

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



10000294728





Preis: 12,00 Mark
Einband: 1,30 Mark

Breslau, den 22. XII. 1892.

^{hr.}
Gunnar Gätzel

LEHRBUCH
DER
MINERALOGIE.

FÜR
STUDIRENDE UND ZUM SELBSTUNTERRICHT

BEARBEITET VON

DR. F. KLOCKMANN,

PROFESSOR DER MINERALOGIE UND GEOLOGIE AN DER KÖNIGL. BERGAKADEMIE
ZU CLAUSTHAL AM HARZ.

MIT 430 TEXTFIGUREN.



STUTTGART.
VERLAG VON FERDINAND ENKE.
1892.

W. 3
213.



115267

Druck der Union Deutsche Verlagsgesellschaft in Stuttgart.

Akc. Nr. 4729/50

HERRN

GEH. OBERBERGRATH DR. HAUCHECORNE

DIREKTOR DER KGL. GEOLOGISCHEN LANDESANSTALT UND BERGAKADEMIE
IN BERLIN

IN VEREHRUNG UND DANKBARKEIT

GEWIDMET

VOM VERFASSER.

V o r w o r t.

Nachdem die erste Hälfte des vorliegenden Lehrbuches als besonderes, den allgemeinen Theil der Mineralogie umfassendes Heft schon früher erschienen war, übergibt nunmehr nach mehr als Jahresfrist der Verfasser das gesammte Buch der Oeffentlichkeit und erhofft für dasselbe die gleiche Nachsicht und wohlwollende Aufnahme, die jene erste Hälfte von vielen Seiten gefunden hat.

Unsere deutsche Litteratur ist nicht arm an guten und bewährten Lehrbüchern der Mineralogie. Es mag daher als Wagniss erscheinen, wenn zu den vorhandenen ein neues hinzutritt, das keine andere Zwecke als jene erfüllen will und sich in der Behandlung wie Gruppierung des Stoffes jenen in allem Wesentlichen anschliesst. Bei dem vorliegenden Buch, das einen Bestandtheil einer zusammenhängenden Reihe naturwissenschaftlicher Lehrbücher des Enke'schen Verlages darstellt und als solcher nothwendig war, war der Grundsatz maassgebend, in möglichst gedrängter Form und in bündiger Kürze die Lehren und Thatsachen der Mineralogie nach dem gegenwärtigen Stande der Wissenschaft vorzutragen. Für den allgemeinen Theil, der neben den üblichen Abschnitten über Krystallographie, Physik und Chemie auch noch eine Uebersicht über Mineralgenese und über Minerallagerstätten bietet, sind nur 192 Seiten verwendet und auch für den speciellen, reichhaltigen Theil sind nur 207 Seiten nöthig geworden. Und bei dieser Kürze, die natürlich nur durch Weglassung von allerlei dem in die Wissenschaft Einzuführenden zunächst unnöthigem Beiwerk, durch schematische, darum aber übersichtliche Schilderung der Mineralien, durch häufige Verwendung von Abkürzungen und kleinen Druck zu Stande gekommen ist, glaubt der Verfasser doch nichts Wichtiges ausgelassen zu haben, im beschreibenden Theil sogar recht vollständig gewesen zu sein, sodass dieser zum Nachschlagen und auch bei Sammlungsarbeiten zu gebrauchen sein dürfte. Bezüglich der Reichhaltigkeit dieses Theiles sei nur auf das Register hingewiesen.

Um die praktische Brauchbarkeit des Buches zu erhöhen, sind demselben, was sonst nicht üblich, 2 Abschnitte angehängt, von denen der eine die nutzbaren Mineralien aufzählt, der andere Bestimmungstabellen für die häufiger vorkommenden Mineralien enthält. Auch

der häufige Hinweis auf ähnliche, nach dem blossen Aussehen leicht verwechselbare Mineralien, der sich der Charakteristik der gewöhnlicheren Mineralien angefügt findet, dürfte dem Anfänger nicht unwillkommen sein.

Wie erwähnt ist eine wesentliche Abweichung von der Behandlung und Anordnung des Stoffes gegenüber anderen Lehrbüchern absichtlich vermieden worden, weil der übliche Lehrgang an den Universitäten und technischen Hochschulen sich diesen Büchern anschliesst und darum jede Aenderung methodische Unbequemlichkeiten herbeigeführt hätte. Im Uebrigen hätte wohl für den Verfasser, der an einer Bergakademie docirt, die Versuchung nahe gelegen, in der Gruppierung der Mineralien eine seinen speciellen Zwecken mehr entsprechende Eintheilung eintreten zu lassen. Aus gleichem Grunde ist auch im krystallographischen Theil verzichtet worden, die Krystallsysteme durch ihre Symmetrieaxen zu definiren und die übliche Definition durch Symmetrieebenen beibehalten. Eine Absicht liegt auch zu Grunde — nämlich die, dem Gedächtniss zur Hülfe zu kommen —, wenn vielfach die chemischen Formeln der Mineralien in alter Weise dualistisch geschrieben sind.

Bei der Beschreibung der einzelnen Mineralien wird es gewiss Beifall finden, dass nicht so sehr auf die geographischen Fundorte als auf das geologische Vorkommen der Mineralien Gewicht gelegt wurde. Die kurzen Bemerkungen über das geologische Auftreten des beschriebenen Minerals wie auch die Angaben über charakteristische Begleitmineralien halte ich für sehr wesentliche Theile einer mineralogischen Charakteristik.

Ich erkenne es gern an, dass die gebräuchlichen Lehrbücher, namentlich von NAUMANN-ZIRKEL, von BAUER, TSCHERMAK mir bei der Abfassung des vorliegenden Buches wie bei dessen Figuren von grossem Nutzen gewesen sind; für den systematischen Theil waren mir die GROTH'schen Tabellen unentbehrlich und für die Silicate konnte ich noch die bisher erschienenen 6 Lieferungen des HINTZESCHEN Handbuches benutzen.

Bei dem grossen Umfang des verarbeiteten Materials wolle man vereinzelt Irrthümer und stehengebliebene Druckfehler verzeihen und ihretwegen mit dem Verfasser nicht allzu sehr ins Gericht gehen. Die auf S. 467 verzeichneten Fehler bitte ich vor Benutzung corrigiren zu wollen.

Bei der Aufstellung der Bestimmungstabellen, theilweise auch bei den Correcturen und beim Register sind mir Herr Dr. Bodländer, Assistent an hiesiger Bergakademie, und Herr Lehrer Just in Zellerfeld behülflich gewesen.

Clausthal, im October 1892.

F. Klockmann.

Inhalts-Uebersicht.

	Seite
Einleitung: Definition von Mineral und Mineralogie	1
I. Theil. Allgemeine Mineralogie	2—192
I. Abschnitt. Morphologie der Mineralien	3— 85
Allgemeines. Amorph. Krystallisirt. Krystalle. Krystallinische Aggregate. Krystallographie	3
a. Morphologie der Krystalle. Geometrische Krystallographie	4— 84
Cap. I. § 1. Gesetz der Winkelconstanz. § 2. Begrenzungselemente. § 3. Messinstrumente und Messmethoden	5— 9
Cap. II. § 1. Gesetz der rationalen Axenabschnitte, Parameter. § 2. Axensystem, Einheitsfläche, Krystallelemente. § 3. Coefficienten, Indices, Flächensymbole von Weiss und Miller. § 4. Isoparametrische Flächencomplexe. Naumann's Formsymbol. § 5. Flächentypen	9— 14
Cap. III. § 1. Zonen, Deduction. § 2. Zonengesetz	14— 17
Cap. IV. § 1. Krystallabbildungen. § 2 und 3. Linear- und Kugelprojection. § 4. Die Aufgaben der Krystallberechnung	18— 25
Cap. V. Symmetrieverhältnisse. — § 1. Symmetrieelemente. § 2. Symmetriegesetz. § 3. Definitionen. § 4. Krystallsysteme. § 5. Hemiedrie, Tetartoedrie, Hemimorphie	25— 31
Cap. VI. § 1. Zwillingsverwachsungen, Parallelverwachsungen. § 2. Zwillinge mit parallelem und geneigtem Axenkreuz. § 3. Mimetische Krystalle, Pseudosymmetrie	32— 37
Cap. VII. Die Krystallsysteme.	37— 80
Das reguläre System	39
Das hexagonale System	49
Das tetragonale System	62
Das rhombische System	69
Das monokline System	74
Das triklone System	77
Cap. VIII. Ausbildungsweise und Auftreten der Krystalle	80— 84
b. Morphologie der Aggregate	84— 85
II. Abschnitt. Physik der Mineralien	86—140
Aufgabe der Krystallophysik	86
Cap. I. Die allgemeinen Eigenschaften § 1 des Gewichts, § 2 der Cohäsion und § 3 der Elasticität	87— 93
Die optischen Eigenschaften	93—136

Cap. II. Theoretische Vorerinnerungen. § 2. Wellenfläche, Elasticitätsfläche. § 3. Eintheilung der Krystalle nach ihrer optischen Elasticität.	94—96
Cap. III. § 1. Reflexion. § 2. Brechung. § 3. Totalreflexion. § 4. Methoden zur Bestimmung der Brechungsindices . . .	97—102
Cap. IV. § 1. Polarisation und Doppelbrechung. § 2. Princip und Zweck der Polarisationsinstrumente. § 3. Farben dünner Blättchen. § 4. Herstellung von Polarisationsapparaten. Instrumente für paralleles und convergentes Licht. § 5. Stauroskop und stauroskopische Untersuchungen	103—110
Cap. V. Charakteristik der optischen Abtheilungen und der Krystallsysteme. — Allgemeine optische Verhältnisse, Interferenzerscheinungen, Bestimmung der Brechungsindices, des Charakters der Doppelbrechung, des optischen Axenwinkels. Beispiele. — Circularpolarisation. Optische Anomalien . .	110—132
Cap. VI. Anderweitige optische Eigenschaften. § 1. Glanz. § 2. Durchsichtigkeit. § 3. Farbe. § 4. Pleochroismus. § 5. Fluorescenz. § 6. Phosphorescenz	133—136
Cap. VII. Thermische, magnetische und elektrische Eigenschaften	137—140
III. Abschnitt. Chemie der Mineralien	141—163
Cap. I. § 1. Allgemeine Constitution. § 2. Chemische Formeln der Mineralien. § 3. Berechnung der Formeln. § 4. Isomorphie. § 5. Isomorphe Mischungen. § 6. Heteromorphie	141—152
Cap. II. Die chemischen Kennzeichen der Mineralien. § 1. Allgemeines, Löslichkeit, Schmelzbarkeit. § 2. Das Löthrohrverfahren. § 3. Das mikrochemische Verfahren	152—163
IV. Abschnitt. Die Lehre von den Lagerstätten der Mineralien	164—173
Uebersicht. § 1. Mineralgesellschaft, Mineralgemenge, Combination und Formation. — Paragenesis, Succession, Generation. § 2. Structur oder Textur. § 3. Die Lagerungsformen. § 4. Verbreitung der Mineralien. § 5. Eintheilung der Lagerstätten	165—173
V. Abschnitt. Entwicklungslehre der Mineralien	174—189
Cap. I. Bildung der Mineralien. — § 1. Anhaltspunkte für die Beurtheilung der Bildung der Mineralien. I. Künstliche Nachbildung. II. Jugendliche Mineralbildungen. III. Geologisches Vorkommen. § 2. Die Bildung der Mineralien in der Natur. I. Bildung aus dem gasförmigen Zustand, II. aus Lösungen, III. aus dem Schmelzfluss	175—181
Cap. II. § 1. Umbildung der Mineralien. I. Umwandlung durch hydrochemische Processe, II. durch pyrochemische Processe, III. Veränderung durch das Licht, IV. Veränderungen durch Druck. — § 2. Pseudomorphosen. — § 3. Contactmineralien	181—189
VI. Abschnitt. Technische Mineralogie	191
Cfr. Anhang I.	400—406
VII. Abschnitt. Systematik und Nomenclatur	190—192

II. Theil. Specielle Mineralogie 193—399

Allgemeines	193
I. Klasse. Elemente	194
1. Abtheilung. Nichtmetalle	194
2. Abtheilung. Sprödmetalle	196
3. Abtheilung. Geschmeidige Metalle	198
II. Klasse. Sulfide und analoge Verbindungen	203
1. Abtheilung. Sulfide der Sprödmetalle (sogen. säurebildende Sulfide)	203
2. Abtheilung. Sulfide der geschmeidigen Metalle (sogen. basenbildende Sulfide)	206
3. Abtheilung. Sulfosalze	223
a. Sulfoferrite	223
b. Sulfarsenite, Sulfantimonite, Sulfbismutite	224
c. Sulfarseniate und Sulfantimoniate	233
d. Sulfostannate und Sulfogermanate	234
III. Klasse. Oxyde	235
1. Abtheilung. Einfache Oxyde (Anhydride von Oxyssäuren und Basen)	235
2. Abtheilung. Zusammengesetzte Oxyde	250
3. Abtheilung. Hydroxyde	255
IV. Klasse. Haloidsalze	261
1. Abtheilung. Einfache Chloride etc.	261
2. Abtheilung. Doppel-Chloride und -Fluoride	265
3. Abtheilung. Chloride etc. in Verbindung mit Oxyden (Oxychloride etc.) und Oxyalszenen	266
V. Klasse. Borate	267
1. Abtheilung. Wasserfreie Borate	267
2. Abtheilung. Wasserhaltige Borate	268
VI. Klasse. Nitrate, Carbonate, Selenite	272
A. Nitrate	272
B. Carbonate	273
1. Abtheilung. Wasserfreie Carbonate	273
2. Abtheilung. Basische und wasserhaltige Carbonate	282
3. Abtheilung. Carbonate in Verbindung mit Sulfaten	285
VII. Klasse. Sulfate, Chromate, Molybdate, Wolframate	287
A. Sulfate einschl. Selenate und Tellurate	287
1. Abtheilung. Wasserfreie Sulfate	287
2. Abtheilung. Wasserhaltige Sulfate	292
B. Chromate	299
C. Wolframate und Molybdate	300
VIII. Klasse. Niobate, Tantalate, Phosphate, Arseniate, Antimoniate, Vanadate	303
A. Niobate und Tantalate	303
B. Phosphate, Arseniate, Antimoniate, Vanadate	305
1. Abtheilung. Wasserfreie Phosphate etc.	305
2. Abtheilung. Chlor- und Fluorhaltige Phosphate etc.	306
3. Abtheilung. Wasserhaltige Phosphate und Arseniate	310
4. Abtheilung. SO ₃ -haltige Phosphate und Arseniate	318

	Seite
IX. Klasse. Silicate, Titanate, Zirconiate, Stannate	319
A. Silicate	319
B. Titanate, Zirkoniate, Stannate	392
X. Klasse. Uranate	395
XI. Klasse. Organische Verbindungen	397
1. Abtheilung. Salze organischer Säuren	397
2. Abtheilung. Kohlenwasserstoffe	397
3. Abtheilung. Harze	398
<hr/>	
Anhang I. Die nutzbaren Mineralien	400
Anhang II. Bestimmungstabellen	407
<hr/>	
Register	452
Druckfehler und Berichtigungen	468
<hr/>	

Jeder starre oder tropfbar-flüssige Körper, der einen unmittelbaren Bestandtheil der Erde bildet und eine feste chemische Constitution hat, heisst ein Mineral.

1. Gasförmige Körper gehören demnach nicht zu den Mineralien. — Die Mineralien sind im Wesentlichen starr; flüssig sind Quecksilber, Wasser, Petroleum.

2. Durch die Beschränkung der Mineralien auf unmittelbare Bestandtheile der Erde, d. h. auf solche, die ohne Zuthun des Menschen entstanden sind, sind alle sogen. künstlichen Körper des Laboratoriums etc. von der mineralogischen Betrachtung ausgeschlossen. — Die Gemengtheile der Meteoriten, die zumeist mit irdischen Mineralien übereinstimmen, werden herkömmlicherweise zu den Mineralien gerechnet.

3. Das Wesen der festen chemischen Constitution eines Körpers äussert sich in der Möglichkeit, für denselben eine chemische Formel aufzustellen. Das wird nur bei homogenen Körpern der Fall sein können, daher sind auch die Mineralien homogene Körper. Die constante chemische Zusammensetzung ist es auch, die den Mineralien den Werth selbstständiger Naturkörper verleiht und sie scharf von anderen unmittelbaren Bestandtheilen der Erde, vor allen von den Gesteinen scheidet. Gesteine — als Aggregate von schwankender Zusammensetzung, deren Selbstständigkeit als Naturkörper in ihrem geologischen Verhalten liegt — bilden keinen Gegenstand der Mineralogie und ebenso können auch nur jene Fossilien, d. h. die durch Vermittlung organischer Lebensprocesse entstandenen Naturproducte, als Mineralien gelten, die unter Einbüßung der organischen Structur chemisch gut definirt sind. Zu ihnen gehören die wenigen organischen Mineralien, wie Asphalt, Petroleum, Bernstein.

Die Mineralogie hat zum Zweck: die Erforschung und Darstellung der Mineralien nach ihren gesammten Eigenschaften, nach der Art ihres Auftretens in der Natur, nach ihrem Entstehen und Vergehen, nach ihrem Nutzen und Schaden, nach ihren verwandtschaftlichen Beziehungen zu einander.

Als beschreibende Naturwissenschaft zerfällt die Mineralogie in zwei Theile: einen Allgemeinen Theil, der die Physiologie der Mineralien behandelt, daneben aber die Kunstausdrücke erläutert (Terminologie), sowie die Principien der systematischen Anordnung des Materiales wie auch die Nomenclatur erörtert, und einen Speciellen Theil, der die Beschreibung (Physiographie) der einzelnen Mineralien in systematischer Anordnung vorzunehmen hat.

I. Theil.

Allgemeine Mineralogie.

Nach der umstehenden Erläuterung wird die allgemeine Mineralogie folgende Abschnitte umfassen:

1. Abschnitt. Morphologie der Mineralien.
2. „ Physik der Mineralien.
3. „ Chemie der Mineralien.
4. „ Die Lehre von den Lagerstätten der Mineralien.
5. „ Entwicklungslehre.
6. „ Technische Mineralogie.
7. „ Nomenclatur und Systematik.

Die Abschnitte 1—3, welche die Mineralien unter besonderer Hervorhebung des Gesetzmässigen nach ihrer Gestalt, ihren Eigenschaften und ihrer stofflichen Zusammensetzung behandeln, bilden die Mineralogie im engern Sinn. Sie betrachten die Mineralien an sich, abgesondert von allen Beziehungen zu anderen Naturkörpern. Daher liefern diese Abschnitte auch die zur Erkennung und Unterscheidung der Mineralien wichtigsten Merkmale.

Die Lehre von den natürlichen Lagerstätten der Mineralien, von deren Bildung und Umbildung, ferner die technische Mineralogie nehmen andererseits Bezug auf ausserhalb des isolirten Minerals liegende Verhältnisse und auf den Menschen. Auf diesem weiteren Gebiet der Mineralogie finden sich auch die Berührungspunkte mit anderen anorganischen Wissenschaften, vornehmlich mit der Geologie.

Naturgemäss ist die Mineralogie im engern Sinn im vorliegenden Allgemeinen Theil am ausführlichsten behandelt, doch haben auch die übrigen Abschnitte, soweit es sich bei ihnen um Dinge von specifisch mineralogischer Natur handelte, entsprechende Berücksichtigung erfahren, mit Ausnahme der technischen Mineralogie, die im beschreibenden Theil, bei den einzelnen Mineralien und am Schlusse des Buches in einem besonderen Anhang „Uebersicht über die nutzbaren Mineralien und deren Lagerstätten“ Berücksichtigung erfahren hat. — Einen mehr praktischen Zweck verfolgen endlich die dem Buch angehängten „Tabellen zum Bestimmen der gewöhnlicheren Mineralien“.

I. Abschnitt.

Morphologie der Mineralien.

Allgemeines. — Die Mineralien treten in der Natur entweder amorph oder krystallisirt auf. Amorph heissen sie, wenn sie in allen Richtungen gleiche physikalische Beschaffenheit zeigen, krystallisirt, wenn ihre physikalischen Eigenschaften sich in bestimmter Weise mit der Richtung ändern, aber in allen parallelen Richtungen die gleichen bleiben.

1. Die Abhängigkeit des physikalischen Verhaltens krystallisirter Körper von der Richtung zeigt sich am auffallendsten in der Eigenschaft, nach ebenen Flächen zu spalten, d. h. nach gewissen Richtungen ein Minimum der Cohäsion zu besitzen. Bei amorphen Körpern kann sich niemals Spaltbarkeit finden.

2. Die krystallisirten Körper sind daher im Allgemeinen anisotrope Medien; sie können sich aber gewissen physikalischen Einwirkungen gegenüber, ohne dass eine Aenderung des Verhaltens mit der Richtung eintritt, z. B. bei der Einwirkung der Wellenbewegung des Lichtes, wie isotrope Medien verhalten. Die amorphen Körper verhalten sich gegenüber allen physikalischen Einwirkungen wie isotrope Medien.

3. Obige Definition krystallisirter und amorpher Mineralien gründet sich auf unmittelbar wahrzunehmende Eigenschaften. Wenn man aber von bestimmten theoretischen Anschauungen über die innere Structur der Substanzen, den Aufbau aus Molekeln, ausgeht, so kann die Definition noch allgemeiner gefasst werden. Alsdann sind krystallisirte Substanzen solche, bei denen die Molekeln eine gesetzmässige und regelmässige (in verschiedenen Richtungen verschiedene, in parallelen Richtungen gleiche) Anordnung zeigen, während bei den amorphen die Aneinanderreihung der Molekeln eine ganz gesetzlose ist.

Denkt man sich, um nichts Näheres über die Natur und Gestalt der Molekel aussagen zu müssen, den Krystall einfach aus Massenpunkten aufgebaut, so lässt sich, wie es Sohncke in einer grundlegenden Arbeit „Entwicklung einer Theorie der Krystallstructur, Leipzig 1879“ gethan hat, fast das ganze Gebäude der theoretischen Krystallographie aus der einzigen Annahme aufführen, dass um jeden Massenpunkt herum die Anordnung der übrigen dieselbe ist, wie um jeden anderen Massenpunkt. — Ohne selbst dieses Princip zum Ausgang unserer krystallographischen Darlegungen zu nehmen, werden wir doch häufig auf den engen Zusammenhang zwischen den krystallographischen Gesetzen und dieser Theorie hinzuweisen haben.

Die meisten Mineralien erscheinen im krystallisirten Zustand, nur wenige sind amorph, z. B. Opal, Bernstein, Asphalt.

Im engsten Zusammenhang mit der gesetzmässigen Aenderung des physikalischen Verhaltens steht eine gesetzmässige ebenflächige Umgrenzung der krystallisirten Substanz, die aber nur dann zu voller Entwicklung gelangte, wenn die Substanz bei ihrem Ent-

stehen und Fortwachsen sich frei und ungehindert ausbilden konnte. Solche krystallisirte Körper, welche äusserlich eine gesetzmässige polygonale Begrenzung aufweisen, nennen wir Krystalle. Krystalle sind die Individuen des Mineralreichs, im Gegensatz dazu heissen die übrigen krystallisirten Substanzen krystallinisch oder krystallinische Aggregate.

Die äussere Begrenzung der krystallinischen Aggregate ist von der inneren Structur unabhängig, daher mehr oder weniger zufällig, ebenso die der amorphen Körper. Ihre äusseren Formen, durchweg gerundet im Gegensatz zu den ebenflächigen Krystallen, hängen vielfach ab von Cohäsions- und Adhäsionsverhältnissen, von der Menge vorhandener Substanz, von der Gestalt des Bildungsraumes etc.

1. Der Sprachgebrauch bezeichnet auch schon Bruchstücke von Krystallen, wenn nur ein Theil der Umgrenzung ebenflächig ausgebildet ist, als Krystalle. Gewisse Mineralogen legen bei der Definition von „Krystall“ allein Gewicht auf die physikalische Eigenart, indem sie die Abhängigkeit der ebenen Begrenzung von den physikalischen Eigenschaften, bezw. der Molekularstructur betonen. Nach diesen Autoren würde also jedes Bruchstück, jeder Theil eines Krystalles, auch wenn er nichts mehr von einer gesetzmässigen Gestalt zeigt, noch als Krystall zu bezeichnen sein.

2. Ein bemerkenswerther Unterschied zwischen den Individuen des Mineralreiches und denen des Pflanzen- oder Thierreiches liegt darin, dass für erstere die Dimensionen kein Charakteristikum sind. Mineralindividuen können in winzigen, nur mikroskopisch wahrnehmbaren, dann aber auch in meterlangen, centnerschweren Krystallen auftreten (Quarz, Orthoklas, Beryll etc.). Das hängt zumeist von dem jeweiligen Vorhandensein von Materie ab, daher ist es begreiflich, dass gewisse Mineralien überhaupt nur in winzigen Kryställchen vorkommen.

3. Krystalle finden sich nicht nur bei den Mineralien, sondern auch andere Naturkörper, z. B. die im Laboratorium entstandenen, vermögen, sofern ihnen nur eine bestimmte chemische Zusammensetzung zukommt, in gesetzmässig begrenzten Gestalten aufzutreten.

Die Lehre von den geometrischen, physikalischen und chemischen Eigenschaften krystallisirter Körper fasst man unter den Namen Krystallographie zusammen.

Bei der besonderen Bedeutung, die die Individuen für die Mineralogie haben, kann man die Betrachtung der morphologischen Eigenschaften der Krystallindividuen abtrennen von der der Aggregate. Erstere wird als geometrische Krystallographie bezeichnet, letztere deckt sich in vielen Punkten mit einer Structurlehre der Mineralien.

a. Geometrische Krystallographie.

V. v. Lang, Lehrbuch der Krystallographie. Wien 1866.

P. Groth, Physikalische Krystallographie, 2. Auflage. Leipzig 1885.

II. Abtheilung. Die geometrischen Eigenschaften der Krystalle.

Th. Liebisch, Geometrische Krystallographie. Leipzig 1881.

Mallard, Traité de Cristallographie. Bd. I. Paris 1879. Bd. II. 1884.

Cap. I.

- § 1. Gesetz der Winkelconstanz. § 2. Begrenzungselemente.
 § 3. Messungsinstrumente und Messmethoden.

§ 1. Zum Zweck der geometrischen Betrachtung der Krystalle geht man im Allgemeinen von idealen Gestalten aus, d. h. man setzt rings von ebenen Flächen begrenzte Polyeder voraus, deren gleichwerthige Flächen gleich weit vom Mittelpunkt entfernt stehen.

1. Solche ideale Gestalten werden in der Natur nur ausnahmsweise angetroffen, gewöhnlich erscheinen die Formen durch relatives Vorherrschen gewisser Flächen verzerrt, die Flächen selbst als Folge sogen. Wachstumserscheinungen uneben, facettirt, rauh, matt etc.

2. Gleichwerthige Flächen sind solche, die sich geometrisch und physikalisch gleich verhalten, somit vertauschbar sind.

Zu dieser Voraussetzung ist man berechtigt, weil die volle Umgrenzung, sowie die Flächenbeschaffenheit von mehr oder minder zufälligen Umständen abhängt. Namentlich ist aber die absolute Entfernung der Flächen von einem geometrischen Mittelpunkt für die Krystalle durchaus unwesentlich. Denn es hat sich als erstes, zunächst empirisch gefundenes, die Krystallgestalten beherrschendes Gesetz herausgestellt, dass nicht die absoluten Maasse der einzelnen Flächen und ihrer Durchschnitte, der Kanten, für eine bestimmte Krystallgattung charakteristisch sind, sondern allein die Richtung der Flächen und somit auch der Kanten; mit anderen Worten: die Neigungen entsprechender Flächen und Kanten sind für alle Krystalle derselben Mineralspecies constant (Gesetz der constanten Flächen- und Kantenwinkel). Man kann demnach die Flächen eines Krystalles parallel mit sich selbst verschieben, ohne an dem Wesen der Krystallform etwas zu ändern (Fig. 1 u. 2).

Die Figuren 1 u. 2 stellen 2 Quarzkrystalle, beide von denselben Flächen begrenzt dar. Fig. 1 zeigt die ideale, Fig. 2 die verzerrte, aber gewöhnlichere Ausbildung. — Während nun die Dimensionen entsprechender Flächen an beiden Krystallen verschieden sind, sind die Winkel derselben, z. B. $p^{\vee}r$, $p^{\vee}z$, $r^{\vee}r$ etc. die gleichen geblieben.

1. Das Gesetz gilt im Allgemeinen jedoch nur für bestimmte Temperaturen, welche Einschränkung zuerst Mitscherlich (1823) gefunden hat. Da bei den anisotropen Substanzen eine verschiedenartige Ausdehnung nach verschiedenen Richtungen stattfindet, so zeigen sich bei entsprechenden Flächenneigungen kleine Differenzen (meist von solcher Kleinheit, dass sie praktisch vernachlässigt werden können), wenn sie bei verschiedenen Temperaturen gemessen sind.

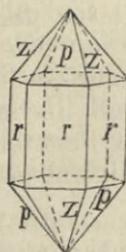


Fig. 1.

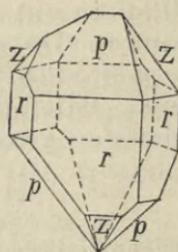


Fig. 2.

2. Das Gesetz der Winkelconstanz wurde von dem Dänen Nicolaus Steno bei der Untersuchung von Quarzkrystallen aufgefunden (*De solido intra solidum naturaliter contento dissertationis prodromus*. Florentiae 1669. „In plano axis laterum et numerum et longitudinem varie mutari, non mutatis angulis“) und durch die zahlreichen, etwa 100 Jahre später fallenden Messungen von Romé de l'Isle (*Essai de Cristallographie*, 1772; *Cristallographie, ou description des formes propres à tous les corps du règne minéral*, 1783) bestätigt. — Das Gesetz hat deshalb eine so grosse Wichtigkeit, weil es das sicherste Mittel zur Identificirung und Unterscheidung krystallisirter Substanzen gewährt.

§ 2. Die Flächen, Kanten und Ecken bilden die Begrenzungselemente eines Krystalles; zwischen ihnen besteht nach Euler die bekannte Beziehung: $F(\text{l}ä\text{c}h\text{e}n) + E(\text{c}k\text{e}n) = K(\text{a}n\text{t}e\text{n}) + 2$.

Die Flächen eines Krystalles können Dreiecke (gleichseitige, gleichschenklige, ungleichseitige), Vierecke (Quadrate, Rechtecke, Rhomben, Parallelogramme, Deltoide, Trapeze), Pentagone, überhaupt die verschiedenartigsten Polygone sein. Infolge der Verschiebbarkeit der Flächen sind die Krystallpolygone in ihrer Gestalt ebenso veränderlich und unwesentlich wie in ihren Dimensionen.

Bei den Ecken unterscheidet man wohl $2 + 1$ -kantige, $3 + 2$ - etc. kantige Ecken, je nachdem die Ecke von 2 gleichwerthigen und 1 ungleichen, 3 gleichwerthigen und 2 davon verschiedenen Kanten etc. gebildet wird.

Man kann an einem Krystall Flächen- und Kantenwinkel unterscheiden, je nachdem es sich um die Neigung von Flächen oder Kanten handelt.

Unter der speciellen Bezeichnung: Polkanten- und Seiten-(Mittel-)kantenwinkel hat man auch den Flächenwinkel verstanden, den die in den Pol-, resp. Seitenkanten zusammenstossenden Flächen bilden und in diesem Sinne werden wir auch im speciellen Theil diese Ausdrücke gebrauchen.

Da die Messung des Flächenwinkels mit Hülfe der gegenwärtig in Anwendung stehenden krystallographischen Messinstrumente weit genauer durchzuführen ist als die der Kantenwinkel, so hat ersterer für die Krystallographie die grössere Wichtigkeit. Es ist klar, dass sich auf dem Wege der Rechnung aus den gemessenen Flächenwinkeln die Kantenwinkel herleiten lassen müssen. Die Flächenwinkel sind überhaupt die einzigen, direct zu gewinnenden Daten an den Krystallen, aus denen alle übrigen, zur geometrischen Charakterisirung einer Mineralsubstanz nöthigen weiteren Daten durch Rechnung abgeleitet werden müssen; daher gehört die genaue Feststellung der Winkel zu den wesentlichsten Aufgaben des Mineralogen.

Da die genauere der krystallographischen Messmethoden nicht den im gewöhnlichen Sinne verstandenen, sogen. Euklidischen Winkel direct ergibt, sondern den von den Normalen der betreffenden Flächen eingeschlossenen Winkel, also das Supplement des gewöhnlichen, und da dieser sogen. Normalenwinkel für die Rechnung und die graphische Darstellung sich praktischer erweist, so findet man bei einzelnen Autoren für die auftretenden Flächenneigungen nur die Normalenwinkel angegeben. In diesem Buch sind bei allen Winkelangaben stets die gewöhnlichen, inneren, zu verstehen.

§ 3. Die Messmethoden und Messinstrumente. Zum Messen der Flächenwinkel an Krystallen bedient man sich zweier Methoden und dementsprechend giebt es 2 Arten von Messinstrumenten.

1. Das Anlege- oder Contactgoniometer. Dasselbe wurde von Carangeot (auch Carangeau), welcher für Romé de l'Isle Thonmodelle anzufertigen hatte, erfunden und mit ihm wurden die grundlegenden Messungen Hauy's ausgeführt. Das Instrument (Fig. 3) besteht aus 2 scheerenartig beweglichen und gegen einander verschiebbaren Stahlschenkeln, die mit einem Transporteur verbunden sind. (Bei der Brongniart'schen Abänderung können die Stahlschenkel vom Transporteur losgelöst werden.) Die Schenkel sind verschiebbar, damit Krystalle verschiedener Grösse bequem zu messen sind, sie sind an ihren Enden zugespitzt, damit man auch an in Drusen sitzende Krystalle herankommen kann. — Durch einfaches Anlegen der Stahlschenkel an die den gesuchten Winkel einschliessenden Flächen erlangt man den am Transporteur abzulesenden Winkel. Das Instrument ist nur zu annähernden (ca. $\frac{1}{2}^\circ$) und Orientierungsmessungen zu verwenden, giebt aber in geschickter Hand ganz gute Resultate. Natürlich wird bei dieser Methode der gewöhnliche Winkel erhalten.

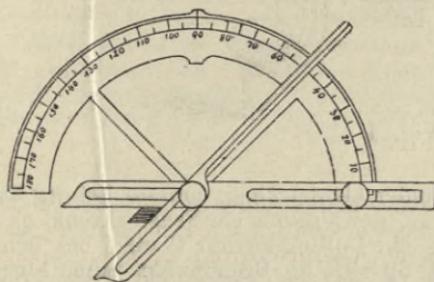


Fig. 3.

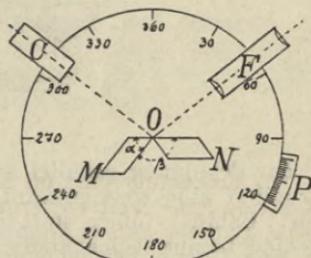


Fig. 4.

2. Das Reflexionsgoniometer. Dasselbe wurde 1809 von Wollaston erfunden. Das Princip geht aus Fig. 4 hervor. Ein Krystall OM ist auf einem getheilten Kreis derart befestigt, dass die Kante, in welcher die den zu messenden Winkel α bildenden Flächen zusammenstossen, genau im Mittelpunkt O des Theilkreises (Centrirung) und parallel dessen Umdrehungsaxe (Justirung) steht. Fällt durch das Rohr C ein Bündel paralleler Lichtstrahlen auf eine der Krystallflächen und wird dasselbe nach dem Beobachtungsfernrohr F reflectirt, so bedarf es, wie aus der Fig. 4 ersichtlich, nur einer Drehung des Theilkreises mit dem darauf befestigten Krystall um den Winkel β , damit auch die andere Fläche das Licht nach derselben Richtung reflectirt. Der Winkel β ergibt sich aus der Differenz der beiden Ablesungen am Nonius P vor und nach der Drehung. Er ist gleich $180 - \alpha$, also der Normalenwinkel der gesuchten Neigung. Die wesentlichsten Bedingungen, die bei einer solchen Winkelmessung mit dem Reflexionsgoniometer zu erfüllen sind, sind demnach: Genaue Centrirung und Justirung, sowie Parallelität der auf fallenden Lichtstrahlen. Auf diese Punkte sind daher auch alle Verbesserungsbestrebungen der neueren Goniometer (Fig. 5) gerichtet.

Zur bequemen Centrirung und Justirung wird der Krystall nicht unmittelbar auf dem Theilkreis, sondern auf einer Schlittenvorrichtung befestigt, die auf einer durch den Mittelpunkt des Theilkreises hindurchgehenden beweglichen, aber jederzeit festzustellenden Axe c sitzt. Die Schlittenvorrichtung rührt in ihrer einfachsten Gestalt von Mitscherlich her. Zwei auf einander gleitende Schlitten, a und der Schlitten unterhalb a, gestatten ein Verschieben der Krystallkante von rechts nach links und von vorn nach hinten. Auf diesen Schlitten, die die Centrirung bewirken, befinden sich zwei weitere, halbkreisförmig ausgekehlte Schlitten b und a_1 , die unter Anwendung von Schrauben

ein Aufrichten und Neigen des auf ihnen befestigten Krystalles gestatten, wodurch die Justirung ermöglicht wird.

Die richtige Centrirung und Justirung lässt sich durch das Beobachtungsfernrohr F mit Fadenkreuz, das durch die vorzuschlagende Lupe L in ein schwach vergrößerndes Fernrohr abgeändert wird, controlliren.

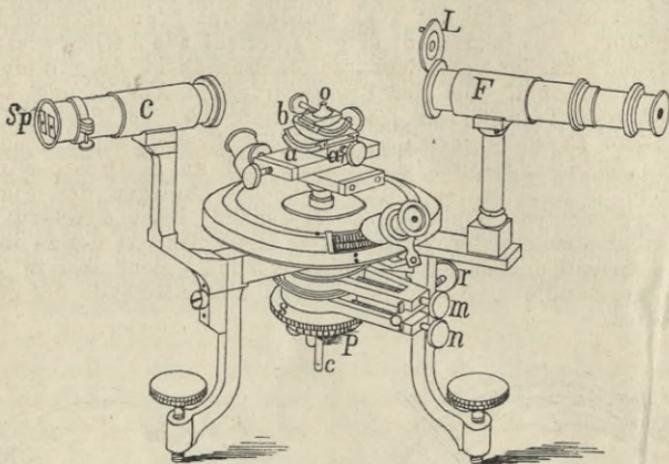


Fig. 5.

Zur Erlangung parallel auffallender Lichtstrahlen musste bei der älteren Construction eine weit entfernte Marke, gewöhnlich ein Fensterkreuz, gewählt werden. Babinet führte statt dessen ein Collimatorrohr C ein, bei dem ein durch eine Lampe beleuchteter Spalt Sp sich im Brennpunkt einer Linse befindet, wodurch die austretenden Lichtstrahlen parallel gemacht werden. Der jetzt zumeist gebrauchte Websky'sche Spalt (Fig. 6) vereinigt in sich den Vorzug eines engen und weiten Spaltes.

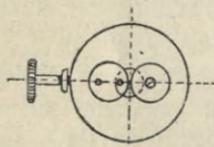


Fig. 6.

Zur Vermeidung des parallaktischen Sehens, wodurch ein wesentlicher Fehler in die Ablesungsergebnisse gelangen kann, wurde von Neumann und Kupffer ein Spiegel dem Wollaston'schen Goniometer angefügt, bei den heutigen Constructionen bedient man sich eines von Malus zuerst eingeführten Beobachtungsfernrohrs F mit Fadenkreuz.

Von Babinet wurde dann noch statt des ursprünglich verticalen Theilkreises ein horizontaler gewählt (System Babinet im Gegensatz zu System Wollaston), wodurch die Stabilität erhöht wird und das Instrument auch bequem Verwendung zur Bestimmung von Brechungs-exponenten finden kann.

Die Messung erfolgt im Dunkelzimmer, wodurch es möglich wird, Reflexe von schlecht spiegelnden und sehr kleinen Flächen zu erhalten. Zur Ausführung der Messungen klebt man mittelst Wachs den Krystall auf das obere Ende (o) der die Schlitten tragenden Axe und bringt ihn in die Höhe des mit vorgeschlagener Lupe versehenen Beobachtungsfernrohrs; alsdann centrirt und justirt man die betreffende Krystallkante mittelst der durch Schrauben verstellbaren Schlitten. Dass genügend centrirt und justirt ist, erkennt man daran, dass bei einer Umdrehung der den Krystall tragenden Axe um einen Theil von 360° die Krystallkante sich fortwährend mit dem verticalen Faden des Fadenkreuzes deckt; die geringste Abweichung vom richtigen Justiren wird in der Folge an dem schiefen Vorbeigleiten des Reflexes vor dem Gesichtsfelde des Beobachtungsfernrohrs wahrgenommen. Nach genügender Centrirung und Justirung stellt man mittelst Schraube m die bisher benutzte Axe fest, so dass eine Drehbewegung des Krystalles nur noch bei gleichzeitiger Fortbewegung

des Theilkreises (vermitteltst der grossen Schraube s) möglich ist (oder bei weniger praktischer Einrichtung mit Fortbewegung des Nonius, wo dann der Theilkreis feststeht). Die Schraube n dient zur Klemmung dieser Drehbewegung, r ist die zugehörige Mikrometerschraube. Die bisherigen Operationen können im Tageslicht ausgeführt werden. Nunmehr wird im Dunkelraum der Spalt durch eine Lampe beleuchtet und durch Umdrehung des Theilkreises mit dem festgestellten Krystall um 360° jeder einzelne Lichtreflex im Fadenzkreuz unter Anwendung von Feinstellschrauben festgehalten und jede Einstellung am Nonius abgelesen.

1. Bei einer vollen Umdrehung um 360° müssen die Reflexe aller Flächen, deren Durchschnittskanten parallel mit der centrirten Kante sind, also alle tautozonalen Flächen durch das Gesichtsfeld gehen und man kann somit durch eine Centrirung und Justirung sämtliche Winkel einer Zone messen. Der Fehler, dass alsdann nur eine bestimmte Kante centrirte, die Durchschnittskanten der übrigen Flächen aber um ein Geringes ausserhalb des Centrums stehen, kommt bei der Parallelität der durch den Collimator auffallenden Lichtstrahlen gar nicht in Betracht.

Die Beobachtung am Goniometer ist, wie leicht einzusehen, ein ausgezeichnetes Mittel, um die Tautozonalität mehrerer Flächen zu prüfen.

2. Nur selten erscheint der reflectirte Spalt einfach, meist hat man es mit mehreren Reflexen zu thun. Das liegt an der Beschaffenheit der Krystallfläche, ob sie völlig eben, oder gestreift, geknickt etc. ist.

(Ausführlicheres über Goniometer und Methode des Messens siehe: Kupffer, Handbuch der rechnenden Krystallonomie. Websky, Zeitschrift für Kryst. IV, 545 f., Liebisch, Bericht über d. wissensch. Instrum. der Berliner Gewerbeausstellung 1880. Groth, Physik. Krystallographie.)

Cap. II.

§ 1. Gesetz der rationalen Axenabschnitte, Parameter. § 2. Axensystem, Einheitsfläche, Krystallelemente. § 3. Coefficienten, Indices, Symbolisirung. § 4. Isoparametrische Flächencomplexe. Naumann's Formsymbol. § 5. Flächentypen.

§ 1. Krystalle sind Polyeder, die sich aus der Fülle der denkbaren stereometrischen Körper durch eine ganz charakteristische Eigenschaft herausheben, welche Besonderheit als das Gesetz der rationalen Axenabschnitte oder Kantenschnitte bezeichnet wird.

Bezieht man nämlich, analog dem Verfahren der analytischen Geometrie, die an einem Krystall vorhandenen Flächen auf ein Coordinatensystem, welches aus den Durchschnittskanten von 3 am selben Krystall auftretenden, aber unter sich nicht parallelen Flächen gebildet ist, so ist erfahrungsgemäss das Verhältniss der Abschnitte aller übrigen Flächen auf der gleichen Coordinatenaxe stets ein rationales.

Es ist üblich, die 3 Coordinatenaxen in der Krystallographie a , b und c zu nennen, wobei der Brauch geübt wird, dass die auf den Beschauer zulaufende Axe (die Längsaxe) mit a , die quer verlaufende (Queraxe) mit b und die Verticalaxe mit c bezeich-

net wird. Die Axenabschnitte selbst führen auch den Namen Parameter.

Seien die Coordinatenaxen a, b, c die Durchschnitte dreier nicht paralleler Flächen, seien ferner $H, K, L \dots X$ Flächen desselben Krystalls und $m, n, p; m_1, n_1, p_1, \dots m_x, n_x, p_x$ (in beliebigem Maass ausgedrückt) der Reihe nach die Abschnitte dieser Flächen auf den 3 Axen, so verhalten sich nach obigem Gesetz:

$$\left. \begin{array}{l} m : m_1 : m_2 \dots : m_x \\ n : n_1 : n_2 \dots : n_x \\ p : p_1 : p_2 \dots : p_x \end{array} \right\} \begin{array}{l} \text{wie rationale Zahlen, z. B.} \\ 1 : 2 : 3 : \dots \text{ oder} \\ 1/2 : 1/3 : 1/4 \text{ etc.} \end{array}$$

1. Also nur die Abschnitte auf denselben Axen verhalten sich wie rationale Zahlen; das Verhältniss der Axenabschnitte auf verschiedenen Axen, also $m : n : p$, ist im Allgemeinen irrational.

2. Die Axen sind zum ersten Male im Jahre 1804 in die Krystallographie eingeführt worden durch Christian Samuel Weiss bei Gelegenheit seiner Uebersetzung des Hauy'schen Lehrbuches der Mineralogie.

