³⁺)[PO ₄]	274		

Mn ₇ [(OH) ₂ (SiO ₄) ₃]	335	NaAl[Si ₂ O ₆]	367
α-MnOOH	198	NaAlSi ₃ O ₈	416
γ-MnOOH	198	Na[AlSi ₃ O ₈]	419
Mn ₃ [PO ₄ BO ₃]·3H ₂ O	226	Na[AlSi ₂ O ₆]·H ₂ O	415
α-MnS	115	Na ₂ [Al ₂ Si ₃ O ₁₀]·2H ₂ O	427
β-MnS	110, 115	NaAl ₃ V ₁₀ O ₃₈ ·30H ₂ O	194
γ-MnS	115	Na[BF ₄]	146, 242
MnS ₂	123	Na[B ₅ O ₆ (OH) ₄]·3H ₂ O	231
Mn[SO ₄]	240	Na ₂ [B ₄ O ₅ (OH) ₄]·3H ₂ O	229
Mn[SO ₄]·H ₂ O	248	Na ₂ [B ₄ O ₅ (OH) ₄]·8H ₂ O	229
Mn[SO ₄]·4H ₂ O	249	Na ₂ [B ₄ O ₆ (OH) ₂]·3H ₂ O	233
Mn[SO ₄]·5H ₂ O	250	Na ₂ [B ₅ O ₆ (OH) ₅]·H ₂ O	230
Mn[SO ₄]·7H ₂ O	251, 252	Na[B ₃ Si ₃ O ₉]	420
Mn ₁₄ Sb ₂ (Al, Fe) ₄ [O ₂₁ (SiO ₄) ₂]	336	NaB[Si ₂ O ₆]·H ₂ O	357
MnSb ₂ O ₄	166	(Na, Ba, Ca, Y, SE, U) ₁ [CO ₃] ₉ ·5H ₂ O	441
MnSb ₂ O ₆	189	NaBa(Ti, Fe) ₃ [Si ₄ O ₁₅]	356
Mn ₂ [SiO ₄]	325	Na ₂ BaTi ₂ [Si ₂ O ₇] ₂	347
MnTiO ₃	170	α-Na ₂ [BeF ₄]	324
MnWO ₄	187	β-Na ₂ [BeF ₄]	242
Mn ₉ Zn ₂ Mg ₄ [O (OH) ₁₄ (AsO ₄) ₂ (SiO ₄) ₂]	336	NaBe[OH Si ₃ O ₇]	379, 380
(Mn, Zn) ₇ [(OH) ₅ CO ₃] ₂	215	NaBe[PO ₄]	273
MnZn ₂ [(OH) ₂ SiO ₄]	332	Na ₂ [BeSi ₂ O ₆]	414
(Mn, Zn) ₁₆ Sb ₂ [O ₁₃ (SiO ₄) ₁]	336	NaBr·2H ₂ O	145
(Mn, Zn) ₂ Te ₃ O ₈	178	Na ₂ CO ₃ ·H ₂ O	218
		Na ₂ CO ₃ ·10H ₂ O	218
		Na ₂ CO ₃ ·3NaHCO ₃	210
		Na ₆ [CO ₃ (SO ₄) ₂]	248
		NaCa ₂ [Al ₂ (Al, Si)Si ₂ O ₁₀] ₂ ·6H ₂ O	427
		NaCa[AlF ₆]·H ₂ O	149
		(Na, Ca)Al ₂ [(OH) ₂ Al(Al, Si)Si ₂ O ₁₀]	386
		Na ₄ Ca ₂ Al ₃ [(OH, F) ₈ (PO ₄) ₃]	287
		(Na, Ca)Al ₃ [(OH, O) ₄ (PO ₄) ₂]·2H ₂ O	308
		Na ₂ Ca ₂ Al ₅ [(OH) ₁₂ (PO ₄) ₈]·6H ₂ O	308
		NaCa ₂ [Al ₃ Si ₅ O ₁₆] ₂ ·13.5H ₂ O	431
		(Na ₂ , Ca)[Al ₂ Si ₄ O ₁₂] ₂ ·6H ₂ O	432
		Na ₂ Ca[Al ₂ Si ₄ O ₁₂] ₂ ·16H ₂ O	433
		Na ₂ Ca ₂ [Al ₂ Si ₃ O ₁₀] ₃ ·8H ₂ O	427
		NaCa ₅ [Al ₁₀ Si ₅ P ₅ O ₃₀ (OH) ₁₈]·8H ₂ O	415
		NaCa[B ₅ O ₆ (OH) ₆]·2H ₂ O	230
		NaCa[B ₅ O ₆ (OH) ₆]·5H ₂ O	230
		Na ₂ Ca[CO ₃] ₂	214
		Na ₂ Ca ₂ [CO ₃] ₃	214
		Na ₂ Ca[CO ₃] ₂ ·2H ₂ O	218
		Na ₂ Ca[CO ₃] ₂ ·5H ₂ O	218
		(Na ₂ , Ca) ₄ [CO ₃ (H ₂ O) ₀₋₃ (AlSiO ₄) ₆]	423
		(Na, Ca, Ce) ₂ (Al, Ce, La, Nd) ₃ [OH ((Si, P)O) ₃]·H ₂ O	339
		(Na, Ca, Ce) ₃ (Ti, Ce)[(F, OH, O) ₂ Si ₂ O ₇]	351
		NaCa ₂ Fe ₁ (Al, Fe ⁺⁺⁺)[(OH, F) ₂ Al ₂ Si ₆ O ₂₂]	370
		Na ₂ CaFe ₁ (Fe ⁺⁺⁺ , Al)[(OH, F) ₂ AlSi ₇ O ₂₂]	371
Mo			
MoO ₃	195		
Mo ₃ O ₈ + aq. ± H ₂ SO ₄	195		
MoO ₃ ·2H ₂ O	195		
MoS ₂	127		
MoSe ₂	127		