3. Das Grundgesetz der rationalen Verhältnisse oder der rationalen Axenabschnitte (auch der rationalen Kantenschnitte, weil die Axen Krystallkanten sind), oder kurz das Parametergesetz, welches die Krystalle als ganz besondere Polyeder erscheinen lässt, ist zunächst ein reines Erfahrungsgesetz und zuerst von René Just Hauy in den achtziger Jahren des vorigen Jahrhunderts als eine Consequenz seiner theoretischen Vorstellung über den Aufbau der Krystalle ausgesprochen worden. Nach dieser auf die Beobachtung der Spaltbarkeit gegründeten Vorstellung bestehen die Krystalle aus überaus kleinen congruenten Molekeln von für jede krystallisirte Substanz bestimmter Form, die zunächst die gleichgestaltete Primitivform aufbauen. Aus dieser gehen alle übrigen (secundären) Krystallformen durch eine an den Kanten oder Ecken eintretende Abnahme (Decrescenz) ganzer Molekelreihen und Schichten hervor (Fig. 7); daher muss auch das Verhältniss der Kanten der abgeleiteten Form zu denen der ursprünglich ein rationales bleiben. — Romé de l'Isle hatte noch angenommen, dass die Modification der Primitivform in willkürlicher, wenn auch an derselben Mineralsubstanz constant wiederkehrender Weise erfolge.

Die Zurückführung der Flächen auf Axen und der entsprechende Ausdruck als Gesetz der rationalen Axenabschnitte rührt von Chr. S. Weiss her.

Der Beweis, dass dieses Gesetz für jedes regelmässig parallelepipedisch angeordnete Punktsystem Gültigkeit hat, ist von Sohncke (Wiedemann's Annalen der Physik. Bd. 16, S. 489) geführt worden

und dadurch dem ursprünglich empirischen Gesetz die Bedeutung eines Naturgesetzes verliehen worden. Es lässt sich demnach auch deductiv verwenden und aussprechen, dass nur solche Flächen an einem Krystall auftreten können, deren Axenabschnitte in einem rationalen Verhältniss zu einander stehen.

4. Die Erfahrung lehrt nun ferner, dass bei den meisten der an einem Krystall wirklich auftretenden Flächen diese rationalen Verhältnisse durch die einfachsten ganzen Zahlen, zumeist in der Zahlenreihe 1—10 liegend, ausgedrückt werden. Durch diese Beschränkung, wonach die Abschnitte sich wie ganze einfache Zahlen verhalten, liegt der besondere Werth für die praktische Krystallographie; es wird dadurch ermöglicht, die bei der Messung und durch schlechte Flächenausbildung entstandenen Fehler zu eliminiren.

§ 2. Zu Axen eines Krystalls kann man jede beliebigen 3, unter sich nicht parallelen Krystallkanten, welche man durch einen gemeinsamen, im Innern des Krystalls angenommenen Punkt legt,

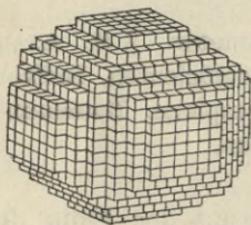


Fig. 7.

nehmen; man wird aber aus praktischen Gründen stets ein solches Axensystem wählen, welches bezüglich der Rechnung und der Symbolisirung (siehe weiter unten) bestimmte Vortheile bietet.

Zur unzweideutigen Festlegung aller an einem Krystall auftretenden oder möglichen Flächen mit Bezug auf ein so angenommenes Axensystem genügt es offenbar, wenn man die Parameter einer einzigen (Ausgangs-) Fläche und ausserdem das Verhältniss kennt, in welchem die Parameter aller übrigen Flächen zu den Abschnitten der Ausgangsfläche stehen. Auf diesem Umstand beruht die Symbolisirung der Krystallflächen.

Nennt man beispielsweise die Axenabschnitte einer Fläche ABC auf den 3 Axen der Reihe nach a , b und c (Fig. 8), so lassen sich die Abschnitte jeder anderen Fläche HKL in der Form $m.a$, $n.b$, $p.c$ darstellen, wobei die Coefficienten m , n und p nach dem Parametergesetz einfache rationale Zahlen (seien es nun ganze Zahlen oder Brüche) sein müssen. In der Fig. 8 würden es Brüche sein.

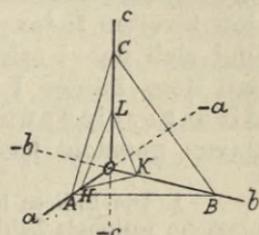


Fig. 8.

Die Ausgangsfläche, welche die Parameter a , b und c geliefert hat, heisst die Einheitsfläche, weil ihre Coefficienten gleich 1 sind.

Das Parameterverhältniss der Einheitsfläche und die von den Axen eingeschlossenen Winkel, also $a : b : c$ und $b \vee c = \alpha$, $a \vee c = \beta$, $a \vee b = \gamma$ liefern die sogen. Krystallelemente einer Mineralspecies.

Zur Einheitsfläche kann jede beliebige Krystallfläche, wenn sie nur alle 3 Axen schneidet, gewählt werden; man wird aber aus Zweckmässigkeitsgründen sie stets so wählen, dass die Coefficienten m , n und p aller übrigen Flächen möglichst einfach, d. h. klein werden.

§ 3. Damit sind wir zur krystallographischen Bezeichnungsweise der Flächen (Symbolisirung) gelangt, deren Grundlage demnach das Parametergesetz und die Bezugnahme auf eine Einheitsfläche bildet.

Giebt man das Zeichen einer beliebigen Fläche derart an, dass man deren Axenabschnitte als Multipla der Axenabschnitte der Einheitsfläche darstellt, gewöhnlich in Form ganzer Zahlen, was durch Multipliciren des Doppelverhältnisses immer zu erreichen ist, so ist das die sogen. Weiss'sche Schreibweise oder die Coefficientenbezeichnung, die ganz allgemein die Form $ma : nb : pc$ besitzt, wo alsdann m , n und p alle möglichen einfachen ganzen Zahlen, ∞ eingerechnet, bedeuten. Da es sich nur um das Verhältniss handelt, so stellt auch die kürzere Form $a : mb : nc$ das allgemeine Zeichen einer Fläche dar.

Durch Division des Doppelverhältnisses $ma : nb : pc$, was geometrisch einer Parallelverschiebung der Krystallfläche entspricht, lässt sich dasselbe stets auf die Form $\frac{1}{h} a : \frac{1}{k} b : \frac{1}{l} c$ bringen,

d. h. auf eine Form, bei der die Coefficienten als Brüche mit dem Zähler 1 erscheinen.

Die solcherart modificirte Weiss'sche Schreibweise bietet für die Rechnung Vortheile, steht desshalb viel im Gebrauch, wird aber für diesen Zweck noch in charakteristischer Weise abgekürzt. Man schreibt als das Zeichen einer Fläche nur die von einer Klammer umschlossenen sogen. Indices ($h k l$), was zu keinen Missverständnissen Anlass geben kann, wenn man die Indices stets in derselben Reihenfolge schreibt, d. h. den ersten Index stets auf die Axe a , den zweiten Index stets auf b und den dritten Index auf c bezieht und sich dabei erinnert, dass es sich bei diesen Indices um Brüche mit dem Zähler 1 handelt. Die Schreibweise selbst heisst die Indicesbezeichnung oder, weil zuerst Miller ausgiebigen Gebrauch davon gemacht hat, auch die Miller'sche Schreibweise.

1. Die Indices h, k, l müssen ebenso wie die Coefficienten m, n, p , einfache rationale Zahlen sein; daher auch Gesetz der rationalen Coefficienten oder der rationalen Indices.

2. Coefficienten und Indices verhalten sich umgekehrt proportional, gestatten also leicht eine wechselseitige Herleitung, z. B. das Weiss'sche Symbol $2a : 3b : 4c$ wird nach den Uebergängen

$$\frac{2}{2 \cdot 3 \cdot 4} a : \frac{3}{2 \cdot 3 \cdot 4} b : \frac{4}{2 \cdot 3 \cdot 4} c = \frac{1}{12} a : \frac{1}{8} b : \frac{1}{6} c$$

zu dem Miller'schen Zeichen (643); umgekehrt wird aus den Indices (123) die Coefficientenbezeichnung

$$\frac{1}{1} a : \frac{1}{2} b : \frac{1}{3} c = 6a : 3b : 2c.$$

Für den Coefficienten ∞ bei Weiss steht natürlich der Index 0 bei Miller, denn $\infty = \frac{1}{0}$; z. B. $2a : b : \infty c = (120)$.

Durch das Hinzufügen der Richtungsvorzeichen zu den einzelnen Indices und Coefficienten wird die Lage der Flächen in den einzelnen Flächenräumen (Oktanten, in einigen Fällen Dodekantanten) bestimmt. Dabei ist zu bemerken, dass das Vorzeichen $+$ nicht geschrieben wird und das Vorzeichen $-$ bei Weiss durch einen der betreffenden Axe angehängten Accent ausgedrückt wird. So liegt die Fläche $2a' : 3b : c' = (\bar{3} \bar{2} \bar{6})$ im rechten hinteren Oktanten unten, die Fläche $a : 4b' : 2c = (4 \bar{1} \bar{2})$ im linken, vorderen Oktanten oben etc.

3. Weiss hat seine Art der Flächenbezeichnung zuerst in einer Abhandlung über die krystallographische Fundamentalbestimmung des Feldspaths (Abhandl. d. Berliner Akademie d. Wissensch. 1816–1817) vorgeschlagen; die Bezeichnung der Flächen durch Indices wurde von Whewell 1825, unabhängig davon 1829 von Grassmann und ebenso von Frankenheim angewendet, fand aber erst durch die krystallographischen Schriften W. H. Miller's (A treatise on crystallography. London 1839) allgemeineren Eingang, sodass sie bei ihren praktischen Vortheilen jetzt im Begriff steht, alle anderen Schreibweisen zu verdrängen.

§ 4. Alle diejenigen Flächen eines Krystalles, die bei gleichen Parametern sich nur durch das Richtungsvorzeichen dieser Parameter unterscheiden, bilden einen isoparametrischen Flächencomplex. Das führt uns zu der Naumann'schen Schreibweise. Bei dieser Symbolisirung wird jeder isoparametrische Flächencomplex — von Naumann selbst „einfache Krystallform“ ge-

nannt¹⁾ — durch ein einziges Zeichen ausgedrückt, und zwar werden alle übrigen Formen²⁾ von jenem isoparametrischen Flächencomplex (der „Grundform“ Naumann's) hergeleitet, dessen Parameter die Axenlängen a , b und c selbst sind. Indem Naumann die Grundform mit P (im regulären System mit O) bezeichnet, werden die Symbole der übrigen Formen desselben Krystalles dadurch erhalten, dass er dem Buchstaben P (oder O) die sogen. Ableitungszahlen in bestimmter Weise hinzufügt. Die Ableitungszahlen entsprechen den Coefficienten von Weiss, wenn dessen Zeichen derart umgewandelt wird, dass der Coefficient einer der beiden Axen a oder $b = 1$ wird. Der Coefficient der c -Axe wird alsdann stets vor P , der andere hinter P gesetzt und je nachdem er sich auf die Axe a oder b bezieht, dem P noch ein Zeichen \vee oder $-$ zugefügt. Im regulären System, wo $a = b = c$ ist, steht stets der grössere Coefficient vor, der kleinere hinter O .

Beispiel. Der isoparametrische Flächencomplex

$$\begin{array}{ll} a : b : c = (1 \ 1 \ 1) & a : b : c' = (1 \ 1 \ \bar{1}) \\ a : b' : c = (\bar{1} \ \bar{1} \ 1) & a : b' : c' = (\bar{1} \ \bar{1} \ \bar{1}) \\ a' : b' : c = (\bar{1} \ \bar{1} \ 1) & a' : b' : c' = (\bar{1} \ \bar{1} \ \bar{1}) \\ a' : b : c = (\bar{1} \ 1 \ 1) & a' : b : c' = (\bar{1} \ 1 \ \bar{1}) \end{array}$$

wird von Naumann unter das eine Zeichen P zusammengefasst.

Der isometrische Flächencomplex, der sich von $2a : 3b : 4c = (643)$ ableitet, erhält nach Naumann das Zeichen

$$2\bar{P}\frac{3}{2} \text{ oder } \frac{4}{3}\check{P}\frac{2}{3}, \text{ denn es ist}$$

$$2a : 3b : 4c = a : \frac{3}{2}b : 2c = \frac{2}{3}a : b : \frac{4}{3}c.$$

Ein weiteres Eingehen auf das Naumann'sche Symbol wird bei der Besprechung der einzelnen Krystalssysteme erfolgen.

1. Das Naumann'sche Symbol (zuerst von Naumann in seinem „Grundriss der Krystallographie. Leipzig, 1826“ gebraucht) hat den Vortheil grosser Anschaulichkeit und Kürze, wird deshalb viel angewendet und wir werden uns seiner im systematischen Theil auch ausschliesslich bedienen. Aber es hat auch Nachtheile: 1. es vereinigt unter ein Zeichen Flächen, die morphologisch völlig verschieden sind (cf. monoklines und triklines System); 2. es ist nicht immer consequent gebildet (rhomboedr. Bezeichnung) und fast jedes System hat seine, das Gedächtniss beschwerenden Besonderheiten; 3. es hat typographische Nachtheile. Deswegen ist verschiedentlich versucht worden, es abzuändern und eine solche leicht verständliche Abänderung ist von Dana vorgeschlagen und in seinem für den praktischen Mineralogen unentbehrlichen „A System of Mineralogy“ durchgeführt worden.

2. Es sei noch besonders darauf hingewiesen, dass die Weiss'sche und Miller'sche Bezeichnung Flächensymbole sind, während das Naumann'sche Zeichen ein Formsymbol ist. Um den Vortheil, durch ein einziges Symbol einen ganzen Flächencomplex zu bezeichnen, auch auf die Weiss'sche und Miller'sche Bezeichnung auszudehnen, schliesst man das Weiss'sche Symbol in Klammern, z. B. $(a : 3b : 5c)$, das Miller'sche Symbol in $\{ \{$ ein, z. B. $\{123\}$ und versteht alsdann diese Symbole im Sinne der Naumann'schen Bezeichnung.

¹⁾ Wir werden weiter unten S. 27 eine andere, auf die Symmetrieverhältnisse gegründete Definition einer „einfachen Krystallform“ zu geben haben.

²⁾ Form im Sinne von Naumann's „einfacher Krystallform“.

3. Ein ferneres Symbol, das namentlich bei französischen Mineralogen in Gebrauch steht, ist gleich dem Naumann'schen ein Formsymbol; es ist die von Lévy (Description d'une collection des minéraux, formé par M. Heuland, London 1837) vereinfachte alte Hauy'sche Schreibweise.

§ 5. Die Lage einer Fläche mit Bezug auf die 3 Axen kann eine dreifach verschiedene sein; die Fläche kann alle 3 Axen schneiden, sie kann einer Axe parallel laufen und sie kann schliesslich 2 Axen parallel laufen; eine weitere Möglichkeit existirt nicht. Danach kann man 3 Typen von Flächen unterscheiden:

1. Pyramiden- oder Oktaidflächen mit dem allgemeinen Zeichen $ma : nb : pc = (h k l)$, wo m, n und p von ∞ , $h k l$ von 0 verschieden sind.

2. Prismen- oder Dodekaidflächen

$$\infty a : n b : p c = (0 k l)$$

$$m a : \infty b : p c = (h 0 l)$$

$$m a : n b : \infty c = (h k 0).$$

3. Pinakoid- oder Hexaidflächen

$$\infty a : \infty b : c = (0 0 1)$$

$$a : \infty b : \infty c = (1 0 0)$$

$$\infty a : b : \infty c = (0 1 0).$$

Cap. III.

§ 1. Zonen, Deduction. § 2. Zonengesetz.

§ 1. Von Krystallflächen, die sich in parallelen Kanten schneiden, sagt man, sie liegen in einer Zone oder sie seien tautozonal. Die Richtung der betreffenden Kante heisst Zonenaxe.

Ganz allgemein versteht man unter einer Zone den Complex aller Krystallflächen, die einer Kante parallel laufen.

Durch 2 Flächen — ausgedrückt durch ihre Indices — ist die Richtung der gemeinsamen Durchschnittskante, also einer Zonenaxe und somit eine Zone selbst bestimmt. Es müssen sich somit aus den Indices dieser Flächen Werthe herleiten lassen, die zur Fixirung der Richtung der gemeinsamen Durchschnittskante, der Zonenaxe ausreichen. Diese Werthe heissen die Indices der Zone; dieselben werden zum Unterschiede von den Flächenindices in eckige Klammern eingeschlossen.

Ebenso ist die Lage einer Fläche bestimmt, wenn sie parallel 2 Kanten verläuft, also in 2 Zonen liegt. Aus den Indices zweier Zonen müssen sich demnach die Indices der in beiden Zonen liegenden Flächen herleiten lassen. Flächen und Zonen verhalten sich somit dualistisch.

Damit sind wir vor die Lösung zweier häufig vorkommender Aufgaben gestellt, ohne Zuhülfenahme von Winkeln 1. die Indices einer Zone aus 2 durch ihre Indices gegebenen Flächen; 2. die Indices einer Fläche aus den Indices

zweier Zonen, in denen die Fläche liegt, herzuleiten. Eine solche Herleitung von Flächen aus Zonen und umgekehrt ohne Verwendung von Winkeln heisst Deduction.

Die Lösung dieser Aufgaben gelingt am einfachsten, wenn man die Bedingungleichung dafür aufstellt, dass eine Kante in einer Fläche liegt oder, was bei dem vorhandenen Dualismus dasselbe ist, dass eine Fläche in einer bestimmten Zone liegt.

Sind $(h\ k\ l)$ die Indices einer Fläche, $[u\ v\ w]$ die Indices einer Zone, so lautet diese Bedingungleichung

$$\overline{h \cdot u + k \cdot v + l \cdot w = 0} \quad \dots \quad \text{Gleich. I.}$$

Die Herleitung dieser Gleichung, der sogen. Zonengleichung findet sich in allen kristallographischen Lehrbüchern, z. B. Groth S. 200 f., § 41.

Die geometrische Bedeutung von u, v, w geht aus Fig. 9 hervor. Eine Zonenaxe ist nämlich ihrer Richtung nach vollständig bestimmt, sobald sie durch den Koordinatenanfang gelegt und das Verhältniss der Parallelkoordinaten irgend eines beliebigen Punktes P auf ihr bekannt ist. Die Parallelkoordinaten von P sind OU, OV, OW und das Doppelverhältniss dieser 3 Coordinaten wird durch das Zonensymbol $[u\ v\ w]$ ausgedrückt. — Die Ableitung der Grössen u, v, w aus den Indices zweier sich in der Zonenaxe schneidenden Flächen bildet den Gegenstand der nachstehenden Aufgabe 1.

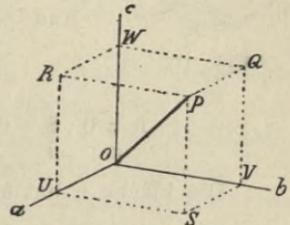


Fig. 9.

Die Gleichung I lässt sich nun zunächst zur Prüfung verwenden, ob eine Fläche in eine bekannte Zone hineinfällt, z. B. wenn es gilt zu untersuchen, ob die Fläche (121) in der Zone $[214]$ liegt. Das ist der Fall, denn es ist

$$1 \cdot 2 + 2 \cdot 1 + 1 \cdot 4 = 0.$$

Jene Gleichung lässt sich aber bei constanten hkl auch als allgemeine Gleichung einer Krystallfläche oder bei den dualistischen Beziehungen zwischen Fläche und Zone, wenn $u\ v\ w$ als constant gelten, als allgemeine Gleichung einer Zone betrachten und es lässt sich demgemäss mit ihr operiren.

Aufgabe 1. Die Indices zweier Flächen $(h\ k\ l)$ und $(h_1\ k_1\ l_1)$ sind gegeben, es sollen die Indices $[u\ v\ w]$ der Durchschnittskante gefunden werden.

Auflösung:

$$\begin{aligned} h \cdot u + k \cdot v + l \cdot w &= 0 \\ h_1 \cdot u + k_1 \cdot v + l_1 \cdot w &= 0 \end{aligned}$$

$$u = \begin{vmatrix} k & l \\ k_1 & l_1 \end{vmatrix} = k l_1 - l k_1; \quad v = \begin{vmatrix} l & h \\ l_1 & h_1 \end{vmatrix} = l h_1 - h l_1; \quad w = \begin{vmatrix} h & k \\ h_1 & k_1 \end{vmatrix} = h k_1 - k h_1$$

Aufgabe 2. Es sollen die Indices derjenigen Fläche $(h\ k\ l)$ bestimmt werden, welche in den beiden bekannten Zonen $[u\ v\ w]$ und $[u_1\ v_1\ w_1]$ liegt.

Auflösung:

$$\begin{aligned} h \cdot u + k \cdot v + l \cdot w &= 0 \\ h \cdot u_1 + k \cdot v_1 + l \cdot w_1 &= 0 \end{aligned}$$

$$h = \begin{vmatrix} v & w \\ v_1 & w_1 \end{vmatrix} = v w_1 - w v_1; \quad k = \begin{vmatrix} w & u \\ w_1 & u_1 \end{vmatrix} = w u_1 - u w_1; \quad l = \begin{vmatrix} u & v \\ u_1 & v_1 \end{vmatrix} = u v_1 - v u_1$$

Beispiel. Bei dem Orthoklaskrystall Fig. 10 liegt die Fläche n in den beiden bekannten Zonen $[PM]$ und $[T'o]$, es sollen die Indices von n bestimmt werden.

Die Indices von P sind	$(0\ 0\ 1)$
" " " M "	$(0\ 1\ 0)$
" " " T "	$(1\ 1\ 0)$
" " " o "	$(1\ 1\ 1)$

$$\text{Daraus folgt für die Zone [PM] : } \begin{array}{c|ccc} 0 & 1 & 0 & 0 \\ & \times & \times & \times \\ \hline 0 & 1 & 0 & 0 & 1 \end{array}$$

$$u = 0 \cdot 0 - 1 \cdot 1, \quad v = 1 \cdot 0 - 0 \cdot 0, \quad w = 0 \cdot 1 - 0 \cdot 0 \\ = \bar{1} \quad = 0 \quad = 0$$

$$\text{ferner für die Zone [To] : } \begin{array}{c|ccc} 1 & 1 & 0 & 1 & 1 \\ & \times & \times & \times & \\ \hline \bar{1} & 1 & 1 & \bar{1} & 1 \end{array}$$

$$u_1 = 1 \cdot 1 - 0 \cdot 1, \quad v_1 = 0 \cdot \bar{1} - 1 \cdot 1, \quad w_1 = 1 \cdot 1 - 1 \cdot \bar{1} \\ = 1 \quad = \bar{1} \quad = 2$$

$$\text{und schliesslich für die Fläche n : } \begin{array}{c|ccc} \bar{1} & 0 & 0 & \bar{1} & 0 \\ & \times & \times & \times & \\ \hline 1 & \bar{1} & 2 & \bar{1} & \bar{1} \end{array}$$

$$h = 0 \cdot 2 - 0 \cdot \bar{1}, \quad k = 0 \cdot 1 - \bar{1} \cdot 2, \quad l = \bar{1} \cdot \bar{1} - 0 \cdot 1 \\ = 0 \quad = 2 \quad = 1$$

Die Fläche n hat also die Indices (0 2 1).

Wenn an dem Orthoklas Fig. 10 noch $k_1 = (\bar{1} 0 0)$ bekannt ist, so lassen sich in derselben Weise auch noch die Flächen y, x, z', q aus dem Zonenverbande deduciren: es liegt

$$\begin{array}{l} y \text{ in } [Pk_1] \text{ und } [on] \\ x \text{ in } [Pk_1] \text{ und } [oo_1] \\ z_1 \text{ in } [TM] \text{ und } [on_1] \\ q \text{ in } [Pk_1] \text{ und } [nz] \end{array}$$

Aufgabe 3. Ein specieller Fall der Aufgabe 2 ist der, dass die Indices einer Fläche (h k l) gesucht werden, welche die Kante zweier anderer Flächen ($h_1 k_1 l_1$) und ($h_2 k_2 l_2$) gerade, d. h. unter gleichen Winkeln abstumpft.

Es ist dann $h = h_1 + h_2$; $k = k_1 + k_2$; $l = l_1 + l_2$.

In Fig. 11 (Combination eines Rhombendodekaeders mit einem Ikositetraeder) stumpft die Fläche b die Kante zwischen $a = (1 0 1)$ und $c = (1 1 0)$ gerade ab, folglich hat b das Zeichen (2 1 1).

Fig. 11.

Aufgabe 4. Aus obiger Gleichung lässt sich nun auch die Bedingung herleiten, damit 3 Flächen (h k l), ($h_1 k_1 l_1$) und ($h_2 k_2 l_2$) in einer Zone liegen. Dann müssen die Gleichungen bestehen:

$$\begin{array}{l} h \cdot u + k \cdot v + l \cdot w = 0 \\ h_1 \cdot u + k_1 \cdot v + l_1 \cdot w = 0 \\ h_2 \cdot u + k_2 \cdot v + l_2 \cdot w = 0 \end{array}$$

und daraus folgt, dass die aus den Flächenindices gebildete Determinante verschwinden muss, also

$$\begin{vmatrix} h & k & l \\ h_1 & k_1 & l_1 \\ h_2 & k_2 & l_2 \end{vmatrix} = 0$$

und aufgelöst, dass statthaben muss:

$$\overline{h(k_1 l_2 - l_1 k_2) + k(l_1 h_2 - h_1 l_2) + l(h_1 k_2 - k_1 h_2) = 0} \quad \text{Gleich. I a.}$$

Beispiel: In Fig. 9 liegen die 3 Flächen $n = (0 2 1)$; $o = (\bar{1} 1 1)$ und $y = (2 0 1)$ in einer Zone, folglich:

$$\begin{array}{r} 0(1 \cdot 1 - 1 \cdot 0) + 2(1 \cdot \bar{1} - \bar{1} \cdot 1) + 1(\bar{1} \cdot 0 - 1 \cdot \bar{1}) \\ 0 \quad -2 \quad + 2 \end{array} = 0$$

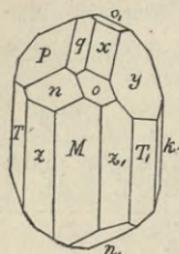
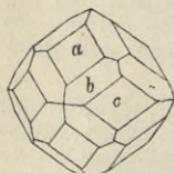


Fig. 10.



§ 2. Wenn man 4 beliebige an einem Krystall auftretende Flächen, von denen nie je 3 in einer Zone liegen, zu Grunde legt, so lassen sich fortwährend auf dem Wege der Deduction aus den vorhandenen Durchschnittskanten neue Flächen und aus deren Durchschnittskanten wiederum neue Flächen u. s. f. herleiten. Die so deducirten Flächen sind mögliche Krystallflächen, denn ihre Indices werden, wie die Art der Herleitung zeigt, rationale sein müssen. In dieser Weise wird man im Stande sein, alle möglichen Flächen eines Krystalls zu deduciren, genau so, als wenn man in das allgemeine Symbol $ma : nb : pc$ für m , n und p alle rationalen Zahlen einsetzt. Der Beweis, dass alle Flächen, deren Indices rationale Zahlen sind, im Zonenverbande stehen, ist von Möbius¹⁾ geführt worden.

Diese Beziehung, dass alle an einem Krystall möglichen Flächen im Zonenverbande stehen, führt den Namen des „Zonengesetzes“, das ersichtlich nur ein anderer Ausdruck für das Gesetz der rationalen Indices ist. — Natürlich brauchen die an einem Krystall zufällig vorhandenen Flächen nicht derartig angeordnet zu sein, dass sie sich ohne Weiteres aus einander deduciren liessen.

Da, wie Gleichung Ia zeigt, die Tautozonalität dreier Flächen allein abhängig ist von ihren Indices und nicht von den Axenlängen, so kann bei Temperaturänderung an der Tautozonalität nichts geändert werden. Demnach bleiben die bei irgend welcher Temperatur bestehenden Zonen auch bei jeder anderen Temperatur als Zonen erhalten (Gesetz der Erhaltung der Zonen).

Der Begriff einer Zone wurde von Chr. S. Weiss in der oben erwähnten Uebersetzung des Hauy'schen Lehrbuches 1804 zuerst aufgestellt und dabei nachgewiesen, dass die bekannten Flächen des Feldspaths sich nach 4 Zonen gruppiren. Am Epidot zeigte dann Weiss 1806, dass aus 2 bekannten Zonen sich das Symbol einer Fläche herleiten lasse.

Das Zonengesetz und dessen Zusammenhang mit dem Gesetz der rationalen Axenabschnitte wurde von F. E. Neumann (De lege zonarum. Diss. 1826) erkannt.

Von Liebisch²⁾ wurde darauf hingewiesen, dass die von älteren Autoren (u. A. von Naumann) unter Benützung von Punktcoordinaten aufgestellte Gleichung einer Krystallfläche nicht naturgemäss sei, weil man in Wirklichkeit zur Fixirung von Krystallflächen nicht Punkte, sondern Zonen, d. h. Kanten verwende, und weil der vorhandene Dualismus zwischen Flächen und Kanten durch jene Form keinen entsprechenden analytischen Ausdruck gefunden habe. Denn eine Krystallfläche werde durch eine, eine Krystallkante durch zwei Gleichungen dargestellt. Dagegen entspricht die Gleichung $hu + kv + lw = 0$ diesen Forderungen, auch der des Dualismus; sie ist die Gleichung einer Fläche bei constanten h , k , l und die Gleichung einer Zone bei constanten u , v , w und somit gelten alle Rechnungen mit ihr sowohl für Flächen als für Kanten.

¹⁾ Der barycentrische Calcül, 1827. cf. Liebisch p. 30.

²⁾ Zeitschr. f. Krystallographie, 1877. Bd. 1, p. 132 f.

Cap. IV.

§ 1. Krystallabbildungen. § 2 u. 3. Linear- und Kugelprojection.

§ 4. Die Aufgaben der Krystallberechnung.

§ 1. Aus dem Vorhergehenden ergibt sich die Wichtigkeit der Zonenverhältnisse für die Krystalle, sowie ferner für die graphische Darstellung derselben die Aufgabe, unter Vernachlässigung der unwesentlichen Grössenverhältnisse der Flächen und Kanten die wesentlichen, weil constanten Verhältnisse des Zonenverbandes zum klaren Ausdruck zu bringen. Wenn es sich daher um Krystallabbildungen handelt, die, etwa um die Habitusausbildung erkennen zu lassen, den Eindruck des Körperlichen machen sollen, so muss an ihnen auch der Zonenverband ersichtlich sein, d. h. die am Krystall parallelen Kanten müssen auch in der Abbildung parallel erscheinen. Das wird erreicht, wenn die Figuren als parallelperspectivische Ansichten entworfen werden. Als Ausgang für die Zeichnung irgend eines Krystalles dient das nach geometrischen Regeln construirte Axenkreuz desselben, auf das die Axenabschnitte der einzelnen Flächen abgetragen werden (daher axonometrisches Zeichnen). Indem man die zugehörigen Abschnitte mit einander verbindet, erhält man die Richtung der Durchschnittskanten der zusammenstossenden Flächen und durch Parallelverschiebung kann man nunmehr den einzelnen Flächen und Kanten die erforderlichen Abstände und Grössen geben. In dieser Weise sind die Krystallbilder der mineralogischen Lehrbücher und Abhandlungen entworfen. (Weisbach, Anleitung zum axonometrischen Zeichnen. Freiberg 1857. Websky, Anwendung der Linearprojection zum Berechnen der Krystalle. 2. Abschnitt etc. Liebisch. Cap. IX.)

Zum Zweck der Flächen- und Zonenübersicht, namentlich aber für die Zwecke der Krystallberechnung sind jedoch die schematischen Krystallprojectionen viel angemessener. Solcher Projectionen sind wesentlich 2 im Gebrauch:

1. die Linearprojection;
2. die Kugelprojection.

§ 2. Die Linearprojection (syn.: Quenstedt'sche Projection). Bei dieser denkt man sich sämmtliche Flächen eines Krystalles durch einen Punkt gelegt und das so gebildete Flächenbündel von einer Ebene, der Projections- oder Zeichenebene, geschnitten. Die Spuren der Flächen liefern alsdann die Projection.

Eigenschaften derselben: 1. Alle parallelen Flächen und ebenso alle parallelen Kanten fallen zusammen, somit wird jedes Flächenpaar durch eine einzige Linie, jede Zone durch einen einzigen Punkt, den Zonenpunkt, dargestellt. 2. Demnach müssen alle tautozonalen Flächen in der Projection durch einen, den zugehörigen Zonenpunkt laufen.

Aus praktischen Gründen wählt man gewöhnlich als Projections-ebene eine zur Verticalaxe senkrechte Ebene, die vom Coordinatenanfang des Axensystems um die Axenlänge c entfernt steht. Der

Endpunkt der Axe c erscheint dann in der Projection als das Centrum derselben, während die Axen a und b als Linien in ihren richtigen Verhältnissen eingezeichnet werden.

Die Linearprojection eines Krystalls ist eine sehr einfache Aufgabe, sobald dieselbe aus gegebenen Axenabschnitten der einzelnen Flächen hergestellt werden soll oder — und dann ist sie besonders vortheilhaft — wenn ein Theil der Flächen aus den Zonen deducirbar ist. Alle Weiss'schen Flächenzeichen sind zu diesem Zweck derart umzuwandeln, dass der Factor von $c = 1$ wird, alsdann kann unmittelbar die Eintragung der Flächen auf den Projectionsaxen vorgenommen werden. Die Projectionenlinien der Flächen von der Form $ma : nb : \infty c$, also parallel der Axe c verlaufende Flächen, gehen durch das Centrum parallel der Flächenspur $ma : nb : c$.

Fig. 13 ist die Linearprojection des Orthoklaskrystalles Fig. 12. Die Projectionsebene steht senkrecht zur Verticalaxe TM , daher müssen alle Flächen,

die senkrecht auf M stehen, auch in der

Projection senkrecht zur Projection M verlaufen, unter sich also parallel sein. Das gilt von den Flächen

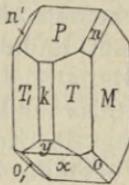


Fig. 12.

$Pkyx$. — Alle übrigen Flächen, soweit sie in der Fig. 12 parallele Kanten bilden, müssen in der Projection durch einen gemeinsamen Zonenpunkt gehen. Aus der Fig. 13 ist unmittelbar ersichtlich, dass eine Reihe von Projectionenlinien durch je 2 Zonenpunkte bestimmt ist.

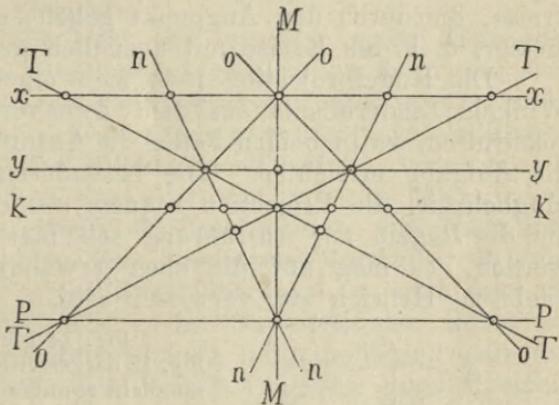


Fig. 13.

Anleitung zur Linearprojection: Quenstedt, Grundriss d. bestimmenden und rechnenden Krystallographie. Tübingen 1873. Werner, Leitfaden zum Studium der Krystallographie. Hannover 1867. Websky, Anwendung der Linearprojection zum Berechnen der Krystalle.

§ 3. Die Kugelprojection (syn.: stereographische oder Miller'sche Projection). Bei derselben sind 2 Operationen zu unterscheiden.

1. Man denkt sich den zu projicirenden Krystall in das Innere einer Kugel gestellt und von dem Mittelpunkt derselben auf alle einzelnen Flächen Lothe gefällt. Die Durchstosspunkte dieser Lothe mit der Kugeloberfläche, die sogen. Flächenpole, sind die Projectionen der Flächen.

Daraus ergeben sich die Eigenschaften dieser Projection. 1. Alle Flächen werden durch Punkte dargestellt. 2. Die Pole aller tautozonalen Flächen liegen auf einem grössten Kreis, demnach werden also die Zonen

durch grösste Kreise dargestellt. 3. Auf der Kugeloberfläche erscheinen die Krystallwinkel als deren Supplemente, in Gestalt sogen. Normalenbögen.

2. Die zweite Operation besteht darin, das Bild der Kugeloberfläche auf die Zeichenebene zu projiciren. Von allen Projectionsmethoden, durch die das Bild einer Kugeloberfläche auf eine Ebene reducirt werden kann, eignet sich für den vorliegenden Zweck am besten die stereographische Methode, weil nach dieser alle Kreise der Kugel auch in der Projection wieder als Kreise erscheinen, dieselbe also mit Hülfe des Zirkels ausgeführt werden kann. (Beweis dieser Eigenschaft der stereogr. Projection bei v. Lang S. 291, bei Liebisch S. 117; cf. auch Henrich, Krystallberechnung. Stuttgart 1886, S. 16.)

Zur Ausführung der stereographischen Projection denkt man sich das Auge in einem Punkt der Kugeloberfläche, die Zeichenebene aber durch den Kugelmittelpunkt derart hindurchgelegt, dass sie auf der Verbindungslinie des Augpunktes mit dem Kugelcentrum senkrecht steht. Die Sehstrahlen nach den einzelnen Flächenpolen ergeben deren Ort (Projection) auf der Zeichenebene. Alle Zonenkreise, die durch den Augpunkt gehen, erscheinen als Kreisdurchmesser, d. h. als Kreise mit unendlich grossem Radius.

Die Kugelprojection lässt sich einerseits aus den gegebenen Winkeln, andererseits aus dem Axenverhältniss und den Indices construiren, wo in beiden Fällen die Ausnutzung des Zonenverbandes die Aufgabe erleichtert. Die besonderen Vortheile liegen in der Möglichkeit, die Projection bequem aus den Winkeln herzustellen; auf die Regeln zur Ausführung soll hier nicht näher eingegangen werden, es mag auf die eben erwähnten Bücher von v. Lang, Liebisch, Henrich etc. verwiesen sein.

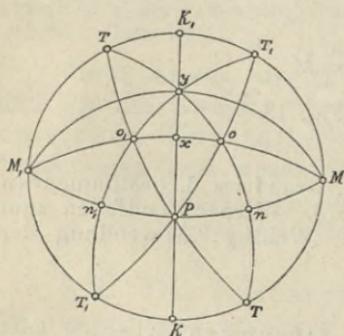


Fig. 14.

Fig. 14 giebt die Kugelprojection des in Fig. 12 dargestellten Orthoklaskrystalles und ermöglicht somit einen Vergleich mit der Linearprojection Fig. 13. Alle Zonen erscheinen hier als Theile eines Kreises; die Zone $[k P x y]$ wird zur geraden Linie, weil sie senkrecht auf der Projectionsebene steht. —

1. Beide schematische Krystallprojectionen haben für besondere Zwecke ihre besonderen Vorzüge. Die Linearprojection ist leichter verständlich und anschaulicher, und wenn einmal das Axenverhältniss gegeben ist, leicht zu construiren. Man kann unmittelbar die Flächensymbole ablesen, ebenso lässt sie sich bequem als Ausgang für die Zeichnung der im § 1 erwähnten Krystallbilder benutzen (indem man nämlich eine perspectivische

Linearprojection entwirft). Die Kugelprojection gewährt den grossen Vorzug, dass man, ohne etwas von den Axenverhältnissen oder den Flächenindices zu wissen, ja ohne Kenntniss des Krystallsystems, allein aus den gemessenen Winkeln Flächenpol nach Flächenpol construiren und aus der allmählich entstehenden Projection alle Verhältnisse, auch das Krystallsystem, ableiten kann. Für die Krystallberechnung giebt sie unmittelbar alle nöthigen sphärischen Dreiecke. Die Winkel dieser sphärischen Dreiecke entsprechen den Kantenwinkeln, die Seiten derselben den Flächenwinkeln am Krystall. Daher wird der messende und rechnende Krystallograph diese Projectionsmethode vorziehen, während als Uebersicht über die bereits erkannten Zonen- und Symmetrieverhältnisse die Linearprojection ihre Vortheile hat.

2. Der geistige Urheber sowohl der Linear- wie der Kugelprojection ist F. E. Neumann (Beiträge zur Krystallonomie, 1823). Für krystallographische Zwecke wurde die Linearprojection zuerst von G. Rose benutzt. Die consequente Entwicklung und systematische Anwendung ist jedoch auf Quenstedt zurückzuführen (cf. mehrere Schriften, namentlich Grundriss der bestimmenden und rechnenden Krystallographie. Tübingen 1873). Eine gleiche Bedeutung wie Quenstedt hat Miller (A Treatise on Crystallography. Cambridge 1839) für die Kugelprojection.

§ 4. Die Aufgaben der Krystallberechnung. Die eben besprochenen Projectionen leiten über zur Krystallberechnung, für welche sie unentbehrlich sind. Ein Krystallflächencomplex ist vollständig bekannt, wenn man die Winkel, die Indices und die Krystallelemente kennt. Dadurch sind die 3 Hauptaufgaben der rechnenden Krystallographie formulirt, nämlich:

1. Berechnung der Winkel von Flächen und Kanten aus gegebenen Indices und Elementen;
2. Berechnung der Flächenindices aus ihrer Neigung zu bekannten Flächen und aus gegebenen Elementen;
3. Berechnung der Elemente.

Diese Aufgaben lassen sich nun entweder unter Zugrundelegung eines Axensystems (den krystallographischen Axen) auf Aufgaben der analytischen Geometrie zurückführen (daher analytische Methode) oder sie lassen sich unabhängig von einem Coordinatensystem durch Auflösung der sphärischen Dreiecke, wie sie die Kugelprojection giebt, lösen (trigonometrische Methode). Beide Methoden sind ausgebaut worden (erstere von Naumann, letztere von Miller) und haben ihre besonderen Vortheile. Bei der praktischen Durchführung einer Krystallberechnung wird man sie meist neben einander anwenden. — Im Nachstehenden sollen die wichtigsten Sätze der Krystallberechnung mitgetheilt und kurz der Weg angedeutet werden, wie sich jene 3 Aufgaben ganz allgemein lösen lassen.

Ad Aufg. 1 u. 2. Die theoretisch wie in der Praxis der Krystallberechnung wichtigste Beziehung zwischen den Winkeln und Indices von Krystallflächen, unabhängig von den Elementen, fließt aus dem Gesetz der rationalen Indices oder ist geradezu wie das Zonengesetz nur ein anderer Ausdruck desselben. Wie Gauss¹⁾ zuerst gefunden hat, lässt sich als Consequenz dieses Gesetzes das Doppelverhältniss (sogen. anharmonisches Verhältniss) der Sinusse der Winkel zwischen 4 tautozonalen Flächen P, Q, R, S (Fig. 15) unmittelbar durch ihre Indices

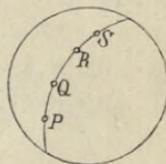


Fig. 15.

$$\frac{\sin PR}{\sin QR} : \frac{\sin PS}{\sin QS} = \frac{[PR]}{[QR]} : \frac{[PS]}{[QS]} \dots \dots \text{Gleich. II.}$$

ausdrücken, in welcher Gleichung [PR], [QR], [PS], [QS] die auf S. 15 unter Aufgabe 1 erläuterte Bedeutung haben und PR, QR etc. die Normalenwinkel der betreffenden Flächen sind.

¹⁾ cf. Liebisch l. c. S. 38.

Sind die Indices der Fläche $P = (p_1 p_2 p_3)$, der Fläche $R = (r_1 r_2 r_3)$, so kann man für $[PR]$ beliebig einen der 3 Werthe $p_2 r_3 - p_3 r_2$ oder $p_3 r_1 - p_1 r_3$ oder $p_1 r_2 - p_2 r_1$ setzen, muss dann aber für $[QR]$, $[PS]$, $[QS]$ die entsprechenden Werthe verwenden.

Daraus ergibt sich die Möglichkeit, 1) aus den Indices von 4 tautozonalen Flächen und 3 Winkeln den unbekannt 4. Winkel und 2) aus den Winkeln zwischen 4 tautozonalen Flächen und den Indices von 3 Flächen die unbekannt Indices der 4. Fläche zu berechnen. — In gleicher Weise lässt sich bei dem Dualismus zwischen Flächen und Kanten eine Gleichung für Kantenwinkel und Kantenindices aufstellen.

Diese Beziehung zwischen Indices und Winkeln ist deswegen besonders praktisch, weil sie sich durchaus der Art der Messung, die zonenweise erfolgt, anpasst und auch sonst wird man bei einer zusammenhängenden Krystallberechnung in der Lage sein, eine Fläche, deren Winkel oder Indices man sucht, als vierte in eine bekannte oder durch Rechnung zu bestimmende Zone zu bringen.

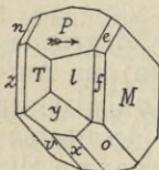


Fig. 16.

Durch Umformung lässt sich Gleich. II auf die für die Rechnung bequemere Form bringen, wodurch auch gleichzeitig, wenn auch nur scheinbar, ein Winkel unterdrückt wird

$$\frac{\cot PR - \cot PS}{\cot PQ - \cot PR} = \frac{[PR]}{[QR]} : \frac{[PS]}{[QS]} \quad \text{Gleich. III.}$$

oder noch zweckmässiger auf die Form:

$$\frac{\cot \omega_1 - \cot \omega_2}{\cot \omega_1 - \cot \omega_3} = \frac{\mu_1 - \mu_2}{\mu_1 - \mu_3} \cdot \frac{\mu_0 - \mu_3}{\mu_0 - \mu_2} = \frac{\nu_1 - \nu_2}{\nu_1 - \nu_3} \cdot \frac{\nu_0 - \nu_3}{\nu_0 - \nu_2} \quad \text{Gl. IV.}$$

wo $\omega_1 = P^\vee Q$, $\omega_2 = P^\vee R$, $\omega_3 = P^\vee S$

und $(\mu_0 \nu_0 1)$ die Indices von P
 $(\mu_1 \nu_1 1)$ „ „ „ Q
 $(\mu_2 \nu_2 1)$ „ „ „ R
 $(\mu_3 \nu_3 1)$ „ „ „ S.