Na			
α-Na ₃ [AlF ₆]	147		
β-Na ₃ [AlF ₆]	148		
Na ₅ [Al ₃ F ₁₄]	149		
NaAl[F AsO ₄]	286		
Na _x (Al, Fe, Ti) _{24-x} O _{36-x}	171		
Na ₃ Al ₂ [LiF ₄] ₃	148		
NaAl ₂₃ O ₃₅	171		
NaAl[(OH) ₂ CO ₃]	216		
NaAl ₂ [(OH, F) ₂ AlSi ₃ O ₁₀]	383		
NaAl ₃ [(OH) ₂ PO ₄] ₂	287		
NaAl ₃ [(OH) ₄ (PO ₄) ₂]·2H ₂ O	308		
NaAl ₃ [(OH) ₆ (SO ₄) ₂]	245		
Na ₃ Al ₂ [PO ₄] ₃	276		
NaAl[SO ₄] ₂ ·6H ₂ O	254		
NaAl[SO ₄] ₂ ·11H ₂ O (?)	254		
NaAl[SO ₄] ₂ ·12H ₂ O	254		
Na[AlSiO ₄]	414		

(Na, Ca)(Fe ⁺⁺⁺ , Mg, Al, Mn)[Si ₂ O ₆]	367	Na ₈ [(Cl ₂ , SO ₄ , CO ₃) (AlSi ₃ O ₈) ₆]	425
Na _{2,5} Ca _{0,5} (Fe ⁺⁺ , Mg, Fe ⁺⁺⁺ , Al) ₅ [(OH, F) ₂ Al _{0,5} Si _{7,5} O ₂₂]	371	Na ₂ Co[SCN] ₄ ·8H ₂ O	435
(Na, Ca) ₂ (Fe, Mn) ₃ [PO ₄] ₃	275	Na ₂ Co[SO ₄] ₂ ·4H ₂ O	256
NaCa ₂ Fe ⁺⁺ [(OH, F) ₂ AlSi ₇ O ₂₂]	370	Na ₂ Cu[CO ₃] ₂ ·3H ₂ O	219
(Na, Ca)(Fe ⁺⁺ , Ti, Al, Fe ⁺⁺⁺) ₅ [O ₃ Si ₄ O ₁₁]	373	NaCu ₂ [OH (SO ₄) ₂]·H ₂ O	263
(Na, Ca, Fe) ₆ Zr[(OH, Cl) (Si ₃ O ₉) ₂]	358	Na ₂ Cu[SO ₄] ₂ ·2H ₂ O	255
(Na, Ca, H ₂) _{<2} (Fe ⁺⁺⁺ , Mn) ₃ [PO ₄] ₃	275	NaF	141
NaCa ₂ Mg ₄ (Al, Fe ⁺⁺⁺)[(OH, F) ₂ Al ₂ Si ₆ O ₂₂]	370	Na ₃ [F Cl SO ₄]	247
(Na, ^{1/2} Ca, ^{1/2} Mg)Al ₄ [(OH) ₈ AlSi ₃ O ₁₀]	400	Na ₆ [F Cl (SO ₄) ₂]	247
NaCa ₂ Mg ₅ [F Si _{3,5} Al _{0,5} O ₁₁]	370	Na ₂ [(F, OH, H ₂ O) ₁₋₂ (Al, Si)Si ₃ O ₁₂]	424
Na ₂ CaMg ₄ (Fe ⁺⁺⁺ , Al)[(OH, F) ₂ AlSi ₇ O ₂₂]	371	Na ₄ Fe ⁺⁺ Al ₄ H ₄ Si ₆ O ₂₇	410
Na _{2,5} Ca _{0,5} (Mg, Fe ⁺⁺ , Fe ⁺⁺⁺ , Al) ₅ [(OH, F) ₂ Al _{0,5} Si _{7,5} O ₂₂]	371	NaFe ₃ ⁺⁺ Al ₆ [(OH) ₁₊₃ (BO ₃) ₃ Si ₆ O ₁₈]	362
Na ₂ Ca(Mg, Fe ⁺⁺ , Mn, Fe ⁺⁺⁺ , Al) ₅ [(OH, F) Si ₄ O _{11,2}]	371	Na ₄ Fe ⁺⁺ Al ₄ [(O, OH) ₄ Si ₄ O _{10,2}]	410
NaCa ₂ Mg ₅ [(OH, F) ₂ AlSi ₇ O ₂₂]	370	Na ₂ Fe ₃ ⁺⁺ Fe ⁺⁺ [(OH, F) Si ₄ O _{11,2}]	371
NaCa ₂ Mg ₂ [PO ₄] ₃	276	Na ₂ (Fe, Mg) ₄ (AlO) ₁₆	
(Na, Ca) ₂ (Mn, Fe) ₃ [PO ₄] ₃	275	[(OH) ₃ BO ₃ (SiO ₄) ₅]	342
(Na, Ca) ₂ (Mn, Mg, Ca, Pb) ₃ [AsO ₄] ₃	275	Na _{0,8} (Fe ⁺⁺⁺ , Mg _{0,7})[(OH) ₂ Al _{0,4} Si _{3,6} O ₁₀]	383
(Na, Ca, Mn) ₃ Zr[(F, OH, O) ₂ Si ₂ O ₇]	350	Na ₂ (Fe ⁺⁺ , Mn ⁺⁺) ₅ [PO ₄] ₄	275
(Na, Ca)(Nb, Ti, Mg, Fe, Mn)[OH SiO ₄]	341	NaFe ₃ ⁺⁺⁺ [(OH) ₄ (PO ₄) ₂]·2H ₂ O	308
α-NaCa[PO ₄]	242	NaFe ₃ ⁺⁺⁺ [(OH) ₆ (SO ₄) ₂]	245
(Na _{0,53} Ca _{0,26} Pb _{0,26} Th _{0,6} U _{0,02} H ₂ O _{0,88})		Na ₂ Fe ⁺⁺⁺ [OH (SO ₄) ₂]·1 ^{1/2} H ₂ O	264
U ₂ (O _{6,93} H ₂ O _{0,07})	203	Na ₂ Fe ⁺⁺⁺ [OH (SO ₄) ₂]·3H ₂ O	264
(Na, Ca) ₈₋₁₁ [(SO ₄) ₂ (AlSiO ₄) ₆]	424	NaFe ⁺⁺⁺ [SO ₄] ₂ ·6H ₂ O	254
(Na, Ca) ₈ [(SO ₄ , S, Cl) ₂ (AlSiO ₄) ₆]	424	Na ₂ Fe[SO ₄] ₂ ·4H ₂ O	256
Na ₄ Ca ₃ [Si ₆ O ₁₆ (OH, F) ₂]	362	Na ₃ Fe ⁺⁺⁺ [SO ₄] ₃ ·3H ₂ O	256
Na ₂ (Ca, Sr, Ba, Ce, La) ₄ [CO ₃] ₃	214	NaFe ⁺⁺⁺ [Si ₂ O ₆]	367
(Na, Ca, Sr, SE) ₉ (Fe, Mn) ₂ (Zr, Nb) ₂		NaFe ⁺⁺⁺ (Ti, Nb) ₃ O ₇ (O, OH) ₂	177
[Cl Si _{1,2} O _{3,5}]	443	Na ₄ Fe ₁₀ Ti ₂ [O ₄ (Si ₂ O ₆) ₆]	373
Na ₄ Ca ₄ Ti ₄ [(O, OH, F) ₃ SiO ₄] ₃	338	Na ₂ FeTi[Si ₄ O ₁₂]	360
Na ₂ Ca[VO ₂ (CO ₃) ₃]·6H ₂ O	222	NaHCO ₃	210
NaCa ₃ [VO ₂ F SO ₄ (CO ₃) ₃]·4H ₂ O	222	Na ₃ H[CO ₃] ₂ ·2H ₂ O	218
NaCa ₃ [VO ₂ F SO ₄ (CO ₃) ₃]·10H ₂ O	222	NaHF ₂	199
(Na, Ca) ₂ V ₆ O ₁₆ ·4H ₂ O	318	(Na, H ₂ O)Al ₂ [(H ₂ O, OH) ₂ AlSi ₃ O ₁₀]	387
NaCaYF ₆	144	NaH[SO ₄]·H ₂ O	259
Na ₄ Ca ₁₆ (Y, La) ₃ (Zr, Ce) ₆ [F ₁₂ (BO ₃) ₃ (SiO ₄) ₁₂]	342	(Na, K)(Al, Mg, Fe, Li) ₂₋₃	
(Na, Ce, Ca) ₅ [F (SiO ₄ , PO ₄) ₃]	290	[(OH, F) ₂ AlSi ₃ O ₁₀]	385
(Na, Ce, Ca)(Ti, Nb) ₃ O ₃	173	(Na, K)[AlSiO ₄]	413
(Na, Ce, Ca)TiO ₃	172	Na _{0,95} K _{0,30} Ca _{0,05} [Al _{1,35} Si _{1,65} O ₁₈]·5H ₂ O	430
Na ₄ (Ce, La...) _{1,5} (Sr, Mn, Ca, Mg) ₃ Si ₈ O ₂₃	357	(Na, K) ₁₀ Ca ₂ [(Cl ₂ , F ₂ , SO ₄) ₃ O ₄ Al ₆ Si ₃₂ O ₇₆]·18H ₂ O	428
Na ₂ Ce(Mn, Ta, Fe...) ₂ H ₂ [(Si, P)O ₄] ₃	338	(Na, K, Ca)(Fe, Al, Mg)[Si ₂ O ₆]·2H ₂ O	357
NaCl	141	(Na, K, Ca)(Mn, Al, Mg) ₃ [(OH) ₂ (OH, H ₂ O) ₂ (Si, Al)Si ₃ O ₁₀]	388
Na ₈ [Cl ₂ (AlSiO ₄) ₆]	424	(Na, K, Ca)(Nb, Ti)[Si ₂ O ₇]·2H ₂ O	347
Na ₂ [Cl B(OH) ₄]	227	(Na, K) ₅ Ca ₄ [(OH, F) ₃ Si ₁₀ O ₂₅]	356
Na ₈ [Cl ₂ (BeAlSi ₄ O ₁₂) ₂]	424	(Na, K) ₆ Ca ₂ [(SO ₄) ₂ (AlSiO ₄) ₆]	423
NaCl·2H ₂ O	145	(Na, K) ₂ Fe ⁺⁺⁺ (Al, Fe ⁺⁺⁺) ₂ Si ₅ O ₁₅ ·H ₂ O	385
		(Na, K) ₂ Mg[OH Al ₃ Si ₁₅ O ₃₆]·9H ₂ O	430
		(Na, K)(Mg, Zn) ₂ H[AsO ₄] ₂ ·4H ₂ O	300

(Na, K, Mn) ₂ Fe ^{••} (Fe ^{•••} , Al, Mg, Ti)H [(Si, AlH) ₈ O ₂₀]	357	Na ₈ [SO ₄ (AlSiO ₄) ₆]	424
(Na, K) ₂ V ₆ O ₁₆ · 9 H ₂ O	318	Na ₂ [SO ₄ · 10 H ₂ O]	259
(Na, K, Zn, Mg) ₂ [(OH, H ₂ O) ₁₋₂ (Al, Be) ₂ Si ₄ O ₁₂]	424	Na ₃ [SO ₄ NO ₃] · H ₂ O	209
Na(Li, Al) ₃ Al ₆ [(OH) ₁₊₃ (BO ₃) ₃ Si ₆ O ₁₈]	362	NaSbBe ₄ O ₇	166
Na ₃ Li ₃ [AlF ₆] ₂	147	NaSb(OH) ₆	200
(Na, Li) ₄ As ₂ Sb ₈ S ₁₇ · 6 H ₂ O	139	Na ₂ [SiF ₆]	147