(Es sind demnach die Indices der Flächen P, Q, R, S auf eine solche Form gebracht, dass der dritte Index = 1 ist.)

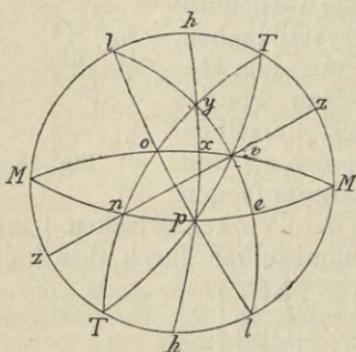


Fig. 17.

Beispiel 1. Am Albit (Fig. 16), dessen Kugelprojection Fig. 17 ist, liegen die 4 Flächen l (110), e (021), v ($\bar{1}11$) und y ($\mu_3 \nu_3 1$) in einer Zone, bekannt die Winkel $l'e = 51^\circ 18'$, $l'v = 94^\circ 57'$ und $l'y = 134^\circ 15'$, es sollen die Indices von y berechnet werden. Es sind:

$$\begin{aligned} \cot \omega_1 &= \cot l'e = 0,80115 \\ \cot \omega_2 &= \cot l'v = -0,08661 \\ \cot \omega_3 &= \cot l'y = -0,97416 \end{aligned}$$

$$\begin{array}{l|l} \mu_0 = \frac{1}{0} & \nu_0 = \frac{1}{0} \\ \mu_1 = 0 & \nu_1 = 2 \\ \mu_2 = \bar{1} & \nu_2 = 1 \\ \mu_3 = ? & \nu_3 = ? \end{array}$$

demnach nach Gleichung IV

$$\frac{0,88776}{1,77531} = \frac{0+1}{0-\mu_3} \cdot \frac{1}{\frac{1}{0}+1}^{-\mu_3} = \frac{2-1}{2-\nu_3} \cdot \frac{1}{\frac{1}{0}-1}^{-\nu_3}$$

$$\frac{1}{2} = \frac{1}{-\mu_3} = \frac{1}{2-\nu_3}$$

daraus $\mu_3 = \bar{2}, \nu_3 = 0$, folglich $y = (\bar{2}01)$.

Beispiel 2. Sind die Indices der 4 Flächen l, e, p, y bekannt und etwa die beiden Winkel $l^{\vee}e$ und $l^{\vee}p$, so berechnet sich der Winkel $l^{\vee}y$, wie folgt:

$$\frac{0,80115 + 0,0866}{0,80115 - \cot l^{\vee}y} = \frac{1}{2}$$

und daraus $\cot l^{\vee}y = 9,98872$,
folglich $l^{\vee}y = 134^{\circ} 15,5$.

Die Gleichung IV vereinfacht sich für besondere, aber häufig eintretende Fälle bedeutend — beispielsweise bei der Rechnung in rechtwinkligen Axensystemen oder dadurch, dass einzelne Flächen Pinakoid- oder Prismenflächen sind. Als solche specielle Fälle mögen hier mitgeteilt sein:

1. Die Ausgangsfläche P fällt in die Säulenzone, dann ist $P = (\mu_0 \nu_0 0)$ und Gleichung IV geht über in:

$$\frac{\cot \omega_1 - \cot \omega_2}{\cot \omega_1 - \cot \omega_3} = \frac{\mu_1 - \mu_2}{\mu_1 - \mu_3} = \frac{\nu_1 - \nu_2}{\nu_1 - \nu_3} \dots \dots \dots \text{Gleich. V.}$$

2. Alle Flächen liegen in der Säulenzone und P und R entsprechen den beiden Pinakoiden dieser Zone; so dass also

$$P = (100), Q = (\mu_1 \nu_1 0), R = (010) \text{ und } S = (\mu_3 \nu_3 0)$$

sind. Zur Herleitung der Relation muss man auf Gleichung III zurückgreifen. Es ergibt sich:

$$\frac{\cot \omega_2 - \cot \omega_3}{\cot \omega_2 - \cot \omega_1} = \frac{\nu_1 \mu_3}{\mu_1 \nu_3} \dots \dots \dots \text{Gleich. VI.}$$

3. Von besonderem Interesse ist der Fall, wo

$$P = (001), Q = (\mu_1 01), R = (100) \text{ und } S = (\bar{\mu}_1 01) \text{ ist.}$$

Dann ist

$$\frac{\cot \omega_1 - \cot \omega_2}{\cot \omega_1 - \cot \omega_3} = \frac{1}{2} \dots \dots \dots \text{Gleich. VII.}$$

und daraus

$$\cot \omega_2 = \frac{1}{2} (\cot \omega_1 + \cot \omega_3) \dots \dots \dots \text{Gleich. VIII.}$$

Gleichung VIII, die sogen. Basalformel, findet praktische Anwendung im monoklinen und triklinen System zur Berechnung des Winkels der beiden Axenebenen (001) und (100).

Die vorstehenden Gleichungen sind, wie ersichtlich, geeignet, die Lösungen der Aufgaben sub 1 und sub 2 herbeizuführen. Bezüglich der Aufgaben sub 2 (Berechnung der Flächenindices) mag hier noch bemerkt werden, dass zur Bestimmung eines jeden einzelnen Symbols, das ja ein Doppelverhältniss darstellt, 2 Angaben nöthig sind; entweder liegt die zu bestimmende Fläche in 2 bekannten Zonen, oder sie liegt in einer bekannten Zone und ausserdem ist noch ein Winkel gegeben oder es sind endlich die Neigungen der Flächen zu 2 anderen, bekannten Flächen gegeben.

Zur Aufgabe 3, Bestimmung der Elemente, ist zu bemerken, dass im allgemeinsten Fall dieselben aus 5 Grössen bestehen, nämlich aus den Axenverhältnissen $\frac{a}{b}$ und $\frac{c}{b}$ und den Axenwinkeln $a \vee b = \gamma$, $b \vee c = \alpha$ und $a \vee c = \beta$. Es sind daher zur Bestimmung 5

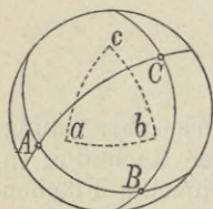


Fig. 18.

von einander unabhängige Winkelmessungen nöthig. — Zur Bestimmung der Axenwinkel bedarf man der 3 Winkel zwischen den Axenebenen A (100), B (010) und C (001), die entweder direct gemessen oder aus anderen Messungen berechnet werden. Sind in beistehender Projection (Fig. 18) A, B und C die Pole der Axenebenen, und a, b, c die Durchstosspunkte der Axen auf der Kugeloberfläche, also $bc = \alpha$, $ac = \beta$, $ab = \gamma$,

so ist Dreieck ABC das Polardreieck zu abc und daraus folgen die Bestimmungsgleichungen:

$$\left. \begin{aligned} \cos \alpha &= \frac{\cos AC \cdot \cos AB - \cos BC}{\sin AC \cdot \sin AB} \\ \cos \beta &= \frac{\cos AB \cdot \cos BC - \cos AC}{\sin AB \cdot \sin BC} \\ \cos \gamma &= \frac{\cos AC \cdot \cos BC - \cos AB}{\sin AC \cdot \sin BC} \end{aligned} \right\} \dots \dots \dots \text{Gleich. IX.}$$

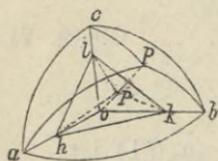


Fig. 19.

Die Grundlage für die Berechnung des Axenverhältnisses liefert die nachstehende, auch sonst für die Krystallberechnung wichtige Relation (X) zwischen den Axenlängen, den Indices einer Fläche (der sogen. Fundamentalfläche) und gewissen Winkeln. Die nebenstehende Figur 19 lässt ohne Weiteres erkennen, dass, wenn die

Fläche P auf den Axen die Längen $\frac{a}{h}$, $\frac{b}{k}$, $\frac{c}{l}$ abschneidet, statt-

$$\frac{a}{h} \cdot \cos Pa = \frac{b}{k} \cdot \cos Pb = \frac{c}{l} \cdot \cos Pc \dots \dots \dots \text{Gleich. X.}$$

Die Fläche $P = (hkl)$ heisst für den Fall, dass $(hkl) = (111)$ ist, die Fundamentalfläche. An Stelle einer Pyramidenfläche kann man zur Bestimmung des Axenverhältnisses auch 2 nicht derselben Zone angehörige Prismenflächen nehmen.

Die Winkel P_a, P_b, P_c , von denen jedoch einer aus den beiden anderen berechnet werden kann, sind die Winkel, welche die 3 Axen mit der Normale der Fläche P einschliessen. In den rechtwinkligen Axensystemen entsprechen diese Winkel den Neigungen der Fläche P zu den 3 Hexaidflächen, können also unter Umständen direct gemessen werden. In den schiefwinkligen Systemen müssen diese Winkel erst durch Rechnung gefunden werden.

Nur im triklinen System bestehen die Krystallelemente aus 5 Constanten, in den anderen Systemen ist deren Zahl geringer und im regulären System sind alle Axen gleich und alle Axenwinkel gleich 90° , wodurch die Rechnung sich natürlich sehr vereinfacht.

(Eingehenderes über Krystallberechnung siehe in: C. Klein, Einleitung in die Krystallberechnung, 1876 und in den bereits citirten Büchern von Quenstedt, v. Lang, Liebisch, Websky, Henrich.)

Cap. V.

Symmetrieverhältnisse. — § 1. Symmetrieelemente. § 2. Symmetriegesetz. § 3. Definitionen. § 4. Krystallsysteme. § 5. Hemiedrie, Tetartoedrie, Hemimorphie.

§ 1. Symmetrieelemente sind: Symmetrieebenen, Symmetrieaxen und Symmetriecentrum.

Bei der Mehrzahl der Krystallpolyeder giebt es eine oder mehrere (mögliche oder bereits vorhandene) Ebenen, die sogen. Symmetrieebenen, zu welchen sämtliche Begrenzungselemente symmetrisch angeordnet sind. Man bezeichnet demzufolge jede Fläche als Symmetrieebene eines Krystalles, wenn sämtliche Begrenzungselemente paarweise zu ihr angeordnet sind und die von paarigen Flächen und Kanten gebildeten Winkel durch sie halbirt werden.

Die S.-E. liegt daher mit jedem einzelnen Flächenpaar in einer Zone, ist also unter allen Umständen eine mögliche Krystallfläche. — Bei Idealgestalten würde jede S.-E. den Krystall in 2 spiegelbildliche Hälften theilen, da aber die gleiche Centraldistanz der Flächen nicht zum Wesen der Krystalle gehört, so äussert sich die Eigenschaft einer Ebene als S.-E. nur in der Halbirtung der auftretenden Winkel. Damit wird auch der Weg zur Constatirung der S.-E. angedeutet.

Symmetrieaxe eines Krystalles heisst jede Gerade, welche als Drehaxe benutzt, nach einer Drehung um einen aliquoten Theil von 360° sämtliche Begrenzungselemente wieder zur Deckung ge-

langen lässt. Sie heisst eine n -zählige Symmetrieaxe oder von n ter Ordnung, wenn der kleinste zur Deckung erforderliche Winkel gleich dem n ten Theil der vollen Umdrehung, d. h. $= \frac{2\pi}{n}$ ist. Sie wird eine Hauptsymmetrieaxe oder Hauptaxe genannt, wenn sie sich als Durchschnitt von zwei oder mehreren gleichwerthigen S.-E. ergibt. Bei einer solchen muss daher $n > 2$ sein.

Andererseits wird eine S.-E. zu einer Hauptsymmetrieebene, wenn in ihr 2 oder mehrere gleichwerthige S.-A. liegen.

Es lässt sich der Beweis führen, dass ein Krystallpolyeder nur 2-, 3-, 4- oder 6-zählige Symmetrieaxen¹⁾, oder Symmetrieebenen²⁾ nur in der Zahl 0, 1, 3, 5, 7 und 9 besitzen kann. Dieses charakteristische Verhalten dient als Eintheilungsgrund für die Krystalle in Krystallsysteme (cf. § 4).

1. Eine S.-A. hat stets die Richtung einer möglichen Krystallkante; durch die Wahl der S.-Axen zu krystallographischen Axen erlangen die sogenannten einfachen Formen isoparametrische Indices.

2. Die Normale einer S.-E. ist stets eine S.-A.; umgekehrt ist nicht jede auf einer S.-A. senkrecht stehende Ebene eine S.-E.; z. B. nicht am Rhomboeder.

3. Die Normale einer H.-S.-E. ist eine H.-S.-A.

4. Der Durchschnitt zweier S.-E. ist stets eine S.-A.

Wenn an einem Krystall zu jeder vorhandenen Fläche eine parallele Gegenfläche auftritt, so besitzt derselbe einen Punkt von der Eigenschaft — das sogenannten Centrum der Symmetrie —, dass er alle durch ihn gelegten und vom Krystall begrenzten Geraden halbirt.

§ 2. Die Zahl der Symmetrieebenen oder -Axen bedingt den Symmetriegrad eines Complexes. Ist der Symmetriegrad eines Complexes einmal gegeben, so wird erfahrungsgemäss durch neu in den Complex eintretende Flächen der Symmetriegrad nicht mehr geändert, d. h. alle in einen Complex von bestimmtem Symmetriegrade eintretenden Flächen müssen in ihrer Zahl und Gruppierung nach Maassgabe der herrschenden Symmetrie auftreten.

Dieses sogenannte Symmetriegesetz, welches von Hauy zuerst erkannt wurde (Sur une loi de cristallisation appelée loi de symétrie, 1815. „Quand une forme cristalline se modifie, la modification se répète de la même manière et produit le même effet sur toutes les parties extérieures de la forme [faces, angles ou arêtes], qui sont de même espèce et identiques entre elles au point de vue géométrique“), wird auch wohl in folgender, der ursprünglichen Hauy'schen Fassung entsprechenden Form ausgedrückt: Gleiche Glieder werden in gleicher Weise, ungleiche Glieder in ungleicher Weise modificirt, wobei man unter Gliedern neben den Begrenzungselementen auch noch die Axen und unter Modification das Auftreten von Flächen an Stelle vorhandener Kanten und Ecken zu verstehen hat.

¹⁾ Liebisch, Geometrische Krystallographie. Cap. XI, § 3.

²⁾ v. Lang, Krystallographie. § 25 und 26.

Wenn nur eine einzige Fläche an Stelle einer Ecke oder Kante tritt, so nennt man das eine Abstumpfung, wenn 2 oder mehrere Flächen auftreten, eine Zuschärfung. Die Abstumpfung und Zuschärfung heisst eine gerade, wenn die neu auftretende Fläche (bezw. Flächen) mit den abgestumpften oder zugeschärften Flächen tautozonal ist und gleiche Winkel bildet.

§ 3. Die Symmetrie der Krystalle giebt nun zu mehreren wichtigen Definitionen Anlass.

Unter einer einfachen Krystallform versteht man den Complex aller derjenigen Flächen, deren Zahl durch den gegebenen Symmetriegrad bedingt wird.

Beispielsweise wird bei dem Vorhandensein einer einzigen S.-E. eine solche einfache Krystallform nur aus 4 Flächen bestehen können; denn das Auftreten einer Fläche zieht in dem Fall das Auftreten einer symmetrischen Fläche nach sich, zu welchen dann noch die beiden parallelen Gegenflächen treten müssen. — Sind 3 auf einander senkrecht stehende S.-E. vorhanden, so erfordert eine diese 3 S.-E. gleichzeitig schneidende Fläche noch das Hinzutreten von weiteren 7 Flächen auf Grund der Symmetrie. — Die beiden Beispiele zeigen auch, dass es einfache Krystallformen geben kann, die für sich allein den Raum nicht abschliessen und solche, die den Raum vollständig abschliessen. Danach unterscheidet man offene und geschlossene Formen.

Wenn alle Flächen einer einfachen Form vom Mittelpunkt gleich weit entfernt stehen, also bei idealer Ausbildung, dann sind dieselben unter sich auch congruent.

Unter Combination versteht man das Auftreten zweier oder mehrerer einfacher Formen an einem und demselben Krystall.

Alle an einer krystallisirten Substanz möglichen einfachen Formen bilden eine Krystallreihe (Mohs), oder einen Krystallformencomplex (Naumann) dieser Substanz.

Wie früher erwähnt, kann man zu krystallographischen Axen je 3 beliebige, unter sich nicht parallele Kanten eines Krystalls verwenden; man nennt aber vorzugsweise jenes ein krystallographisches Axensystem, welches so ausgewählt ist, dass alle Flächen einer einfachen Krystallform isoparametrische Axenabschnitte resp. Indices ergeben, was dadurch geschieht, dass etwa vorhandene S.-A. zu krystallographischen Axen gewählt werden. Axensysteme, die diese Bedingung erfüllen, kann es in den meisten Fällen mehrere geben.

§ 4. Ein Krystallpolyeder kann eine oder mehrere Symmetrieebenen oder Symmetrieachsen haben oder deren auch ganz entbehren.

Unterwirft man nun alle denkbaren Flächencomplexe, welche dem Gesetz der rationalen Axenabschnitte gehorchen, einer theoretischen Untersuchung auf die Zahl der in jedem Fall vorhandenen Symmetrieebenen (oder auch der Symmetrieachsen), so zeigt sich, dass nur 6 von einander unabhängige, mit einer bestimmten Anzahl von Symmetrieebenen begabte Gruppen oder Klassen möglich sind. Somit gewähren die Symmetrieverhältnisse einen Eintheilungsgrund für die Fülle der vorhandenen Krystallformen. Man bezeichnet

diese Klassen als Krystallsysteme und kann dieselben, wie wir es in der Folge thun werden, durch die Zahl ihrer Symmetrieebenen oder, wie es zuweilen auch geschieht, durch ihre Symmetrieebenen charakterisiren.

1. Mit der Charakteristik der Krystallsysteme durch ihre Symmetrieebenen ist der Vortheil grösserer Anschaulichkeit und prägnanterer Correspondenz zwischen geometrischen und physikalischen Symmetrieverhältnissen, andererseits aber auch der Nachtheil verknüpft, dass eine Reihe von Formen niedrigerer Symmetrie (hemiedrische und hemimorphe Formen), welche geometrisch und physikalisch in engster Beziehung zu höher symmetrischen Formen stehen und diesen nothwendig angeschlossen werden müssen, den solcherart definirten Krystallsystemen als eigenthümliche Ausnahmen angehängt erscheinen. Bei der Charakteristik der Systeme auf Grund von Symmetrieebenen dagegen fügen sich diese Formen niedrigerer Symmetrie unmittelbar der Definition ein, aber man tauscht dafür den Nachtheil ein, dass alsdann die rhomboedrischen Formen eine besondere Selbstständigkeit erlangen und als 7. Krystallsystem herausgehoben werden müssten (Sohncke l. c. p. 186), wozu sonst keine physikalische Nothigung vorliegt und wogegen auch, wenigstens in der deutschen Litteratur, der Usus spricht.

2. Die ältere Classification der Krystallpolyeder (Weiss, Mohs, Naumann u. A.) legte Krystallaxen, d. h. Coordinatenaxen zu Grunde, wo dann auch ein 7. System (das diklinoedrische System mit 2 schiefen und 1 rechten Winkel) möglich erschien, für welches Mitscherlich in dem unterschweflig-sauren Kalk einen Vertreter gefunden zu haben glaubte. Physikalisch und auch auf Grund des Symmetriegesetzes — aus letzterem Princip und an der Hand einer Linearprojection leitete z. B. Quenstedt (Methode der Krystallographie, 1840) die Nothwendigkeit von 6 Krystallsystemen her — hatte ein solches 7. System keine Berechtigung. — v. Lang wies unter Zugrundelegung von Symmetrieebenen und dem Gesetz der rationalen Axenabschnitte (anharmonisches Verhältniss) die Sechszahl der Systeme nach (Lehrbuch der Krystallographie, 1866), während Bravais schon früher (Mém. sur les syst. formés par des points distribués régulièrement sur un plan ou dans l'espace. Journ. de l'école polyt. Paris 1850), von Symmetrieebenen und von einer theoretischen Anschauung über die Anordnung der Moleküle zu Raumgittern (assemblage réticulaire) ausgehend, zu 7 Systemen, d. h. incl. des als selbstständig betrachteten rhomboedrischen Systems gelangt war. Das gleiche Princip der Raumgitter lag auch den um dieselbe Zeit, z. Th. schon etwas früher geführten Untersuchungen von Frankenheim zu Grunde. Wie Bravais, so ging auch Sohncke von Symmetrieebenen und einer analogen, aber allgemeinen Anschauung über die Krystallstructur aus (cf. S. 3). — Physikalisch, namentlich die Cohäsion berücksichtigend, ist die Beschränkung der Krystallsysteme auf 6 verschiedentlich erbracht, zuletzt noch von Aaron (Pogg. Ann. Bd. 20, 1883) durch das elastische Verhalten begründet. — In den deutschen Lehrbüchern der Krystallographie und Mineralogie (Groth, Naumann-Zirkel, Tschermak, Bauer) sind mit Ausnahme des Buchs von Liebisch die einzelnen Krystallsysteme durch ihre Symmetrieebenen defnirt.

Vor der Aufzählung und Charakterisirung der Krystallsysteme ist noch die Besprechung der Erscheinung der Hemiedrie und Hemimorphie nothwendig.

§ 5. Jene einfachen Krystallformen, die die volle Zahl der durch das zugehörige Krystallsystem vorgeschriebenen Symmetrieebenen besitzen, bezeichnet man als vollflächige Formen oder Holoeder. Im Gegensatz dazu sind nun Halbflächner oder Hemieder solche Formen, bei denen eine oder mehrere Gruppen

gleichwerthiger Symmetrieebenen aus dem Complex ausgetreten sind.

Die Hemiedrie erfolgt zunächst allerdings nur mit Rücksicht auf eine einzige S.-E., aber der Verlust einer S.-E. zieht nach dem Symmetriegesetz auch den Verlust aller gleichwerthigen S.-E. nach sich, sodass die S.-E. immer gruppenweise aus dem Complex austreten. — Da es in geometrischen Verhältnissen begründet liegt, dass mit dem Verlust einer S.-E. auch eine senkrecht dazu stehende Ebene als S.-E. verloren geht, so können für den Fall, dass diese normalen Ebenen nicht gleichwerthige S.-E. sind, durch eine einzige Hemiedrie auch verschiedenartige S.-E. zugleich aus dem Complex verschwinden, wie es z. B. bei der rhomboedrischen Hemiedrie im hexagonalen, der sphenoidischen Hemiedrie im quadratischen und rhombischen System geschieht.

Da eine Krystallfläche die Eigenschaft einer Symmetrieebene erlangt, wenn alle übrigen Flächen zu ihr paarweise auftreten, so verliert sie andererseits diese Eigenschaft, wenn alle Flächen mit Bezug auf sie nur einmal am Krystall erscheinen. Mit anderen Worten, es lassen sich die Hemieder dadurch aus den Holoedern ableiten, dass von jedem Flächenpaar, für welches eine bestimmte Fläche die Bedeutung als Symmetrieffläche verlieren soll, je eine Fläche unterdrückt wird (verschwindet), während die andere sich soweit ausdehnt, bis sie mit den übrigen Flächen zum Durchschnitt kommt. Damit ist auch die Art und Weise angegeben, wie man für die Herleitung einer hemiedrischen Form die Auswahl der sich ausdehnenden und der verschwindenden Flächen an einem Holoeder zu treffen hat¹⁾.

Es ist ohne Weiteres klar, dass jedes Holoeder in 2 correlate hemiedrische Formen zerfallen muss, d. h. in 2 Halbfächner, die mit Bezug auf jede verloren gegangene Symmetrieebene spiegelbildlich gleich sind und sich nur durch verschiedene Orientirung zu den Richtungen der einmal angenommenen Krystallaxen unterscheiden. Besitzen diese correlaten Formen selbst noch Symmetrieebenen, so sind sie zugleich congruent; man kann sie alsdann beliebig vertauschen und unterscheidet sie ebenso beliebig in eine positive oder directe und eine negative oder inverse Form.

Gewöhnlich nennt man die Form positiv, die sich durch Vorherrschen in der Combination oder durch besondere physikalische Eigenschaften (Glanz, Spaltbarkeit etc.) auszeichnet.

Besitzen die correlaten Hemieder keine Symmetrieebene und zugleich kein Centrum der Symmetrie mehr, so lassen sie sich nicht mehr zur Deckung bringen und mit einander vertauschen. Sie verhalten sich alsdann wie rechte und linke Körper und werden als enantiomorphe Formen bezeichnet. Zuweilen werden besondere physikalische Eigenschaften an denselben beobachtet, so am Quarz²⁾, an dem enantiomorphe Formen auftreten, Circularpolarisation.

¹⁾ Vergl. bezüglich der Herleitung von hemiedrischen Formen aus holoedrischen die einzelnen Krystallsysteme.

²⁾ Der Quarz verdankt allerdings seine enantiomorphen Formen der Tetartoedrie, d. h. einer zweimaligen Hemiedrie.

Besitzen hemiedrische Gestalten noch parallele Flächen, so spricht man von einer parallelfächigen, im anderen Fall von einer geneigtflächigen Hemiedrie. Letztere besitzen demnach kein Centrum der Symmetrie mehr.

Im Allgemeinen haben die Hemieder nur die halbe Flächenzahl der Holoeder. Stehen jedoch die Flächen der holoedriscen Form senkrecht auf den verloren gehenden Symmetrieebenen, so bleibt, wie leicht einzusehen, die ursprüngliche Gestalt erhalten, denn wenn auch die eine Hälfte einer zur S.-E. senkrechten Fläche verschwindet, so dehnt sich doch die andere Hälfte wieder in derselben Richtung aus. Das Holoeder zerfällt dann in 2 Hemieder, die rein geometrisch betrachtet in ihrem Aussehen von der vollflächigen Form nicht abweichen. Nichtsdestoweniger sind es aber wahre Hemieder, die sich von dem gleichgestaltigen Holoeder durch eine geringere Anzahl von Symmetrieebenen, wenn man nämlich die innere Structur in Betracht zieht, unterscheiden, wie es die Aetzfiguren beweisen und wie es sich auch aus nachstehenden Figuren ersehen lässt.

Fig. 20 sei der Querschnitt eines Krystalls (etwa eines Würfels des regulären Systems), in welchem die in Reihen angeordneten Punkte die Gruppierung der Krystallmoleküle andeuten mögen; 2 Gruppen von senkrecht zur Zeichenebene stehenden Symmetrieebenen seien durch die Projectionslinien *a* und *b* angedeutet. — Sollen aus dieser Figur die S.-E. *a* verschwinden, so kann das dadurch geschehen, dass entweder die Oktanten II und III, VI und

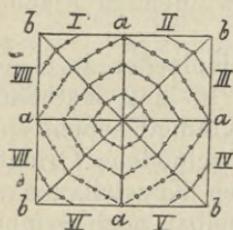


Fig. 20.

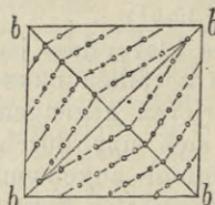


Fig. 21.

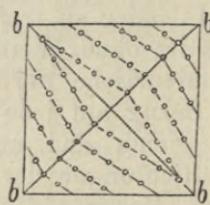


Fig. 22.

VII oder die Oktanten I und VIII, IV und V unterdrückt werden, während die jedesmal übrigbleibenden sich ausdehnen. In beiden Fällen bleibt die äussere Umgrenzung erhalten; die beiden correlaten Hemieder Fig. 21 und 22 unterscheiden sich aber von einander wie vom Holoeder durch die Anordnung der Moleküle. Fig. 21 ist entstanden aus der Unterdrückung der Oktanten II,

III, VI und VII, Fig. 22 aus der Unterdrückung von I, VIII, IV und V. — In analoger Weise stellen Fig. 23 und Fig. 24 je eines der beiden correlaten Hemieder dar, welche hervorgehen, sobald aus dem Holoeder Fig. 20 die Gruppe der S.-E. *b* oder sämtliche S.-E. verschwinden. Fig. 23 ist aus der Ausdehnung der Oktanten III, IV, VII und VIII, Fig. 24 aus der Ausdehnung der Oktanten I, III, V und VII entstanden. Die äussere

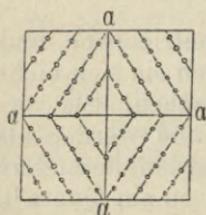


Fig. 23.

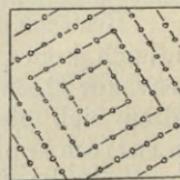


Fig. 24.

begrenzung musste auch in diesen beiden Fällen erhalten bleiben.

Die oben stehenden Figuren lassen somit erkennen, dass 1. zwei correlate Hemieder, dass ferner 2. die aus einem Holoeder durch verschiedene Hemiedrien hervorgehenden Formen unter sich und mit dem Holoeder gleiche

äussere Gestalt haben können, dabei aber in ihrer Molekularstructur sämmtlich verschieden sind. Bei den einzelnen Systemen werden wir auf entsprechende Beispiele stossen, so bleibt z. B. das holoedrische Rhombendodekaeder des regulären Systems in den 3 hemiedrischen und der einen tetartoedrischen Abtheilung dieses Systems unverändert.

Besitzen die Hemieder noch Symmetrieebenen — die in solchem Fall stets gleichwerthig sind — so können sie auch diese noch verlieren und es entstehen alsdann tetartoedrische Formen, die demnach ohne Symmetrieebenen sind.

Wenn eine holoedrische Form 2 Gruppen von Symmetrieebenen hat, so sind 3 verschiedene hemiedrische Abtheilungen möglich, nämlich 1. es verschwindet die eine Gruppe, 2. es verschwindet die andere Gruppe und 3. es verschwinden gleichzeitig beide Gruppen von Symmetrieebenen. Die beiden ersten hemiedrischen Abtheilungen können dann wieder noch 2 tetartoedrische Abtheilungen liefern, welche beiden Tetartoedrien zuweilen jedoch, wie im regulären System, zu den gleichen Gestalten führen können.

Das Symmetriegesetz verlangt, dass nur Formen gleicher Symmetrie mit einander in Combination treten. Infolgedessen können niemals Combinationen von Hemiedern mit Holoedern erscheinen, und ebenso können nur Hemieder und Tetartoeder derselben Abtheilung zu Combinationen zusammentreten.

Wie durch die Hemiedrie die Spiegelgleichheit zu beiden Seiten einer Symmetrieebene aufgehoben wird, so kann auch eine analoge Unsymmetrie mit Rücksicht auf die beiden Enden einer Symmetrieaxe erfolgen, eine Erscheinung, die man als Hemimorphie bezeichnet. Das geschieht dadurch, dass von den Flächen eines Krystalles nur diejenige Hälfte erhalten bleibt, die dasselbe Ende der Symmetrieaxe schneidet, während die andere, dem entgegengesetzten Ende der Symmetrieaxen angehörende Hälfte verschwindet. Mit Sohncke kann man die Hemimorphie geometrisch folgendermaassen definiren: Ein Krystall ist hemimorph nach einer Symmetrieaxe, wenn die beiden Axenhälften weder deckbar gleich, noch spiegelbildlich gleich sind. Nur für den Fall, dass zu der bezüglichen Symmetrieaxe keine weiteren gleichwerthigen gehören, dieselbe also eine singuläre ist, resultiren Formen, die von den hemiedrischen verschieden sind und die als hemimorphe Formen bezeichnet werden. Die Hemimorphie kann sich demnach im regulären System, wo stets mehrere gleichwerthige Symmetrieaxen und im triklinen System, wo überhaupt keine Symmetrieaxen vorhanden sind, nicht zeigen; kann sonst aber sowohl an holoedrischen wie an hemiedrischen Formen auftreten; doch kann eine hemimorphe einfache Form nie selbstständig erscheinen, da sie für sich allein den Raum nicht begrenzt, sondern muss stets in Combination auftreten.

Der Gegensatz der beiden Enden der Symmetrieaxe bei den hemimorphen Formen macht sich auch physikalisch durch polare Eigenschaften bemerkbar; solche Mineralien zeigen z. B. Pyroelectricität. Die Hemimorphie ist viel seltener als die Hemiedrie, sie findet sich nur bei wenigen Mineralien, z. B. Rothgültig, Struvit

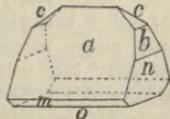


Fig. 25.

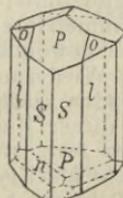


Fig. 26.



Fig. 27.

Fig. 25, Turmalin Fig. 26, Kieselzink Fig. 27.

Cap. VI.

§ 1. Zwillingsverwachsungen, Parallelverwachsungen. § 2. Zwillinge mit parallelem und geneigtem Axenkreuz. § 3. Mimetische Krystalle, Pseudosymmetrie.

§ 1. Während durch Hemiedrie oder Hemimorphie der Symmetriegrad eines Flächencomplexes erniedrigt wird, können durch einen entgegengesetzten Vorgang — die Zwillingsverwachsung — wiederum neue Symmetrieebenen erworben werden. Die Zwillingsverwachsung besteht darin, dass 2 (holoedrische, hemiedrische oder hemimorphe) Individuen entweder symmetrisch zu einer möglichen Krystallfläche oder symmetrisch zu einer möglichen Krystallkante mit einander verwachsen.

Die betreffende Fläche oder Kante ist daher beiden Individuen gemeinsam.

Zwillingsflächen und Kanten haben in der Regel die einfachsten Indices.

Zwillinge symmetrisch zu einer Krystallfläche bilden die Regel, während Zwillinge symmetrisch zu einer Kante nur selten beobachtet sind (an einzelnen triklinen Mineralien). Durch Angabe des Symbols der Zwillingsfläche, d. h. der gemeinsamen Symmetrieebene beider Individuen, resp. des Symbols einer darauf senkrecht stehenden Linie, der Zwillingsaxe, wird das Zwillingsgesetz, das der Verwachsung zu Grunde liegt, ausgedrückt.

Nur wenn diejenige Fläche, welche als Zwillingsfläche erscheint, nicht bereits eine Symmetrieebene jedes Individuums ist, heisst die betreffende Verwachsung ein Zwilling; sonst entsteht eine sogen. Parallelverwachsung oder ein Krystallstock, an dem alle correspondirenden Flächen an beiden Individuen parallel liegen.

Symmetrieebenen der einzelnen Individuen können also niemals Zwillingsflächen sein. — Parallelverwachsungen kommen nicht selten vor und liefern zuweilen für einzelne Mineralien ganz charakteristische Gestalten (Markasit, Bournonit), deren später noch bei den Aggregationsformen gedacht wird. Bei einzelnen Mineralien (Quarz, Kalkspath) laufen gelegentlich in der Hauptmasse einheitlich erscheinende Krystalle an der Spitze in gesonderte, aber parallel gestellte Individuen aus.

Die Symmetrie eines Zwillings mit Bezug auf eine Ebene oder Kante tritt äusserlich gewöhnlich ebenso wenig hervor, wie der Symmetriegrad des Individuums. Wiederum liegt das Wesen der Symmetrie darin, dass die Winkel correspondirender Flächen beider Individuen durch die Zwillingsfläche halbirt werden und dieser Umstand zeigt auch den Weg, wie durch Messung das Zwillingsgesetz festzustellen ist. Ist, wie es häufig vorkommt, die Zwillingsfläche zugleich als Krystallfläche an beiden Individuen vorhanden, so kann man gewöhnlich leicht das Zwillingsgesetz dadurch constatiren, dass man diejenige Fläche, d. h. die Zwillingsfläche, aufsucht, die an beiden Individuen parallel ist.

1. Wenn man bei einem Zwilling — vorausgesetzt, dass es sich nicht um eine Verwachsung zweier enantiomorpher Formen handelt — das eine In-

dividuum um 180° um die Zwillingaxe dreht, so kommt es mit dem anderen in Parallelstellung. Daher sagt man wohl, das eine Individuum eines Zwillinges (oder die eine Zwillingshälfte) sei gegen das andere um 180° gedreht und dann verwachsen. Diese Ausdrucksweise erklärt wohl den geometrischen Effect, sagt natürlich aber nichts aus über den wahren Vorgang der Zwillingbildung.

2. Die Zwillinge der enantiomorphen Formen machen eine Ausnahme von der allgemeinen Regel; entweder sind die beiden Individuen eines solchen Zwillinges spiegelbildlich gleich (Verwachsung eines rechten und linken Individuums), dann lassen sie sich aber nicht durch Drehung zur Deckung bringen, oder sie lassen sich zur Deckung bringen (2 rechte oder 2 linke Individuen sind mit einander verwachsen), dann sind sie jedoch nicht spiegelbildlich gleich (cf. das Brasilianer und das Dauphineer Zwillingsgesetz am Quarz p. 60).

§ 2. Man kann 2 Kategorien von Zwillingen unterscheiden, je nachdem die Axenkreuze beider Individuen sich in paralleler oder in geneigter Stellung befinden. Zwillinge der ersten Art können nur bei correlaten hemisymmetrischen Formen¹⁾ vorkommen, welche durch eine derartige Zwillingverwachsung die ihnen durch Hemiedrie oder Hemimorphie verloren gegangenen Symmetrieebenen wieder erwerben, sich somit also zur holoedrischen Symmetrie ergänzen. Daher heisst diese Art Ergänzungszwillinge. Häufiger als diese Art sind Zwillinge mit geneigtem Axensystem (normale Zwillinge), die sich in gleicher Weise bei den holo- wie hemisymmetrischen Formen finden.

Neben der Zwillingfläche ist die Verwachsungsfläche zu unterscheiden. In den meisten Fällen ist die Zwillingfläche zugleich die Verwachsungsfläche, in anderen, auch nicht seltenen Fällen ist es irgend eine beliebige, krystallographisch mögliche, oder willkürliche, vielfach auch unebene Fläche Fig. 36.

Zwillinge, deren Individuen in einer einzigen ebenen Fläche zusammenstossen, heissen Berührungs- oder Juxtapositionszwillinge; solche, deren Individuen in unregelmässiger oder unebener Fläche mit einander verwachsen sind, wobei sie sich zum Theil oder ganz durchdringen, heissen Durchwachsungs- oder Penetrationszwillinge. — Es können auch durch den Wachstumsprocess die sonst die Zwillinge vor den einfachen Krystallen charakterisirenden einspringenden Winkel ganz ausgefüllt sein und dann sind die Zwillinge nur an der sogen. Zwillingnaht oder bei vorhandener Oberflächenzeichnung (Streifung) an der Fiederstreifung der Flächen zu erkennen. Die Zwillingverwachsung kann sich mehrfach wiederholen; zu einem zweiten Individuum kann nach demselben Gesetz noch ein drittes, viertes etc. treten. Man spricht dann von Drillingen, Vierlingen etc. und von Viellingen.

Wenn bei einer solchen wiederholten Zwillingbildung, einem Zwillingstock, dieselbe Fläche mit den gleichen Vorzeichen ihrer Indices immer wieder von Neuem als Zwillingfläche auftritt, so entstehen polysynthetische Viellinge, Fig. 37. Werden dabei die

¹⁾ Der Ausdruck hemisymmetrische Formen ist hier verwendet als Sammelbegriff für hemiedrische, tetartoedrische und hemimorphe Gestalten.

einzelnen Individuen in der Richtung der Zwillingeaxe stark verkürzt, so resultiren Zwillinglamellen und der ganze Vielling bekommt eine Zwillingriefung, Fig. 38, was z. B. bei den Plagioklasen eine ganz normale Erscheinung ist. Wechseln dagegen die Vorzeichen der Zwillingfläche eines Zwillingstockes, so entstehen cyclische Zwillinge, Fig. 39. Es giebt auch Viellinge, bei denen die Individuen nach verschiedenen Gesetzen mit einander verbunden sind; solche heissen Doppelzwillinge; sie werden nicht selten an den Orthoklasen und Plagioklasen angetroffen.

Die cyclischen Viellinge sind von besonderem Interesse. Ihr Aussehen kann mannigfacher Art sein, je nachdem die Vorzeichen der Zwillingfläche wechseln (cf. den verschiedenen Habitus der Rutilzwillinge, die alle nach demselben Gesetz gebildet sind). Sind die nach einander als Zwillingflächen fungirenden Krystallflächen tautozonal, so gruppiren sich bei sonst regelmässiger Ausbildung die Individuen um eine Axe (die Zonenaxe der Zwillingflächen), sind sie nicht tautozonal, so gruppiren sie sich um einen Punkt (den Punkt, in dem die verschiedenen Zonenaxen der Zwillingflächen zusammen treffen). Wachsen nun die Individuen derartiger Zwillingstöcke über die gemeinsame Axe oder den gemeinsamen Punkt regelmässig hinaus fort (Fig. 43), also gewissermassen Penetrationsviellinge bildend, so können Gruppierungen von ausserordentlich regelmässigem Aussehen entstehen. Solcher Art sind die Zwillingverwachungen bei den im folgenden Paragraphen besprochenen mimetischen Krystallen.

1. Zwillinge mit parallelen Axen.

(Ergänzungszwillinge.)

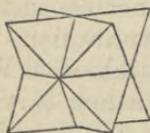


Fig. 28. Durchkreuzungszwilling des Diamants.

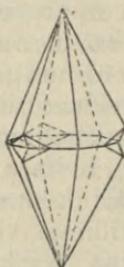


Fig. 29. Berührungszwilling des Kalkpaths.

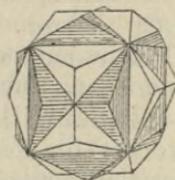


Fig. 30. Durchkreuzungszwilling des Pyrits.

2. Zwillinge mit geneigten Axen.

(Normale Zwillinge.)

a. Berührungszwillinge.

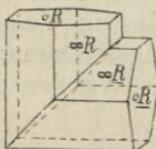


Fig. 31. Kalkpath.



Fig. 32. Gyps.

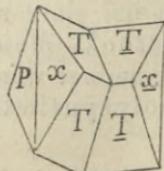


Fig. 33. Adular.

b. Durchkreuzungszwillinge.

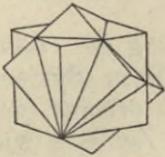


Fig. 34. Flussspath.

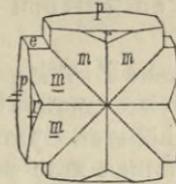


Fig. 35. Staurolith.



Fig. 36. Orthoklas
(Zwillingsfläche stumpft die Kante TT ab, Verwachsungsfläche M).

3. Viellinge.

a. Polysynthetische Viellinge.

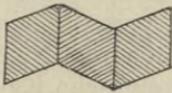


Fig. 37. Schema
(Drilling).

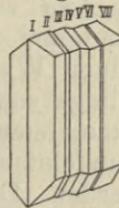


Fig. 38. Aragonit mit
Zwillingsriefung

b. Cyclische Viellinge.

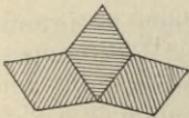


Fig. 39. Schema
(Drilling).

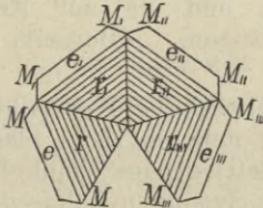


Fig. 40. Markasit
(Vierling).

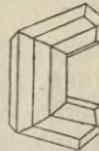


Fig. 41. Rutil
(Drilling).

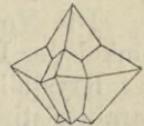


Fig. 42. Hausmanit
(Fünfling).

c. Mimetische Krystalle.

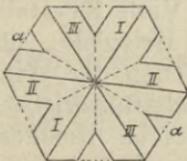


Fig. 43. Schema.

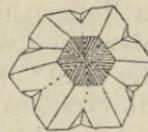


Fig. 44. Scheinbar hexagonale Combination des rhombischen Chrysoberylls.

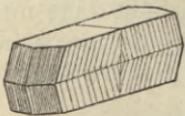


Fig. 45.

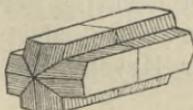


Fig. 46.

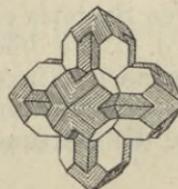


Fig. 47.

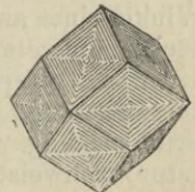


Fig. 48.

Wiederholte Zwillingsverwachsung des Harmotoms; aus monosymmetr. Individuen entstehen nach und nach Formen vom Symmetriegrade des regul. Systems.

§ 3. Vom geometrischen Standpunkt aus kann man jede Zwillingungsverwachsung als ein Streben nach höherer Symmetrie bezeichnen.

Während durch einfache Zwillingungsverwachsung der resultierende Zwilling nur ausnahmsweise (monoklines, triklines System; Ergänzungszwillinge) einen höheren Symmetriegrad erlangt (denn die S.-E. des Individuums kommen zumeist für den Zwilling wieder in Wegfall), kann ein Zwillingstock durch mehrfache cyclische Verwachsung eine so grosse Zahl von S.-E. neu erwerben, dass der erlangte Symmetriegrad sich mit dem eines höheren Systems deckt. Kommt nun hinzu, dass die cyclisch gruppirten Individuen über die gemeinsame Axe resp. Punkt (Fig. 43.) regelmässig hinaus fortgewachsen sind und ferner — was noch wichtiger —, dass die einzelnen Individuen Winkelverhältnisse besitzen, die ein Ausfüllen der für die Zwillinge sonst charakteristischen einspringenden Kanten ermöglichen, so kann leicht eine Verwechslung eines solchen Zwillingstockes mit einem einfachen Krystall von höherem Symmetriegrade herbeigeführt werden. Derartige scheinbar einfache Krystalle, deren Symmetriegrad auf vielfache cyclische Zwillingungsverwachsung zurückzuführen ist, heissen mimetische Krystalle. Dieselben sind in neuerer Zeit sehr wichtig geworden und namentlich hat Mallard auf sie aufmerksam gemacht und sie zur Erklärung mancher optischen Anomalien herangezogen. (Boracit, Chabasit, Apophyllit etc.)