NaLi[BeF ₄]	326	Na ₄ [Si ₂ O ₆]	367
Na ₂ Li[Be ₂ F ₇]	345	α-Na ₄ [Si ₄ O ₁₀]	381
Na ₃ Li[BeF ₄] ₂	326	β-Na ₄ [Si ₄ O ₁₀]	381
(Na, Li)[(OH, F) PO ₄]	280	NaSr ₂ [AlF ₆] · [AlF ₅ H ₂ O]	148
Na ₂ Mg[AlF ₇]	149	NaSr ₂ Al ₂ (F, OH) ₁₁	148
NaMg(Al, Fe)[C ₂ O ₄] ₃ · 8-9 H ₂ O	444	Na ₂ Sr ₂ Al ₂ [F ₉ PO ₄]	288
NaMg ₂ Al ₆ [(OH) ₁₊₃ (BO ₃) ₃ Si ₆ O ₁₈]	362	Na ₃ Sr ₂ Ti ₃ [(O, OH, F) ₂ Si ₂ O ₇] ₂	352
Na ₂ Mg ₃ Al ₂ [(OH, F) Si ₄ O ₁₁] ₂	371	Na ₂ Ti[O Si ₄ O ₁₀]	379
Na ₂ Mg[CO ₃] ₂	214	Na ₂ Ti ₂ [O ₃ Si ₂ O ₆]	368
Na ₃ Mg[Cl (CO ₃) ₂]	216	Na ₂ U ₂ O ₇	203
Na ₂₁ Mg[Cl ₃ (SO ₄) ₁₀]	244	Na ₂ [UO ₂ AsO ₄] ₂ · 8 H ₂ O	313
NaMgF ₃	149	Na ₂ [UO ₂ AsO ₄] ₂ · x H ₂ O	312
NaMgFe ^{•••} [C ₂ O ₄] ₃ · 8-9 H ₂ O	435	Na ₂ [UO ₂ PO ₄] ₂ · 8 H ₂ O	312
Na ₂ Mg ₃ Fe ^{•••} [(OH, F) Si ₄ O ₁₁] ₂	371	Na ₂ [UO ₂ PO ₄] ₂ · 10(?) H ₂ O	311
NaMg[OH SO ₄] · 2 H ₂ O	442	Na ₂ [(UO ₂) ₂ (Si ₂ O ₇) ₃] · 4 H ₂ O	344
Na ₂ Mg ₃ [(OH) ₂ Si ₆ O ₁₅] · 2 H ₂ O + 4 H ₂ O	411	Na ₂ [(UO ₂) ₂ V ₂ O ₆] · n H ₂ O	316
Na ₃ Mg[PO ₄ CO ₃]	216	Na ₂ V ₆ O ₁₆ · 3 H ₂ O	318
Na ₆ Mg[SO ₄] ₄	241	Na ₂ Zn[SO ₄] ₂ · 4 H ₂ O	256
Na ₆ Mg ₂ [SO ₄ (CO ₃) ₄]	216, 248	Na ₂ Zr[O Si ₄ O ₁₀]	379
Na ₂ Mg[SO ₄] ₂ · 4 H ₂ O	256	Na ₂ Zr[Si ₂ O ₇]	347
Na ₁₂ Mg ₇ [SO ₄] ₁₃ · 15 H ₂ O	256	Na ₂ Zr[Si ₃ O ₉] · H ₂ O	358
NaMn ₃ Al ₆ [(OH) ₁₊₃ (BO ₃) ₃ Si ₆ O ₁₈]	363	Na ₂ Zr[Si ₆ O ₁₅] · 3 H ₂ O	359
Na ₂ (Mn ^{••} , Ca, Sr) ₆ Mn ₃ ^{•••••} [(OH) ₈ (V, As)O ₄] ₆] · 4 H ₂ O	309	Na ₃ Zr[Si ₆ O ₁₂ (OH) ₆] · 0.5 NaOH	362
Na ₂ (Mn ^{••} , Fe ^{••} , Ca, H ₂) ₅ [PO ₄] ₄	275		
NaMn ₃ Fe ^{••} (Fe ^{•••} , Al) ₂ (OH) ₁₁ Si ₁₂ O ₃₂	373	Nb	
Na(Mn ^{••} , Fe ^{••})[PO ₄]	273	(Nb, Ti, Mn, Ca)O ₂ · 1.5 H ₂ O	182
Na _{<1} (Mn ^{••} , Fe ^{••})[PO ₄]	275		
Na ₂ (Mn ^{••} , Fe ^{••}) ₅ [PO ₄] ₄	275	Nd	
Na ₁₂ Mn ₇ [SO ₄] ₁₃ · 15 H ₂ O	256	Nd[PO ₄] · 0-0.5 H ₂ O	278
Na ₂ MnTi ₃ [SiO ₄] ₄ · 8 H ₂ O	340		
Na ₂ MnTi ₃ [SiO ₄] ₄ · 2 Na ₃ PO ₄	341	NH₄	
Na ₂ MnTi ₃ [SiO ₄] ₄ · Na ₃ H ₃ (PO ₄) ₂	341	α-(NH ₄) ₃ [AlF ₆]	148
Na ₄ MnTi(Zr _{1.5} Ti _{0.5})[O (F, OH) Si ₂ O ₇] ₂	352	β-(NH ₄) ₃ [AlF ₆]	148
NaNO ₃	208	NH ₄ Al[SO ₄] ₂ · 12 H ₂ O	255
NaNbO ₃	173	NH ₄ [AlSi ₃ O ₈]	418
α-NaNbO ₃	173	NH ₄ [B ₅ O ₆ (OH) ₄] ₄	230
γ-NaNbO ₃	173	NH ₄ [B ₅ O ₆ (OH) ₄] · ² / ₃ H ₂ O	231