Die Vorbedingung für mimetische Krystalle bilden geeignete Winkel der Individuen. Es ist nun ein recht häufiges Vorkommen, dass Krystalle niederen Symmetriegrades Winkel besitzen, die den charakteristischen Winkeln von Systemen höheren Symmetriegrades sehr nahe kommen, ja sie zuweilen bis auf wenige Minuten erreichen und in ihren Combinationen die höhere Symmetrie nachahmen. Ein derartiges Verhalten der Krystalle wird mit dem Namen „Pseudosymmetrie“ belegt. Viele Krystalle des rhombischen Systems liefern hierher gehörige Beispiele, unter anderen die Mineralien der Aragonitgruppe, bei denen der Winkel des Verticalprismas nahe 120° ist, d. h. dem charakteristischen Winkel des hexagonalen Systems entspricht. Solche pseudosymmetrische Krystalle lieben es nicht nur, in ihren Combinationen den Habitus eines anderen Systems anzunehmen, sondern sie bilden auch häufig cyclische Zwillingstöcke, in welchen die den charakteristischen Winkel eines anderen Systems einschliessenden Flächen als Zwillingflächen auftreten, d. h. sie bilden gern mimetische Krystalle, bei denen die einspringenden Winkel oft derartig gering sind, dass nur die Beachtung etwaiger Zwillingstreifung oder erst die optische Untersuchung resp. die Aetzung der Krystallflächen die Zwillingnatur nachweist.

Vergl. die Figuren 43–48. Die Figuren 45–48 stellen die Herausbildung von 9 Symmetrieebenen aus monosymmetrischen Individuen durch wiederholte Zwillingungsverwachsung dar. Die monoklinen Individuen des Harmotoms haben

in Fig. 45 rhombische, in Fig. 46 quadratische und in Fig. 47 reguläre Symmetrie. In Fig. 48 sind die Winkel ausgefüllt und die Form gleich abgesehen von der Zwillingsstreifung einem regulären Rhombendodekaeder.

Cap. VII.

Die Krystallsysteme.

Ein Krystallsystem ist der Inbegriff aller Formen, die eine gleiche Anzahl Symmetrieebenen besitzen mit Einschluss der durch Hemiedrie und Hemimorphie daraus ableitbaren Formen niederen Symmetriegrades.

In nachstehender Uebersicht sind die 6 überhaupt möglichen Krystallsysteme mit ihren holoedrischen, hemiedrischen und tetartoedrischen Abtheilungen durch Angabe ihrer Haupt- und ihrer gewöhnlichen Symmetrieebenen charakterisirt. Die hemimorphen Abtheilungen sind nicht besonders angeführt, weil die meisten in der Natur noch nicht beobachtet sind. Soweit solche vorkommen, finden sie sich bei den einzelnen Systemen beschrieben.

A. Krystalle mit 3 Hauptaxen.

- I. Reguläres System. 3 Gruppen von S.-E., nämlich 3 H.-S.-E. und 6 gew.¹⁾ S.-E., daher 6 Abtheilungen: 1 holoedrische, 3 hemiedrische und 2 tetartoedrische Abtheilungen (die beiden tetartoedrischen Abtheilungen liefern identische Formen, wodurch die Zahl der Abtheilungen auf 5 reducirt wird).

1. Holoedrische Abtheilung mit 3 H.-S.-E. und 6 gew. S.-E.

2. Tetraedrische Hemiedrie mit 6 gew. S.-E.

3. Pentagonale " " 3 H.-S.-E.

4. Plagiedrische " ohne jede S.-E.

5. Plagiedrische Tetartoedrie ohne jede S.-E.

B. Krystalle mit 1 Hauptaxe.

- II. Hexagonales System. 2 Gruppen von S.-E.: 1 H.-S.-E. und 3 + 3 gew. S.-E., daher 6 Abtheilungen, nämlich:

1. Holoedrische Abtheilung mit 1 H.-S.-E. und 3 + 3 gew. S.-E.

¹⁾ Gew. als Abkürzung von gewöhnlich.

2. Rhomboedrische Hemiedrie mit 3 gew. S.-E.
 3. Pyramidale " " 1 H.-S.-E.
 4. Trapezoedrische " ohne jede S.-E.
-

5. Trapezoedrische Tetartoedrie ohne S.-E. (hervorgegangen aus Abtheilung 2).
6. Rhomboedrische Tetartoedrie ohne S.-E. (hervorgegangen aus Abtheilung 3).

III. Quadratisches System. 2 Gruppen von S.-E.: 1 H.-S.-E. und 2 + 2 gew. S.-E., daher 6 Abtheilungen, nämlich:

1. Holoedrische Abtheilung mit 1 H.-S.-E. und 2 + 2 gew. S.-E.
-

2. Sphenoidische Hemiedrie mit 2 gew. S.-E.
 3. Pyramidale " " 1 H.-S.-E.
 4. Trapezoedrische " ohne jede S.-E.
-

5. Rhombotype Tetartoedrie ohne S.-E. (hervorgegangen aus Abtheilung 2).
6. Sphenoidische Tetartoedrie ohne S.-E. (hervorgegangen aus Abtheilung 3).

C. Krystalle ohne Hauptaxen.

IV. Rhombisches System. 1 Gruppe von S.-E.: 3 gew. S.-E., daher 2 Abtheilungen:

1. Holoedrische Abtheilung mit 3 gew. S.-E.
-

2. Sphenoidische Hemiedrie ohne S.-E.

V. Monoklines System. Nur 1 gew. S.-E., daher 2 Abtheilungen:

1. Holoedrische Abtheilung mit 1 gew. S.-E.
-

2. Hemiedrische Abtheilung ohne S.-E.

VI. Triklines System. Ohne jede S.-E., daher nur 1 Abtheilung:

1. Holoedrische Abtheilung ohne S.-E.
-

A. Krystalle mit 3 Hauptaxen.

I. Das reguläre System

(syn. tesseractales S., isometrisches S., gleichgliedriges S.).

Das reguläre System begreift alle Formen, die 3 gleiche H.-S.-E. und 6 gleiche gew. S.-E. besitzen, sowie alle aus diesen durch Hemiedrie oder Tetartoedrie ableitbaren Formen niederer Symmetrie.

Die 3 H.-S.-E. schneiden sich unter rechten, die 6 gew. S.-E. unter Winkeln von 60° und 90° . Erstere entsprechen den Würfel-, letztere den Rhombendodekaederflächen.

Um zu isoparametrischen Indices für die Flächen jeder einfachen Krystallform (also zu einem krystallographischen Axensystem) zu gelangen, wählt man die Durchschnitte der 3 gleichen normalen H.-S.-E. zu Axen. Alsdann ergibt sich $a = b = c$; $\alpha = \beta = \gamma = 90^\circ$. Die Formen des regulären Systems werden demnach auf 3 gleiche, senkrechte Axen, die 8 Oktanten bilden, bezogen.

a. Holoedrische Abtheilung

(3 gleiche H.-S.-E., 6 gleiche gew. S.-E.).

Das Zeichen der allgemeinsten Fläche (d. h. einer solchen, die alle 3 Axen in verschiedenen Abständen schneidet) ist $a : ma : na$. Die Symmetrie des Systems verlangt, dass eine solche Fläche in jedem Oktanten 6mal auftritt, nämlich beispielsweise im vorderen oberen Oktanten rechts die Flächen

$$\begin{aligned} a : ma : na; & \quad a : na : ma; \\ ma : a : na; & \quad ma : na : a; \\ na : a : ma; & \quad na : ma : a. \end{aligned}$$

In allen Oktanten sind demnach 6.8 Flächen vorhanden. Der allgemeinste Körper dieses Systems wird daher von 48 Flächen begrenzt; er heisst Achtundvierzigflächner, Hexakisoktaeder.

Alle übrigen holoedrischen Formen können als specielle Fälle aus dem Symbol des Hexakisoktaeders hergeleitet werden, sodass mit Einschluss des letzteren sich folgende Formenreihe des regulären Systems ergibt.

1. m und n sind von einander verschieden und grösser als 1... Hexakisoktaeder $a : ma : na$ mit 48 Flächen. Fig. 56.

2. Wird $m = n$, so entsteht das Deltoidikositetraeder $a : ma : ma$ mit 24 Flächen. Fig. 54.

3. Wird m oder $n = 1$, so entsteht das Triakisoktaeder $a : a : ma$ mit 24 Flächen. Fig. 53.

4. Wird m oder $n = \infty$, so entsteht das Tetrakishexaeder $a : ma : \infty a$ mit 24 Flächen. Fig. 55.

5. Wird $m = 1$ und $n = \infty$, so entsteht das Rhombendodekaeder $a : a : \infty a$ mit 12 Flächen. Fig. 51.

6. Wird $m = n = \infty$, so entsteht das Hexaeder $a : \infty a : \infty a$ mit 6 Flächen. Fig. 52.

7. Wird $m = n = 1$, so entsteht das Oktaeder $a : a : a$ mit 8 Flächen. Fig. 50.

Weitere specielle Fälle sind nicht denkbar; die Zahl der holoedrischen Körper des regulären Systems ist somit auf 7 beschränkt. Von diesen sind 3, nämlich das Oktaeder, das Hexaeder und das Rhombendodekaeder nur von einer Art, d. h. nicht variable Formen, auch wenn sie an verschiedenen Substanzen auftreten, denn deren Symbol enthält keine unbestimmten Coefficienten.

Von den übrigen 4 Formen können jedoch mehrere Arten, selbst am selben Krystall erscheinen. Da m und n nur zwischen 1 und ∞ variiren können, so bilden die erstgenannten 3 Formen mit den Coefficienten 1 und ∞ die Grenzformen jener 4 mit den variablen Coefficienten m und n .

Die 6 Holoeder Nr. 2—7 können somit aufgefasst werden als besondere Hexakisoktaeder, was auch geometrisch begründet werden kann. Am Hexakisoktaeder treten dreierlei Winkel auf, nämlich an den Kanten x , y und z (Fig. 49); werden dieselben zum Theil gleich oder 90° , 120° resp. 180° ,

so resultiren dieselben 6 speciellen Fälle wie oben, wovon man sich leicht am Modell eines Hexakisoktaeders überzeugt.

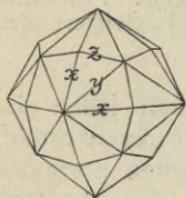


Fig. 49.

Naumann's und Miller's Bezeichnung. Naumann geht bei seinen Formsymbolen vom Oktaeder, das als O bezeichnet wird, aus und betrachtet alle übrigen Formen als aus demselben hervorgegangen durch Modification der Axenlängen. Diese Modificationen resp. die Ableitungszahlen entsprechen unmittelbar den Weiss'schen Coefficienten, die nun dem O in der Weise zugesetzt werden, dass der grössere Coefficient vor, der kleinere hinter O steht. Es ergibt sich demnach in der Reihenfolge vom Oktaeder zum Hexakisoktaeder:

$$O, \infty O, \infty O, \infty Om, m O, m Om, m On.$$

Das Miller'sche Zeichen wird in üblicher Weise gebildet: die Weiss'schen Coefficienten werden durch Division auf die Form von Brüchen mit dem Zähler 1 gebracht und alsdann nur die Nenner geschrieben.

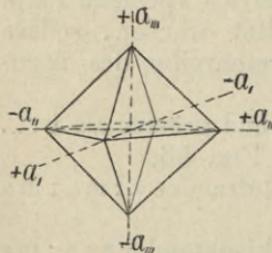


Fig. 50.

Beschreibung der einfachen Formen.

1. Oktaeder. $a : a : a$; O ; $\{111\}$.
Fig. 50.

Die Axen werden in gleichen Abständen geschnitten und münden in den 6 Ecken. 8 Begrenzungsflächen, die gleichseitige Dreiecke sind¹⁾. 12 gleiche Kanten. 6 vierzählige Ecken. Nur eine Art Winkel von $109^\circ 28' 16''$.

¹⁾ Wenn die Krystalle nicht verzerrt sind.

2. Rhombendodekaeder. $a : a : a ; \infty O$;
 $\{110\}$. Fig. 51.

Die 12 Flächen (Rhomben¹⁾) schneiden 2 Axen in gleichen Abständen und laufen der dritten parallel, sie entsprechen den 6 gewöhnlichen S.-E.; 24 gleiche Kanten; 8 dreizählige und 6 vierzählige Ecken, in letzteren münden die Axen; 2 Arten von Winkeln von 90° und 120° .

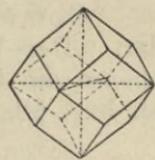


Fig. 51.

3. Hexaeder (Würfel). $a : \infty a : \infty a ; \infty O\infty$;
 $\{100\}$. Fig. 52.

Die 6 Flächen (Quadrate¹⁾) schneiden eine Axe und laufen den beiden anderen parallel; sie entsprechen den 3 H.-S.-E.; 12 gleiche Kanten; 8 gleiche dreizählige Ecken. Die Axen münden in den Mitten der Flächen. Nur eine Art Winkel von 90° .

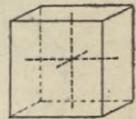


Fig. 52.

4. Triakisoktaeder (Pyramidenoktaeder). $a : a : ma ; m O$;
 $\{h h k\}$. Fig. 53.

Die 24 Flächen (gleichschenklige Dreiecke¹⁾) schneiden 2 Axen in gleichem, die dritte in grösserem Abstand. 12 + 24 Kanten, von denen 12 mit den Oktaederkanten zusammenfallen, daher erscheint die Form wie ein Oktaeder, dessen Flächen dreiseitige Pyramiden aufgesetzt sind. 6 vier + vierzählige Ecken, in denen die Axen münden, ausserdem noch 8 dreizählige Ecken. 2 Arten Winkel.

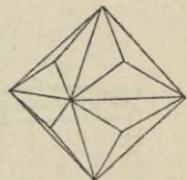


Fig. 53.

5. Deltoidikositetraeder. $a : ma : ma ; m O m$;
 $\{h k k\}$. Fig. 54.

Die 24 Flächen (Deltoiden¹⁾) schneiden 2 Axen in gleichem, die dritte in kleinerem Abstand. 24 + 24 Kanten, von denen 24 gleiche in den Axenebenen liegen. 6 vierzählige, sogen. Hexaederecken, 8 dreizählige (Oktaeder-) Ecken und 12 zwei + zweizählige (Rhombendodekaeder-) Ecken. 2 Arten von Winkeln.

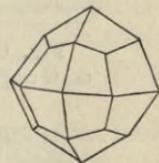


Fig. 54.

6. Tetrakis hexaeder (Pyramidenwürfel). $a : ma : \infty a ; \infty O m$;
 $\{h k 0\}$. Fig. 55.

Die 24 Flächen (gleichschenklige Dreiecke¹⁾) schneiden 2 Axen in verschiedenen Abständen und laufen der dritten Axe parallel. 12 + 24 Kanten, von denen 12 mit den Würfelkanten zusammenfallen, daher erscheint die Form wie ein Würfel, dessen Flächen vierseitige Pyramiden aufgesetzt sind. 8 drei + dreizählige (Oktaeder-) Ecken und 6 vierzählige (Würfel-) Ecken. 2 Arten Winkel.

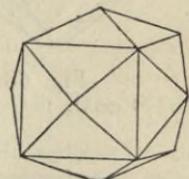


Fig. 55.

7. Hexakisoktaeder (Achtundvierzigflächner). $a : ma : na ; m O n$;
 $\{h k l\}$. Fig. 56.

Die 48 Flächen (ungleichseitige Dreiecke¹⁾) schneiden alle 3 Axen in verschiedenen Abständen. 24 Kanten, die in 3 H.-S.-E. und 24 + 24 Kanten, die in den 6 gew. S.-E. liegen. 8 drei + dreizählige (Oktaeder-) Ecken, 6 vier + vierzählige (Würfel-) Ecken und 12 zwei + zweizählige (Rhombendodekaeder-) Ecken. 3 Arten Winkel.

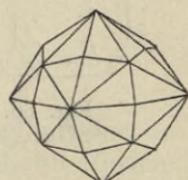


Fig. 56.

¹⁾ Wenn die Krystalle nicht verzerrt sind.

Combinationen. Die Fig. 57—69 stellen einige Combinationen dar. Der Würfel stumpft die 6 Ecken des Oktaeders Fig. 57, ebenso die 6 vierzähligen Ecken des Rhombendodekaeders gerade ab Fig. 58. Das Rhombendodekaeder stumpft die 12 Kanten des

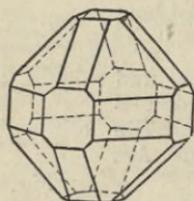


Fig. 57.
 $0, \infty 0, \infty 0 \infty.$

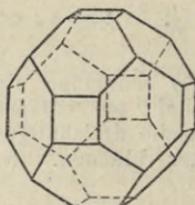


Fig. 58.
 $\infty 0, \infty 0 \infty.$

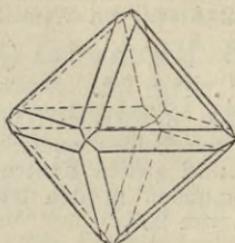


Fig. 59.
 $0, \infty 0.$

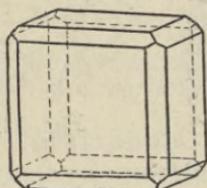


Fig. 60.
 $\infty 0 \infty, \infty 0.$

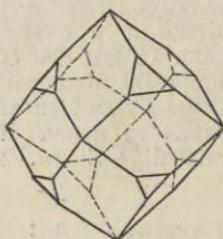


Fig. 61.
 $\infty 0, 0.$

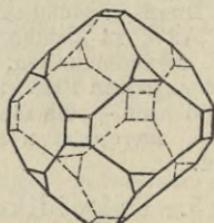


Fig. 62.
 $\infty 0, \infty 0 \infty, 0.$

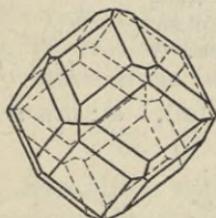


Fig. 63.
 $\infty 0, m 0 m.$

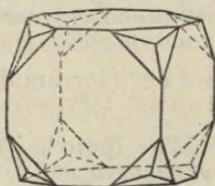


Fig. 64.
 $\infty 0 \infty, m 0 m.$

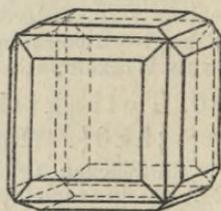


Fig. 65.
 $\infty 0 \infty, \infty 0 n.$

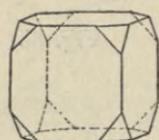


Fig. 66.
 $\infty 0 \infty, 0.$

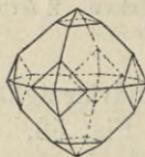


Fig. 67.
 $0, m 0 m.$

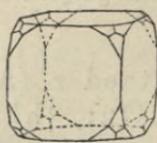


Fig. 68.
 $\infty 0 \infty, m 0.$

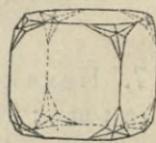


Fig. 69.
 $\infty 0 \infty, m 0 n.$

Oktaeders Fig. 59 und ebenso des Würfels Fig. 60 ab. Das Oktaeder erscheint am Würfel an dessen 8 Ecken Fig. 66, am Rhombendodekaeder an dessen 8 dreizähligen Ecken Fig. 61. Wenn die

Kanten eines Rhombendodekaeders gerade abgestumpft werden, Fig. 63, so gehört die Form dem Ikositetraeder 20_2 an etc.

Da bei den 4 Formen mO , mOm , ∞On und mOn die Coefficienten m und n die verschiedensten Werthe annehmen können, so können ausserordentlich flächenreiche Combinationen entstehen. Nichtsdestoweniger ist die Entzifferung leicht. Man macht sich den Umstand zu Nutzen, dass — wie unmittelbar aus den Symbolen zu ersehen — alle mO in die Zone $[O, \infty O]$, alle mOm in $[O, \infty O\infty]$ und alle ∞On in $[\infty O, \infty O\infty]$ fallen müssen (Fig. 70 unterstützt das Gedächtniss) und man hat dann nur nöthig, die 3 Formen O , ∞O und $\infty O\infty$ aufzusuchen, resp. sich ihre Lage zum Axenkreuz vorzustellen. Die 3 Vierundzwanzigflächner lassen sich nunmehr unmittelbar aus den gebildeten Zonen erkennen. Was nicht in den 3 genannten Zonen liegt, gehört dem Achtundvierzigflächner an. Letzterer liegt auch stets so, dass je zwei seiner Flächen an die Stelle der Kanten $[\infty O, mOm]$, $[O, \infty On]$ und $[\infty O\infty, mO]$ treten (cf. Fig. 70).

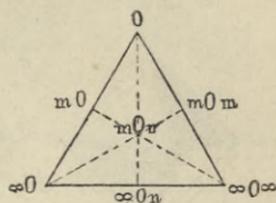


Fig. 70.

Beistehende Figur 71 zeigt die Symmetrie der holoedrischen Abtheilung und die Hauptzonen. Die Flächen des Würfels, Oktaeders und Rhombendodekaeders sind auf die Würfelfläche (001) projectirt.

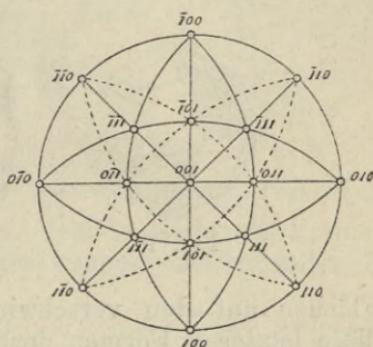


Fig. 71.

Beistehende Figur 71 zeigt die Symmetrie der holoedrischen Abtheilung und die Hauptzonen. Die Flächen des Würfels, Oktaeders und Rhombendodekaeders sind auf die Würfelfläche (001) projectirt.

Beispiele für die holoedrische Abtheilung des regulären Systems sind die Mineralien der Spinellgruppe (Magnetit, Spinell etc.), ferner Steinsalz, Flussspath etc.

Beispiele für die holoedrische Abtheilung des regulären Systems sind die Mineralien der Spinellgruppe (Magnetit, Spinell etc.), ferner Steinsalz, Flussspath etc.

b. Hemiedrische Abtheilungen.

α. Hemiedrische Formen.

Es sind 3 Hemiedrien möglich, je nachdem aus den Holoedern 1.: die 3 H.-S.-E., 2.: die 6 gew. S.-E. und 3.: alle 9 S.-E. verschwinden. Aus jeder holoedrischen Form gehen ausnahmslos 2 correlate Hemieder hervor, die gegen einander um 90° verschoben sind.

1. Die tetraedrische Hemiedrie.

Die 3 H.-S.-E. verschwinden; die resultirenden Hemieder besitzen demnach 6 gleiche gew. S.-E. und die correlate Formen gelangen durch Drehung um 90° zur Deckung.

Da die 3 verschwindenden H.-S.-E. den Axenebenen entsprechen, so muss die Auswahl der sich ausdehnenden und der unterdrückten

Flächen oktantenweise erfolgen, wie es die Figuren 72—78 zeigen. Die Hemiedrie ist eine geneigte.

Von den 7 Holoedern können, wie ersichtlich, nur O , mO , mOm und mOn besondere Formen liefern, während aus ∞O , $\infty O\infty$ und ∞On gleichgestaltige Hemieder hervorgehen, da deren

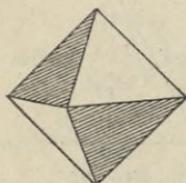


Fig. 72.

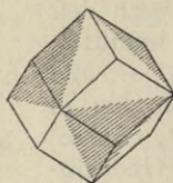


Fig. 73.

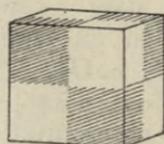


Fig. 74.

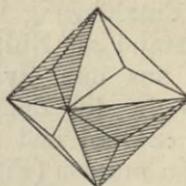


Fig. 75.

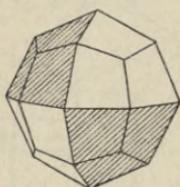


Fig. 76.

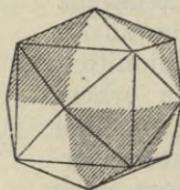


Fig. 77.

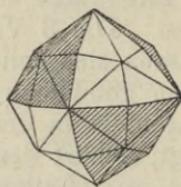


Fig. 78.

Flächen auf den verschwindenden S.-E. senkrecht stehen. Dass diese letzteren Formen dennoch Hemieder sind und sich als solche verhalten, ist S. 30 besprochen.

Die besonderen Hemieder sind:

1. Das Oktaeder liefert 2 correlate Tetraeder

$$+\frac{O}{2}; \kappa \{111\}^1) \text{ und } -\frac{O}{2}; \kappa \{1\bar{1}1\}.$$

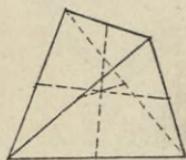


Fig. 79.

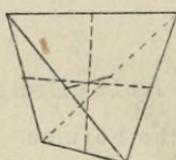


Fig. 80.

Jede der correlate Formen Fig. 79, 80 wird von 4 gleichseitigen Dreiecken begrenzt. 6 gleiche Kanten, in deren Mitte die Axen ausmünden, und 4 gleiche Ecken. Nur Winkel einer Art: $70^\circ 31' 43''$, 6.

2. Das Triakisoktaeder liefert 2 correlate Deltoiddekaeder

$$+\frac{mO}{2}; \kappa \{h h k\} \text{ und } -\frac{O}{2}; \kappa \{h \bar{h} k\}.$$

Die Form Fig. 81 wird von 12 Deltoiden begrenzt, die zu je 3 den Tetraederflächen derart aufgesetzt sind, dass die Tetraederkanten gebrochen sind. Kanten: $12 + 12$; Ecken: $4 + 6 + 4$; 2 Arten Winkel.

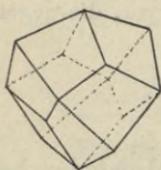


Fig. 81.

¹⁾ κ als Abkürzung von κλίσιος, geneigt.

3. Das Deltoidikositetraeder liefert 2 correlate Triakistetraeder (Pyramidentetraeder)

$$+ \frac{mOm}{2}; \kappa \{hkk\} \quad \text{und} \quad - \frac{mOm}{2}; \kappa \{h\bar{k}k\}.$$

Die Form Fig. 82 wird von 12 gleichschenkligen Dreiecken begrenzt, die zu je dreien den 4 Tetraedern so aufgesetzt sind, dass die Tetraederkanten erhalten sind. Kanten: 6 + 12; Ecken: 4 + 4; 2 Arten Winkel.

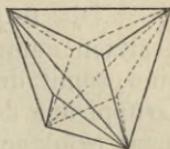


Fig. 82.

4. Das Hexakisoktaeder liefert 2 correlate Hexakistetraeder

$$+ \frac{mOn}{2}; \kappa \{hkl\} \quad \text{und} \quad - \frac{mOn}{2}; \kappa \{h\bar{k}l\}.$$

Die Form Fig. 83 wird von 24 ungleichseitigen Dreiecken begrenzt, die zu je 6 den Tetraederflächen aufgesetzt sind, wobei die Tetraederkanten gebrochen werden. Kanten: 12 + 12 + 12; Ecken: 4 + 6 + 4; 3 Arten Winkel.

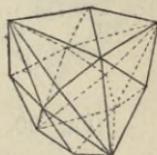


Fig. 83.

Wenn sonst kein Zweifel über die Hemiedrie obwalten kann, lässt man wohl bei den Symbolen der besonderen hemiedrischen Formen den Nenner 2 oder die Charakteristik κ fort. Bei den Hemiedern, deren geometrische Gestalt ident mit der der Holoeder ist, ist es üblich, die Namen der Holoeder zu gebrauchen und auch das Symbol derselben zu schreiben.

Tetraedrische Combinationen. Nur hemiedrische Formen und nur solche der gleichen Hemiedrie können mit einander in

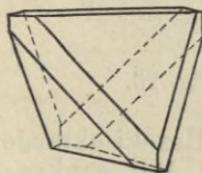


Fig. 84.

$$+ \frac{0}{2}, \infty 0 \infty.$$

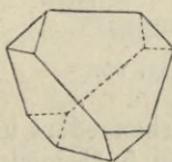


Fig. 85.

$$+ \frac{0}{2}, - \frac{0}{2}.$$

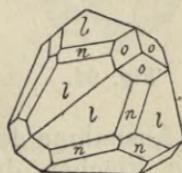


Fig. 86.

$$l = - \frac{mOm}{2}, n = - \frac{mO}{2}, o = \infty 0.$$

Combination treten; wenn daher bei tetraedrischen Mineralien das Oktaeder scheinbar auftritt, so ist es als Combination zweier Tetraeder aufzufassen. Die Figuren 84—89 geben einige der gewöhnlicheren Combinationen. Ferner mag noch hervorgehoben werden, dass der Würfel die Kanten Fig. 84, das Gegentetraeder $- \frac{0}{2}$

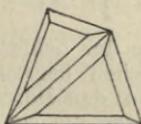


Fig. 87.

$$- \frac{0}{2}, - \frac{mOm}{2}.$$

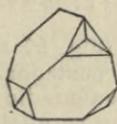


Fig. 88.

$$- \frac{0}{2}, \infty 0.$$

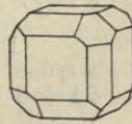


Fig. 89.

$$\infty 0 \infty, \infty 0, \frac{0}{2}.$$

die Ecken des Tetraeders Fig. 85 gerade abstumpft, während das Rhombendodekaeder die Ecken Fig. 88 desselben gerade zuschärft. Beispiele dieser Hemiedrie liefern Zinkblende, Fahlerz, Boracit etc.

2. Die pentagonale Hemiedrie.

Die 6 gew. S.-E. verschwinden, die hemiedrischen Formen besitzen demnach 3 senkrechte H.-S.-E. Die correlaten Hemieder sind somit durch Drehung um 90° in einander überzuführen. Die Gruppierung der sich ausdehnenden und der verschwindenden Flächen muss erfolgen, wie es in den Figuren 90—96 angegeben.

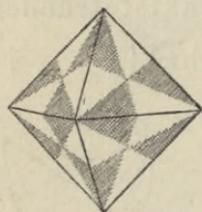


Fig. 90.

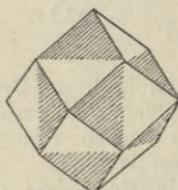


Fig. 91.

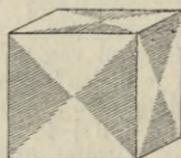


Fig. 92.

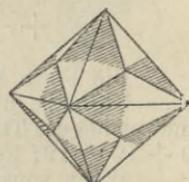


Fig. 93.

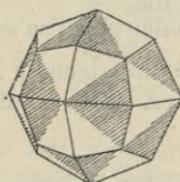


Fig. 94.

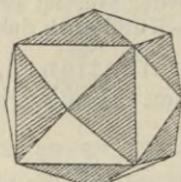


Fig. 95.

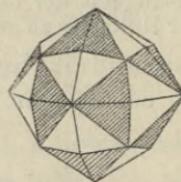


Fig. 96.

Mit Ausnahme des Tetrakisheptaeders und des Hexakisoktaeders stehen die Flächen der übrigen 5 Holoeder jedes Mal senkrecht auf einer der verschwindenden S.-E. Es resultiren daher in dieser Hemiedrie nur 2 besondere Formen, wie es auch aus obigen Figuren ersichtlich. Bezüglich der unveränderten Formen gilt das Gleiche wie bei der tetraedrischen Hemiedrie.

Die pentagonale Hemiedrie ist eine paralleleflächige.

Die besonderen Formen sind:

1. Das Tetrakisheptaeder liefert 2 correlate Pentagondodekaeder (Pyritoeder)

$$+\left[\frac{\infty 0 n}{2}\right]; \pi^1)\{k h 0\} \text{ und } -\left[\frac{\infty 0 n}{2}\right]; \pi\{h k 0\}.$$

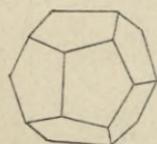


Fig. 97.

Dieselben (Fig. 97 stellt eine der beiden Formen dar) werden von 12 pentagonalen Flächen begrenzt. Von den $24 + 6$ Kanten laufen die 6 Kanten den Durchschnitten der H.-S.-E. (den Axen) parallel; sie heissen die charakteristischen Kanten. Ecken: $12 + 8$; zweierlei Winkel. Das regelmässige Pentagondodekaeder der Geometrie ist von dem der Krystallographie verschieden; es kann überhaupt nicht auftreten, da

$$m = \frac{1 + \sqrt{5}}{2}, \text{ also irrational wird.}$$

¹⁾ π als Abkürzung von $\pi\alpha\rho\alpha\lambda\lambda\eta\lambda\omicron\varsigma$.

2. Das Hexakisoktaeder liefert 2 correlate Dyakisdodekaeder (Diploeder)

$$+ \left[\frac{mOn}{2} \right]; \pi \{hlk\} \text{ und } - \left[\frac{mOn}{2} \right]; \pi \{hkl\}.$$

Dieselben Fig. 98 und Fig. 99 werden von 24 Trapezen begrenzt; die Formen sehen aus wie Pentagondodekaeder, deren Flächen noch einmal gebrochen sind (daher auch „gebrochenes Pentagondodekaeder“). Kanten: 12 + 12 + 24; Ecken: 6 + 8 + 12. Dreierlei Winkel.

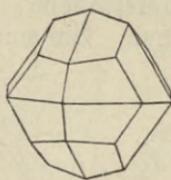


Fig. 98.

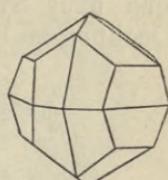


Fig. 99.

Pentagonale Combinationen. S. die Figuren 100–106.

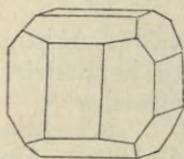


Fig. 100.

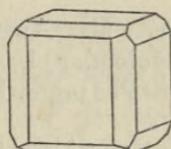


Fig. 101.

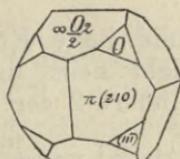


Fig. 102.

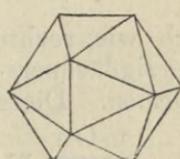


Fig. 103.

$$\left[\frac{\infty On}{2} \right], \infty O \infty.$$

$$\infty O \infty, \left[\frac{\infty On}{2} \right].$$

$$\left[\frac{\infty On}{2} \right], O.$$

$$O, \left[\frac{\infty On}{2} \right].$$

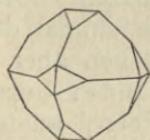


Fig. 104.

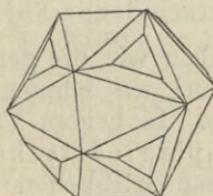


Fig. 105.

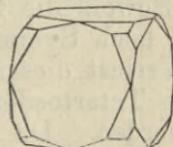


Fig. 106.

$$O, \left[\frac{\infty On}{2} \right].$$

$$\left[\frac{\infty On}{2} \right], \left[\frac{mOn}{2} \right], O.$$

$$\infty O \infty, \left[\frac{mOn}{2} \right].$$

Die charakteristischen Kanten werden durch den Würfel abgestumpft, Fig. 100; an den sogen. Oktaederecken des Pentagondodekaeders Fig. 102 wie des Diploeders tritt das Oktaeder, an den Würfel-ecken des Diploeders der Würfel auf. Das Rhombendodekaeder erscheint als Abstumpfung der Rhombendodekaederecken beider Formen. Im Uebrigen ist das Dreieck Fig. 70 zur Entzifferung der Combinationen gleichfalls anwendbar.

Die Combination $\frac{\infty O_2}{2}, O$ liefert bei gleicher Grösse der Flächen ein „Ikosaeder“ Fig. 103, das dem regulären Ikosaeder der Stereometrie ähnlich sieht.

Beispiele dieser Hemiedrie liefern die Mineralien der Pyritgruppe: Pyrit, Glanzkobalt, Speiskobalt etc.

3. Die plagiedrische Hemiedrie (syn.: gyroedrische H.).

Alle S.-E. verschwinden, die Auswahl der Flächen muss also getroffen werden, wie in Fig. 107. Die beiden correlaten Hemieder sind ohne Symmetrieebene, also nicht mehr durch Drehung zur Deckung zu bringen. Sie sind demnach enantiomorph und verhalten

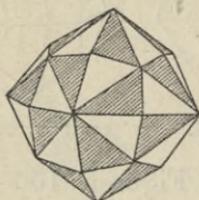


Fig. 107.

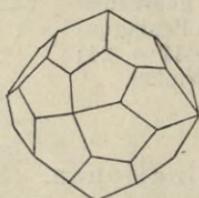


Fig. 108.

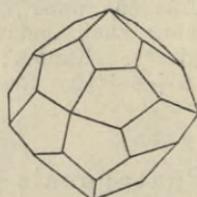


Fig. 109.

sich wie rechte und linke Körper. Mit Ausnahme des Achtundvierzigflächners giebt keins der Holoeder besondere hemiedrische Formen. Dieses liefert 2 correlate Pentagon-Ikositetraeder

$$\frac{mOn}{2} r; \gamma\{hlk\} \text{ und } \frac{mOn}{2} l; \gamma\{hkl\}. \text{ Fig. 108 u. 109.}$$

Diese Hemiedrie ist unwichtig, sie findet sich nur am Salmiak, Sylvin und Cuprit.

β. Tetartoedrische Formen.

Sowohl die tetraedrischen wie die pentagonalen Hemieder besitzen noch Symmetrieebenen; sie können also noch einmal durch den Verlust dieser zerfallen. In beiden Fällen entstehen aber dieselben Tetartoeder, die als plagiedrische Tetartoeder bezeichnet werden. Da keine Symmetrieebenen übrig bleiben, auch das Centrum der Symmetrie verschwunden ist, so sind die Formen enantiomorph und von den 4 resultirenden Formen sind je 2 als rechte, je 2 als linke zu unterscheiden. Nur der Achtundvierzigflächner liefert besondere Formen: 4 correlate tetraedrische Pentagondodekaeder. Beispiele für diese seltene Tetartoedrie sind die salpetersauren Salze des Baryums, Strontiums und des Bleis, ferner das chlorsaure Natrium.

c. Hemimorphie kann im regulären System nicht auftreten, da keine singulären Axen vorhanden sind.

d. Zwillinge.

1. Zwillinge der holoedrischen Formen.

Flächen des Würfels und Rhombendodekaeders können, als Symmetrieebenen, nicht Zwillingsflächen werden. Somit bleiben noch 5 Formen übrig, doch sind die hierhergehörigen Zwillinge fast ausnahmslos zu einer Oktaederfläche symmetrisch verwachsen, ein

Gesetz, das nach seinem häufigsten Vorkommen wohl als „Spinellgesetz“ bezeichnet wird. Fig. 110 (Magnetit) und Fig. 111 (Flussspath).

2. Zwillinge der hemiedrischen und tetartoedrischen Formen.

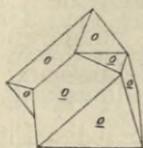


Fig. 110.

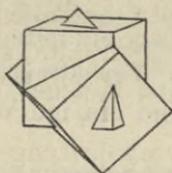


Fig. 111.

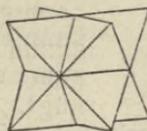


Fig. 112.

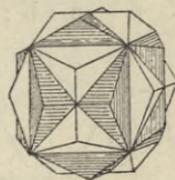


Fig. 113.

Es kommen hier nur die Formen der tetraedrischen und der pentagonalen Hemiedrie in Betracht.

a. Ergänzungszwillinge. In der tetraedrischen Hemiedrie wird durch die Zwillingungsverwachsung nach einer Würfelfläche, z. B. am Diamant, Fig. 112, in der pentagonalen Hemiedrie nach einer Rhombendodekaederfläche, z. B. am Pyrit, Fig. 113 (Zwilling des „eisernen Kreuzes“), die ursprüngliche Symmetrie des Systems wieder hergestellt.

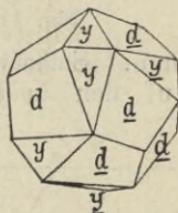


Fig. 114.

b. Zwillinge mit geneigten Axen finden sich ebenfalls an hemiedrischen Gestalten, wohl ausnahmslos nach einer Tetraederfläche, z. B. Zwillinge der tetraedrischen Zinkblende Fig. 114 ($d = \infty O$, $y = \frac{3O_3}{2}$).

B. Krystalle mit 1 Hauptaxe.

II. Das hexagonale System.

(syn. Sechsgliedriges S., drei- und einaxiges S.)

Das hexagonale System begreift alle Formen, welche 6 sich unter 30° schneidende gew. S.-E., die abwechselnd gleich sind und 1 auf diesen senkrechte H.-S.-E. besitzen, sowie alle daraus durch Hemiedrie und Hemimorphie ableitbaren Formen niederer Symmetrie.

Die Durchschnitte der S.-E. mit einander liefern $3 + 3$ in einer Ebene gelegene, gew. S.-A. und 1 auf diesen senkrechte Hauptaxe, im Ganzen also 7 Axen. Zu isoparametrischen Indices gelangt man, wenn man neben der vertical gestellten H.-A. noch 2 beliebige gleiche, sich unter 60° schneidende S.-A. auswählt. Die gewählten, horizontal gestellten Axen heissen Nebenaxen, während die zwischen ihnen liegenden, sonst nicht weiter in Betracht kommenden Horizontalaxen als Zwischenaxen bezeichnet werden.

Die Anordnung der Horizontalaxen geht aus Fig. 115 hervor, die Axen a, a', a'' sind die Neben-, $b b b$ die Zwischenaxen.

Für die Krystallelemente des hexagonalen Systems ergeben sich demnach die folgenden Daten:

$$a : b : c = a : a : c; \alpha = 90^\circ, \beta = 90^\circ; \gamma = 60^\circ.$$

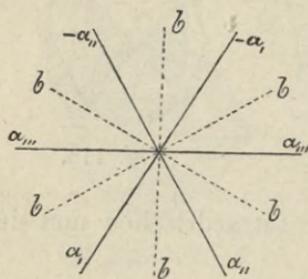


Fig. 115.

Selbstverständlich ist dieser abhängig von den Abschnitten auf den beiden anderen Nebenaxen. Schneidet eine beliebige Fläche die 3 Nebenaxen im Verhältniss $ma : a' : sa''$, wo $m > 1$ und $s > 1$, so geht s aus der Gleichung $s = \frac{m}{m-1}$ hervor.

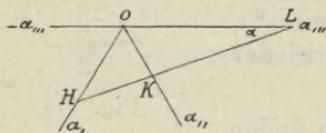


Fig. 116.

Beweis. Die Fläche HKL (Fig. 116) schneide die 3 Horizontalaxen der Reihe nach in den Abständen $OH = ma$, $OK = a$, $OL = sa$, dann ist:

$$(1) \frac{sa}{ma} = \frac{\sin(60^\circ - \alpha)}{\sin \alpha} = \frac{1/2 \sqrt{3} \cdot \cos \alpha - 1/2 \sin \alpha}{\sin \alpha} = \frac{1/2 \sqrt{3} \cdot \cos \alpha}{\sin \alpha} - 1/2,$$

$$(2) \frac{sa}{a} = \frac{\sin(120^\circ - \alpha)}{\sin \alpha} = \frac{1/2 \sqrt{3} \cdot \cos \alpha + 1/2 \sin \alpha}{\sin \alpha} = \frac{1/2 \sqrt{3} \cdot \cos \alpha}{\sin \alpha} + 1/2,$$

folglich die Differenz (1) - (2).

$$\frac{s}{m} - s = -1 \text{ und somit } s = \frac{m}{m-1}.$$

Setzt man statt des Zeichens $a : ma : sa$ die Indices $(h k x)$, so folgt $x = k - h$, z. B. $(3a : a : 3/2a) = (1 \bar{3} 2)$.

a. Holoedrische Abtheilung.

(1 H.-S.-E., 3 + 3 gew. S.-E.)

1. Die allgemeinste Fläche, d. h. eine solche, die alle 3 Axen in verschiedenen Abständen schneidet: $a : ma : nc$, muss in jedem Dodekantenzweimal auftreten, nämlich als $a : ma : nc$ und als $ma : a : nc$; die vollständige einfache Form, die dihexagonale Pyramide $ma : a (\frac{m}{m-1} a) : nc$ wird also 24 Flächen haben. Fig. 117.

Von den 24 Flächen schneiden je 12 das positive Ende der Hauptaxe, je 12 das negative Ende derselben, die ganze Form erscheint demnach als

eine Doppelpyramide. Die Begrenzungsflächen sind ungleichseitige Dreiecke. Die 24 Kanten sind dreierlei Art: 12 Mittelkanten z liegen im Hauptschnitt, 12 primäre Polkanten x liegen in den S.-E. der Nebenaxen und 12 secundäre Polkanten y in den S.-E. der Zwischenaxen. Ecken: 2 Polecken, sowie 6 spitzere und 6 stumpfere Mittelecken. Winkel ebenfalls dreierlei Art: nämlich solche an den Mittelkanten z , solche an den Polkanten x und solche an den Polkanten y .

Dihexagonale Pyramiden, bei denen die Winkel x und y gleich sind, deren Querschnitt also ein regelmässiges Zwölfeck ist, können nicht auftreten, da alsdann die Axenabschnitte irrational werden. Es wird nämlich $m = \frac{1}{2} + \frac{1}{2} \sqrt{3}$.

Alle übrigen einfachen Formen des hexagonalen Systems lassen sich als besondere Fälle der dihexagon. Pyramide betrachten und durch Specialisirung von m und n herleiten.