Na ₂ Ni[SO ₄] ₂ · 4 H ₂ O	256	NH ₄ [B ₅ O ₆ (OH) ₄] · 2 H ₂ O	231
Na ₂ [OH AlSi ₃ O ₈]	426	NH ₄ Br	142, 143
α-Na ₂ SO ₄	241	(NH ₄) ₂ [C ₂ O ₄] · H ₂ O	434
β-Na ₂ SO ₄	241	(NH ₄) ₂ Ca[SO ₄] ₂ · H ₂ O	259
		(NH ₄) ₂ Cd[SO ₄] ₂ · 6 H ₂ O	257
		NH ₄ Cl	142, 143

$\text{NH}_4\text{Cr}[\text{SO}_4]_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$	255	NiCr_2O_4	164
$(\text{NH}_4)_2[\text{FeCl}_5\text{H}_2\text{O}]$	150	$(\text{Ni}, \text{Cu}, \text{Co})\text{Se}_2$	123
$\text{NH}_4\text{Fe}^{3+}[(\text{OH})_6 (\text{SO}_4)_2]$	245	(Ni, Fe)	92
$(\text{NH}_4)_2\text{Fe}[\text{SO}_4]_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	257	Ni_2FeAs_2	106
NH_4HCO_3	210	$(\text{Ni}, \text{Fe}, \text{Co})\text{S}_2$	123
$(\text{NH}_4)_3\text{H}[\text{SO}_4]_2$	241	NiFe_2O_4	163
NH_4J	142, 143	$(\text{Ni}, \text{Fe})\text{S}_8$	106
$\text{NH}_4\text{Mg}[\text{AsO}_4] \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	299	$(\text{Ni}, \text{Fe})_x\text{Si}_y$	93
$(\text{NH}_4)\text{Mg}_3\text{H}_2[\text{PO}_4]_3 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$	300	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
NH_4NO_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	NiS_2	123
$(\text{NH}_4)_2\text{Ni}[\text{SO}_4]_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	257	Ni_3S_2	106
$(\text{NH}_4)_2[\text{SO}_4]$	242	Ni_3S_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
		NiSb	112
Ni		$\text{Ni}(\text{Sb}, \text{Bi})\text{S}$	124
Ni	92	NiSb_2O_4	166
NiAl_2O_4	163	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
NiAs	112	$\gamma\text{-NiSe}$	112
NiAs_2	126	NiSe_2	123, 439
NiAs_3	128	Ni_3Se_2	106
$\text{Ni}_{<3}\text{As}_2$	101	Ni_3Se_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
NiAs_2O_4	166	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	NiTe_2	113, 127
NiAsS	124	NiTeSe	440
$\text{Ni}(\text{As}, \text{Sb})$	112	NiWO_4	187
$\text{Ni}_3[\text{BO}_3]_2$	223		
$\alpha\text{-Ni}_3(\text{Bi}, \text{Pb})_2\text{S}_2$	105	Os	
NiCO_3	212	Os	93
$\text{NiCO}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	218	$(\text{Os}, \text{Ir}, \dots)$	93
NiCl_2	144		
$\text{NiCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	146	Pb	
$(\text{Ni}, \text{Co})_9(\text{Bi}, \text{Sb})_2\text{S}_8$ (?)	106	Pb	91
$(\text{Ni}, \text{Co})\text{H}[\text{AsO}_4] \cdot 3\text{--}4\text{H}_2\text{O}$	296	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	$\text{Pb}_3\text{Cu}[(\text{OH})_3 \text{PO}_4] \cdot 3\text{H}_2\text{O}$	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	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
PbBiO_2Cl	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
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
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	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	Pb_3O_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	PbOHCl	154
$\text{Pb}[\text{CrO}_4] \cdot \text{H}_2\text{O}$	267	Pb_2OHCl_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
PbCu_6O_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	α -PbWO ₄	187
$3PbS \cdot Bi_2S_3$	138	β -Pb[WO ₄]	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		
		Pd	
		Pd	94
		Pd_3As	101
		$PdBi_2 (?)$	123
		α -PdBi ₂	126
		PdH _g	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
		Pt	
		Pt	94
		$PtAs_2$	123
		(Pt, Pd, Ni)S	118
		(Pt, Pd)(Te, Bi) ₂	127
		PtS	118
		$PtSb_2$	123
		$Pt(Sn, Te)$	94
		Rh	
		Rh	94
		(Rh, Pd)AsS	439

	Ru		SnPb_2O_4	166
Ru		93	SnS	116
RuS_2		123	SnS_2	440
			Sn_2S_3	439
	S		$\text{Sn}[(\text{Ta}, \text{Nb})_2\text{O}_7]$	192
S_α		96		
S_β		96		
S_γ		96		
S_ϵ		97		
			Sr	
			$\text{Sr}_2\text{Al}[\text{AlSiO}_7]$	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
	Sb		$\text{SrAl}_2[\text{OH} \text{PO}_4]_2$	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
Sb_2O_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
Sb_2O_4		191	$(\text{Sr}, \text{Ba})[\text{SO}_4]$	244
Sb_2S_3		119, 138	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
Sb_2Se_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
	Sc		$\text{SrCa}[\text{Cl} \text{B}_3\text{O}_8(\text{OH})_2]$	234
ScBO_3		223	$\text{SrCaH}_2[\text{VO}_4]_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	301
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
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
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
	Se		$\text{Sr}_5[\text{OH} (\text{PO}_4)_3]$	290
Se_β		97	$\text{Sr}_3[\text{PO}_4]_2$	277