2. Wird $m = 1$, also der Winkel an der Polkante $y = 180^\circ$, so fallen die beiden Pyramidenflächen eines jeden Dodekantens zusammen. Die resultirende Form, die hexag. Protopyramide oder Pyramide I O. $a : a (: \infty a) : nc$ hat dann nur 6 Flächen oben und 6 Flächen unten. Kanten, Ecken und Winkel sind zweierlei Art. Fig. 118.

3. Wird dagegen der Winkel an der Polkante x gleich 180° , wodurch $m = 2$, so fallen je 2 Flächen anliegender Dodekantens zusammen. Die resultirende Form, die hexagonale Deuteropyramide oder Pyramide II O. $2a : a (: 2a) : nc$ stimmt hinsichtlich der Zahl der Flächen, Kanten, Ecken und Winkel mit der Protopyramide überein, ist aber in ihrer Stellung zu dem einmal angenommenen Axenkreuz um 30° verschoben. Fig. 119.

Weitere Möglichkeiten mit Bezug auf m sind nicht vorhanden; für alle Werthe von m zwischen 1 und 2 ergeben sich dihexagonale Pyramiden. Die obigen 3 Pyramiden können nun aber noch Abänderungen hinsichtlich ihrer Abschnitte auf der Hauptaxe, also hinsichtlich n , erleiden.

Für alle endlichen Werthe von n bleiben die Pyramiden als solche in ihrer Flächenzahl etc. erhalten, sie werden nur spitzer oder stumpfer.

Für $n = \infty$, also Winkel an der Mittelkante $z = 180^\circ$, gehen jedoch aus den Pyramiden Prismen hervor, nämlich 4. das dihexagonale Prisma $a : ma (: \frac{m}{m-1} a) : \infty c$ (Fig. 120), 5. das Proto-
prisma oder Prisma IO. $a : a (: \infty a) : \infty c$ (Fig. 121) und 6. das Deuteroprisma oder Prisma II O. $2a : a (: 2a) : \infty c$ (Fig. 122).

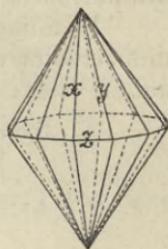


Fig. 117.

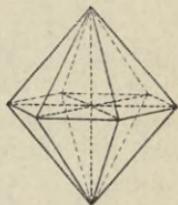


Fig. 118.

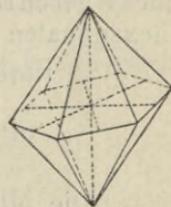


Fig. 119.

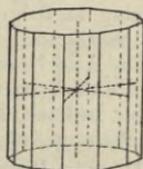


Fig. 120.

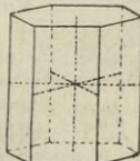


Fig. 121.

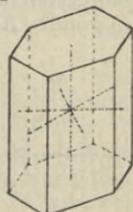


Fig. 122.

7. Für $n = 0$, geht aus allen 3 Pyramiden das gleiche Flächenpaar, die Basis $\infty a : \infty a : (\infty a) : c$ hervor, deren Flächen dem Hauptschnitt parallel laufen.

Demnach sind für alle 3 Pyramiden einerseits 3 Prismen, andererseits eine Basis die Grenzformen, was sich schematisch darstellen lässt:

Basis.	Pyramiden.	Prismen.
$\infty a : \infty a : (\infty a) : c$	}	$a : a : nc, \quad a : a : \infty c$ (Formen I O.),
		$a : ma : nc, \quad a : ma : \infty c$ (F. d. Zwischenstell.),
		$a : 2a : nc, \quad a : 2a : \infty c$ (Formen II O.).

Da die 3 Prismen und die Basis den Raum für sich nicht abschliessen, so kann keine dieser 4 Formen allein, sondern muss stets in Combination mit andern auftreten.

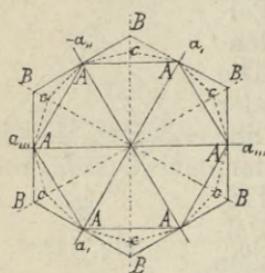


Fig. 123.

In Fig. 123 ist die Orientirung der Formen I O (A A), der Formen II O (B B) und der dihexagonalen Formen sowohl zu einander, wie zu den Horizontalaxen zur Anschauung gebracht.

Naumann's und Miller's Bezeichnung. Nach Naumann erhält die Form $a : a : \infty a : c$ (die sogen. Grundform) das Symbol P. Alle übrigen Formen werden daraus hergeleitet, indem der Coefficient der Verticalaxe stets vor P, der Coefficient der a-Axe stets hinter P gestellt wird. Sind m oder n = 1, so werden sie nicht geschrieben. Demnach sind die Zeichen der 7 Formen des hexagonalen Systems die folgenden:

Basis.	Pyramiden.	Prismen.
	$n P m$	$\infty P m$
$o P$	$n P$	∞P
	$n P_2$	∞P_2

Die Miller'sche Bezeichnung ergibt sich in üblicher Weise; will man den Index der Axe a''' einführen, der als x bezeichnet werden mag, so ist das allgemeinste Zeichen einer Fläche: $(h k x l)$, wo x aus der Relation $x = k - h$ hervorgeht.

Neuerdings ist es in Gebrauch gekommen, statt der im Vorhergehenden benutzten ursprünglichen Reihenfolge der Axen $a, a'',$ und a''' , bei der jede folgende Axe um 60° von der vorausgehenden absteht, dem Bravais'schen Vorschlag zu folgen, wonach als $+ a''$, die um 120° von $+ a$, abstehende, als $+ a'''$, die um 120° von $+ a''$, abstehende Axe bezeichnet wird (Fig. 124).

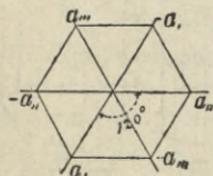


Fig. 124.

Danach wird nichts in der Grösse der Coefficienten oder Indices, sondern nur in deren Reihenfolge und Vorzeichen geändert. Beispielsweise hat eine Fläche $(h k x l)$ nach Bravais das Zeichen $(h x \bar{k} l)$. Die Bravais'schen Axen sind auch mit Bezug auf die Richtungsvorzeichen der Parameter symmetrisch (in dem Zeichen jeder Fläche sind von den Indices der Horizontalaxen je 2 positiv und einer negativ oder 2 negativ und einer positiv); ausserdem nimmt die ursprüngliche Relation $x = k - h$ die Form an: $h + k + x = 0$.

Combinationen. Die Deutung derselben ist sehr einfach. Nachdem man sich beliebig über die Ordnung einer der auftretenden hexagonalen Pyramiden oder Prismen entschieden hat, gehören alle in der Zone der Mittelkante irgend einer Protopyramide gelegenen Flächen den Formen I O., die in der Zone der Mittelkante der Deuteropyramide liegenden Flächen den Formen II O. an. Die Formen, die weder in die eine noch die andere Zone fallen, sind solche der dihexagonalen Pyramiden oder Prismen. Wie ersichtlich liegen die Formen II O. über den Kanten der Formen I O. und umgekehrt, während die dihexagonalen Formen in beiden Fällen den Kanten schief aufsitzen. Eine hexagonale Combination stellt Fig. 125 dar (Beryll; $M = \infty P$, $u = 2P$, $p = P$, $m = 0P$, $s = 2P_2$, $k = 3P\frac{3}{2}$).

Die Symmetrie der holoedrischen Abtheilung des hexagonalen Systems, sowie die Hauptzonen gehen aus der Kugelprojection Fig. 126 hervor, wo $n = \infty P$, $m = \infty P_2$, $r = P$, $p = P_2$, $q = \frac{1}{2}P$, $s = nPm$.

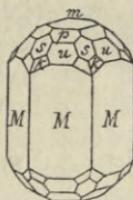


Fig. 125.

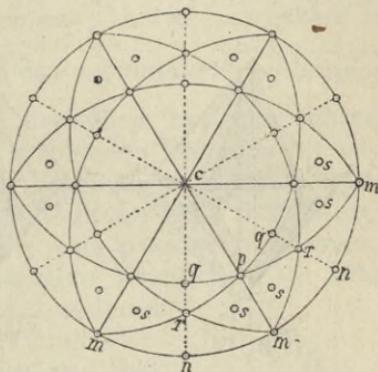


Fig. 126.

Beispiele für die holoedrische Abtheilung sind sehr selten: Zinkit, Beryll.

Die meisten hexagonalen Mineralien krystallisiren hemiedrisch.

b. Hemiedrische Abtheilungen.

α. Hemiedrische Formen.

Es sind 3 Hemiedrien möglich; je nachdem aus den Holoedern 1. die H.-S.-E. (rhomboedr. H.), 2. die 6 gew. S.-E. (pyramidale H.) und 3. alle 7 S.-E. (trapezoedr. H.) verloren gehen.

1. Die rhomboedrische Hemiedrie.

Die Formen dieser Hemiedrie besitzen nur 3 S.-E., denn mit dem Verlust der H.-S.-E. ist auch der Verlust von 3 weiteren S.-E. verknüpft.

Soll nämlich die H.-S.-E. verloren gehen, so muss von jedem zu dieser symmetrischen Flächenpaar eine Fläche sich ausdehnen, die andere verschwinden. Sollen dann aber die gew. S.-E. erhalten bleiben, so müssen je 2 Flächen, die von diesen symmetrisch geschnitten werden, entweder gemeinsam sich ausdehnen, oder gemeinsam unterdrückt werden. Dabei ist es allerdings nicht zu umgehen, dass von den 6 gew. S.-E. 3 eingebüsst werden. Es ist nun vollständig gleichgültig, ob die durch die Nebenaxen oder durch die Zwischenaxen gelegten S.-E. preisgegeben werden. In beiden Fällen entstehen Formen der gleichen Hemiedrie, die jedoch in ihren Winkeln unterschieden sind. Es ist nun üblich, für die Herleitung anzunehmen, dass die beiden im selben Dodekanten liegenden Flächen sich gemeinsam ausdehnen, resp. verschwinden, somit bleiben also die 3 durch die Zwischenkanten gelegten S.-E. erhalten.

Die Auswahl der Flächen ergibt sich mit Rücksicht auf das eben Gesagte in der Weise der Fig. 127. Mit Ausnahme der dihexagonalen Pyramide und der Pyramide I O. stehen die Flächen aller übrigen Formen auf den verschwindenden S.-E. senkrecht; es giebt also nur 2 besondere Formen in dieser Hemiedrie. Die correlaten Formen dieser Hemiedrie sind um 60° gegen einander verschoben.

Die dihexagonale Pyramide liefert 2 correlate Skalenoeder $\pm \frac{mPn}{2}$; $\pm \rho \{hkx1\}$. Fig. 129.

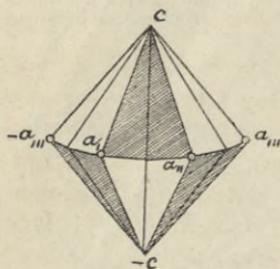


Fig. 127.

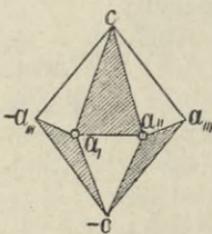


Fig. 128.

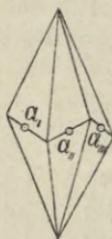


Fig. 129.

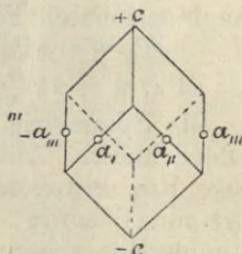


Fig. 130.

Die Form besitzt 12 Begrenzungsflächen (ungleichseitige Dreiecke), 6 schärfere und 6 stumpfere Polkanten, die abwechselnd über einander liegen, und 6 auf- und 6 absteigende Mittelkanten, in deren Mitten die Nebenaxen münden. Dreierlei Winkel.

Die hexagonale Pyramide I O. liefert 2 correlate Rhomboeder $\pm \frac{mP}{2}$; $\pm \rho \{hh01\}$. Fig. 130.

Die Form wird von 6 Rhombenflächen begrenzt; 6 Polkanten, die zu je 3 alternirend über oder unter einander liegen. 6 Mittelkanten, in deren Mitten die Nebenaxen münden. 1 Art Winkel, da sich die Winkel an den Pol- und den Mittelkanten zu 180° ergänzen.

Bezüglich der unveränderten Gestalten gilt das S. 30 erwähnte.

Ausser dem oben gebrauchten Naumann'schen Symbol, dem primären Symbol, ist von Naumann noch ein abgekürztes Zeichen, das secundäre Symbol, für die besondern Formen dieser Hemiedrie angewendet worden, bei dem von einem Rhomboeder $+ a : a : \infty a : c = + R$ als Grundform ausgegangen wird. Die Rhomboeder, die sich von der beliebigen hexagonalen Pyramide I O. mP herleiten, erhalten alsdann das Zeichen $\pm mR$. Um ein entsprechendes Symbol für die Skalenoeder zu erlangen, geht N. von der Betrachtung aus, dass jedem Skalenoeder ein Rhomboeder eingeschrieben werden kann, das die gleichen Mittelkanten hat. Kennt man nun die Abschnitte dieses eingeschriebenen Rhomboeders auf den Nebenaxen, so bedarf es nur noch der Angabe, in welchem Verhältniss der verticale Parameter des Skalenoeders zu dem des Rhomboeders steht, um das Skalenoeder unzweideutig zu fixiren. Ist allgemein mR das Symbol des eingeschriebenen Rhomboeders und n die Ver-

hältnisszahl der verticalen Parameter, so lautet das Zeichen ¹⁾ eines Skalenoeders nach Naumann mRn .

Um demnach ein Weiss'sches oder Miller'sches Symbol in das secundäre, aber zumeist angewendete Naumann'sche umzuwandeln, bedarf es gewisser Transformationsformeln, die hier ohne weitere Ableitung folgen mögen. (cf. Liebisch S. 437, Groth S. 350.)

Wenn das primäre Naumann'sche Symbol $\frac{mPn}{2}$ gegeben ist, worin $m = \frac{h}{1}$, $n = \frac{h}{k}$, so lautet das secundäre $\frac{m(2-n)}{n} R \frac{n}{2-n}$ und das Miller'sche Zeichen: $\rho \{ m(n-1) \cdot mn \cdot m \cdot n \}$.

Ist umgekehrt das Miller'sche Zeichen $\rho \{ hkx1 \}$ gegeben, so ist das primäre N. Symbol $\frac{h}{1} P \frac{h}{k}$ und das secundäre: $\frac{2k-h}{1} R \frac{h}{2k-h}$.

Combinationen. Bei Deutung derselben hat man immer von einem, im Uebrigen willkürlich zu wählenden Rhomboeder auszugehen, das man als Hauptrhomboeder bezeichnet. Alle Rhomboeder, die ihre Flächen nach derselben Richtung wie das Hauptrhomboeder wenden, haben das gleiche, also positive Vorzeichen, die ihre Kanten dahin wenden, das negative Vorzeichen. — Dasjenige Rhomboeder, das die Kanten eines anderen gerade abstumpft, hat nur eine halb so lange Verticalaxe, heisst daher erstes stumpferes und hat negatives Vorzeichen (Fig. 131); umgekehrt ist letzteres Rhomboeder das erste spitzere zu dem ersteren. Das zweite stumpfere $\frac{1}{4}R$ und das zweite spitzere $4R$ haben wieder dasselbe Vorzeichen wie das Ausgangsrhomboeder. — Stets giebt die Lage irgend einer Rhomboederfläche die Stellung I O. an; es muss also das Prisma I O. stets unter den Rhomboederflächen erscheinen, also die Ecken abstumpfen, Fig. 132 u. 133, während das Prisma II O. die Mittelkanten

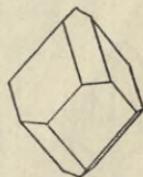


Fig. 131.
 $+R, -\frac{1}{2}R$.

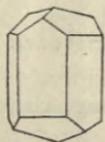


Fig. 132.



Fig. 133.

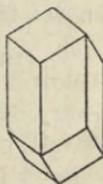


Fig. 134.

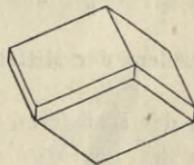


Fig. 135.

des Rhomboeders abstumpft, Fig. 134 u. 135 (s. auch Fig. 146, wo das Rhomboeder P die Ordnung (II O) der Säule s und der Pyramide r bestimmt).

Was die Vorzeichen der Skalenoeder anlangt, so erhalten dieselben ein positives Vorzeichen, wenn deren stumpfere Polkanten

¹⁾ Dabei ist allerdings inconsequent verfahren, als ein auf die c-Axe bezüglicher Factor hinter R gestellt ist.

über den Flächen eines positiven Rhomboeders liegen, sie werden negativ, wenn ihre schärferen Kanten diese Lage haben.

Jedem Skalenoeder lassen sich 3 Rhomboeder einschreiben, welche mit jenem entweder die Mittelkanten Fig. 136 u. 137, oder die schärferen (kürzeren) Polkanten Fig. 138, oder die stumpferen

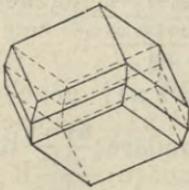


Fig. 136.

Das Rhomboeder der
Mittelkanten.



Fig. 137.

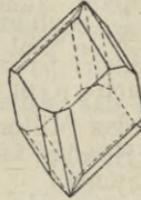


Fig. 138.

Die beiden eingeschriebenen
Rhomboeder der Polkanten.

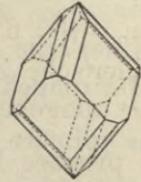


Fig. 139.

(längeren) Polkanten Fig. 139 gemeinsam haben. Ebenso sind 2 um-

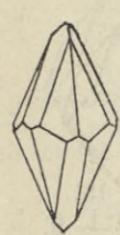


Fig. 140.



Fig. 141.

Die beiden umschriebenen
Rhomboeder der Polkanten.

schriebene Rhomboeder, das der schärferen Fig. 140 und das der stumpferen Kanten Fig. 141 möglich. Die Indices dieser 5 Rhomboeder lassen sich durch Deduction aus dem Zonenverbände herleiten, da in jedem Fall eine Rhomboederfläche in die Zone zweier Skalenoederkanten fällt. Zwei der Rhomboeder, das eingeschriebene der stumpferen Kanten und das umschriebene der schärferen Polkanten, unterscheiden sich auch noch durch das Vorzeichen von dem Skalenoeder und den 3 anderen Rhomboedern.

Ist $+\frac{mPn}{2}$ das Zeichen des Skalenoeders, so ist (1) das Zeichen des

Rhomboeders der Mittelkanten $= +\frac{m\left(\frac{2-n}{n}\right)P}{2}$, (2) des eingeschriebenen Rhom-

boeders der schärferen Polkanten $= +\frac{m\left(\frac{2n-1}{n}\right)P}{2}$, (3) des eingeschriebenen

Rhomboeders der stumpferen Polkanten $+ -\frac{m\left(\frac{n+1}{n}\right)P}{2}$, (4) des umschrie-

benen Rhomboeders der schärferen Polkanten $= -\frac{m\left(\frac{2n-1}{2n}\right)P}{2}$, (5) des um-

schriebenen Rhomboeders der stumpferen Polkanten $= +\frac{m\left(\frac{n+1}{n}\right)P}{2}$.

Von den nachstehenden Figuren stellen 142–145 Combinationen des Kalkspaths dar; Fig. 142: $R_3, \infty P_2$. Fig. 143: $R_3, \infty R, -\frac{4}{5}R_3$. Fig. 144: $R_3, -\frac{4}{5}R_3, -_2R$. Fig. 145: $R_5, R_3, 4R, R$.

Fig. 146 ist eine Combination des Korunds: $R, \infty P_2, \frac{4}{3} P_2$, Fig. 147 eine solche des Eisenglanzes: $R, \frac{1}{4} R, \frac{4}{3} P_2$.

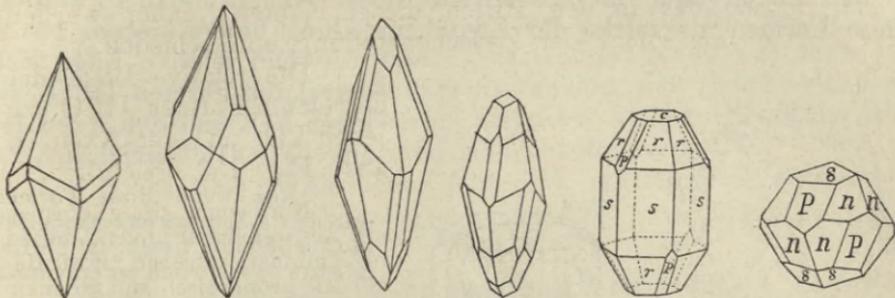


Fig. 142. Fig. 143. Fig. 144. Fig. 145. Fig. 146. Fig. 147.

Die Symmetrie rhomboedrischer Formen wird durch die Linearprojection (Fig. 148) veranschaulicht, in welcher die häufige Combination

$$a = a : a : \infty a : \infty c = \infty R$$

$$b = + \frac{1}{2} (a : a : \infty a : c) = + R$$

$$c = 2a : a : 2a : c = P_2$$

$$d = \frac{1}{2} \left(\frac{1}{2} a : \frac{1}{3} a : a : c \right) = R_3$$

projicirt ist.

Die rhomboedrische Hemiedrie ist unter den Mineralien sehr häufig; typische Beispiele sind Kalkspath, Rothgültigerz, Eisenglanz etc.

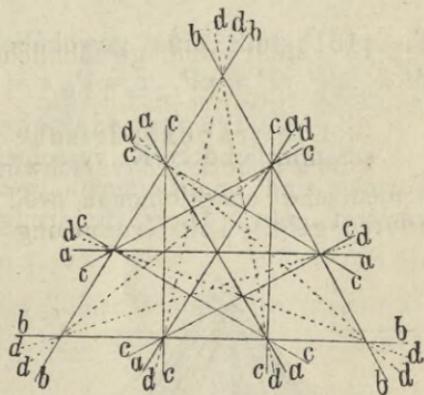


Fig. 148.

2. Die pyramidale Hemiedrie.

Die gew. S.-E. gehen verloren, die H.-S.-E. bleibt erhalten; daraus ergibt sich die Gruppierung der Flächen wie in Fig. 149. Nur die dihexagonale Pyramide und das dihexagonale Prisma liefern besondere Formen; die Hemieder der übrigen Formen bleiben im äusseren Ansehen unverändert. Die correlate parallelfächigen Formen lassen sich durch Drehung um 60° zur Deckung bringen.

Die dihexagonale Pyramide liefert 2 correlate Pyramiden III O. (Tritopyramiden, Pyramiden der Zwischenstellung)

$$\pm \left[\frac{m P n}{2} \right]; \pm \pi \{ h k x l \}.$$

Das dihexagonale Prisma liefert 2 correlate Prismen III O. (Tritoprisma, Prisma der Zwischenstellung) $\pm \left[\frac{\infty P n}{2} \right]; \pi \{ h k x 0 \}.$

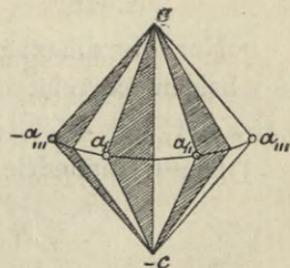


Fig. 149.

Beide Formen III O. unterscheiden sich von den entsprechenden I und II O. nur durch ihre Stellung zu den Nebenaxen; die Axen münden in den Mittelkanten an variabler Stelle, jedoch nicht in den Ecken oder in den Mitten dieser Kanten; daher werden diese Formen als solche der Zwischenstellung unterschieden.

Die relative Lage der correlaten Formen III O. zu jenen I O. und den Axen ist aus Fig. 150 ersichtlich.

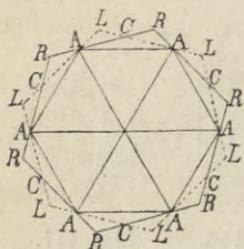


Fig. 150.

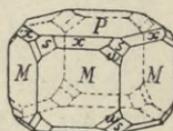


Fig. 151.

Nur wenn diese Formen mit den scheinbar unveränderten in Combination treten, ist die Hemiedrie geometrisch zu erkennen.

Die Mineralien der Apatitgruppe (Apatit, Pyromorphit, Mimetesit) liefern Beispiele dieser Hemiedrie. Die

Fig. 151 stellt eine gewöhnliche Combination des Apatits dar: $M = \infty P$, $P = 0 P$, $x = P$, $s = 2 P_2$, $u = 3 P_{\frac{3}{2}}$.

3. Die trapezoedrische Hemiedrie.

Sämmtliche S.-E. verschwinden gleichzeitig, die resultirenden Formen sind enantiomorph, weil auch das Centrum der Symmetrie verloren geht. Die Gruppierung ergibt sich aus Fig. 152.

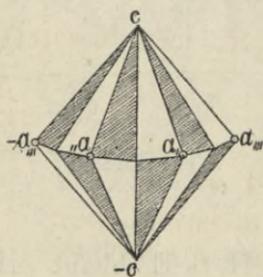


Fig. 152.

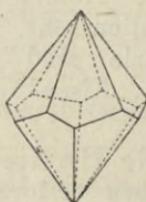


Fig. 153.

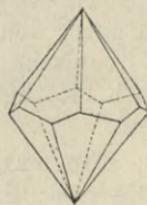


Fig. 154.

Nur die dihexagonale Pyramide liefert 2 besondere Formen, die beiden correlaten hexagonalen Trapezoeder $\frac{mPn}{2}r$; $\tau_r \{hkx1\}$ und $\frac{mPn}{2}l$; $\tau_l \{hkx1\}$. Fig. 153 u. 154.

Diese Hemiedrie ist bisher noch nicht beobachtet.

β. Tetartoedrische Formen.

Die Formen der rhomboedrischen und pyramidalen Hemiedrie besitzen noch Symmetrieebenen, können demnach tetartoedrische Formen liefern, die alsdann ohne S.-E. sind.

Man kann diese Formen, wie es im Nachstehenden geschieht, entweder aus den Hemiedern, oder durch gleichzeitige Anwendung zweier Hemiedrien aus den Holoedern herleiten. Die Bezeichnung berücksichtigt das letztere.

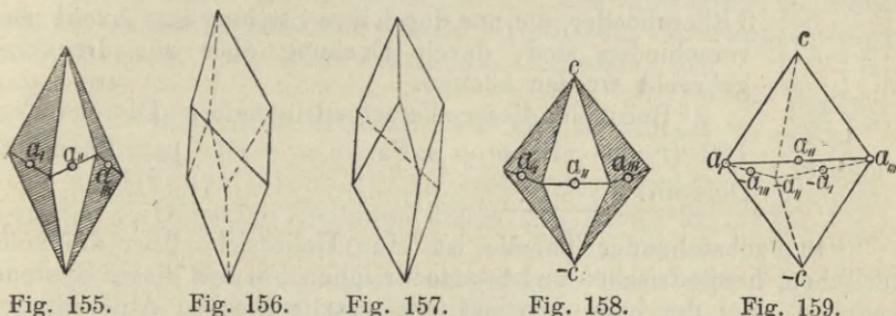
Jedes Holoeder liefert demgemäss 4 Formen, von denen die beiden positiven wie die beiden negativen sich als rechte und linke Formen unterscheiden.

1. Die trapezoedrische Tetartoedrie.

Die 3 gew. S.-E. der rhomboedrischen Hemiedrie gehen verloren, daher muss die Gruppierung der Flächen erfolgen wie in Fig. 154. — Die Formen dieser Tetartoedrie lassen sich auch aus den Holoedern durch gleichzeitige Anwendung der rhomboedrischen und trapezoedrischen Hemiedrie herleiten (daher die Miller'sche Charakteristik $\kappa\tau$). Die Formen sind enantiomorph.

1. Aus dem Skalenoeder Fig. 155 entstehen 2 trigonale Trapezoeder $\frac{mP_n}{4}r; \kappa\tau_r\{hkx1\}$ und $\frac{mP_n}{4}l; \kappa\tau_l\{hkx1\}$. Fig. 156 und 157.

2. Das Rhomboeder bleibt geometrisch unverändert, da dessen Flächen auf den verschwindenden S.-E. senkrecht stehen.



3. Die Pyramide II O. Fig. 158 liefert 2 correlate trigonale Pyramiden $\frac{mP_2}{4}r; \kappa\tau_r\{2k.k.k.1\}$ und $\frac{mP_2}{4}l; \kappa\tau_l\{2k.k.k.1\}$ Fig. 159.

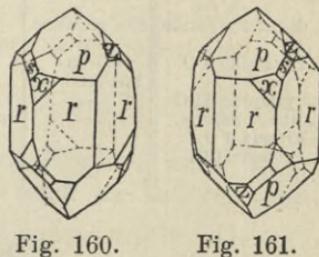
4. Das dihexagonale Prisma liefert 2 correlate ditrigonale Prismen $\frac{\infty P_n}{4}r; \kappa\tau_r\{hkx0\}$ und $\frac{\infty P_n}{4}l; \kappa\tau_l\{hkx0\}$.

5. Das hexagonale Prisma IO. bleibt unverändert.

6. Das hexagonale Prisma II O. liefert 2 correlate trigonale Prismen $\frac{\infty P_2}{4}r; \kappa\tau_r\{2110\}$ und $\frac{\infty P_2}{4}l; \kappa\tau_l\{2110\}$.

7. Die Basis bleibt unverändert.

Diese Tetartoedrie ergibt demnach 2 Formen, die geometrisch mit solchen der holoedrischen Abtheilung (Prisma IO. und Basis), eine Form, die mit der hemiedrischen Abtheilung (Rhomboeder) übereinstimmt; ausserdem 4 besondere Formen: Trapezoeder, trigonale Pyramide, ditrigonales Prisma und trigonales Prisma. Mit dieser Tetartoedrie ist Circularpolarisation verknüpft. — Hierher gehörige Mineralien sind Quarz und Zinnober.



Die Fig. 160 u. 161 stellen am Quarz die Combinationen $p = R, z = -R, r = \infty P, s = 2P_2$ (Rhombenflächen), $x = 6P_5$ (Trapezflächen) dar. Fig. 160 ist ein „Linksquarz“, weil die tetartoedrischen Flächen s und x links von p , Fig. 161 ist ein „Rechtsquarz“, weil dieselben Flächen rechts von p erscheinen.

2. Die rhomboedrische Tetartoedrie.

Den Formen der pyramidalen Hemiedrie geht die (allein noch vorhandene) horizontale Symmetrieebene verloren, in Folge dessen müssen die 3 Pyramiden jener Hemiedrie 3 Rhomboeder geben. Die hierher gehörigen tetartoedrischen Gestalten können auch entstanden gedacht werden durch gleichzeitige Anwendung der pyramidalen und rhomboedrischen Hemiedrie, daher die Miller'sche Charakteristik $\pi\rho$. Da das Centrum der Symmetrie erhalten bleibt, so sind die Formen nicht enantiomorph, sondern lassen sich durch Drehung zur Deckung bringen.

Man sieht sofort, dass nur die Pyramiden besondere Formen geben können, während die Prismen und die Basis geometrisch unverändert bleiben, und zwar liefern die Pyramiden III O., I O., II O. der Reihe nach Rhomboeder III O. (Rhomboeder der Zwischenstellung), I O., II O., d. h. 3 Rhomboeder, die nur durch ihre Stellung zum Axenkreuz verschieden sind, durch Drehung aber zur Deckung gebracht werden können.

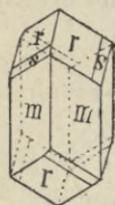


Fig. 162.

Beispiele dieser Tetartoedrie liefern Dioptas Fig. 162 ($r = -2R$, $m = \infty P_2$, $s = -2R \frac{6}{7}$), Phenakit, Dolomit.

In nachstehender Tabelle ist eine Uebersicht über die holoedrischen, hemiedrischen und tetartoedrischen Formen dieses Systems gegeben. Bei den hemiedrischen und tetartoedrischen Abtheilungen sind jene Formen, die sich von den holoedrischen geometrisch nicht unterscheiden, durch einen Strich angezeigt.

Uebersicht über die Formen des hexagonalen Systems.

Holoedr. Abth.	Hemiedrische Abtheilungen.			Tetartoedrische Abtheilungen.	
	Rhomboedr. H. 3 S.-E.	Pyramid. H. 1 S.-E.	Trapez. H. 0 S.-E.	Trapezoedr. T. 0 S.-E.	Rhomboedr. T. 0 S.-E.
1. dihex. Pyramide.	Skalenoeder.	Pyramide III O.	hex. Trapezoeder.	trigon. Trapezoeder.	Rhomboeder III O.
2. Pyramide I O.	Rhomboeder I O.	—	—	Rhomboeder I O.	Rhomboeder I O.
3. Pyramide II O.	—	—	—	trigon. Pyramide.	Rhomboeder II O.
4. dihex. Prisma.	—	Prisma III O.	—	ditrigon. Prisma.	Prisma III O.
5. Prisma I O.	—	—	—	—	—
6. Prisma II O.	—	—	—	trigon. Prisma.	—
7. Basis.	—	—	—	—	—

c. Hemimorphe Formen.

Da im hexagonalen System mehrere Fälle singularer Symmetrieachsen vorhanden sind, so gibt es mehrere hemimorphe Abtheilungen. Von diesen hat nur praktische Bedeutung die Hemi-

morphie der rhomboedrischen Hemiedrie. Die Flächen an beiden Enden der Hauptaxe können unabhängig von einander auftreten. Da das der rhomboedrischen Hemiedrie angehörige dihexagonale Prisma als Grenzform eines Skalenoeders, das Prisma I O. als Grenzform des Rhomboeders aufzufassen ist, so können beide Formen mit der halben Anzahl Flächen erscheinen, während das Prisma II O. mit der vollen Flächenzahl auftreten muss. Beispiele: Turmalin Fig. 163 ($P = R$, $o = -2R$, $n = -\frac{1}{2}R$, $l = \infty R$, $s = \infty P_2$), Rothgültigerz.

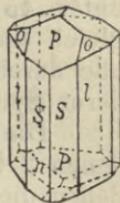


Fig. 163.

d. Zwillinge.

1. Zwillinge der holoedrischen Formen.

Nur Flächen der 3 Pyramiden und des dihexagonalen Prismas können zu Zwillingflächen werden. Doch sind derartige Zwillinge nicht bekannt, wie denn auch die Holoedrie sehr selten ist.

2. Zwillinge der hemiedrischen und tetartoedrischen Formen.

a. Mit parallelem Axensystem (Ergänzungszwillinge). Derartige Zwillinge finden sich häufig am rhomboedrischen Kalkspath, wo die in der betreffenden Hemiedrie als Symmetrieebene ausgefallene Basis als solche wieder eintritt (zumeist in Form von Juxtapositionszwillingen). Fig. 164.

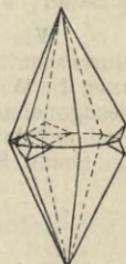


Fig. 164.

Die Formen der trapezoedrischen Tetartoedrie haben einerseits die Basis oP und die Flächen des ersten Prismas ∞P_1 , andererseits die Flächen des zweiten Prismas ∞P_2 als Symmetrieebenen eingebüsst; in Folge dessen erscheinen bei deren Ergänzungszwillingen jene S.-E. als Zwillingsebenen.

So sind am Quarz Zwillinge nach ∞P_1 (Dauphinéer Gesetz, 2 rechte oder 2 linke Individuen sind mit einander verwachsen Fig. 165), wie nach ∞P_2 (Brasilianer Gesetz, ein rechtes Individuum ist mit einem linken verwachsen Fig. 166) häufig¹⁾.

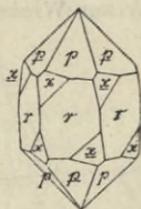


Fig. 165.

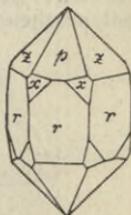


Fig. 166.

b. Mit geneigtem Axensystem.

Solche Zwillinge sind namentlich nach den Flächen eines Rhomboeders am Kalkspath und am Quarz, wie auch an anderen hemiedrischen Mineralien vertreten.

¹⁾ Vergl. übrigens die Bemerkung 2 auf S. 33.

III. Das tetragonale System.

(syn. Viergliedriges S., quadratisches S.)

Das tetragonale System begreift alle Formen, welche 4 sich unter 45° schneidende gew. S.-E., von denen je 2 abwechselnd gleich sind, und 1 auf diesen senkrechte H.-S.-E. besitzen, sowie alle durch Hemiedrie und Hemimorphie abzuleitenden Formen niederer Symmetrie.

Die Durchschnitte der S.-E. mit einander liefern 5 Axen, von denen $2+2$ gew. S.-A. sind, die in einer Ebene liegen und auf denen die fünfte Axe, eine Hauptaxe, senkrecht steht.

Um zu isoparametrischen Indices zu gelangen, benutzt man als Axenkreuz die Durchschnitte der H.-S.-E. mit zwei gleichen senkrecht auf einander stehenden gew. S.-E. Man erhält so: $a : b : c = a : a : c$; $\alpha = \beta = \gamma = 90^\circ$; demnach ist in diesem System nur eine Constante: $\frac{a}{c}$ vorhanden.

Die Hauptaxe c wird vertical gestellt, die beiden gleichen horizontalen Nebenaxen werden so gestellt, dass a , auf den Beschauer, a , quer gerichtet ist.

Wie im hexagonalen System giebt es auch hier Zwischenaxen: die Durchschnitte der nicht gewählten gew. S.-E. mit der H.-S.-E., welche Zwischenaxen die Winkel der Nebenaxen halbiren. Ueberhaupt ist die Analogie zwischen hexagonalem und quadratischem System eine vollkommenen; alle Abweichungen sind auf den Umstand zurückzuführen, dass die H.-A. des hex. S. eine 6-zählige, im quadr. S. eine 4-zählige ist.

a. Holoedrische Abtheilung.

(1 H.-S.-E., $2+2$ gew. S.-E.)

1. Die allgemeinste Fläche tritt in jedem Oktanten 2mal auf, die vollständige Form, die ditetragonale Pyramide $a : ma : nc = nPm$, besitzt demnach 16 Flächen. Fig. 167.

Die Begrenzungsflächen sind ungleichseitige Dreiecke. 3 Arten von Kanten: Mittelkanten (z), schärfere (x) und stumpfere (y) Polkanten, dementsprechend 3 Arten Winkel. Fig. 168.

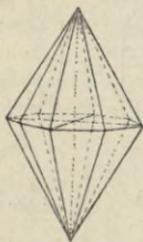


Fig. 167.

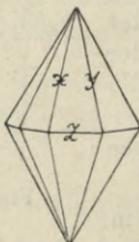


Fig. 168.

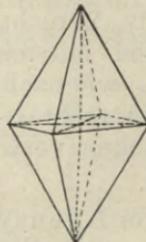


Fig. 169.

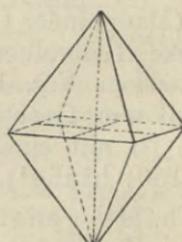


Fig. 170.

2. Werden die Winkel der über den Zwischenaxen liegenden Polkanten y gleich 180° , d. h. wird $m = 1$, so entsteht die tetragonale Pyramide IO . $a : a : nc = nP$.

Die Form wird von 8 gleichschenkligen Dreiecken begrenzt. 2 Arten Winkel: Mittel- und Polkantenwinkel. Fig. 169.

3. Werden die Winkel der über den Nebenaxen der ditetragonalen Pyramide liegenden Polkanten x gleich 180° , d. h. wird $m = \infty$, so entsteht die tetragonale Pyramide II O. $a : \infty a : nc = nP\infty$.

Die Form wird ebenfalls von 8 gleichschenkligen Dreiecken begrenzt und besitzt 2 Arten Winkel, unterscheidet sich aber von der Pyramide IO. durch die Stellung zum Axenkreuz. Fig. 170.

Werden bei den vorgenannten Pyramiden sub 1, 2 und 3 die Mittelkanten z gleich 180° , somit $n = \infty$, so entstehen der Reihe nach:

4. aus der ditetragonalen Pyramide das ditetragonale Prisma $a : ma : \infty c = \infty Pm$;

8 Flächen, 2 Arten (schärfere und stumpfere) Winkel. Fig. 171.

5. aus der Pyramide IO, das tetragonale Prisma IO. $a : a : \infty c = \infty P$;

4 Flächen, die unter 90° zusammenstossen. Fig. 172.

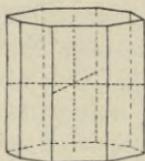


Fig. 171.

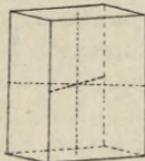


Fig. 172.

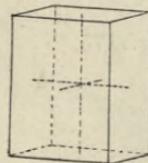


Fig. 173.

6. aus der Pyramide IO. das tetragonale Prisma IO. $a : \infty a : \infty c = \infty P\infty$.

4 Flächen, die unter 90° zusammenstossen; die Form unterscheidet sich von dem Prisma IO. nur durch die Stellung. Fig. 173.

7. Wird dagegen der Winkel der Mittelkanten z gleich 0 , also $n = 0$, so geht aus allen 3 Pyramiden dasselbe Flächenpaar, die Basis $\infty a : \infty a : c = 0P$ hervor.

Demnach können die 3 Prismen als Grenzformen der 3 Pyramiden in der einen Richtung gelten, während in der anderen Richtung die Basis allein die Grenzform liefert, was auch durch folgendes Schema ausgedrückt wird:

Basis.	Pyramiden.	Prismen.
$(= \infty a : \infty a : c)$	$\left\{ \begin{array}{l} a : a : nc \\ a : ma : nc \\ a : \infty a : nc \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} a : a : \infty c \text{ (Formen IO.)} \\ a : ma : \infty c \text{ (Formen d. Zwischenstellung)} \\ a : \infty a : \infty c \text{ (Formen II O.)} \end{array} \right.$

Die relative Lage der Formen IO. und IO., sowie jener der Zwischenstellung (ditetragonale Prisma und die tetragonale Pyramide) zum Axenkreuz geht aus Fig. 174 hervor.

Combinationsen. Nur die Pyramiden können für sich allein auftreten, die Prismen und die Basis müssen, als offene Formen, stets in Combination erscheinen. — Bei der Deutung der Combinationen hat man sich zunächst über die Lage der Axen, und zwar nach Belieben zu entscheiden, um danach

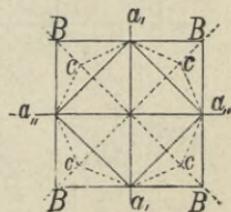


Fig. 174.

die Bestimmung der Formen IO. und IO., sowie der tetragonalen Prismen und Pyramiden zu treffen. Alle Formen gleicher Ordnung sind tautozonal, nur die ditetragonalen Pyramiden können in verschiedenen Zonen liegen.

Fig. 175 stellt die Combination einer Pyramide IO. (P) mit einer Säule IO. (m) dar; Fig. 176 die Combination einer Pyramide IO. mit der Säule IO.

Fig. 177 ist die Combination einer ditetrag. Pyramide mit der Basis, Fig. 178 der Säule IO. mit der Basis. In Fig. 179 sind



Fig. 175.

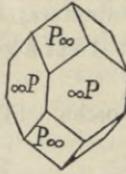


Fig. 176.

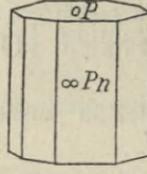


Fig. 177.

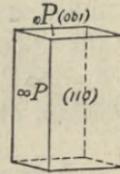


Fig. 178.

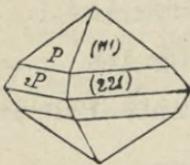


Fig. 179.

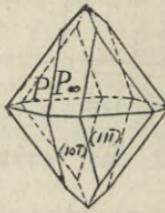


Fig. 180.

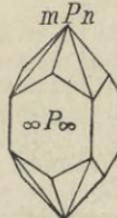


Fig. 181.

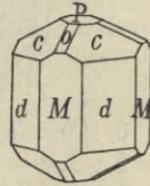


Fig. 182.

2 Pyramiden gleicher Ordnung, in Fig. 180 2 Pyramiden verschiedener Ordnung mit einander combinirt. In Fig. 181 sind eine Pyramide IO. mit einer ditetragonalen Pyramide, in Fig. 182 $d = \infty P$, $c = P$, $M = \infty P\infty$, $\sigma = P\infty$, $P = \circ P$ mit einander combinirt.

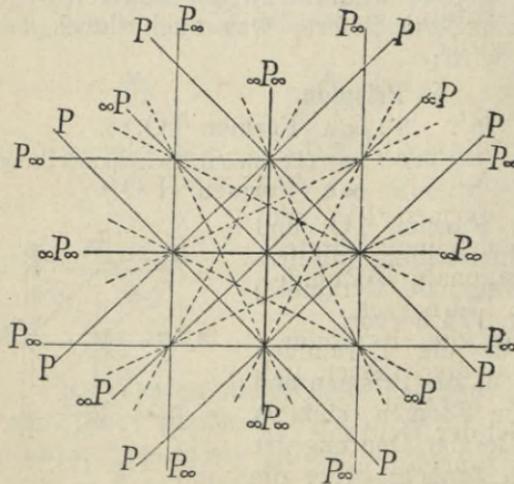


Fig. 183.

Die Linearprojection Fig. 183 giebt eine Uebersicht über die Symmetrie und die Hauptzonen des tetragonalen Systems. Die gestrichelten Linien sind die Projection der ditetragonalen Pyramide

$$a : \frac{1}{2} a : c = P \frac{1}{2}.$$

Beispiele für die holoedrische Abtheilung des tetragonalen Systems liefern Zirkon, Rutil, Zinnstein, Vesuvian etc.

b. Hemiedrische Abtheilungen.

α. Hemiedrische Formen.

Es sind 3 Hemiedrien möglich, je nachdem aus den holoedrischen Formen 1: die H.-S.-E. (sphenoidische H.), 2: die 4 gew. S.-E. (pyramidale H.) und 3: alle 5 S.-E. (trapezoedrische H.) verloren gehen.

1. Die sphenoidische Hemiedrie.

Die Formen dieser Hemiedrie besitzen nur noch 2 S.-E., und zwar die beiden S.-E., welche durch die Zwischenaxen gehen, da hier, wie bei der rhomboedrischen Hemiedrie des hexagonalen Systems, der Verlust der H.-S.-E. auch den Verlust der in die Nebenaxen fallenden S.-E. nach sich zieht. Da es sich in dieser Hemiedrie um das Aufgeben der H.-S.-E. handelt, so muss die Vertheilung der sich ausdehnenden und der verschwindenden Flächen wie in Fig. 184, also oktantenweise, erfolgen. Mit Ausnahme der ditetragonalen Pyramide und der Pyramide IO. stehen die Flächen aller übrigen tetragonalen Formen auf den verschwindenden S.-E. senkrecht, es sind demnach nur 2 besondere hemiedrische Formen vorhanden, deren correlate Gestalten um 90° gegen einander verschoben sind. — Die Hemiedrie ist geneigtflächig.

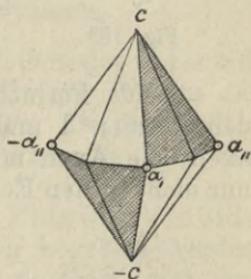


Fig. 184.

Die ditetragonale Pyramide liefert 2 correlate tetragonale Disphenoide $\pm \frac{mPn}{2} = \pm \kappa \{hkl\}$.

Die Form Fig. 185 wird von 8 ungleichseitigen Dreiecken begrenzt, deren 4 Mittelkanten im Zickzack aufletzteren münden die Horizontalaxen. Wegen der Analogie mit dem Skalenoeder des hexagonalen Systems wird diese Form auch wohl tetragonales Skalenoeder genannt.

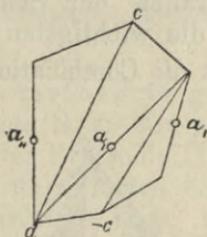


Fig. 185.

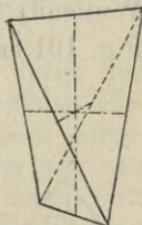


Fig. 186.

Die tetragonale Pyramide IO. liefert 2 correlate tetragonale Sphenoide $\pm \frac{mP}{2} = \pm \kappa \{hhl\}$.

Die Form, Fig. 186, wird von 4 gleichschenkligen Dreiecken begrenzt. 4 + 2 Kanten, in deren Mitten die Axen ausmünden. Das Sphenoid entspricht dem Tetraeder des regulären Systems.

Die sphenoidische Hemiedrie ist sehr selten; unter den Mineralien findet sie sich nur am Kupferkies, von welchem Fig. 187 die Combination $+\frac{P}{2}, -\frac{P}{2}, \infty P \infty$; Fig. 188 die Combination $p = +\frac{P}{2}, r = -\frac{P}{2}, c = 2P \infty, b = P \infty, a = 0P$ darstellt.

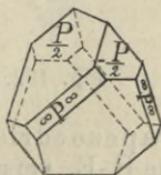


Fig. 187.

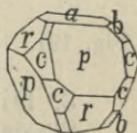


Fig. 188.

2. Die pyramidale Hemiedrie.

Die gew. S.-E. gehen verloren, die H.-S.-E. bleibt erhalten; daraus ergibt sich die Gruppierung der Flächen wie in Fig. 189. Nur die ditetragonale Pyramide und das ditetragonale Prisma liefern besondere Formen; die übrigen Holoeder werden durch diese Hemiedrie in ihrer äusseren Gestalt nicht verändert. Durch Drehung um 90° lassen sich die correlaten Formen, die parallelfächig sind, zur Deckung bringen.

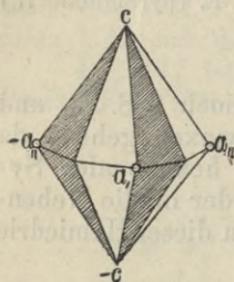


Fig. 189.

Die ditetragonale Pyramide (Fig. 189) liefert 2 correlate Pyramiden III O. (Tritopyramiden) $\pm \left[\frac{mPn}{2} \right] = \pm \pi \{ h k l \}$.

Das ditetragonale Prisma liefert 2 correlate Prismen III O. (Tritoprismen) $\pm \left[\frac{\infty Pn}{2} \right] = \pm \pi \{ h k 0 \}$.

Beide Formen III O. unterscheiden sich von den entsprechenden Formen I und II O. nur durch ihre Stellung zu den Nebenaxen; die Axen münden in deren Mittelkanten an variabler Stelle, nur nicht in den Ecken (Formen IO.) und in der Mitte (Formen II O.).

Die relative Lage der Formen IO. zu den beiden correlaten Formen III O. und zu den Nebenaxen geht aus Fig. 190 hervor.

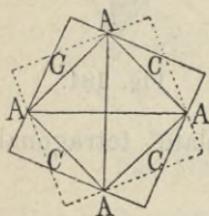


Fig. 190.

Nur wenn die Pyramiden und Prismen III O. in Combination mit Formen I oder II O. treten, lässt sich diese Hemiedrie geometrisch erkennen; sie haben alsdann die Stellung der ditetragonalen Formen, d. h. sie liegen weder in der Zone der Formen IO., noch der II O.

Die Mineralien der Scheelitgruppe (Scheelit, Scheelbleierz, Wulfenit) sind die wichtigsten Vertreter dieser seltenen Hemiedrie. Fig. 191 enthält die Combination $P = P_\infty$, $n = P$, $g = \frac{3P}{2}$, $a = \frac{3P3}{2}$.

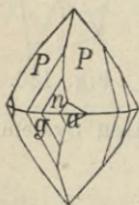


Fig. 191.

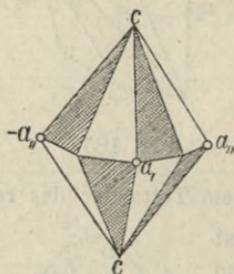


Fig. 192.

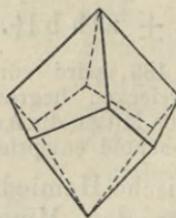


Fig. 193.

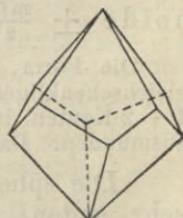


Fig. 194.

3. Die trapezoedrische Hemiedrie.

Sämmtliche S.-E. verschwinden, die resultirenden Formen sind enantiomorph, da auch das Centrum der Symmetrie verloren geht. Die Gruppierung der Flächen zeigt Fig. 192.

Nur die ditetragonale Pyramide liefert 2 besondere Formen, die beiden correlaten tetragonalen Trapezoeder $\pm \frac{mPn}{4} \frac{r}{1} = \pm \tau \frac{r}{1} \{hkl\}$. Fig. 193 u. 194.

Diese Hemiedrie ist bisher nur an einigen künstlichen Krystallen, z. B. am schwefelsauren Strychnin, beobachtet.

β. Tetartoedrische Formen.

Die Formen der sphenoidischen und pyramidalen Hemiedrie besitzen noch S.-E., durch deren Verlust aus ersterer die rhombotype, aus letzterer die sphenoidische Tetartoedrie hervorgeht. Beide Tetartoedrien entsprechen vollständig der trapezoedrischen und der rhomboedrischen Tetartoedrie des hexagonalen Systems.

1. In der rhombotypen Tetartoedrie bleiben das Sphenoid, das Prisma IO. und die Basis unverändert, die übrigen Formen der sphenoidischen Hemiedrie liefern besondere Formen. Da gleichzeitig das Centrum der Symmetrie schwindet, so hat man es hier mit enantiomorphen Gestalten zu thun.

Aus dem Disphenoid gehen 2 correlate Plagiosphenoide hervor, die von 4 ungleichseitigen Dreiecken begrenzt werden und den Sphenoiden des rhombischen Systems gleichen, sich von diesen aber dadurch unterscheiden, dass ihre Winkel nur von einer einzigen geometrischen Constante abhängen.

Die Pyramide IO. liefert 2 horizontale Prismen (tetragonale Domen), von denen die Flächen des einen der Axe a_1 , des anderen der Axe a_2 , parallel laufen.

Das ditetragonale Prisma liefert 2 Verticalprismen mit rhombischem Querschnitt (rhombotype Prismen).

Das Prisma IO. liefert 2 Flächenpaare (rhombotype Quer- und rhombotype Längsfläche).

2. In der sphenoidischen Tetartoedrie gehen durch den Verlust der einzigen noch vorhandenen S.-E. der pyramidalen Hemiedrie aus der Pyramide IO. und der Pyramide III O. je 2 correlate Sphenoide II und III O. hervor, die sich von einander wie von dem Sphenoid IO. nur durch die relative Lage zum Axenkreuz unterscheiden. Demnach sind 3 Sphenoide vorhanden; die übrigen Formen entsprechen denen der pyramidalen Hemiedrie.

Bisher sind keine Krystalle, die einer der tetragonalen Tetartoedrien angehören, beobachtet worden.

Uebersicht über die Formen des tetragonalen Systems.

Es sind in nachstehender Uebersicht unter den hemiedrischen und tetartoedrischen Formen nur solche besonders aufgeführt, die sich von den holoedrischen unterscheiden.

Ein Strich bedeutet demnach, dass die betreffende Form mit der holoedrischen übereinstimmt.

Holoedr. Abth.	Hemiedrische Abtheilungen.			Tetartoedrische Abtheilungen.	
	Sphenoidische H. 2 S.-E.	Pyramidale H. 1 S.-E.	Trapezoidische H. 0 S.-E.	Rhombotype T. 0 S.-E.	Sphenoidische T. 0 S.-E.
1. Ditetragonale Pyramide I O.	Disphenoid.	Pyramide III O.	Trapezoe-der.	Plagiosphenoid.	Sphenoid III O.
2. Pyramide I O.	Sphenoid I O.	—	—	Sphenoid I O.	Sphenoid I O.
3. Pyramide II O.	—	—	—	Tetragonales Doma.	Sphenoid II O.
4. Ditetragonales Prisma.	—	Prisma III O.	—	Rhombotypes Prisma.	Prisma III O.
5. Prisma I O.	—	—	—	Rhombotypes	—
6. Prisma II O.	—	—	—	Pinakoid.	—
7. Basis.	—	—	—	—	—

c. Hemimorphe Formen.

Von den verschiedenen Hemimorphien, die im tetragonalen System möglich sind, ist bisher nur die Hemimorphie der holoedrischen Abtheilungen am Jodsuccinimid beobachtet worden.

d. Zwillinge

1. Zwillinge der holoedrischen Formen.

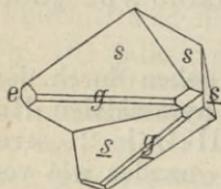


Fig. 195.

Mit Ausnahme des Prisma IO., des Prisma IIO. und der Basis können die Flächen aller übrigen Formen zu Zwillingsebenen werden; besonders häufig erscheint eine Fläche der Pyramide IIO. als Zwillingsfläche, z. B. am Zinnstein die Visirgrauen Fig. 195, die knieförmigen Zwillinge des Rutilis Fig. 41 S. 35 etc.

2. Zwillinge der hemiedrischen Formen.

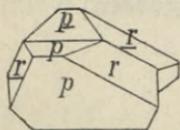


Fig. 196.

Ergänzungszwillinge finden sich in der sphenoidischen Hemiedrie nach der Basis (H.-S.-E.) am Kupferkies, in der pyramidalen Hemiedrie nach dem Prisma IO. am Scheelit.

Zwillinge mit geneigtem Axenkreuz sind sehr häufig am Kupferkies nach einer Fläche eines Sphenoides, z. B. nach $r = -\frac{p}{2}$ in Fig. 196.

C. Krystalle ohne Hauptaxe.

IV. Das rhombische System.
(syn. Ein- und einaxiges S.)

Das rhombische System begreift alle Formen mit 3 auf einander senkrecht stehenden unter sich verschiedenen S.-E., sowie alle daraus durch Hemiedrie oder Hemimorphie ableitbaren Formen niedriger Symmetrie.

Die Durchschnitte der S.-E. ergeben die Axen, demnach sind die Elemente: $a : b : c$; $\alpha = \beta = \gamma = 90^\circ$, somit die beiden Constanten $\frac{a}{b}$ und $\frac{c}{b}$, für welche 2 von einander unabhängige Winkel nothwendig sind.

Das Verhältniss der Axen wird gewöhnlich in der Form $\frac{a}{b} : 1 : \frac{c}{b}$ geschrieben.

Die Aufstellung der rhombischen Krystalle, d. h. die Wahl irgend einer der Axen zur a-, b- oder c-Axe ist, da es keine ausgezeichnete Hauptaxe giebt, beliebig, doch pflegt man mit wenigen Ausnahmen (rhombische Augite) so aufzustellen, dass die Grundpyramide $a : b : c$ und entsprechend das Verticalprisma $a : b : \infty c$ ihre stumpfen Winkel nach vorn wenden. Dadurch wird $a < b$ und dementsprechend heisst a die Brachyaxe (= Brachydiagonale), b die Makroaxe (= Makrodiagonale), während c wiederum als Verticalaxe bezeichnet wird.

Da die Wahl der Axen keiner allgemein gültigen Beschränkung unterliegt, so sind einzelne rhombische Krystalle von verschiedenen Autoren verschieden aufgestellt worden.

a. Holoedrische Abtheilung.

(3 gew. S.-E.)

1. Eine Fläche, die alle 3 Axen in verschiedenen Abständen schneidet (also der allgemeinste Fall), tritt nach der Symmetrie des Systems in jedem Oktanten nur einmal auf. Die resultirende vollständige Form $ma : nb : pc$ heisst rhombische Pyramide. Fig. 197.

Dieselbe wird von 8 ungleichseitigen Dreiecken begrenzt, besitzt 3 Arten von Winkeln, von denen einer jedoch aus den beiden anderen berechnet werden kann. 6 zwei + zweizählige Ecken von dreierlei Art. 12 Kanten: 4 stumpfere, 4 schärfere Polkanten und 4 Mittelkanten.

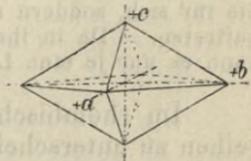


Fig. 197.

So lange die Coefficienten m, n und p endliche Werthe behalten, bleibt auch die volle Form als achtflächige rhombische Pyramide erhalten. Durch die Abänderung jener 3 Coefficienten wird jedoch unter diesen Pyramiden eine grosse Mannigfaltigkeit hervorgebracht.

Diejenige rhombische Pyramide, deren Coefficienten m , n und $p = 1$, bildet die Grundpyramide, ihre Parameter ergeben unmittelbar das Axenverhältniss.

Alle rhombischen Pyramiden, die 2 Coefficienten gemeinsam haben, besitzen tautozonale Flächen.

Wird dagegen je einer der Coefficienten unendlich, so gehen aus jeder rhombischen Pyramide 3 Prismen (Säulen) hervor, nämlich:

2. das Brachy- oder Längsdoma¹⁾ $\infty a : nb : pc$ Fig. 198,
3. das Makro- oder Querdoma¹⁾ $ma : \infty b : pc$ Fig. 199
- und 4. das Verticalprisma $ma : nb : \infty c$ Fig. 200.

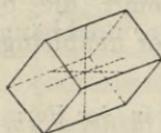


Fig. 198.

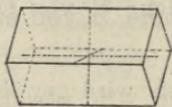


Fig. 199.

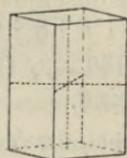


Fig. 200.

Jedes dieser 3 Prismen wird von 4, sich in parallelen Kanten, aber schiefen Winkeln schneidenden Flächen begrenzt, die wegen ihrer Tautozonalität den Raum nicht abschliessen, sodass keins der Prismen für sich, sondern stets in Combination mit anderen Formen (Pyramiden, Prismen oder Pinakoiden) auftreten kann.

Durch Abänderung der endlichen Coefficienten der Prismen ist auch hier eine grosse Mannigfaltigkeit der Formen möglich. Aus jeder Pyramide lassen sich daher nicht nur 3 Prismen, sondern 3 Reihen von Prismen herleiten, die unter sich tautozonal sind.

Werden von den Coefficienten der allgemeinen rhombischen Pyramide je 2 unendlich, so entstehen 3 Pinakoide, und zwar:

5. das Brachypinakoid (= Längsfläche) $\infty a : b : \infty c$
(s. die vordere und hintere Begrenzung des Brachydomas in Fig. 199),
6. das Makropinakoid (= Querfläche) $a : \infty b : \infty c$
(s. die rechte und linke Begrenzung des Makrodomas in Fig. 198)
- und 7. die Basis (= Endfläche) $\infty a : \infty a : c$
(s. die obere und untere Begrenzung des Verticalprismas in Fig. 200).

Die 3 Pinakoide bestehen nur aus je 2 parallelen Flächen, können also nie für sich, sondern allein in Combination mit anderen Formen des Systems auftreten. — Da in ihren Symbolen keine variablen Indices enthalten sind, so kann es nur je eine Längs-, Quer- oder Endfläche geben.

Im rhombischen System sind demnach 7 Formen, resp. Formreihen zu unterscheiden, nämlich: 1 Pyramide, 3 Prismen und 3 Pinakoide; wenn man jedoch in Betracht zieht, dass die Axen vertauschbar sind, somit auch die Prismen und Pinakoide unter sich vertauscht werden können, so zerfallen die rhombischen Formen nur in 3 wesentlich von einander verschiedene Gruppen: Pyramiden, Prismen und Pinakoide.

¹⁾ Es ist üblich, mit Naumann die Prismen, welche der Brachy- und der Makroaxe parallel laufen, als Domen zu bezeichnen.

Naumann's und Miller's Bezeichnung. Zur Herleitung des Naumann'schen Symbols gilt das auf S. 13 gesagte: der Coefficient von c wird stets vor P gestellt, während der Coefficient von a oder b hinter P gesetzt wird, nachdem zuvor — falls es nöthig — eine dieser Ableitungszahlen durch Division auf die Form 1 gebracht ist. Soll der hinter P stehende Factor sich auf die Brachyaxe beziehen, so wird dem P noch das Zeichen \smile hinzugefügt, soll er sich auf die Makroaxe beziehen, so erhält P das Zeichen ∞ , z. B. $a : 2b : 3c = {}_3P_2$ und $3a : 4b : 5c = \frac{5}{4}P\frac{3}{4}$. Für $\infty a : \infty b : c$ steht oP .

Anstatt des von Mohs herrührenden und von Naumann acceptirten Verfahrens, die Zeichen ∞ oder \smile über P zu stellen, ist es seit Breithaupt auch im Gebrauch, diese Zeichen über die Ableitungszahlen selbst zu setzen. Wir werden uns vorzugsweise dieses letzteren Verfahrens bedienen, weil dasselbe für den Druck Vortheil bietet.

Nachstehendes Schema erläutert zugleich die Naumann'schen Zeichen wie den Zusammenhang der rhombischen Formen.

$$\begin{array}{cccccc}
 oP & - & oP & - & oP & - & oP & - & oP & \text{(Basis).} \\
 | & & | & & | & & | & & | \\
 nP\infty & - & nP\bar{m} & - & nP & - & nP\bar{m} & - & nP\bar{m} & \text{(Pyramiden).} \\
 | & & | & & | & & | & & | \\
 \infty P\infty & - & \infty P\bar{m} & - & \infty P & - & \infty P\bar{m} & - & \infty P\infty & \text{(Prismen).}
 \end{array}$$

Das Miller'sche Zeichen bietet keine Besonderheiten; es wird in üblicher Weise aus dem Weiss'schen Symbol hergeleitet.

Combinationen. — Die Deutung derselben ist in allen Fällen sehr einfach. — Die Verticalprismen stumpfen die Mittelkanten Fig. 201, die Makrodomen die vorderen (stumpferen, Fig. 202), die Brachydomen die seitlichen (schärferen) Polkanten jeder rhombischen Pyramide ab. Die 3 Pinakoide erscheinen als Abstumpfung

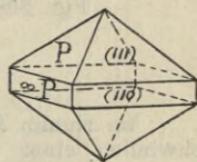


Fig. 201.

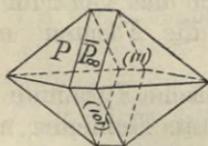


Fig. 202.

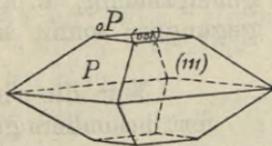


Fig. 203.

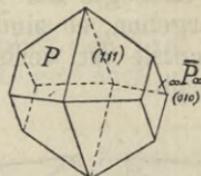


Fig. 204.

der Ecken jeder Pyramide, z. B. die Basis als Abstumpfung der Pol-ecken, Fig. 203, die Längsfläche als Abstumpfung der seitlichen Ecken. Fig. 204. — Die Combination der 3 Pinakoide besitzt rechte Winkel, ist also geometrisch nicht vom regulären Würfel oder von der quadratischen Combination ∞P , oP resp. $\infty P\infty$, oP

c. Hemimorphe Formen.

Hemimorphie dieses Systems kann nach jeder der 3 S.-Axen eintreten; die resultirenden Formen besitzen somit 2 S.-E. Bei den

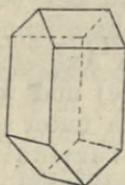


Fig: 211. Bittersalz.
 $\infty P, \frac{P}{2} r.$

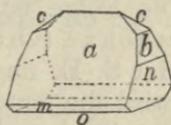


Fig. 212.
Struvit.

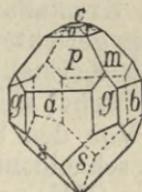


Fig. 213.
Kieselzinkerz.

in der Natur beobachteten Beispielen (Struvit Fig. 212 und Kieselzinkerz Fig. 213) hat hemimorphe Ausbildung nur nach einer Axe stattgefunden, die alsdann zur Verticalaxe gewählt ist.

d. Zwillinge.

1. Ergänzungszwillinge sind begrifflicherweise selten. Fig. 214 stellt einen solchen des Kieselzinkerz dar, bei dem die durch die Hemimorphie verlorene S.-E. wieder erworben ist.

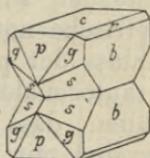


Fig. 214.

2. Zwillinge mit geneigtem Axensystem sind sehr häufig, namentlich nach einer Prismenfläche Fig. 215, während Zwillinge nach einer Pyramidenfläche Fig. 216 viel seltener sind. Pina- koidflächen können nicht zu Zwillingsebenen werden.

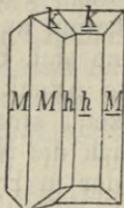


Fig. 215. Aragonit.
Zw.-Fläche: $\infty P.$

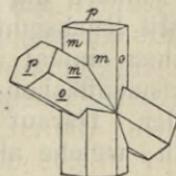


Fig. 216. Staurolith.
Zw.-Fläche: $\frac{3}{2} P \infty.$

Da viele rhombische Krystalle Prismenwinkel von nahe 120° resp. 60° besitzen, so können cyclische Drillinge nach solchen Prismenflächen hexagonalen Habitus (gewöhnlich die Combination $\infty P, \infty P$ [Aragonit] oder $\infty P, P$ [Witherit, Diskrasit]) annehmen. Die Art der Verwachsung solcher cyclischen Drillinge, die sich übrigens recht oft finden, kann sehr mannigfach sein, z. B. wie in den Fig. 217 u. 218. (Vergl. Aragonit im speciellen Theil.)

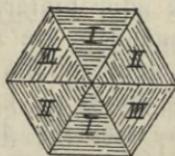


Fig. 217.

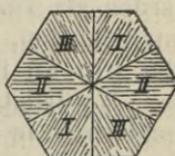


Fig. 218.

V. Das monokline System.

(syn. Zwei- und eingliedriges S., klinorhombisches S., monosymmetrisches S.)

Dasselbe umfasst alle Formen, die noch eine S.-E. besitzen¹⁾.

Zu Krystallaxen wählt man die Durchschnitte der (auf den Beschauer gerichteten) S.-E. mit 2 zu dieser senkrechten, sonst aber beliebigen Krystallflächen. Die Folge ist, dass eine Axe senkrecht zur S.-E. steht; sie heisst Orthoaxe (Orthodiagonale) und wird zur b-Axe. Von den beiden in der S.-E. liegenden, sich unter schiefen Winkeln schneidenden Axen wird die eine vertical (Verticalaxe c), die andere (Klinoaxe a) so gestellt, dass der stumpfe Winkel $a \checkmark c = \beta$ vorn oben liegt.

Die Krystallelemente des monoklinen Systems $a : b : c$, $\alpha = \gamma = 90^\circ$, $\beta > 90^\circ$ enthalten demnach 3 Constante $\frac{a}{b}$, $\frac{c}{b}$ und β , zu deren Bestimmung 3 von einander unabhängige Winkel nöthig sind.

Da nur eine einzige S.-E. vorhanden ist, so ist zu jeder auftretenden Fläche nur noch die mit Bezug auf jene S.-E. symmetrische nothwendig; die vollständige Form wird daher mit Einschluss der parallelen Gegenflächen im allgemeinsten Fall nur aus 4 tautozonalen Flächen bestehen können, während in den speciellen Fällen, dass die auftretende Fläche senkrecht zur S.-E. steht oder parallel mit ihr läuft, die vollständige Form nur noch ein einziges Flächenpaar begreift.

Im monoklinen System giebt es demnach nur noch Prismen und Pinakoide. Da beides offene Formen sind, so können sie nie allein, sondern nur in Combination auftreten.

Mit Rücksicht auf das an sich beliebige, für den besonderen Fall aber einmal ausgewählte Axenkreuz werden jedoch einzelne der Prismenflächen alle 3 Axen, einzelne Pinakoidflächen 2 Axen schneiden. Darauf gründet sich die Nomenclatur der monoklinen Formen, welche alsdann wieder in Pyramiden, Prismen und Pinakoide, ganz wie im rhombischen System, zerfallen.

Jene Prismen, die alle 3 der zu Grunde gelegten Axen schneiden, heissen Hemipyramiden, jene Pinakoide, welche 2 Axen schneiden, Hemidomen. Da alle Hemidomen parallel der Orthoaxe laufen, so werden sie auch Orthodomen genannt, während Klindomen Prismen sind, die in der Zone der Klinoaxe liegen. Sie werden als vordere oder hintere Hemipyramiden resp. Orthodomen unterschieden, je nachdem sie vorn über dem stumpfen Winkel β oder hinten über dem spitzen Supplement von β liegen.

Natürlich hat die Wahl eines anderen Axensystems auch eine Aenderung in dem, was bis dahin Hemipyramide und Hemidoma genannt ist, im Gefolge, insbesondere werden die Klindomen zu Hemipyramiden und umgekehrt.

¹⁾ Soweit diese eine S.-E. nicht das Resultat hemiedrischer Herleitung aus anderen Systemen ist.

Der Nomenclatur entspricht die Naumann'sche Bezeichnung. Alle Formen werden von einer sogen. vollständigen monoklinen Pyramide $\pm P$, d. h. der Combination einer positiven und einer negativen Hemipyramide, deren Parameter gleich 1 sind, abgeleitet.

Dabei ist zu bemerken, dass Naumann allen jenen monoklinen Formen, die über dem spitzen Winkel β liegen, also den hinteren das positive, den vorderen Formen das negative Vorzeichen gegeben hat (weil sich bei letzteren das negative Vorzeichen bei der Cosinusrechnung in ein positives umwandelt).

Sonst ist die Bezeichnung analog der im rhombischen System mit der einzigen Abweichung, dass die auf die Klinoaxe sich beziehenden Ableitungszahlen durch einen schräg über sie gestellten Strich ausgezeichnet werden¹⁾.

Die nachstehende Uebersicht über Formen des monoklinen Systems erläutert zugleich die Naumann'sche Schreibweise und lässt die Analogie mit den 7 Formen des rhombischen Systems erkennen.

a. Monokline Hemipyramiden. (syn. augitische Paare.)

Dieselben werden von 4 tautozonalen (= Prismen-) Flächen begrenzt, die alle 3 Axen schneiden. Allgemeines Zeichen $\pm ma : nb : pc = \pm \frac{p}{n} P \frac{\bar{m}}{n}$ (oder $\frac{p}{m} P \frac{\bar{n}}{m}$) = $\pm \{hkl\}$.

b. Monokline Prismen.

Dieselben zerfallen in 3 Gruppen:

1. Verticalprismen. Das sind 4-flächige Prismen aus der Zone der Verticalaxe c ; $a : mb : \infty c = \infty P \bar{m} = \{hk0\}$.

2. Klinodomen (Längsdomen). Das sind 4-flächige Prismen aus der Zone der Klinoaxe a ; $\infty a : b : mc = m P \infty = \{0kl\}$.

3. Orthodomen (Querdomen). Das sind Pinakoide (Flächenpaare) aus der Zone der Orthoaxe b , welche die Axen a und c schneiden; $\pm a : \infty b : mc = \pm m P \infty = \pm \{h0l\}$.

c. Pinakoide.

Dieselben sind dreierlei Art, je nach der Axe, die sie in endlicher Entfernung schneiden; nämlich:

1. Basis (schiefe Endfläche)

$$\infty a : \infty b : c = o P = \{001\}.$$

2. Orthopinakoid (Querfläche)

$$a : \infty b : \infty c = \infty P \infty = \{100\}.$$

3. Klinopinakoid (Längsfläche)

$$\infty a : b : \infty c = \infty P \infty = \{010\}.$$

Mit Bezug auf die Symmetrieebene des Systems sind diese 3 Pinakoide zweierlei Art: das Klinopinakoid ist der S.-E. parallel, während die Basis und die Längsfläche, die allein mit Rücksicht auf das zufällig ausgewählte Axensystem sich von den Orthodomen unterscheiden, senkrecht zur S.-E. stehen.

¹⁾ Naumann lässt diesen schrägen Strich und ebenso den die Orthodiagonale bezeichnenden Strich den Buchstaben P durchkreuzen.

Combinationen. Einfache Formen können nicht vorkommen. — Die Zurechnung der einzelnen Formen zu den Hemipyramiden, den Prismen und Pinakoiden hängt von der Wahl des Axensystems ab, ergibt sich aber nach getroffener Wahl in ein-

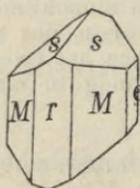


Fig. 219. Augit.

$$M = \infty P$$

$$r = \infty P \infty$$

$$l = \infty P \infty$$

$$s = -P$$

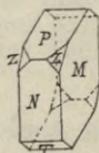


Fig. 220. Stilbit.

$$P = \circ P$$

$$N = \infty P \infty$$

$$T = P \infty$$

$$M = \infty P \infty$$

$$Z = -2P$$

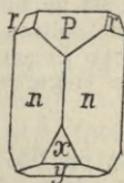


Fig. 221. Titanit.

$$P = \circ P$$

$$x = \frac{1}{2} P \infty$$

$$y = P \infty$$

$$n = \infty P$$

$$r = -P \infty$$

fachster Weise. — Die Figuren 219–222 stellen einige monokline Combinationen dar.

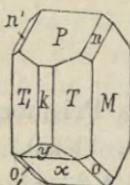


Fig. 222. Orthoklas.

$$P = \circ P, k = \infty P \infty$$

$$y = 2 P \infty, x = P \infty$$

$$M = \infty P \infty, T = \infty P$$

$$n = 2 P \infty, o = P.$$

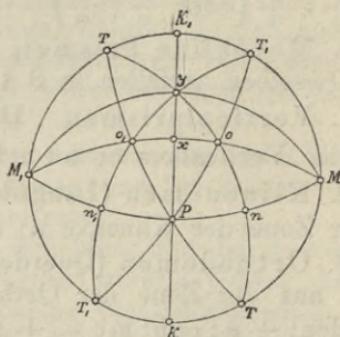


Fig. 223.

Die Symmetrie des Systems geht aus der Projection Fig. 223 (Projection des Orthoklas Fig. 222) hervor, in welcher die Zeichenebene senkrecht zur Verticalaxe steht.

Charakteristische Beispiele des monoklinen Systems liefern der Orthoklas, die Hornblende und Augite.

b. und c. Hemiedrische und hemimorphe Formen.

Es ist je eine hemiedrische und hemimorphe Abtheilung im monoklinen System möglich.

Nur die 4-flächigen Prismen liefern unter Aufgabe der einen S.-E. besondere hemiedrische Formen, d. h. blosse Flächenpaare. Demnach würden die hemiedrischen Gestalten des monoklinen Systems überhaupt nur noch von Flächenpaaren begrenzt sein, sich also geometrisch wie trikline Krystalle verhalten. Bisher sind noch keine hierher gehörige Formen beobachtet.

Hemimorphie kann nur mit Rücksicht auf die Symmetrieaxe eintreten. Beispiele der Hemimorphie: Rechtsweinsäure, Rohrzucker, Quercit.

d. Zwillinge.

Bedeutung haben hier nur Zwillinge mit geneigtem Axensystem.

Mit Ausnahme des Klinopinakoids können alle Flächen zu Zwillingsebenen werden. Am häufigsten werden Zwillinge nach einer Fläche eines Orthodomas, das alsdann in den meisten Fällen zur Quer- oder schiefen Endfläche gewählt ist, beobachtet.

Jeder Zwilling nach einem Orthodoma lässt auch die Deutung zu als Zwilling nach einer Fläche, die senkrecht auf der Durchschnitnskante der S.-E. mit dem betreffenden Orthodoma, also senkrecht zur Verticalaxe steht, z. B. sind die „Karlsbader Zwillinge“ des Orthoklases Fig. 224 und Fig. 225 sowohl symmetrisch zur Querfläche wie zu einer auf der Verticalaxe senkrechten Fläche.

Wenn bei Zwillingen nach einem Orthodoma nicht dieses, sondern die Symmetrieebene des Krystalls Verwachsungsfläche ist, so lassen sich derartige Zwillinge als rechte und linke Zwillinge, je nachdem das eine Individuum rechts oder links von der S.-E. des andern liegt, noch besonders unterscheiden; rechte und linke Karlsbader Zwillinge des Orthoklases. Fig. 224 (rechter K. Zw.), Fig. 225 (linker K. Zw.).

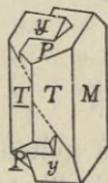


Fig. 224.



Fig. 225.

VI. Das triklone System.

(syn. Eingliedriges S., klinorhomboidisches S., asymmetrisches S.)

Dasselbe begreift alle Formen, die ohne S.-E. sind. Als einziges Symmetrieelement besitzen die Krystalle dieses Systems noch ein Centrum der Symmetrie¹⁾.

Zu Krystallaxen kann man jede 3 beliebigen, unter sich nicht parallelen Krystallkanten wählen. Man stellt das Axenkreuz gewöhnlich so auf, dass die 3 stumpfen Axenwinkel²⁾ $b^{\vee}c = \alpha$, $a^{\vee}c = \beta$ und $a^{\vee}b = \gamma$ vorn in den oberen rechten Oktanten fallen. Die a-Axe heisst wieder wie im rhombischen System Brachydiagonale, die b-Axe Makrodiagonale und c die Verticalaxe.

Die Krystallelemente des triklinen Systems $a : b : c$; α , β und γ enthalten demnach 5 Unbekannte $\frac{a}{b}$, $\frac{c}{b}$, α , β und γ , zu deren Bestimmung 5 von einander unabhängige Winkel gemessen sein müssen.

¹⁾ Soweit der Mangel an S.-E. nicht auf hemiedrischer Herleitung aus anderen Systemen beruht.

²⁾ Rechte Winkel zwischen den Kanten, also senkrecht auf einander stehende Zonen, können nicht vorkommen, denn diese setzen immer S.-E. voraus.

Da keine S.-E. mehr vorhanden sind, so giebt es im triklinen System nur noch Flächenpaare, Pinakoidflächen, welche jedoch, je nachdem sie 1, 2 oder 3 der zu Grunde gelegten Axen schneiden, als Pinakoide, Hemiprismen (resp. Hemidomen) und Tetartopyramiden (Viertelpyramiden) unterschieden werden können.

Die Weiss'sche und Miller'sche Bezeichnung bietet nichts von der anderer Systeme abweichendes.

Das Naumann'sche Formsymbol schliesst sich eng an das des rhombischen und monoklinen Systems an, nur wird es noch nöthig, durch geeignete Zeichen die Lage der einzelnen Tetartopyramiden und Hemiprismen in den verschiedenen Oktanten anzugeben. Das geschieht durch Accente, die dem Buchstaben P hinzugesetzt werden. So bedeutet

P' ,	dass die Form im oberen rechten Oktanten,
P'' ,	" " " " unteren " "
$\overset{\cdot}{P}$,	" " " " oberen linken "
$\underset{\cdot}{P}$,	" " " " unteren " "

gelegen ist.

Demnach gelten also ganz allgemein die Zeichen

1. für die Tetartopyramiden:

$$n \overset{\cdot}{P} \bar{m} \quad (\text{resp. } n \overset{\cdot}{P} \bar{m})$$

2. für die Prismen oder Domen:

$$\text{Verticalprisma rechts } \infty \overset{\cdot}{P} \bar{m} \quad (\text{resp. } \infty \overset{\cdot}{P} \bar{m}) = \{h k 0\},$$

$$\text{" " links } \infty \overset{\cdot}{P} \bar{m} \quad (\text{resp. } \infty \overset{\cdot}{P} \bar{m}) = \{h \bar{k} 0\},$$

$$\text{Makrodoma oben } n \overset{\cdot}{P} \infty = \{h 0 1\},$$

$$\text{" unten } n \overset{\cdot}{P} \infty = \{h 0 \bar{1}\},$$

$$\text{Brachydoma rechts } n \overset{\cdot}{P} \infty = \{0 k 1\},$$

$$\text{" links } n \overset{\cdot}{P} \infty = \{0 k \bar{1}\},$$

3. für die Pinakoide:

$$\text{Basis } oP = \{0 0 1\},$$

$$\text{Makropinakoid (Querfläche) } \infty P \infty = \{1 0 0\},$$

$$\text{Brachypinakoid (Längsfläche) } \infty P \infty = \{0 1 0\}.$$

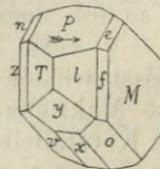
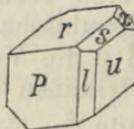


Fig. 226. Kupfervitriol. Fig. 227. Axinit.

Fig. 228. Albit.

$$\begin{aligned} P &= P' \\ T &= \infty P' \\ M &= \infty P \\ n &= \infty P \infty \\ s &= 2P' \bar{2} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} r &= \overset{\cdot}{P} \\ P &= \infty \overset{\cdot}{P} \\ u &= \infty P' \\ l &= \infty P \infty \\ s &= 2P' \bar{2} \\ x &= P, \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P &= oP & n &= 2P' \infty \\ T &= \infty P & e &= 2P' \infty \\ l &= \infty P' & y &= 2P' \infty \\ z &= \infty P \bar{2} & x &= P' \infty \\ f &= \infty P \bar{2} & v &= P \\ M &= \infty P \infty & o &= P, \end{aligned}$$

Combinationen. Die Formen des triklinen Systems können nur in Combinationen auftreten und es hängt das, was als Tetartopyramide, als Hemiprisma und Pinakoid zu bezeichnen ist, ganz ab von der Wahl des Axensystems. Dabei herrschen, wie erwähnt, keinerlei Vorschriften; man wird im Allgemeinen dazu 3 vorwaltende Krystallkanten, von denen nicht je 2 parallel sind, auswählen. Die Figuren 226—228 stellen triklinen Combinationen dar, eine Zonenübersicht des Systems geht aus der Projection Fig. 229 (Projection des Albits Fig. 228) hervor.

b. und c. Hemiedrische und hemimorphe Formen sind begreiflicher Weise im triklinen System nicht möglich, wohl aber ist der Fall denkbar, dass triklinen Krystalle ihr Symmetriecentrum verlieren, d. h. dass von jedem Flächenpaar nur eine einzige Fläche erhalten bleibt.

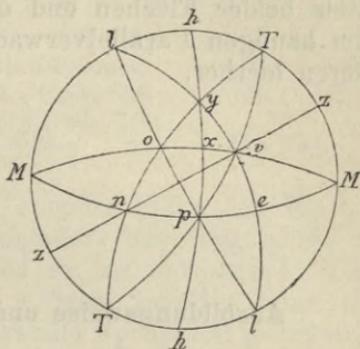


Fig. 229.

d. Zwillinge.

Hier kann es nur Zwillinge mit geneigtem Axensystem geben. Da im triklinen System nur eine Art von Flächen vorhanden ist, so tragen alle Zwillinge, deren Individuen symmetrisch zu einer Fläche verwachsen sind, den gleichen Charakter. Gewöhnlich sind diejenigen Flächen eines Krystalls, die zu Zwillingflächen werden, zu Pinakoiden gewählt worden, sodass man die Basis, die Quer- und die Längsfläche am häufigsten als Zwillingfläche verzeichnet findet. — Für die triklinen Feldspäthe (Plagioklase) sind polysynthetische Zwillinge charakteristisch.

In diesem System finden sich nun auch Zwillinge, bei denen die Individuen nicht symmetrisch zu einer möglichen Krystallfläche, sondern symmetrisch zu einer auf einer möglichen Krystallkante senkrechten Ebene liegen. Diese letztere Ebene hat immer irrationale Indices. (Periklingesetz des Albits, Zwillinge nach den Axen b und c am Cyanit. Vergl. Näheres im speciellen Theil.)

Als Anhang an die im Vorstehenden zum Abschluss gebrachte „geometrische Krystallographie“ mag hier noch kurz auf die zuweilen zu beobachtende Gesetzmässigkeit in der Verwachsung von Krystallen verschiedener Species hingewiesen sein. Gewöhnlich ist bei solchen Verwachsungen die Orientirung derart, dass die Krystalle nicht nur die Verwachsungsfläche, sondern noch eine Zone gemeinsam haben. So finden sich, um nur die auffälligsten Beispiele zu erwähnen, die dem Paragonitschiefer von Faïdo im Tessin eingewachsenen Krystalle des rhombischen Stauroliths und des triklinen Cyanits oft so verbunden, dass beider Querflächen bei gleicher Rich-

tung der Verticalaxen zusammenfallen. — Auf der Basis der Eisenglanztafeln von Cavradi im Tavetsch haften Rutilkrystalle, deren Prismenkanten die Richtung der Zwischenaxen des rhomboedrischen Eisenglanzes innehalten. — Bei Hirschberg im Riesengebirge, bei Baveno, auf Elba etc. sitzen den Verticalflächen der Kalifeldspäthe (Orthoklas, z. Th. aber auch Mikroklin) Albitkrystalle auf, sodass stets beider Flächen und die Verticalaxe correspondiren. — Auch die häufigen Parallelverwachsungen von Augit und Hornblende gehören hierher.

Cap. VIII.

Ausbildungsweise und Art des Auftretens der Krystalle.

§ 1. Ausbildungsweise (Krystallotektonik), Unvollkommenheiten. Die geometrische Betrachtung der Krystalle geht von Idealgestalten aus, wie sie von der Natur nur unter besonderen günstigen Umständen, d. h. in Ausnahmefällen gebildet werden. Abweichungen von solchen Idealgestalten — gewöhnlich als Unvollkommenheiten der Krystallbildung bezeichnet — bilden die Regel, und daher ist die die Ausbildungsweise überhaupt und diese Verhältnisse im Besonderen erörternde Krystallotektonik von hoher Bedeutung in der Mineralogie.

Von einer gewissen Regelmässigkeit wird noch die sogen. Habitusausbildung beherrscht. Gleichwerthige Flächen walten in den Combinationen vor und bedingen einen pyramidalen, prismatischen oder pinakoidalen Habitus. Die Habitusausbildung ist in vielen Fällen für dasselbe Mineral constant, in anderen schwankt sie und hängt dann oft in bestimmter Weise mit örtlichen und paragenetischen Verhältnissen zusammen.

Die Abweichungen von der geometrischen Idealgestalt und von den nach der Definition zu erfüllenden Bedingungen können 1. die äussere Form der Krystalle, 2. die Oberflächenbeschaffenheit, 3. die Gleichartigkeit der Mineralsubstanz betreffen.

ad 1. Die Unvollkommenheit der äusseren Form wird in der Regel als Verzerrung bezeichnet. Sie äussert sich am häufigsten in der ungleichen Centraldistanz gleichwerthiger Flächen, die so weit gehen kann, dass einzelne Flächen überhaupt nicht auftreten (Meroedrie). Als ganz gewöhnliche Erscheinung erleidet das symmetrische Aussehen der Krystalle Einbusse, sodass nur ausnahmsweise der Symmetriegrad aus dem blossen Anblick hervorgeht.

Reguläre Würfel des Pyrits erscheinen zuweilen nach einer Richtung lang ausgedehnt und nehmen quadratischen Habitus an; reguläre Oktaeder von Magnetit erscheinen als hexagonale Combinationen von Rhomboeder und

Basis; Quarzkrystalle der Combination ∞R , $+R$, $-R$ erscheinen wie rhombische Combinationen. — Reguläre Rhombendodekaeder können das Aussehen erlangen der Combination R , ∞P_2 im hexagonalen, der Combination ∞P , $P\infty$ oder $\infty P\infty$, P im quadratischen, ∞P , $P\infty$, $P\infty$ im rhombischen System etc. Ganz besonders häufig erlangen rhombische Combinationen das Aussehen hexagonaler Krystalle.

Der bestehende Krystall Fig. 230 lässt nach dem Aussehen folgende Deutungen zu:

reguläres System: $2O_2$, ∞O ,

quadratisches System: P , nPm , ∞P , $P\infty$,

rhomb. Syst.: 3 Pyramiden in Combination mit 3 Prismen.

Es bedarf kaum des Hinweises, dass in diesen und allen ähnlichen Fällen der eigentliche Symmetriegrad, der sich in den Winkeln äussert, nicht verändert wird.

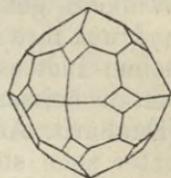


Fig. 230.