Se_γ		97	$(\text{Sr}, \text{Pb})\text{Fe}^{3+}_3\text{H}[(\text{OH})_6 (\text{PO}_4)_2]$	289
SeO_2		186	$\text{SrV}[\text{Si}_2\text{O}_7] \cdot \text{H}_2\text{O}$	353
			$\text{Sr}[\text{SO}_4]$	243
	Si			
SiC		96		
SiO_2		178, 179	Ta	
$\text{SiO}_2 + \text{aq.}$		178	$\text{Ta}_3\text{Al}_4(\text{O}_{13}\text{OH})$	191
			TaC	93
	Sm		$(\text{Ta}, \text{Nb})[\text{BO}_4]$	226
			$(\text{Ta}, \text{Nb}, \text{Sm}, \text{Mn}, \text{Fe})_2\text{O}_4$	187
$\text{Sm}[\text{PO}_4] \cdot 0-0.5\text{H}_2\text{O}$		278	Ta_2O_5	194
	Sn			
$\beta\text{-Sn}$		91	Te	
$(\text{Sn}, \text{Fe})(\text{O}, \text{OH})_2$		181	Te	97
SnO_2		181	TeO_2	181, 186
			(Te, Se)	97

Th		[[6UO ₂ 2(OH) ₂ 4SO ₄].12H ₂ O] 4H ₂ O	265
(Th, SE, U)(O, OH) ₂	192	(UO ₂) ₁₅ [(OH) ₂₀ Si ₆ O ₁₇].8H ₂ O	344
Th[SiO ₄]	330, 331	(UO ₂ + UO ₃).5.5MoO ₃ .5.3H ₂ O	269
(Th, ...)[(Si, P)O ₄]	331	UO ₂ .5[UO ₂ (OH) ₂].H ₂ O	201
ThTi ₂ O ₅ . ¹ / ₂ H ₂ O	177	[(UO ₂) ₂ V ₆ O ₁₇].15H ₂ O	319
ThO ₂	192	U[SiO ₄]	330
(Th, U)[SiO ₄]	330	U[Ti ₂ O ₆]	190
(Th, U)[SiO ₄ , (OH) ₄]	330		
		V	
Ti		VBO ₃	223
TiBO ₃	223	(V, Fe)OOH	198
(Ti, Mn, Nb, Ca)(O, OH) ₂ .~1H ₂ O	182	VO ₂	198
TiN	92	V ₂ O ₃	169
(Ti, Nb, Zr, Ca)(O, OH) ₂ .1.5-2H ₂ O	182	V ₂ O ₅	193
TiO ₂	181, 186	V ₂ O ₅ .3H ₂ O	194
Ti ₂ O ₃	169	VO ₂ OH	194
Ti ₂ TiO ₅	177	V ₂ ····[(OH) ₂ (SO ₄) ₃].15H ₂ O	262
Ti ₃ O ₅	177	VO(OH) ₂	194
		V ⁴⁺ O ₄ (OH) ₄	194
Tl		2V ₂ O ₄ .V ₂ O ₅ .8H ₂ O	194
TlAsS ₂	131	V ³⁺ V ⁴⁺ O ₂ (OH) ₃	194
Tl ₂ Mg[SO ₄] ₂ .6H ₂ O	257	V ⁴⁺ V ⁵⁺ O ₁₂ O ₃₄ .nH ₂ O	318
Tl ₂ Mn ₂ [SO ₄] ₃	240	VS ₄	138
Tl ₂ O ₃	169		
Tl ₂ S.2As ₂ S ₃ .Sb ₂ S ₃	131	W	
		WO ₃	195
U		α-WO ₃	195
(U, Ca, Ce) ₃ [PO ₄] ₄ .6H ₂ O	279	WO ₂ (OH) ₂	195
(U, Ca, Th, Y)[(Ti, Fe) ₂ O ₆]	190	WO ₂ (OH) ₂ .H ₂ O	195
UO ₂	192	2W ₂ O ₃ .H ₂ O + (ThO ₂ , Ce ₂ O ₃ , ZrO ₂) + H ₂ O	195
[UO ₂ CO ₃]	221	WS ₂	127
[UO ₂ CO ₃].H ₂ O	221		
[UO ₂ MoO ₄].4H ₂ O	269	Y	
[UO ₂ (OH) ₂]	201	Y ₃ Al ₂ [AlO ₄] ₃	328
6[UO ₂ (OH) ₂].Ba(OH) ₂ .4H ₂ O	202	YAl ₃ [BO ₃] ₃	224
[UO ₂ (OH) ₂ BiOOH]	203	Y[AsO ₄]	277
6[UO ₂ (OH) ₂].Ca(OH) ₂ .4H ₂ O	202	YBO ₃	223
[UO ₂ (OH) ₂].Cu(OH) ₂	203	(Y, Ca, Ce, La, Th, Al, ...) _{2.8-3.8}	
[UO ₂ (OH) ₂].H ₂ O	201	(Si, B) _{3.4-3.9} (O, OH, F) ₁₃	339
8[UO ₂ (OH) ₂].8H ₂ O	202	(Y, Ce, Ca, U, Th)(Ti, Nb, Ta) ₂ (O, OH) ₆	188