Die Verzerrung der Krystalle ist zumeist Folge des Wachstums, bei der einzelne Richtungen besonders bevorzugt sind; in anderen selteneren Fällen ist dieselbe jedoch auf mechanische Vorgänge, Gebirgsdruck, zurückzuführen. Dabei erleiden auch die Krystallwinkel eine Veränderung, die Krystalle werden oft gekrümmt und gebogen und nicht selten zerbrochen.

ad 2. Völlig ebene Flächen gehören gleichfalls zu den Seltenheiten, wovon man sich namentlich am Reflexionsgoniometer überzeugt; gewöhnlich sind sie matt, rau, drusig, gestreift, facettirt, gekrümmt etc. Soweit die Flächenbeschaffenheit eine Wachstumserscheinung ist, zeigt sich das Symmetriegesetz bestätigt, dass alle gleichwerthigen Flächen gleiche physikalische Beschaffenheit besitzen, eine Beziehung, von der oft mit Vortheil bei der Entzifferung flächenreicher Combinationen Gebrauch gemacht wird.

Besonders charakteristisch ist eine parallele Streifung oder Riefung der Flächen, die durch die oft wiederholte (oscillirende) Combination zweier Flächen hervorgerufen wird (daher Combinationsstreifung; zur Erkennung der Zwillinge wird sie als Fiederstreifung wichtig).

Verschieden davon ist die sogen. Zwillingstreifung mancher Mineralien, z. B. der Plagioklase, mancher Kalkspäthe, die von blattartig dünnen Zwillinglamellen herrührt.

Gewöhnliche Beispiele der Combinationsstreifung sind: die Horizontalstreifung auf den Säulenflächen des Quarzes, Streifung der Würfelflächen des Pyrits parallel den Kanten, der Rhombendodekaederflächen des Magnetits parallel der längeren Diagonale etc.

Sind die mit einander in oscillirende Combination tretenden Flächen ungleich breit, so entsteht eine Krümmung (Turmalin, Beryll, Kalkspath etc.).

Aber auch unabhängig von irgend welcher Combination erscheinen gekrümmte Flächen, wie die für den Diamant charakteristische convexe Krümmung der Flächen, während am Spatheisen häufig eine concave Krümmung (sogen. sattelförmige Krümmung) der Rhomboederflächen bemerkt wird.

Baut sich der Krystall durch Parallelverwachsung aus Subindividuen auf, so sind die Flächen, wie sich dies oft am Flussspath zeigt, parquettirt.

Grössere Krystallflächen erscheinen zuweilen unter sehr stumpfen Winkeln geknickt; die einzelnen Facetten sind z. Th. tautozonal, und auf ihre Indices berechnet, lassen sie oft ein Fortschreiten der hohen Indiceszahlen in arithmetischer Reihe erkennen. Solche Facetten heissen mit Bezug auf die Hauptfläche Vicinalflächen (Danburit, Adular, Albit etc.), während die ganze Erscheinung der unter sehr stumpfen Winkeln geknickten Krystallflächen wohl als Polyedrie bezeichnet wird.

Matte, rauhe, drusige Flächen können oft durch Corrosion entstanden sein.

Auch treppenförmig eingefallene Krystalle, als Folge ungenügender Raumerfüllung, kommen vor (Würfelflächen des Steinsalzes und Bleiglanzes, Rhomboederflächen des Quarzes, z. B. desjenigen von Zinnwald). Sie bilden den Uebergang zu Krystallskeleten.

Wie die Flächen, so können auch die Kanten deformirt: gekrümmt, gerundet, gekerbt sein. Werden die Kanten undeutlich, so erscheinen die Krystalle wie angeschmolzen oder geflossen: Apatit, Augit, Granat.

Besondere Verunstaltungen der ebenen Krystalloberflächen werden durch feine, oft staubartige Ueberzüge seitens eines anderen Mineralen bewirkt. So überzieht Chlorit Krystalle des Adulars, Albits, Granats; Kupferkies solche vom Fahlerz, Pyrit solche vom Kalkspath. Bemerkenswerth ist, dass derartige Ueberzüge sich zuweilen auf bestimmte Flächen eines Krystalles beschränken, wie es sich z. B. an den Chloritüberzügen mancher alpiner Adulare, Albite, Bergkrystalle etc. beobachten lässt.

ad 3. Nicht homogene Beschaffenheit eines Krystalls, wie sie sich in abweichender physikalischer oder chemischer Beschaffenheit verschiedener Partien desselben äussert, rührt entweder von mechanischen oder von chemischen Beimengungen her. Nur die auf erstere Ursachen zurückführbaren Erscheinungen können als Unvollkommenheiten betrachtet werden, während die letzteren das gesetzmässige Verhalten isomorpher Mischungen (s. späteren Abschnitt) zeigen.

Zu letzteren gehören jene Krystalle (Turmalin, Augit, Alaun etc.), die eine zonenartige Farbenänderung ihrer Masse zeigen.

Mechanische Beimengungen, sogen. Einschlüsse und Interpositionen, sind überaus häufig. Leicht wahrnehmbare Beispiele sind die Einschlüsse von Rutilnadeln in Bergkrystall, Antimonit in Schwerspath, Quarz in Staurolith etc. Oft rühren die Einschlüsse von winzigen Krystallen (Mikrolithen) her, die, selbst wenn ihre mineralogische Natur nicht sicher festzustellen ist, unter Umständen für ihren Wirth charakteristisch sein können (augitische Mikrolithe im Leucit, die Interpositionen des Hypersthens etc.). Häufungen winziger Interpositionen können die Färbung des umschliessenden Krystalls zur Folge haben (Carnallit, Heulandit).

Auch mit Luft, Kohlensäure, Wasser etc. erfüllte, zuweilen ebenflächig begrenzte Hohlräume (negative Krystalle) und Poren unterbrechen die homogene Beschaffenheit eines Krystalles.

Sind die Einschlüsse, gleichviel welcher Art, in regelmässigen Lagen oder Schichten angeordnet, so entsteht ein schaliger Bau, wie er besonders deutlich am Kappenquarz, aber auch an vielen anderen Mineralien: Baryt, Wolfram, Vesuvian etc. auftritt. Erfolgt der schalenartige Aufbau nach einer bestimmten Fläche, so entsteht Absonderung, die bei grosser Vollkommenheit wohl mit Spaltbarkeit verwechselt werden kann (Bronzit, Diallag, Magnetit).

§ 2. Art des Auftretens der Krystalle. — Es ist hier das Vorkommen und die Gruppierung in Betracht zu ziehen. Das Vorkommen der Krystalle kann, soweit es sich um morphologische Verhältnisse handelt, ein doppeltes sein: die Krystalle sind entweder eingewachsen (schwebend), wenn sie von Gesteins- oder Mineralmasse rings umschlossen sind und sich auch ursprünglich so gebildet haben, oder sie sind aufgewachsen (sitzend), wenn sie nach einer oder mehreren Seiten derartig fest mit ihrer Unterlage verwachsen sind, dass keine ebenflächige Ausbildung stattgefunden hat, während sie mit dem ausgebildeten Ende gewöhnlich in Höhlungen, Drusenräume hineinragen. Beide Arten des Vorkommens finden sich sowohl bei Mineralien, die aus wässriger Lösung wie aus dem Schmelzflusse auskrystallisiert sind, doch sind die eingewachsenen Krystalle viel häufiger bei den aus dem Schmelzflusse ausgeschiedenen Mineralien, also z. B. bei den porphyrtartigen Einsprenglingen der Eruptivgesteine, während die aufgewachsenen häufiger bei aus wässriger Lösung auskrystallisierten Mineralien auftreten. Manche Mineralien finden sich nur in eingewachsenen Krystallen (Leucit, Olivin, Diamant, Boracit), andere nur in aufgewachsenen Krystallen (Zeolithe, Axinit etc.), die meisten in beiden Zuständen. Bei letzteren zeigt sich häufig die Eigenthümlichkeit, dass der Habitus der eingewachsenen Krystalle verschieden von dem der aufgewachsenen ist (Orthoklas und Adular, Titanit etc.) oder dass die aufgewachsenen Krystalle reichere Combinationen darstellen (Apatit, Nephelin).

Was die mehr oder minder zufällige Verwachsung mehrerer Krystalle, die Gruppierung, anlangt, so lassen sich, allerdings ohne scharfe Grenzen, Krystalldrusen und Krystallgruppen unterscheiden. — Bei der Krystalldruse findet jedes einzelne Individuum seinen Halt auf einer gemeinschaftlichen Unterlage, ist aber im Uebrigen frei; bei der Krystallgruppe sind die Individuen mehr oder weniger mit einander verwachsen, gewähren sich also selbst den Halt. Zu den Drusen, wie auch zu den Gruppen gehören viele der schönen Bergkrystallvorkommnisse aus den „Krystallkellern“ der Alpen; die Drusen liefern überhaupt die besten Krystalle unserer Sammlungen. Zu den Gruppen wird man u. a. die Feldspath- und Augitvorkommnisse aus den Eruptivgesteinen, soweit es nicht Zwillingstücke sind, zu rechnen haben. Die Gruppen liefern für bestimmte Mineralien oft höchst charakteristische Gestalten, wie

die Hahnenkämme des Baryts, die Bündel des Desmins, die Kugeln des Prehnits, die Rosetten des Eisenglanzes und Kalkspaths; gewöhnlich sind bei solchen Gruppen nur noch einzelne Flächen scharf ausgebildet; sie bilden schon den Uebergang zu den krystallinischen Aggregaten.

Morphologie der Aggregate.

Die Formen der krystallinen Aggregate sind nicht wie die der Krystallindividuen allein abhängig von der freien Entfaltung der Krystallisationskraft, sondern bei ihnen haben äussere und zufällige Einflüsse, wie die Gestalt des Bildungsraums, die Adhäsion, gleichzeitige Entstehung vieler Individuen, das Uebergewicht gehabt. Da es sich um Aggregate handelt, so ist hier neben der äusseren Form auch das innere Gefüge, die Structur zu betrachten.

Hängt die äussere Form allein ab von der umgebenden Matrix, so heissen die Aggregate eingesprengt, derb oder auch plattig. Bei ausreichendem Bildungsraum haben sich, ohne dass die näheren Gründe dafür immer ersichtlich sind, kugelige (Oolithe, Pisolithe, Sphärolithe), halbkugelige, nierige, traubige, stalaktitische Formen entwickelt. Ferner gehören hierher Formen, die unter besonderen, in ihren Ursachen nicht immer erkennbaren Verhältnissen entstanden sind und als baumförmig, gestrickt, dendritisch, moosförmig, haarförmig etc. bezeichnet werden.

Die Structur der Aggregate lässt sich am einfachsten von dem Gesichtspunkt aus übersehen, ob die Individuen des Aggregates eine Ausdehnung wesentlich nach einer, nach zweien oder nach allen Richtungen erfahren haben. Im ersten Fall spricht man von strahligen Aggregaten (parallel-, radial- und divergent- oder verworren strahlig) und unterscheidet darunter stenglige, spiessige, faserige, nadelige etc. Aggregate, im zweiten Fall von blättrigen (schaligen, schuppigen), im letzten Fall endlich von körnigen Aggregaten. — Auch die Vereinigung zweier derartiger Structurmodificationen, eine „doppelte Structur“ ist in der sogen. Glaskopfstructur, bei der die radial-strahlige und die concentrisch schalige Structur zusammentreffen, verwirklicht (rother und brauner Glaskopf).

Die Ablösung der einzelnen Individuen eines Aggregates erfolgt zuweilen nach ganz ebenen, oft spiegelglatten Flächen. Solche Scheinflächen, wie sie z. B. bei den Glasköpfen, bei strahligen Aragoniten auftreten, dürfen nicht mit wahren Krystallflächen verwechselt werden.

Sinken die einzelnen Individuen, gleichviel welche der oben erwähnten Structurmodificationen vorliegt, zu solcher Kleinheit herab, dass das Auge sie nicht mehr unterscheidet, so nennt man ein solches Aggregat dicht, oder man bezeichnet sie als kryptokrystalline

Aggregate im Gegensatz zu den phanerokrystallinen; wird dasselbe von Hohlräumen unterbrochen, so heisst es porös, schwammig, zellig; ist der Zusammenhang gering, so zerreiblich, locker.

Wohl die meisten Mineralien liefern Beispiele zu den krystallinen Aggregaten und zu deren Oberflächengestaltung wie Structurmodification, sodass wir einer besonderen Erwähnung überhoben sind. Dagegen verdienen als ganz besondere und charakteristische krystalline Aggregate die Pseudomorphosen auch an dieser Stelle Erwähnung, die bei typischer Aggregatstructur deutliche, oft sehr scharfe Krystallbegrenzung erkennen lassen. Doch ist diese Begrenzung eine erborgte, der Substanz als solcher nicht zukommend. Eingehenderes über die Pseudomorphosen s. später.

Schliesslich sei hier noch kurz der Morphologie der amorphen Mineralien gedacht. Soweit sie starr sind, gilt von ihrer äusseren Form alles das von den krystallinen Aggregaten gesagte; eine Structur ist jedoch niemals vorhanden, denn diese ist das sicherste Kennzeichen krystalliner Beschaffenheit. Sie erscheinen auf dem Bruch dicht: meist glasig oder erdig.

II. Abschnitt.

Physik der Mineralien.

Schrauf, Lehrbuch der physikalischen Krystallographie. 2 Bde. Wien. 1866 und 1868.

Liebisch, Artikel Krystallographie in Fehling's Neuem Handwörterbuch der Chemie. Bd. III. 1878.

Mallard, Traité de Cristallographie. Bd. II. Paris, 1884.

P. Groth, Physikalische Krystallographie, 2. Auflage. Leipzig, 1885.
Ausserdem die ausführlichen Lehrbücher der Physik, wie Müller-Pouillet, Wüllner etc.

Wie im vorausgehenden Abschnitt, so wäre auch hier eine getrennte Darstellung der physikalischen Eigenschaften der Krystalle und der der Aggregate incl. der amorphen Mineralien am Platze, doch hat eine solche Trennung hier nicht die Bedeutung wie bei den morphologischen Eigenschaften und ist deshalb nicht besonders durchgeführt worden. In den meisten Fällen verhalten sich die Aggregate physikalisch wie die sie aufbauenden Krystallpartikel; wo Abweichungen vorkommen (z. B. Bruch, Farbe etc.), ist deren anhangsweise gedacht. Die folgenden Capitel dieses Abschnittes beschäftigen sich daher im Wesentlichen mit der Physik der Krystalle.

Die Hauptaufgabe der Krystallphysik besteht in der Erforschung der Gesetze, welche die physikalischen Eigenschaften mit den morphologischen verknüpfen.

Wie die Erfahrung gelehrt hat, stehen die physikalischen Eigenschaften eines Krystalls in engem Zusammenhang mit denen der Gestalt und lassen, etwa mit Ausnahme (?) des specifischen Gewichts, zugleich die Abhängigkeit von der inneren Structur erkennen. Es ist früher schon kurz berührt worden (S. 28), dass ebenso wie aus den die Molekularstructur betreffenden Annahmen und aus den Symmetrieverhältnissen, so auch aus der Untersuchung der physikalischen Eigenschaften (Cohäsion, Elasticität, Licht, Wärme und Magnetismus) sich die Nothwendigkeit von und die Beschränkung auf 6 Krystallsysteme ergibt.

Diese enge Beziehung zwischen physikalischer Eigenschaft und Form findet sich in dem Fundamentalsatz der physikalischen Krystallographie ausgesprochen, wonach alle geometrischen Symmetrieebenen auch physikalische sind.

In Krystallen sind nach Früherem (S. 3) die physikalischen Eigenschaften in parallelen Richtungen gleich; mit Rücksicht auf vorstehenden Fundamentalsatz kann man jenes Charakteristikum dahin erweitern, dass auch Gleichheit der physikalischen

Eigenschaften in allen geometrisch gleichen Richtungen herrscht.

Dieser letzte Satz gestattet jedoch nicht in allen Fällen eine Umkehrung. Wie nämlich Sohncke ¹⁾ hervorgehoben hat, zerfallen die physikalischen Eigenschaften in 2 Gruppen, je nachdem eine Umkehrung dieses Satzes zulässig ist oder nicht.

Für die erste Gruppe von Eigenschaften, zu der die Cohäsion und die davon abhängigen Eigenschaften (Härte, Spaltbarkeit, Elasticität), ferner auch die Pyroelektricität gehören, ist auch die Umkehrung richtig: alle physikalisch gleichwerthigen Richtungen sind auch geometrisch gleichwerthig.

Mit Bezug auf diese Gruppe sind alle krystallisirten Mineralien anisotrop.

Bei den Eigenschaften der zweiten Gruppe (Licht, Wärme, Electricität etc.) sind die physikalisch gleichwerthigen Richtungen nicht durchgängig auf geometrisch gleichwerthige Richtungen beschränkt; so verhalten sich sämtliche Richtungen in regulären Krystallen physikalisch gleich. In dieser Gruppe kann man die krystallisirten Mineralien in isotrope und anisotrope unterscheiden.

Die engen Beziehungen zwischen Gestalt und Eigenschaften machen es möglich, aus der Beobachtung der letzteren einen Schluss auf die geometrische Symmetrie zu ziehen. Darin liegt der besondere praktische Werth der Krystallphysik. Brewster war der erste, der 1819 einen solchen Zusammenhang erkannte, und zwar den zwischen den Spaltungsformen eines Minerals und den optischen Eigenschaften.

Cap. I.

Die allgemeinen Eigenschaften § 1 des Gewichts, § 2 der Cohäsion und § 3 der Elasticität.

§ 1. Das specifische Gewicht. Unter dem spec. Gew. versteht man das Gewicht der Volumeinheit, wobei man zum Vergleich das Gewicht der Volumeinheit Wasser (von 4,1⁰⁰) = 1 setzt. In Folge dessen drückt das spec. Gew. das Verhältniss aus, in dem das Gewicht eines Körpers zu dem Gewicht eines gleichen Volums Wasser steht.

Die schwersten Mineralien sind die im gediegenen Zustande vorkommenden Schwermetalle, vor allem Iridium 21,57–23,46, Platin 17–19, Gold 15,6–19,4, die leichtesten sind die aus dem organischen Reich stammenden Mineralien wie Petroleum 0,6–0,9, Asphalt 1,1–1,2; Bernstein 1–1,1. Von geologischer Bedeutung ist es, dass diejenigen Mineralien, die sich vor allen anderen am Aufbau der Erdrinde betheiligen, wie Quarz, die Silicate, Kalkspath, nur ein spec. Gew. zwischen 2¹/₂ und 3¹/₂ besitzen, während das spec. Gew. der gesammten Erde 5,56 (Cornu; 5,69 Paynting) beträgt, das ist etwa gleich dem des Magneteisens.

¹⁾ Sohncke, Entwicklung einer Theorie d. Krystallstr. 1879. S. 211 ff.

Das spec. Gew. giebt ein sehr charakteristisches und in den meisten Fällen relativ leicht festzustellendes Merkmal der Mineralien, auch kann es vielfach zur Controle der homogenen Beschaffenheit einer Substanz verwendet werden. Die Bestimmung des spec. Gew. ist daher von Wichtigkeit. Die gebräuchlichsten Methoden sind:

1. Bestimmung mittelst der hydrostatischen Wage.

Die Substanz wird in der Luft und sodann an einem Faden aufgehängt (Platindraht) auch im Wasser gewogen. Sind g und g_1 die in beiden Wägungen gefundenen Gewichte, so ist das spec. Gew. $G = \frac{g}{g - g_1}$.

Substanzen, die leichter als Wasser sind, kann man mit einem specifisch schweren Körper verbinden.

2. mittelst des Pyknometers.

Dieser Methode gebührt wegen der bequemen Ausführung und der genauen Resultate der Vorzug.

Ein kleines Glasgefäß (5–20 ccm. Inhalt) trägt einen eingeschliffenen, nach oben verlängerten und von einem feinen Canal durchbohrten Glasstopfen, wodurch eine genaue Auffüllung des Gefäßes ermöglicht wird. Das Gewicht des Pyknometers plus Wasser wird ermittelt oder ist ein für alle Mal genau bestimmt (= p). Alsdann wird die gröblich zerstoßene Substanz, deren absolutes Gewicht = g sein möge, hineingethan, das Wasser wieder bis oben hin eingefüllt und nun das Pyknometer incl. Inhalt gewogen (= q); dann ist das spec. Gew. $G = \frac{g}{p + g - q}$.

3. mittelst Suspension.

In vielen Fällen lässt sich das spec. Gew. eines Minerals bestimmen aus dem Vergleich mit einer specifisch gleich schweren Flüssigkeit. Das Mineral, dessen spec. Gew. geringer sein muss als das der Lösung, wird in diese gethan und durch Verdünnung wird dieselbe auf das gleiche spec. Gewicht mit dem Mineralfragment gebracht, was daran erkannt wird, dass letzteres in jeder Lage schwimmt.

Als solche schweren Lösungen stehen in Anwendung: Kaliumquecksilberjodid (Thoulet'sche Lösung, zuerst angegeben von Sonstadt 1873) mit dem Maximalgewicht 3,196, Cadmiumborowolframat (Klein'sche Lösung) mit 3,298 max., Baryumquecksilberjodid (nach Rohrbach) 3,57, Methylenjodid (nach Feussner und Brauns) mit 3,3.

Das spec. Gew. der Flüssigkeit wird dann in üblicher Weise bestimmt, mittelst des Pyknometers oder am schnellsten mittelst der Westphal'schen Wage: einer ungleicharmigen Wage, deren längerer Arm ein constantes Gewicht trägt, welches in die Flüssigkeit taucht. Die Wage ist so abgeglichen, dass beim Hineinhängen des Gewichts in Wasser der am kürzeren Arm befindliche Zeiger auf Null einspielt. Die durch den Auftrieb in der schweren Lösung bewirkte Abweichung von der Nullstellung wird mittelst Reitergewichte, die dem längeren Arm aufgesetzt werden und die unmittelbar das spec. Gew. der Lösung ergeben, wieder compensirt.

Die Suspensionsmethode kann zunächst nur Anwendung für solche Mineralien finden, für welche es spec. schwerere Lösungen giebt. Das gilt namentlich für die wesentlichen Gesteinsgemengtheile und daher hat diese Methode in der Petrographie eine ausserordentliche Wichtigkeit erlangt, weil sie nicht nur das Merkmal des spec. Gew. bestimmen lässt, sondern auch eine Trennung der einzelnen Gemengtheile nach dem spec. Gew. gestattet, und dadurch die chemische Untersuchung der Gesteinsmineralien in hohem Grade erleichtert.

Um diese Methode auch für diejenigen Mineralien nutzbar zu machen, deren spec. Gew. grösser ist als das der bis jetzt bekannten schweren Lösungen, sind von Thoulet, von Jolly und von Streng Vorschläge gemacht, nach welchen das Mineral mit einem leichteren Körper verbunden wird (Schwimmer von Wachs Paraffin und Glas).

Zur Bestimmung des spec. Gew. giebt es noch mehrere Methoden, die theilweise von der Benutzung der Gewichte abstrahiren, also ein schnelleres Resultat ergeben, aber dafür an Genauigkeit verlieren, z. B. die Bestimmung mittelst des Aräometers, mit der Jolly'schen Torsionswage oder mit der Bürette.

Bei jeder Bestimmung des spec. Gew. ist darauf zu achten, dass nur reines, von Einschlüssen und Luftporen freies Material verwendet wird. Ausserdem ist auf die Temperatur Rücksicht zu nehmen.

Wichtigere Litteratur: Websky, Die Mineralien nach den für das spec. Gew. derselben angenommenen und gefundenen Werthen. Breslau 1868. Kohlrausch, Praktische Regeln zur genaueren Best. d. spec. G. Marburg 1856. Thoulet, Bull. Soc. Min. Bd. II. 1879. D. Klein, Bull. Soc. Min. Bd. IV. 1881. Goldschmidt, Neues Jahrb. f. Min. etc. Beilageband I. 1881.

§. 2. Unter Cohäsion versteht man den Widerstand, den die Moleküle eines Körpers einer völligen Trennung entgegenstellen.

Von den Cohäsionsverhältnissen hängen ab: Spaltbarkeit, Bruch, Härte, Elasticität etc.

a. Spaltbarkeit. Wenn die Cohäsion in verschiedenen Richtungen eines Krystalls wesentlich verschieden ist, so vermag man senkrecht zur Richtung der geringsten Cohäsion einen ebenflächigen Bruch (Blätterbruch) zu erzeugen; man sagt dann von dem Krystall, er sei nach der betreffenden Fläche spaltbar.

Die Spaltbarkeit findet stets nach einer krystallographisch möglichen Krystallfläche, und zwar durchweg nach Flächen mit den einfachsten Indices statt und wiederholt sich in gleicher Beschaffenheit nach allen gleichwerthigen Flächen; andererseits ist die Beschaffenheit der Spaltflächen verschieden, wenn an einem Krystall nach krystallographisch verschiedenen Richtungen Cohäsionsminima vorhanden sind.

Daher ist man z. B. im Stande aus dem dreifach verschiedenen Blätterbruch der rechteckigen Spaltungsförm des Anhydrits auf das rhombische System zu schliessen, während aus der morphologischen Betrachtung allein ein solches Stück auch der Symmetrie des regulären und tetragonalen Systems genügen würde.

Nach dem Grade der Spaltbarkeit, der sich für das Auge in der Beschaffenheit der Spaltfläche (schilfrig, treppenförmig absetzend etc.) und namentlich im Glanz (perlmutterartig, glasartig, seidenartig glänzend) ausdrückt, unterscheidet man den Blätterbruch als: vollkommen in verschiedenen Abstufungen (Glimmer, Gyps, Bleiglanz, Topas, Flussspath), deutlich, unvollkommen, in Spuren etc.

Nach der Orientirung der Spaltflächen resp. den Spaltungsformen unterscheidet man: oktaedrischen Bruch (Flussspath), Würfelbruch (Bleiglanz, Steinsalz), Dodekaederbruch (Blende), Rhomboederbruch (Calcit), basischer Bruch (Topas), makro-, klinodiagonalen etc. Bruch.

Als allgemeine Regel kann es gelten, dass der Grad und die Orientirung der Spaltflächen bei allen Mineralien derselben Art, ob sonst Fundort, Genesis, äussere Begrenzung etc. verschieden sind, constant bleibt. Dadurch wird die Spaltbarkeit zu einem der wich-

tigsten mineralogischen Kennzeichen, dient ferner zur Orientirung an flächenreichen Combinationen (Calcit, Orthoklas) und kann oft mit Nutzen zur Feststellung des Krystallsystems verwendet werden (z. B. können Mineralien mit nur 2 gleichen Blätterbrüchen nicht dem regulären System angehören).

Auffällig ist es daher, wenn zuweilen Varietäten eines Minerals gefunden werden, welche nicht den gleichen Grad von Spaltbarkeit zeigen oder (z. B. Bleiglanz) auch nach anderen Flächen spalten wie an den normalen Vorkommnissen. — Zuweilen kommt auch eine ebenflächige Absonderung bei Mineralien vor (gewisse Magnetite und Augite), die ihrem äusseren Ansehen nach leicht mit Spaltbarkeit verwechselt werden kann, aber ihre Ursache in Interpositionen, Schalen- oder Zwillingsbau hat. — Eine Verwechslung von Spaltflächen mit natürlichen Krystallflächen kann kaum vorkommen, da die Oberflächenbeschaffenheit in beiden Fällen wesentlich abweicht.

Eine besondere Art ebenflächiger Theilbarkeit von Krystallen wird durch starken Druck oder plötzlichen Schlag hervorgebracht. Die entstehenden ebenen Trennungsfächen werden im Gegensatz zu den Spaltflächen als Gleitflächen (nach Reusch, der die Erscheinung eingehender untersuchte) bezeichnet. Solche Gleitflächen finden sich namentlich am Steinsalz nach dem Rhombendodekaeder, während die Spaltform der Würfel ist ¹⁾, am Calcit nach $-\frac{1}{2}R$, (Spaltform $+R$).

Wenn man am Kalkspath eine derartige Gleitfläche durch Druck (am besten durch Druck auf eine natürliche oder künstliche Fläche von ∞R) erzeugen will, so tritt (nach den Beobachtungen von Pfaff und Reusch) vor der vollständigen Trennung noch eine weitere Erscheinung auf: innerhalb dünner Lamellen parallel der Gleitfläche findet eine Umlagerung der Moleküle zur Zwillingsstellung statt und der zur Untersuchung verwendete Krystall oder das Spaltungsstück wird von einem System feiner Zwillingslamellen nach $-\frac{1}{2}R$ durchzogen. Derartige Druckzwillinge findet man auch an natürlichen Kalkspäthen, namentlich an den körnigen Kalkstein aufbauenden Calcitkörnern, sowie an anderen Mineralien wie Glimmer, Cyanit, Anhydrit, Diopsid.

Wie Baumhauer (1879) gezeigt hat, lässt sich durch ein geeignetes Verfahren sogar ein ganzer Kalkspathkrystall in einen einheitlichen Zwilling umwandeln. Wenn man ein rhomboedrisches Kalkspath-Spaltungsstück mit der stumpfen Kante auf eine feste Unterlage stützt, so kann man durch gleichmässigen Druck mittelst einer Messerklinge, die man senkrecht auf die stumpfe Gegenkante bei *a* (Fig. 231) wirken lässt, das ursprünglich zwischen *a* und *b* liegende Stück in die Zwillingsstellung schieben. Das Messer dringt ein wie in einen geschmeidigen Körper. Trotz des allmählichen Entstehens ist die Fläche *c d f* vollkommen glatt.

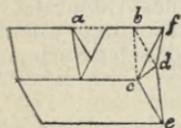


Fig. 231.

Wie durch den Druck so lassen sich durch einen kurzen Schlag mit einem spitzen Stahlstift auf Krystallflächen Cohäsionsminima nachweisen, die nicht den Spalttrissen, wohl aber den Gleitflächen entsprechen. Die solcher Art hervorgebrachten Trennungslinien werden von Reusch als Schlagfiguren bezeichnet.

Die Schlagfigur auf der Würfelfläche des Steinsalzes bildet einen vierstrahligen Stern und entspricht dem Rhombendodekaeder, auf der Rhomboedersfläche des Kalkspaths bilden sich 2 Risse, die den Rhomboederkanten parallel laufen, dazwischen aber ein System feiner Sprünge parallel der Kante [$+R$, $-\frac{1}{2}R$]. Auf Glimmerplatten sind die entstehenden sechsstrahligen Sterne verschieden orientirt, je nachdem ein kurzer Schlag ausgeführt wird oder mit einem stumpfen Stift gedrückt wird.

¹⁾ Auf Steinsalzlagerstätten (Stassfurt, Vienenburg) kann man sehr häufig an späthigem Steinsalz die durch Gebirgsdruck hervorgebrachte Dodekaederfläche beobachten.

b. Bruch. Wenn die Cohäsion innerhalb eines Krystalls in verschiedenen Richtungen nur wenig von einander abweicht oder wenn die Kraft in einer anderen als der Richtung des Cohäsionsminimums wirkt, so treten bei dem Versuch, einen Krystall zu zerbrechen oder zu zerbrechen, statt der ebenen Spaltflächen irgend wie geartete Bruchflächen auf. Es ist begreiflich, dass an einem Mineral mit ausgezeichneter Spaltbarkeit sich nur selten eine Bruchfläche wird erzeugen lassen. — Nach der Beschaffenheit der Bruchfläche unterscheidet man den Bruch als: muschlig, eben, uneben, glatt, hakig, splittrig, erdig.

c. Härte. Von der Cohäsion hängt weiter die Härte eines Minerals ab, d. h. der Widerstand, den ein Mineral dem Eindringen eines fremden Körpers entgegenstellt.

Die Härte der verschiedenen Mineralien ist verschieden und schwankt zwischen weiten Grenzen; für dasselbe Mineral ist sie aber in entsprechenden Richtungen constant, so dass die Härte ein weiteres wichtiges Kennzeichen der Mineralien bildet.

Um die Härte verschiedener Mineralien mit einander vergleichen zu können, ist von Mohs eine Härteskala aufgestellt:

Talk	= Härte 1	Feldspath	= Härte 6
Gyps	= „ 2	Quarz	= „ 7
Kalkspath	= „ 3	Topas	= „ 8
Flussspath	= „ 4	Korund	= „ 9
Apatit	= „ 5	Diamant	= „ 10.

Die Anwendung der Skala ist einfach: Mineralien, die eins der in der Skala befindlichen Mineralien nicht ritzen, aber von diesem auch nicht wieder geritzt werden, haben gleiche Härte mit diesem; ritzen sie eins der Skalamineralien, werden aber von dem nächst härteren wieder geritzt, so liegt ihre Härte dazwischen, z. B. ritzt der Skapolith den Apatit, wird aber vom Feldspath geritzt, folglich hat der Skapolith die Härte $5\frac{1}{2}$.

Wo die Härte nur als ein Kennzeichen dienen soll, da ist diese Skala vollkommen ausreichend¹⁾, wo es aber darauf ankommt, die Härte zahlenmässig festzustellen und die Abhängigkeit des Härtegrades von den krystallographischen Richtungen zu constatiren, bedarf es genauerer Instrumente. Von Seebeck wurde 1833 ein Sklerometer construirt, das im Princip aus einem gleicharmigen Hebel besteht, dessen eine Seite einen verticalen Stahlstift (oder eine Diamantspitze) trägt, welcher durch aufgelegte Gewichte belastet werden kann. Unter dem Stahlstift wird das auf einem Wagen befestigte Mineral in der zu untersuchenden Richtung horizontal fortgeschoben, nachdem die Stahlspitze derart belastet ist, dass sie einen feinen Riss erzeugt. Die Gewichte ergeben unmittelbar die Härte.

¹⁾ Man kann sich beim Bestimmen von Mineralien sogar noch einfacherer Hilfsmittel bedienen. Mineralien bis Härte 2 werden von dem Fingernagel geritzt. Eine Kupfermünze hat Härte 3, Fensterglas 5. Mineralien, die vor dem Stahl funken, sind härter als 6.

Schon früher war bekannt, dass Mineralien auf den Spaltflächen geringere Härte zeigten als auf anderen Flächen (am auffälligsten am Cyanit, wo die Spaltfläche $\infty P \infty$ parallel der Verticalaxe Härte $4\frac{1}{2}$, die übrigen Flächen Härte 7 besitzen), ebenso wusste man, dass in verschiedenen Richtungen einer Krystallfläche Härteunterschiede sich bemerkbar machten. Durch die Untersuchungen mit dem Sklerometer, wie sie Seebeck, Franz, Grailich und Pekarek und ferner Exner durchführten, wurde dieses Verhalten nun schärfer erkannt. Die wichtigsten Resultate sind: Härteunterschiede zeigen sich nur an deutlich spaltbaren Mineralien; auf den Spaltflächen ist die Härte am geringsten, auf Flächen senkrecht zur Spaltfläche am grössten. Auf einer und derselben Fläche findet sich das Härtemaximum in der Richtung senkrecht zu einem durchsetzenden Spaltriss, das Minimum parallel dazu.

Die auf einer und derselben Fläche vorhandenen Härteunterschiede hat man durch Härtecurven, deren Radien proportional den zum Ritzen erforderlichen Gewichten gemacht wurden, graphisch darzustellen versucht, aus welchen Curven sich ergibt, dass deren Symmetrie der der geritzten Fläche entspricht, im Uebrigen aber im Aussehen sehr verschieden sein kann (Kreise, Ellipsen, eingebuchtete Figuren).

d. Eine besondere mit der Cohäsion zusammenhängende Erscheinung sind noch die Aetzfiguren, indem sich dieselben als hervorgegangen aus dem Widerstande bei der Auflösung durch corrodirende Flüssigkeiten betrachten lassen.

Durch vorsichtiges Behandeln eines Krystalls mit ätzenden Flüssigkeiten (Flusssäure, Salzsäure, Aetzkali, Wasserdampf etc.) treten auf den Krystallflächen ganz bestimmte, oft ebenflächige, vertiefte Figuren auf, deren Symmetrie genau übereinstimmt mit der Symmetrie der geätzten Fläche und aus deren Untersuchung sich in vielen Fällen die Symmetrie des ganzen Krystalles herleiten lässt. Namentlich sind die Aetzfiguren dienlich zur Unterscheidung hemisymmetrischer Formen von holosymmetrischen und zur Erkennung mimetischer Krystalle.

Da eine Fläche eines regulären Oktaeders in der holoedrischen Abtheilung 3 Symmetrielinien hat, so muss eine auf ihr vorhandene Aetzfigur ebenfalls 3 Symmetrielinien besitzen, anders ist es bei dem Oktaeder der pentagonalen Hemiedrie; die Aetzfiguren auf den Pyramidenflächen im tetragonalen System müssen monosymmetrisch, im rhombischen System asymmetrisch sein. Zeigen sich auf einer Fläche Figuren mit 4 Symmetrielinien, so kann dieselbe nur dem Würfel des regulären oder der Basis des quadratischen Systems angehören.

Natürliche Aetzfiguren sind an manchen Mineralien beobachtet worden: Quarz, Kalkspath etc. — Aetzfiguren sind es auch, die beim Verwittern gewisser wasserhaltiger Mineralien auf den Krystallflächen sich durch den stattgehabten Wasserverlust bilden (Verwitterungs- oder Verstäubungsfiguren).

Wie zu erwarten werden die verschiedenen Flächen und Kanten eines Krystalls von Lösungsmitteln verschieden stark angegriffen. Es können sich an einzelnen Kanten neue Flächen (Aetzflächen) bilden, wie es von Leydold am Quarz nachgewiesen wurde. Aus Kalkspath hergestellte Kugeln erleiden eine Gestaltsveränderung und nehmen das Aussehen einer mehrfachen Combination an.

e. Elasticität. Vermöge der Elasticität sucht ein Körper den zwischen seinen Molekülen bestehenden Abstand zu erhalten;

der Widerstand, den ein Körper dem Versuch der Annäherung oder Entfernung seiner Moleküle (einer Deformirung) entgegengesetzt, wird demnach direct als Elasticität desselben zu bezeichnen sein. Dieser Widerstand lässt sich aus dem Elasticitätscoefficienten (oder El.-Modul) beurtheilen, wenn man darunter diejenige Kraft versteht, welche einen Stab der betreffenden Substanz von 1 qmm Querschnitt um seine eigene Länge auszudehnen vermag.

Dass die Elasticität in den verschiedenen Richtungen eines Krystalls verschieden ist, hat Savart (1829) durch Beobachtung der Klangfiguren auf Platten von Quarz, Kalkspath und Gyps nachgewiesen, genauere Beobachtungen über die Elasticität einzelner Mineralien liegen aus neuerer Zeit vor durch Bestimmung des Elasticitätscoefficienten des Steinsalzes (Voigt 1874, Groth 1876), des Kalkspaths (Baumgarten 1874), des Gypses und Glimmers (Coromilas 1877). Nach Voigt betragen z. B. die Elasticitätscoefficienten des Steinsalzes: parallel den 3 Hauptaxen 4170 kgr, normal zum Rhombendodekaeder 3400 kgr, normal zum Oktaeder 3180 kgr.

Die Bestimmung des Elasticitätsmoduls erfolgt nicht direct, sondern wird (die gewöhnlichste Methode) aus der elastischen Biegung berechnet. Ein Stab des zu untersuchenden Minerals wird auf 2 Schneiden gelegt und in der Mitte durch Gewichte belastet. Die Grösse der Durchbiegung gestattet einen Schluss auf die Grösse des Elasticitätscoefficienten.

Aus der Betrachtung der Elasticitätsverhältnisse der bis jetzt untersuchten (allerdings wenigen) Mineralien darf man wohl schliessen:

1. die Elasticität der amorphen Mineralien ist in allen Richtungen constant;
2. die Elasticität der krystallisirten Mineralien ändert sich mit der Richtung, und zwar lassen sich 3 Abtheilungen unterscheiden:
 - a. Mineralien, deren Elasticitätscoefficienten in 3 auf einander senkrechten Richtungen gleich gross sind, in den dazwischen liegenden Richtungen sich aber in regelmässiger Weise ändern;
 - b. Mineralien, deren Elasticitätscoefficienten in 2 senkrechten oder in 3 sich unter 60° schneidenden und in einer Ebene liegenden Richtungen gleich gross sind und einer zur Ebene dieser Richtungen Normalen aber einen Maximal- oder Minimalwerth erlangen;
 - c. Mineralien, deren Elasticitätscoefficienten in 3 zu einander senkrechten Richtungen verschieden sind.

Tenacität lässt sich als die Qualität der Elasticität bezeichnen. Nach der Verschiedenheit derselben kann man die Mineralien als spröde, milde, geschmeidig, biegsam, elastisch, dehnbar etc. unterscheiden.

Die optischen Eigenschaften.

Von allen physikalischen Eigenschaften sind die optischen diejenigen, welche am bequemsten zu beobachten sind und den Zusammenhang zwischen Krystallgestalt und physikalischem Verhalten am deutlichsten erkennen lassen. Daher sind sie auch vor allen andern am eingehendsten studirt, sodass die Mineraloptik heute eine weit ausgebaute Wissenschaft darstellt, die für die Mineralogie und namentlich auch für die Petrographie bei Untersuchung von Gesteinsdünnschliffen von ausserordentlichem Nutzen wird.

Ausser der zu Eingang dieses Abschnitts erwähnten allgemeinen Litteratur über die Physik der Mineralien seien hier speciell auf die Mineraloptik bezüglich noch angeführt:

Beer, Einleitung in die höhere Optik. 2. Aufl. bearbeitet von v. Lang 1882.
Radicke, Handbuch der höheren Optik.

Verdet, Vorlesungen üb. d. Wellentheorie des Lichts. Deutsch von Exner.
2 Bde. 1881 und 1887.

Rosenbusch, Mikrosk. Physiographie. Bd. 1. 2. Aufl. 1885.

Cap. II.

§ 1. Theoretische Vorerinnerungen. § 2. Wellenfläche, Elasticitätsfläche. § 3. Eintheilung der Krystalle nach ihrer optischen Elasticität.

§ 1. Theoretische Vorerinnerungen. Das Licht wird als transversale Wellenbewegung des Aethers betrachtet, demnach gelten alle Gesetze der Wellenbewegung auch für das Licht.

Der Abstand zwischen zwei Aethertheilchen, die sich in gleichem Schwingungszustand befinden, heisst die Wellenlänge (λ) und die Zeit, welche erforderlich ist, bis die Wellenbewegung sich um eine Wellenlänge fortgepflanzt hat, die Schwingungsdauer.

Von der Schwingungsdauer resp. der Wellenlänge (denn bei gleicher Geschwindigkeit ist die Wellenlänge um so grösser je länger die Schwingungsdauer ist) hängt die Qualität des Lichts, die Farbe, ab.

Einer bestimmten Schwingungsdauer oder Wellenlänge entspricht auch eine bestimmte Farbe (monochromatisches oder homogenes Licht); Wellen verschiedener Schwingungsdauer (oder Wellenlänge) vereinigen sich zu einer Mischfarbe, unter gewissen Verhältnissen zu weissem Licht. Durch geeignete Mittel wird das gemischte, speciell das weisse Licht wieder in seine Componenten zerlegt (Dispersion).

Die kürzeste Schwingungsdauer hat das violette, die längste das rothe Licht, dazwischen liegen blau, grün, gelb, orange.

Ein Medium ist ein durchsichtiges, wenn es die in ihm erregte Lichtbewegung als Lichtwelle fortpflanzt, es ist ein undurchsichtiges, wenn die Wellenbewegung des Aethers eine derartige Umwandlung erfährt, dass das Auge sie nicht mehr als Licht zu empfinden vermag (Absorption) s. Cap. VI.

Von der Amplitude hängt die Quantität, d. h. die Intensität des Lichtes ab.

Lichtwellen, die nach einander dasselbe Aethertheilchen afficiren, werden auf einander einwirken müssen (interferiren mit einander); sie verstärken oder schwächen sich. Beträgt der Gangunterschied der auf ein und dasselbe Aethertheilchen einwirkenden

Wellenbewegungen ein gerades Vielfaches von $\frac{\lambda}{2}$, so wird die Intensität gleich der Summe der einzelnen Intensitäten, bei einem ungeraden Vielfachen von $\frac{\lambda}{2}$ gleich der Differenz, also im letzteren Falle, sobald 2 Wellenbewegungen gleicher Intensität einwirken, wird die resultirende Intensität gleich Null. Jede Interferenz setzt jedoch voraus, dass die Schwingungen der Aethertheilchen in derselben Ebene vor sich gehen, dass die Wellen von demselben Punkt ausgegangen sind und denselben Weg verfolgen.

Im Allgemeinen ist das nicht der Fall. Beim gewöhnlichen Licht erfolgen die Schwingungen in allen Azimuthen rings um die Fortpflanzungsrichtung als Axe. Licht, das in einer Ebene schwingt, heisst polarisirt. Wie wir später sehen werden, giebt es eine Reihe von Veranlassungen, durch welche Licht polarisirt wird.

§ 2. Die Fortpflanzungsgeschwindigkeit einer Lichtwelle in einem Medium hängt ab von der optischen Elasticität und von der Dichte, speciell von der Relation $v = \sqrt{\frac{e}{d}}$, wo e den Elasticitätscoefficienten¹⁾, d die Dichte (Anzahl der Aethertheilchen auf bestimmtem Raum) bedeutet. Nach der Annahme Fresnel's kann e mit der Richtung variiren, während d für ein bestimmtes Medium constant ist.

Der geometrische Ort aller der Aethertheilchen, die nach einer bestimmten Zeit gleichzeitig in Bewegung gesetzt werden, wofern die Erregung von einem gemeinsamen Punkt ausgegangen ist, führt den Namen der Wellenfläche. Jede Linie, die irgend einen Punkt der Wellenfläche mit dem gemeinsamen Ausgangspunkt verbindet, liefert einen Lichtstrahl nach jenem Punkt, während das Loth auf der Tangentialebene, die durch jenen Punkt an die Wellenfläche gelegt ist, als Wellennormale bezeichnet wird.

Die Gestalt der Wellenfläche wird davon abhängen, ob die Elasticität des Aethers innerhalb eines Mediums nach allen Richtungen hin gleich ist oder sich ändert. Medien der ersten Art heissen optisch isotrop, die anderen optisch anisotrop.