6[UO ₂ (OH) ₂].2K(OH).4H ₂ O	441	Y ₃ (Ce, Pr, Th)Ca[O BO ₄ (SiO ₄) ₂]	339
2[UO ₂ (OH) ₂].PbO	202	(Y, Ce, Th, Ca, Na, U)[(Ti, Nb, Ta) ₂ O ₆]	190
8[UO ₂ (OH) ₂].2Pb(OH) ₂	202	(Y, Er, Ce, U, Pb, Ca)[(Nb, Ta, Ti) ₂ (O, OH) ₆]	188
8[UO ₂ (OH) ₂].Pb(OH) ₂ .4H ₂ O	202	(Y, Er, Fe, Mn, Ca, U, Th, Zr)(Nb, Ta) ₂ (O, OH) ₆	188
[[6UO ₂ 5(OH) ₂ 1SO ₄].12H ₂ O] 1H ₂ O	265	(Y, Er)[PO ₄].2H ₂ O	300
[[6UO ₂ 3(OH) ₂ 3SO ₄].12H ₂ O] 3H ₂ O	265	YF ₃	145
		Y ₂ FeBe ₂ [O SiO ₄] ₂	341

(Y, Fe, Ce) ₃ [(F, OH) (SiO ₄) ₂	339	{(Zn, Mg) ₃ [(OH) ₂ (Si, Al) ₄ O ₁₀]}	392
Y ₃ Fe ₂ [FeO ₄] ₃	328	{(1/2 Ca, Na) _x (H ₂ O) ₄ }	
(Y, Fe, U, Ce, Zr)(Ta, Nb, Ti, Sn) ₂ O ₆	188	Zn(Mn, H ₃) ₂ O ₄	166
(Y, Na, Ca) ₂ (Nb, Ti, Ta) ₂ O ₆ (O, OH, F)	174	ZnMn ₂ O ₄	165
YNbO ₄	190	(Zn, Mn) ₃ [(OH) ₇ AsO ₄]	285
Y[PO ₄]	277	ZnMn ₂ O ₃ ·2H ₂ O	183
Y ₂ [Si ₂ O ₇]	345	ZnMn ₃ O ₇ ·3H ₂ O	200
YTiNbO ₆	188	(Zn, Mn)S	110
YTi ₂ O ₅ OH	188	(Zn, Ni, Cu)Al ₈ [(VO ₄) ₂ (SiO ₄) ₅]·27H ₂ O	341
YTaO ₄	190	ZnO	160
(Y, Th, Ca) ₅ [(F, O) (SiO ₄ , PO ₄ , AlO ₄) ₃]	291	Zn ₂ [OH AsO ₄]	281, 282
		Zn ₂ [OH AsO ₄]·H ₂ O	302
Zn		Zn ₅ [(OH) ₃ CO ₃] ₂	215
Zn	90	Zn ₂ [OH PO ₄]	282
ZnAl ₂ O ₄	163	Zn ₂ [OH PO ₄]·1 1/2 H ₂ O	302
ZnAl ₆ [(OH) ₂ PO ₄] ₄ ·4H ₂ O	305	Zn ₇ [OH (PO ₄) ₂] ₂ ·6H ₂ O	295
Zn ₃ Al ₃ [(OH) ₁₈ SO ₄] ₂ ·2H ₂ O	262	Zn ₄ [(OH) ₂ Si ₂ O ₇]·H ₂ O	349
Zn ₃ Al ₄ [(OH) ₈ (SiO ₄) ₅]·7H ₂ O	334	7ZnO·Sb ₂ O ₅	164
ZnAl ₃ [SO ₄] ₁ ·22H ₂ O	254	Zn ₃ [PO ₄] ₂ ·4H ₂ O	295
Zn ₃ [AsO ₄] ₂	203	α-ZnS	107
Zn ₃ [AsO ₄] ₂ ·8H ₂ O	297	β-ZnS	110
ZnBr ₂	144	Zn(S, As)	107
ZnCO ₃	211	Zn ₈ [S ₂ (BeSiO ₄) ₆]	425
(Zn, Ca)[Al ₂ P ₂ (H ₃) ₂ O ₁₂]·4H ₂ O	443	Zn[SO ₄]	239
ZnCl ₂	144	Zn[SO ₄]·H ₂ O	249
(Zn, Cu) ₁₀ Al ₄ [(OH) ₃₀ SO ₄] ₂ ·H ₂ O	262	Zn[SO ₄]·4H ₂ O	250
(Zn, Cu) ₂ [(OH) ₂ CO ₃]	215	Zn[SO ₄]·7H ₂ O	252
(Zn, Cu) ₅ [(OH) ₃ CO ₃] ₂	215	ZnSb ₂ O ₄	166
(Zn, Fe, Mn)S	110	ZnSb ₂ O ₆	185
(Zn, Fe, Mn)Fe ⁺⁺⁺ [OH (SO ₄) ₃] ₂ ·18H ₂ O	442	ZnSe	107
(Zn, Fe, Mn)S	110	Zn[SeO ₃]·2H ₂ O	204
ZnFe ₂ O ₄	163	Zn ₂ [SiO ₄]	324
ZnFe ⁺⁺⁺ [(OH) ₅ (PO ₄) ₃]	283	ZnWO ₄	187
Zn ₂ Fe[PO ₄] ₂ ·4H ₂ O	295		
Zn, Fe[SO ₄]·6H ₂ O	250	Zr	
(Zn, Fe)WO ₄	187	ZrO ₂	192
Zn ₂ [GeO ₄]	324	ZrSnO ₄	192
(Zn, H ₂ O) _{≤2} (Mn, Zn, ...) (O, OH) ₁₆	183	Zr[SiO ₄]	330
(Zn, Mg, Mn, Fe)Fe ⁺⁺⁺ [OH (SO ₄) ₂]·6,6H ₂ O	442	(Zr, ...)[(Si, P)O ₄]	331