Die Theorie lehrt und die Erfahrung bestätigt, dass selbst im allgemeinsten Fall bei anisotropen Medien die optische Elasticität sich nicht willkürlich mit der Richtung ändert, sondern in bestimmter Weise abhängig ist von der Elasticität in drei auf einander senkrecht stehenden Richtungen, den sogen. Elasticitätsaxen.

Das Gesetz der Aenderung der Elasticität mit der Richtung wird nach Fresnel durch eine Oberfläche, die Elasticitätsfläche, dargestellt, deren Radienvectoren proportional der Quadratwurzel der Aetherelasticität in den betreffenden Richtungen sind. Im allgemeinsten Fall ist dies ein dreiaxiges Ellipsoid, ausserdem sind nur noch 2 Fälle möglich: 2 Elasticitätsaxen werden gleich,

¹⁾ D. h. den optischen El.-Coefficienten, der nicht mit dem mechanischen verwechselt werden darf.

dann entsteht ein Rotationsellipsoid oder alle 3 Axen werden gleich und dann ergibt sich als Elasticitätsfläche eine Kugel.

Die durch den Mittelpunkt der Elasticitätsflächen gelegten Schnitte geben unmittelbar in ihren Radien die relative Grösse der Elasticitäten an. Sind solche Schnitte Kreise, so sind alle Radien gleich, d. h. die Elasticität ist in einem solchen Schnitt nach allen Richtungen gleich gross.

Die Richtung senkrecht auf einem derartigen Kreisschnitt heisst optische Axe. Rings um eine optische Axe herrscht demnach gleiche Elasticität.

In einem dreiaxigen Ellipsoid sind neben den im Allgemeinen elliptischen Schnitten 2 Kreisschnitte möglich; es sind also 2 optische Axen vorhanden. In einem Rotationsellipsoid liefert allein der Schnitt senkrecht zur Rotationsaxe einen Kreis; hier ist also nur eine optische Axe vorhanden, die mit der Rotationsaxe zusammenfällt. Bei einer Kugel sind alle Schnitte Kreise, in Folge dessen giebt es bei ihr unendlich viele optische Axen.

§ 3. Untersucht man nun die krystallisirten Medien auf ihre Elasticitätsflächen und implicite auf die Anzahl ihrer optischen Axen, so ergibt sich folgende Eintheilung:

Medium.	Elasticitätsfläche.	Zahl der opt. Axen.	Zugehöriges Krystallsystem.
Isotrop.	Kugel.	∞^1).	Reguläres S.
Anisotrop.	Rotationsellipsoid.	1.	Krystallsysteme mit 1 Hauptaxe (hexag. und tetragon. S.).
	Dreiaxiges Ellipsoid.	2.	Krystallsysteme ohne Hauptaxe (rhomb., monoklines u. triklines S.).

Danach bezeichnet man auch die hexagonalen und tetragonalen Mineralien als optisch einaxig, die rhombischen, monoklinen und triklinen Mineralien als optisch zweiaxig. Die amorphen Mineralien, bei denen die Elasticität in allen Richtungen als gleich angenommen werden muss, sind wie die regulär krystallisirenden optisch isotrop.

Es wird nun die Aufgabe des Nachstehenden sein, alle die optischen Erscheinungen an Krystallen, wie sie sich als Folge dieser verschiedenen Elasticitätsflächen ergeben, darzustellen und aus ihnen die optische Charakteristik der einzelnen Krystallsysteme herzuleiten.

¹⁾ Da die optischen Axen ausgezeichnete Richtungen in einem anisotropen Medium sind und da in isotropen Medien alle Elasticitäten gleich sind, keine sich vor der anderen auszeichnet, so sagt man von letzteren Medien gewöhnlich, dass sie ohne optische Axen sind.

Cap. III.

§ 1. Reflexion. § 2. Brechung. § 3. Totalreflexion. § 4. Methoden zur Bestimmung der Brechungsindices.

§ 1. Reflexion. Bei der Reflexion des Lichtes kommt das Gesetz zur Anwendung, dass der einfallende und der reflectirte Lichtstrahl zusammen mit dem Einfallslothe in einer Ebene liegen und mit letzterem gleiche Winkel bilden. Auf diesem Gesetz beruht die Anwendung des Reflexionsgoniometers.

1. Nur für den Fall, dass die reflectirende Krystallfläche völlig eben ist, wirft sie das Bild des spiegelnden Körpers in gleichen Dimensionen zurück. Gewöhnlich sind aber die Flächen gerundet, geknickt, gestreift etc., in Folge dessen entstehen auch verzerrte Lichtreflexe, wie man sie häufig am Goniometer wahrnimmt. Dieselben sind abhängig von der Beschaffenheit der Flächen und heissen, falls es sich um charakteristische Abweichungen handelt, Lichtfiguren.

Auch durch Einlagerung von Blättchen, durch Canäle, feine Risse, Poren und durch faserige Structur können im Innern eigenthümliche Reflexe erzeugt werden, die zuweilen für einzelne Mineralien charakteristisch sind. Asterismus des Sapphirs, Schillern des Sonnensteins, des Bronzits etc.

Mit der Reflexion hängen auch die Unterschiede des Glanzes zusammen, von denen später die Rede sein wird.

2. Durch Reflexion wird Licht mehr oder weniger polarisirt; durch wiederholte Reflexion lässt es sich vollständig polarisiren. Vollständige Polarisation tritt nach einmaliger Reflexion ein, wenn die Lichtstrahlen unter einem gewissen Winkel (Polarisationswinkel) auf die spiegelnde Fläche fallen (s. den folgenden Paragraph).

§ 2. Brechung. Fällt ein Lichtstrahl unter schieferm Winkel aus einem Medium auf ein anderes, so erleidet derselbe im zweiten Medium eine Abweichung von der ursprünglichen Richtung, d. h. eine Brechung, die nach Maassgabe des Gesetzes $\frac{\sin i}{\sin r} = \frac{v'}{v''}$ erfolgt, wo i den Einfalls-, r den Brechungswinkel ¹⁾, v' und v'' die Fortpflanzungsgeschwindigkeit im ersten resp. zweiten Medium bedeutet. — Bei der gewöhnlichen einfachen Brechung liegen stets der einfache, der gebrochene Strahl und das Einfallslot in einer Ebene.

Ist das erste Medium Luft, so bezeichnet man den Quotienten $\frac{v'}{v''}$ als den Brechungsquotienten oder Brechungsindex n (Br.-I.). Aus der Relation $n = \frac{\sin i}{\sin r}$ ergibt sich die Möglichkeit der Bestimmung des Br.-I. n .

Ist dagegen das erste Medium der luftleere Raum, so nennt man das Verhältniss $\frac{v'}{v''}$ den absoluten Br.-I.; derselbe wird aus dem gewöhnlichen

¹⁾ Stets sind unter Einfalls- und unter Brechungswinkel diejenigen Winkel zu verstehen, die die Strahlen mit dem Lothe zur Oberfläche des Mediums bilden.

d. h. aus dem auf Luft bezogenen Br.-I. erhalten, wenn man diesen mit 1,000294 multiplicirt. 1,000294 ist nämlich der Br.-I. der Luft bei 0° und 760mm Druck bezogen auf den leeren Raum.

Nach der Gleichung $n = \frac{v'}{v''}$ hängt der Br.-I. einer Substanz von der Geschwindigkeit des Lichtes innerhalb derselben ab, somit ist er also auch von der Elasticität abhängig. Daraus folgt, dass der Br.-I. in allen isotropen Medien, deren Elasticität ja in allen Richtungen gleich ist, eine constante Grösse sein muss. Isotrope Medien besitzen nur einen einzigen Br.-I. Dagegen ändert sich in anisotropen Medien der Br.-I. mit der Richtung, in welcher das Licht durch das Medium hindurchfällt. Anisotrope Substanzen haben daher unendlich viele Br.-Indices. Die Indices in gewissen ausgezeichneten Richtungen, nämlich in den Richtungen der Elasticitätsaxen heissen Hauptbrechungsindices.

1. Für die verschiedenen Br.-I. einer anisotropen Substanz ist v , constant, in Folge dessen verhalten sich dieselben unter einander wie $\frac{1}{v''} : \frac{1}{v'''} : \text{etc.}$, also wie die reciproken Fortpflanzungsgeschwindigkeiten. Man kann daher für die Br.-I. die reciproken Geschwindigkeiten in den einzelnen Richtungen $n = \frac{1}{v'}$, $n'' = \frac{1}{v''}$ etc. und andererseits für die Fortpflanzungsgeschwindigkeiten die reciproken Br.-I., also $v = \frac{1}{n}$, $v'' = \frac{1}{n''}$ etc. setzen.

2. Da die Fortpflanzungsgeschwindigkeit andererseits abhängig ist von der Wellenlänge, so wird der Br.-I. jeder Substanz ein anderer sein, je nach der Wellenlänge (Farbe) des angewandten Lichtes. Die Angabe des Br.-I. hat daher nur Sinn für ein bestimmtes λ . — Der Br.-I. ist um so grösser, je kleiner die Wellenlänge; er erreicht ein Maximum für violette, ein Minimum für rothe Strahlen.

Fällt sonach ein Bündel weissen Lichtes schräg auf ein durchsichtiges Medium, so findet eine Zerlegung des weissen Lichtes in seine einzelnen Farben (Dispersion) statt und man erhält ein Spectrum.

3. Die Abhängigkeit des Br.-I. von der Wellenlänge wird angenähert ausgedrückt durch die sogen. Cauchy'sche Dispersionsformel $n = A + \frac{B}{\lambda^2}$, wo A und B 2 Constante der Substanz sind. Bestimmt man die Br.-Indices einer Substanz für 2 verschiedene λ , so lassen sich die beiden Constanten A und B daraus herleiten und es wird nun möglich den Br.-I. für jedes weitere λ zu berechnen.

4. Die Bestimmung und Angabe der Br.-Indices geschieht mit Beziehung auf das homogene Licht gewisser glühender Metalldämpfe (Na, Li, Th), oder auf die Fraunhofer'schen Linien des Sonnenspectrums oder auf die Linien α , β , γ einer Geissler'schen Wasserstoffröhre.

§ 3. Totalreflexion. Wird bei dem Uebergang des Lichtes aus einem Medium in das andere, der Winkel $r < i$, oder wird, wie man sich ausdrückt, der Strahl im zweiten Medium dem Lothe zugebrochen, so wird $n > 1$, und man nennt das zweite Medium mit Bezug auf das erstere das optisch dichtere. Alle Mineralien sind optisch dichter als Luft; ihr Br.-I. n , auf Luft bezogen, ist stets grösser als 1.

Wenn im Nachfolgenden der Buchstabe n als Br.-I. gebraucht ist, so ist stets derselbe auf Luft bezogen, also > 1 zu verstehen.

Geht ein Lichtstrahl aus einem optisch dichteren in ein optisch dünneres Medium über, so tritt bei einem bestimmten, noch unter 90° liegenden Incidenzwinkel i der Fall ein, dass der Brechungswinkel $r = 90^\circ$ wird. Für jeden grösseren Werth von i wird $r > 90^\circ$, d. h. der Strahl tritt nicht in das neue Medium ein, sondern wird in das alte zurückreflectirt. Diese Erscheinung, die nur beim Uebergange aus einem dichteren in ein dünneres stattfinden kann, heisst die Totalreflexion, und der Winkel i , bei dem zuerst Totalreflexion auftritt, wird als der Grenzwinkel derselben bezeichnet. Da dieser Grenzwinkel i dem Brechungswinkel 90° entspricht, so folgt $\frac{\sin 90^\circ}{\sin i} = n$ oder $\sin i = \frac{1}{n}$.

Letztere Gleichung ist geeignet einerseits zur Bestimmung des Grenzwinkels einer Substanz aus dem Br.-I. (beispielsweise ist n für Wasser $\frac{4}{3}$, folglich der Grenzwinkel = $48^\circ 35'$, für Crown Glas 41° , für Flintglas 38° , Diamant 24° etc.), andererseits, und das wird besonders wichtig, zur Bestimmung des Br.-I. aus dem Grenzwinkel der totalen Reflexion. Diese weitere Methode zur Bestimmung des Br.-I. hat deshalb so grosse Bedeutung, weil sie nicht auf durchsichtige Substanzen beschränkt ist. Jede Substanz, durchsichtig oder undurchsichtig, die mit einer spiegelnden Fläche versehen ist (mit Ausschluss der Metalle) und von einem optisch dichteren Medium (Flüssigkeit) umgeben werden kann, gestattet die Beobachtung des Eintritts der Totalreflexion und somit die Messung des Grenzwinkels.

1. Mineralien, deren Grenzwinkel relativ klein sind, werden für einen grösseren Theil eines Kreisbogens, innerhalb welchen Lichtstrahlen auf eine Fläche auffallen, Totalreflexion zeigen, also zahlreichere Lichtreflexe erzeugen, als Mineralien mit grösserem Grenzwinkel. Der kleinere Grenzwinkel entspricht aber einem grösseren Br.-I. und so erklären sich die zahlreichen Lichtreflexe des Diamanten, der den hohen Br.-I. 2,4195 besitzt, während die Indices der meisten anderen Mineralien unter 2 liegen.

2. Durch wiederholte Reflexion wie durch wiederholte Brechung wird das Licht allmählich vollständig polarisirt. Wie Brewster 1815 zuerst gefunden, tritt mit einem Mal vollständige Polarisation des reflectirten wie des gebrochenen Strahles ein, wenn beide senkrecht auf einander stehen, wenn also $n = \frac{\sin i}{\sin(90^\circ - i)}$ = $\text{tg } i$. Der Winkel i heisst in diesem Fall der Polarisationswinkel und die Tangente des Polarisationswinkels ist somit gleich dem Brechungsindex. Für den Br.-I. des Glases = $\frac{3}{2}$ wird der Polarisationswinkel $i = 56^\circ 19'$, das Licht muss also unter $33^\circ 41'$ auf einen Spiegel fallen, um als vollständig polarisirtes reflectirt zu werden.

Die Schwingungen des reflectirten und des gebrochenen Strahles erfolgen senkrecht auf einander, und zwar stehen nach Fresnel's Annahme die Schwingungen des reflectirten Strahles senkrecht, die des gebrochenen Strahles parallel zur Einfallsebene des Strahles. Diejenige Ebene, zu welcher die Schwingungen eines polarisirten Lichtstrahls senkrecht erfolgen, wird dessen Polarisationssebene genannt.

Aus der Reflexion und Brechung erwachsen Mittel zur Gewinnung polarisirten Lichts.

§ 4. Methoden zur Bestimmung der Brechungsindices. Wie wir im Vorhergehenden gesehen haben, lässt sich zur Bestimmung der Br.-I. sowohl das Princip der Brechung, als das der Totalreflexion verwenden.

a. Aus der Brechung.

1. Mittelst Prismas und Einstellung auf das Minimum der Ablenkung.

Wenn (Fig. 232) ein Lichtstrahl a auf ein Prisma fällt und in der Richtung d wieder austritt, so ist es möglich aus dem Eintrittswinkel φ , dem Austrittswinkel ψ , sowie dem Winkel der brechenden Kante γ den Br.-I. herzuleiten. Lässt man nun den Lichtstrahl so durch das Prisma gehen, dass $\varphi = \psi$ wird, also bei symmetrischem Durchgange, so lässt sich n allein aus φ und γ berechnen. An Stelle des Winkels φ kann man auch die weit bequemer zu messende sogen. Ablenkung α , d. h. den Winkel, den der austretende Strahl mit dem eintretenden bildet und der $= 2\varphi - \gamma$ ist, einführen. Die Relation zur Bestimmung von n lautet dann

$$n = \frac{\sin \frac{\alpha + \gamma}{2}}{\sin \frac{\gamma}{2}}$$

Fig. 232.

Damit aber diese Formel überhaupt Vorthiel bietet, muss sich der symmetrische Durchgang des Lichtes leicht ermöglichen und wahrnehmen lassen. Das ist der Fall, denn bei symmetrischem Durchgange erlangt die Ablenkung α einen Minimalwerth (der Beweis findet sich in jedem Lehrbuch der Physik, auch bei Groth p. 30–31) und man hat somit die leicht wahrnehmbare Stellung aufzusuchen, wo dieser Winkel α am kleinsten wird.

Ausführung. Als Instrument dient das Goniometer Fig. 5, S. 8, das durch die Beweglichkeit des Beobachtungsfernrohrs F , welches mit dem Krystallträger durch Schraube festgeklemmt wird, den Dienst eines Spectrometers leistet.

Wenn an dem auf seinen Br.-I. zu unterscheidenden Krystall nicht bereits eine brechende Kante¹⁾ vorhanden ist, wird eine solche angeschliffen. Das Krystallprisma ABC Fig. 233, in welcher P den feststehenden Collimator mit dem Spalt, I und II das Beobachtungsfernrohr in 2 verschiedenen Stellungen bedeuten soll, wird auf dem Goniometer justirt und centrirt und der Winkel γ in üblicher Weise gemessen.

Dann wird zunächst der Spalt des Collimators direct anvisirt (Stellung I) und am Nonius abgelesen. Nunmehr bringt man das Beobachtungsfernrohr in die Minimalstellung II, was daran erkannt wird, dass an dieser Stelle das Bild des gebrochenen Spaltes umkehrt, wenn man das Beobachtungsfernrohr gleichviel in welcher Richtung fortschiebt und liest wieder am Nonius ab. Die Differenz beider Ablesungen ergibt die Ablenkung α .

Erleuchtet man bei diesem Verfahren den Spalt mit weissem Licht, so erhält man statt eines einfarbigen Spaltes ein Spectrum. Bei genügender Schärfe desselben kann man annähernd den Br.-I. für mehrere Farben messen.

Anstatt der Minimalstellung kann man auch nach Meyerstein (1856) mit Vorthiel eine solche Stellung des Prismas wählen, dass der Strahl senkrecht zur Austrittsfläche aus dem Prisma wieder herauskommt.

¹⁾ Der Winkel der brechenden Kante darf nur so gross sein, dass nicht Totalreflexion beim Austritt des Strahls aus dem Prisma erfolgt.

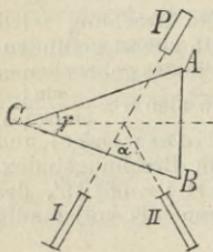
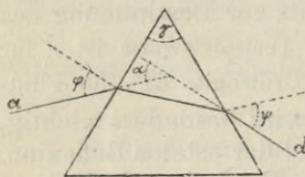


Fig. 233.

b. aus der Totalreflexion.

Die hierher gehörigen Methoden erfordern nur eine einzige spiegelnde Fläche (also Platten an Stelle von Prismen); sie können auch bei undurchsichtigen Medien angewendet werden, dagegen bedarf es stets noch eines zweiten Mediums von einem grösseren Br.-I. als dem der zu untersuchenden Substanz. Ausführlichere Beschreibung der auf Totalreflexion gegründeten Methoden, als es hier der Fall, siehe bei Groth; ebenso dort p. 609 die Litteratur.

2. mittelst des Totalreflectometers von Kohlrausch (1878).

Befindet sich eine Krystallplatte in einem Medium von grösserem Brechungsvermögen, so wird von den bei diffusum Licht in allen Richtungen auf dieselbe fallenden Lichtstrahlen ein Theil total reflectirt werden, während der andere zum Theil in das Medium eindringt. Für ein an bestimmter Stelle befindliches Auge, das diese Erscheinung betrachtet, wird eine Hälfte der Platte im spiegelnden Glanze (nämlich jener Theil, wo die Strahlen einen grösseren Incidenzwinkel als den der totalen Reflexion besitzen) erscheinen müssen, während die andere weit dunkler ist. Die Grenze zwischen diesen Hälften ist bei Anwendung homogenen Lichtes scharf; sie tritt dort auf, wo der unter dem Grenzwinkel der totalen Reflexion auffallende Strahl in das Auge reflectirt wird.

Ausführung. In ein weites Glasgefäss, das mit einer stark brechenden Flüssigkeit erfüllt ist und in das nur diffuses Licht hineinfallen kann (mit Ausnahme des durch die planparallele Glasscheibe AA fallenden Lichtes) Fig. 234, ragt von oben her, an einer drehbaren Axe befestigt, die mit einer spiegelnden Fläche versehene Krystallplatte. Bei O befindet sich ein senkrecht auf AA gerichtetes und auf unendlich (auf parallele Strahlen) eingestelltes Fernrohr, wodurch die Grenze zwischen Hell und Dunkel scharf gesehen werden kann. Durch Drehung bringt man die Platte in eine solche Stellung P_1 , dass der senkrechte Faden des Beobachtungsfernrohrs zusammenfällt mit der Grenzlinie zwischen der totalreflectirenden glänzenden und der dunkleren Hälfte, d. h. in eine solche Stellung, in welcher der unter dem Winkel der totalen Reflexion auffallende Lichtstrahl α , nach O reflectirt wird. Der Winkel zwischen auffallendem und reflectirtem Strahl ($OC\alpha_1$) entspricht dem doppelten Grenzwinkel ($= 2\alpha$).

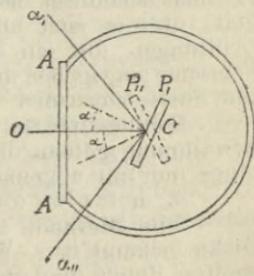


Fig. 234.

Zur bequemen Bestimmung von α bringt man die Platte, indem man von der anderen Seite beleuchtet, in die symmetrische Stellung P_2 , sodass wiederum ein unter dem Grenzwinkel α auffallender Strahl α_2 zum Auge nach O reflectirt wird. Die Drehung von P_1 nach P_2 , die an einem über dem Glasgefäss befindlichen Theilkreis abgelesen werden kann, entspricht aber unmittelbar dem Winkel 2α , dem doppelten Grenzwinkel.

Ist N der Br.-I. der Flüssigkeit, so ergibt sich nunmehr der Br.-I. der untersuchten Platte aus $n = N \cdot \sin \alpha$, wie leicht einzusehen.

Als stark lichtbrechende Flüssigkeit benutzt man Schwefelkohlenstoff mit dem Br.-I. 1,6274 bei 20°C . oder α -Bromnaphthalin mit 1,66264 bei 8°C . für Na-Licht. Da bei beiden Flüssigkeiten der Br.-I. sich mit der Temperatur beträchtlich ändert (für jede Temperaturerhöhung von 1°C . nimmt der Br.-I. des Schwefelkohlenstoffs um 0,00080, der des Bromnaphthalins um 0,00045 ab), so muss auch die Temperatur gemessen werden, was durch ein in die Flüssigkeit gehängtes Thermometer geschieht.

Das Kohlrausch'sche Totalreflectometer gestattet namentlich wegen der Veränderlichkeit des Br.-I. der Flüssigkeit nur eine Genauigkeit bis zur zweiten Decimale, eine grössere Genauigkeit wird bei der nachfolgenden Methode erreicht.

3. mittelst des Totalreflectometers nach Wollaston.

An Stelle der das Object ganz umgebenden Flüssigkeit von hohem Br.-I. tritt ein Glasprisma, an dessen Rückseite die spiegelnde Fläche des Objectes angepresst wird.

Die unmittelbare Berührung zwischen Object und Prismenfläche wird durch eine dazwischen gebrachte Flüssigkeitsschicht bewirkt, welche bei ihrer Planparallelität auf den Gang der an der Platte reflectirten Lichtstrahlen keinen Einfluss ausübt. Nur muss, um demnächst Totalreflexion zu erzeugen, der Br.-I. dieser Flüssigkeit ebenso wie der des Prismenglases grösser sein als der des Objectes.

Tritt nun von einer Seite des Prismas her diffuses Licht in dasselbe hinein und an die spiegelnde Fläche des Objectes heran, so wird für Strahlen von bestimmter Richtung Totalreflexion erfolgen. Je nach der Stellung des Auges wird die Rückseite des Prismas hell oder dunkel erscheinen und man hat es nun wieder so einzurichten, dass der senkrechte Faden im Beobachtungsfernrohr mit der Grenze zwischen Hell und Dunkel zusammenfällt. Aus dem Weg, den die Lichtstrahlen der Totalreflexion im Prisma nehmen, also den Eintritts- und Austrittswinkel und dem Br.-I. des Glases berechnet sich der Br.-I. des Objectes.

Der genaue Werth des Br.-I. der Flüssigkeit kommt nicht in Betracht. Man wendet Cassiaöl ($n = 1,58-1,64$ für Na-Licht) oder α -Bromnaphtalin und andere stark brechende Substanzen an.

Als Prisma reicht in den meisten Fällen Flintglas mit $n = 1,64$ aus. Natürlich muss der Br.-I. hier genau ermittelt sein.

Wie ersichtlich wird sich eine Bestimmung des Br.-I. nach Wollastons Methode unter Benutzung des Goniometers S. 8 und eines stark brechenden Prismas ausführen lassen. Es bedarf aber besonderer Vorrichtungen für den Fall, dass es sich um Br.-I. in anisotropen Medien handelt. Derartige Vorrichtungen, die ein Drehen und Orientiren der Platte gestatten, sind von Feussner angegeben und in vollkommener Gestalt nach den Angaben Liebisch's von Fuess construiert.

Schliesslich sei noch einer vierten Methode zur Bestimmung von Br.-I. Erwähnung gethan, die bei planparallelen durchsichtigen Krystallplatten, allerdings nur mit angenäherten Resultaten, angewendet werden kann.

4. mittelst des Mikroskopes (Methode des Duc de Chaulnes 1767).

Die Methode setzt planparallele durchsichtige Platten voraus, deren Dicke bekannt ist. Wenn man zwischen einen im Mikroskop scharf eingestellten Punkt und das Objectiv die zu untersuchende Platte bringt, so wird das Bild des Punktes undeutlich oder verschwindet ganz und es bedarf einer Verschiebung des Tubus, um den Punkt wieder scharf zu sehen. Die Grösse d dieser Verschiebung hängt allein ab von der Dicke t der Platte und deren Br.-I. Somit kann man aus bekanntem d und t den Br.-I. berechnen, nämlich
$$n = \frac{t}{t-d}.$$

Die Dicke der Platte wird mit dem Sphärometer, die Veränderung der Brennweite (Verschiebung des Tubus) mittelst der an der Mikrometerschraube des Mikroskops angebrachten Theilung gemessen.

(cf. Bauer, Sitzungsbericht der Berliner Akademie 1875, S. 698.)

Anmerkung. An isotropen Platten lässt sich der Br.-I. sehr bequem bestimmen durch Aufsuchung des Polarisationswinkels (s. § 3, 2) unter Benutzung des Goniometers und eines dem Beobachtungsfernrohr eingefügten Nicols.

Cap. IV.

§ 1. Polarisation und Doppelbrechung. § 2. Princip und Zweck der Polarisationsinstrumente. § 3. Farben dünner Blättchen. § 4. Herstellung von Polarisationsapparaten. Instrumente für paralleles und convergentes Licht. § 5. Stauroskop und stauroskopische Untersuchungen.

§ 1. Wie wir gesehen haben, hängt der Br.-I. von der Elasticität ab; in dem speciellen Fall eines isotropen Mediums ist er constant, bei den anisotropen Medien ändert er sich mit der Richtung.

Wenn ein Strahl gewöhnlichen Lichtes auf ein anisotropes Medium fällt, so werden die bisher in allen Azimuthen vor sich gehenden Lichtschwingungen bei ihrem Eintritt in das anisotrope Medium auf verschiedene Elasticität stossen. Wie es die Erfahrung und die theoretische Herleitung lehren, setzen sich die Schwingungen nun nicht mehr in allen Azimuthen fort, sondern beschränken sich auf 2 Ebenen, nämlich jene beiden, in welchen die Elasticität senkrecht zu der Fortpflanzungsrichtung ihren grössten und ihren kleinsten Werth hat. Diese beiden Ebenen stehen senkrecht auf einander und heissen Hauptschnitte. Daraus ergeben sich 2 fundamentale Eigenschaften der optisch anisotropen Substanzen.

1. Durch anisotrope Substanzen wird das Licht in 2 auf einander senkrechten Richtungen vollständig polarisirt.

2. Anisotrope Substanzen erzeugen Doppelbrechung.

Da nämlich die Schwingungen in 2 Ebenen vor sich gehen, wo verschiedene Elasticität, somit auch verschiedene Geschwindigkeit herrscht, so muss der Brechungswinkel r für denselben Strahl in den beiden Schwingungsrichtungen verschieden sein, d. h. der zu Anfang einfache Strahl zerfällt im anisotropen Medium in 2 gesonderte.

Durch diese beiden Eigenschaften sind die anisotropen Substanzen gut charakterisirt und namentlich in der Doppelbrechung gewinnt man ein Mittel zur Unterscheidung von den isotropen Medien.

Strenger, als es eben geschehen, lassen sich die Gesetze der Doppelbrechung mit Hülfe des Fresnel'schen Ellipsoides E oder wie wir es mit Cauchy nennen wollen, des Polarisationsellipsoides ausdrücken, dessen Gleichung $a^2 x^2 + b^2 y^2 + c^2 z^2 = 1$ ist, in welcher Gleichung (der eines dreiaxigen Ellipsoides) x , y und z die Richtung der optischen Elasticitätsachsen, a , b und c die Fortpflanzungsgeschwindigkeiten in diesen Richtungen bedeuten. Die Interpretation dieser Gleichung ergiebt: in jeder Richtung pflanzen sich 2 ebene Wellen fort, deren Schwingungsrichtungen den Hauptachsen des durch den Mittelpunkt senkrecht zur Fortpflanzungsrichtung gelegten elliptischen Schnitten parallel gehen und deren Geschwindigkeiten umgekehrt proportional den Längen der Hauptachsen dieser Schnittellipsen sind. Da jedes dreiaxige Ellipsoid

2 Kreisschnitte besitzt, so folgt weiter, dass die parallel den Kreisschnitten fortschreitenden Wellen, welches auch ihre Schwingungsrichtungen sind, mit gleicher Geschwindigkeit fortschreiten. Somit dient auch diese Gleichung dazu, die Geschwindigkeit und die Schwingungsrichtung in einem anisotropen Krystall zu finden, indem man durch dessen Polarisationsellipsoid einen zur gegebenen Fortpflanzungsrichtung senkrechten Diametralschnitt legt. Zwischen dem Polarisationsellipsoid und dem früher besprochenen Elasticitätsellipsoid besteht die Beziehung, dass ihre 3 Hauptaxen der Richtung nach zusammenfallen, im Uebrigen aber $a = \sqrt{e_a}$, $b = \sqrt{e_b}$ und $c = \sqrt{e_c}$ ist.

Am auffälligsten zeigt sich die Erscheinung der Doppelbrechung am rhomboedrigen Kalkspath (daher auch Doppelspath genannt), an welchem sie von Erasmus Bartholin 1669 zuerst entdeckt wurde und wo sie wegen des grossen Unterschiedes der Br.-Indices am auffälligsten ist (für die Linie D nach Sarasin in der Richtung der Hauptaxe $n = 1,6583$, in der Richtung senkrecht zur Hauptaxe $n = 1,4864$ ¹⁾). Auch der Schwefel zeigt ohne weitere Hilfsmittel wahrzunehmende Doppelbrechung.

Durchweg ist jedoch der Unterschied der Br.-I. in den verschiedenen Richtungen so unbedeutend, dass bei einer einmaligen Brechung die beiden Strahlen so nahe zusammenfallen, dass das blosse Auge sie nicht von einander zu trennen vermag. Da giebt jedoch die begleitende Erscheinung der Polarisation ein Mittel an die Hand zur Erkennung der Doppelbrechung.

Allerdings vermag auch das blosse Auge nicht unmittelbar polarisirtes Licht zu erkennen, aber mit Hülfe bestimmter Instrumente gelingt dies leicht.

§ 2. Diese Instrumente beruhen auf folgender Betrachtung: Wenn (Fig. 235) ein Lichtstrahl (oder ein Bündel paralleler Strahlen), dessen Schwingungsebene durch

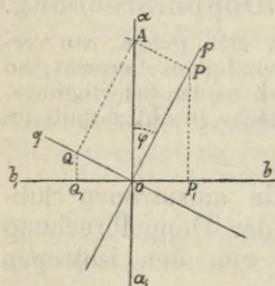


Fig. 235.

aa, und dessen Intensität (Amplitude) durch $oA = A$ gegeben sind, durch eine anisotrope Platte hindurchgeht (aber nicht \parallel einer optischen Axe), so erfolgt eine Zerlegung nach den beiden durch den elliptischen Schnitt gelieferten Schwingungsebenen derselben. Diese seien op und oq , von denen op den Winkel φ , oq demnach den Winkel $90 - \varphi$ mit oa bilden. Auf op entfällt die Intensität $oP = A \cdot \cos \varphi$, auf oq entfällt $oQ = A \cdot \sin \varphi$.

Wird das Licht nun veranlasst, durch eine zweite Platte hindurchzufallen, die nur Schwingungen in der Richtung bb , welche senkrecht auf aa , steht, hindurchlässt, so wird eine abermalige Zerlegung stattfinden und zwar entfällt auf ob die Intensität $oP, = oP \cdot \sin \varphi = A \cdot \cos \varphi \cdot \sin \varphi$, auf ob , die Intensität $oQ, = oQ \cdot \cos \varphi = A \cdot \sin \varphi \cdot \cos \varphi$, d. h. nach dem Durchgange durch die zweite Platte ist die Intensität beider Schwingungen gleich gross, aber die Schwingungen erfolgen in entgegengesetzten

¹⁾ Am Quarz liegen die beiden Br.-Indices nur zwischen 1,544–1,553.

Richtungen. Sie können also nunmehr interferiren und werden sich völlig auslöschen, wenn beide Schwingungen oP , und oQ , auf dem Wege durch die Platte eine Differenz von $\frac{1}{2} \lambda$ erlangt haben. Andererseits zeigt sich aus den aufgestellten Gleichungen, dass sowohl für $\varphi = 0$, wie für $\varphi = 90^\circ$ die Intensität in der Richtung bb , gleich Null wird, dass also kein Licht durch die zweite Platte hindurchtritt.

Apparate, die nur Licht in einer bestimmten Richtung hindurchgehen lassen, heissen Polarisationsapparate. Dieselben setzen sich aus 2 gleich wirkenden Theilen, dem Polarisator und dem Analysator, zusammen. Der erste polarisirt das Licht und der zweite erfüllt die eben besprochene Function der zweiten Platte, dass er die in der Platte getrennten Schwingungsebenen auf eine einzige zurückführt, wodurch Interferenz eintreten kann. Denken wir uns nun zwischen die beiden Theile des Polarisationsapparates, deren Schwingungsrichtungen senkrecht gekreuzt sind, die beliebig orientirte Platte eines isotropen Minerals geschoben, so wird das aus dem Polarisator kommende Licht mit derselben Schwingungsebene auch durch das Mineral hindurchgehen, nun aber, da $\varphi = 90^\circ$ geworden, nicht mehr vom Analysator hindurchgelassen. Ein isotropes Mineral wird also in jeder Lage bei senkrecht auf einander stehendem (gekreuztem) Polarisator und Analysator dunkel erscheinen.

Wenn dagegen eine anisotrope Platte eingelegt ist, so wird nur für den Fall, dass deren Schwingungsrichtungen so orientirt sind, dass $\varphi = 0$ oder $\varphi = 90^\circ$ ist, Auslöschung stattfinden, in allen anderen Stellungen wird die Platte Licht hindurchlassen. Anisotrope Krystalle werden daher bei gekreuztem Polarisator und Analysator bei einer vollen Umdrehung von 360° viermal dunkel erscheinen, dazwischen aber hell.

Somit erkennen wir in dem verschiedenen Verhalten gegenüber dem polarisirten Licht charakteristische und leicht wahrnehmbare Unterschiede zwischen einfach- und doppelbrechenden Substanzen. Es handelt sich nun darum, wie man Polarisationsapparate herstellt, die nur Licht in einer Schwingungsrichtung hindurchlassen (s. § 4).

Die oben für senkrecht gekreuzte Polarisator und Analysator abgeleiteten Gleichungen bilden nur einen speciellen, aber in der Praxis allein angewendeten Fall des allgemeineren, dass beide unter beliebige Winkel ψ gekreuzt sind. Alsdann resultirt $A \cdot \cos \varphi \cdot \cos (\varphi - \psi)$ und $A \cdot \sin \varphi \cdot \sin (\varphi - \psi)$.

Es kann dann also niemals völlige Dunkelheit weder für isotrope noch für anisotrope Medien statthaben.

§ 3. Farben dünner Blättchen. Wenn an Stelle des bisher vorausgesetzten homogenen Lichtes weisses Licht bei gekreuztem Polarisator und Analysator senkrecht durch ein dünnes Mineralblättchen fällt, so wird zwar auch für $\varphi = 0^\circ$ und 90° völlige Dunkelheit eintreten müssen, für allen anderen Werth von φ aber erscheint das Blättchen farbig.

Denn die einzelnen Farben des weissen Lichtes werden bei ihrem Weg durch das Krystallblättchen mit der Doppelbrechung zugleich einen Gangunterschied erleiden müssen, der bei der Inter-

ferenz im Analysator dazu führt, dass einzelne Farben sich verstärken, andere sich schwächen oder ganz aufheben. Erleiden für eine bestimmte Dicke der Platte etwa die rothen Strahlen einen Gangunterschied von einer ungeraden Anzahl halber Wellenlängen, so werden dieselben völlig ausgelöscht, die dem Roth nahe liegenden Farben werden geschwächt, während die violetten Strahlen, die alsdann einen Gangunterschied von einer geraden Anzahl $\frac{\lambda}{2}$ erfahren haben, sich verstärken und nun die Platte in einer Mischfarbe, in der das Violette vorwiegt, erscheinen lassen.

Da die Intensität am grössten ist für $\varphi = 45^\circ$, so wird dann auch die Farbe der Platte am leuchtendsten sein, während für φ , wenn es sich 0° oder 90° nähert, eine Abnahme in der Intensität der Färbung eintritt bis zur völligen Verdunklung bei 0° und 90° .

Während durch Veränderung von φ nur eine Aenderung der Intensität erfolgt, wechselt bei einer Veränderung des Winkels zwischen Polarisator und Analysator auch die Farbe des Plättchens. Sind Polarisator und Analysator mit einander parallel, so weist das Plättchen die Complementärfarben zu jenen der Kreuzstellung auf, da dann gerade die Farben verstärkt werden, die zuvor geschwächt oder aufgehoben wurden.

Ebenso ändern sich die Farben mit der Dicke der Platte, da von derselben der Gangunterschied abhängt. Gypsplättchen von 0,13 mm erscheinen purpur, von 0,14 mm blau, von 0,16 mm grün und von 0,18 mm roth.

Der zur Auslöschung einer Farbe benöthigte kleine Gangunterschied setzt entsprechend dünne Platten voraus. Bei dickeren Platten tritt für Farben der verschiedensten Wellenlängen Interferenz bis zum völligen Auslöschen ein, sodass die Platte, deren Färbung ja aus der Vermischung der nicht aufgehobenen Wellenlängen hervorgeht, wieder in weissem Licht erscheint, das als Weiss höherer Ordnung bezeichnet wird. Dieses Weiss höherer Ordnung tritt um so früher auf, je stärker die Doppelbrechung in der Platte ist, doch auch schon beim Quarz, der relativ schwach doppelbrechend ist, zeigen Platten von 0,5 mm Dicke keine Farben mehr.

Die Farben dünner Plättchen sind um so intensiver, jemehr die Br.-I. in den beiden Hauptschnitten derselben von einander abweichen; es kann also unter Umständen — und der Fall ereignet sich bei Dünnschliffen häufiger — ein und dasselbe Mineral, je nach dem elliptischen Schnitt der Platte, stark leuchtende und matte Farben zeigen. Im letzteren Fall und ebenso bei jenen Mineralien, die überhaupt nur schwache Doppelbrechung besitzen, vermag das Auge nicht immer den Unterschied von einfach und doppelbrechenden Substanzen zu erkennen, und es bedarf daher einer Verstärkung des farbigen Effectes. Man fügt dann noch eine andere anisotrope Platte hinzu, die im Polarisationsapparat eine bestimmte Farbe zeigt, welche empfindlich genug ist, um bei der geringsten Aenderung ihrer Orientirung zu den Nicolhauptschnitten in eine andere Farbe überzugehen.

Als derartige Platten werden benutzt Gypsplatten von der Dicke, dass das Roth I. Ordn. sichtbar ist, oder eine Quarzplatte, die auf die Sensitivfarbe eingestellt ist (s. Cap. V).

§ 4. Herstellung von Polarisationsapparaten. Nachdem im Vorhergehenden die Erkennungsmittel für Polarisation und Doppelbrechung erörtert und als solche das verschiedene Verhalten von isotropen und anisotropen Platten zwischen gekreuztem Polarisator und Analysator erkannt wurde, handelt es sich nun darum, polarisirende Vorrichtungen herzustellen, die nur Licht einer einzigen Schwingungsrichtung geben.

Solche Polarisatoren können in verschiedener Weise erzeugt werden.

1. durch Reflexion.

Spiegelnde Flächen, unter dem Polarisationswinkel gegen die einfallenden Lichtstrahlen aufgestellt, reflectiren in einer Richtung senkrecht auf der Einfallsebene schwingendes Licht. (Ursprünglicher Nörreberg'sche Apparat.)

2. durch Brechung.

Das Licht fällt durch ein Packet auf einander geschichteter Glasplatten, wodurch es vollständig polarisirt wird und in der Einfallsebene schwingt. (Steege's Abänderung des Nörreberg.)

3. durch Absorption.

Es giebt eine Reihe anisotroper Krystalle, die eine der beiden in ihnen fortschreitenden Wellen beträchtlich stärker absorbiren (s. Cap. VI § 4. Pleochroismus). Am auffälligsten ist dieses Verhalten bei dunkel gefärbten Turmalinen. Eine Platte desselben parallel zur Hauptaxe absorbirt die ordentliche Welle vollständig, während die ausserordentliche ungehindert hindurchgeht. Die austretenden Schwingungen erfolgen parallel der Hauptaxe. Turmalinzange (2 derartige Turmalinplatten sind drehbar in den ringförmig umgebogenen, sich gegenüberstehenden Enden einer aus dickem Draht federnd gebogenen Zange gefasst).

4. durch Totalreflexion.

An einem klaren Spaltungsrhomboeder des Kalkspaths, bei dem jede Fläche mit der nicht in ihrer Ebene liegenden stumpfen Kante einen Winkel von 71° bildet, wird dieser Winkel durch Abschleifen der Fläche auf 68° erniedrigt, sodass im Querschnitt (Fig. 236) der Rhombus ABCD gebildet wird, in welchem bei A der Winkel von 68° liegt; alsdann wird das Rhomboeder so durchgeschnitten, dass die Schnittlinie senkrecht auf den künstlichen Flächen AB und CD steht, die beiden Hälften werden aber in derselben Lage mit Canadabalsam wieder an einander gekittet. Der Br.-I. des Balsams ($n = 1,549$) ist kleiner als der des ordentlichen ($\omega = 1,658$), grösser als der des ausserordentlichen Strahls ($\varepsilon = 1,483$ für Strahlen senkrecht zur Hauptaxe); in Folge dessen wird beim Durchgange des Lichtes der ordentliche Strahl an der Balsamschicht total reflectirt und durch die geschwärtzten Seiten des Prismas absorbirt.

Die Schwingungen des austretenden ausserordentlichen Strahls liegen im Hauptschnitt, d. h. erfolgen parallel der kürzeren Diagonale der das Prisma oben und unten begrenzenden Rhomben. Nicol'sches Prisma oder Nicol (1828).

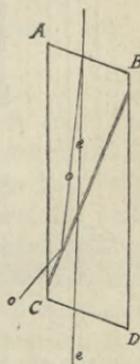


Fig. 236.

Die Vortheile der Nicols vor allen übrigen Polarisatoren bestehen in der bequemen Form und im ungefärbten Licht, daher werden sie für mineraloptische Untersuchungen fast ausschliesslich angewendet. Durch etwas veränderte Constructionen lassen sich auch die Mängel des kleinen Gesichtsfeldes und der schrägen Stellung

der Fläche AB, welche einen Theil des einfallenden Lichtes von vornherein reflectirt, beseitigen (Nicol von Prazmowski).

Durch die Verbindung zweier Polarisatoren mit einander, zu meist zweier Nicols, von denen der eine als Polarisator der andere als Analysator wirkt, erhält man ein Polarisationsinstrument, das neben der Feststellung etwaiger Doppelbrechung noch zu vielen anderen krystalloptischen Untersuchungen dient. Da Platten anisotroper Mineralien charakteristische Interferenzfiguren erzeugen,

wenn man sie im convergent polarisirten Licht betrachtet, so werden neben Polarisationsapparaten, in welchen die Lichtstrahlen möglichst parallel ihren Weg durch das Instrument nehmen, auch solche gebraucht, in welchen die polarisirten Lichtstrahlen sehr stark convergirend durch das zu untersuchende Object gehen. Danach hat man ein Polarisationsinstrument für paralleles und ein solches für convergentes Licht zu unterscheiden.

1. Polarisationsinstrument für paralleles Licht¹⁾. Fig. 237, rechts.

Das Stativ A trägt mittelst der beiden verschiebbaren Arme B und C die beiden Messingtuben g und y.

In g sitzt drehbar eine weitere Röhre f, in welcher sich die beiden Linsen e und e, und zwischen diesen in deren Brennweite das polarisierende Prisma p befinden, wodurch die vom Spiegel S durch den Nicol fallenden Lichtstrahlen polarisirt und parallel gemacht werden.

Ueber den Rand des Rohrs bei h lässt sich eine Hülse l stülpen, deren gläserne Deckplatte als Objectträger dient, und deren Drehung um die Verticalaxe auf dem feststehenden Noniuskreis h bei i abgelesen werden kann.

In dem Tubus y befindet sich ebenfalls ein Einsatzrohr z, über welchem analysierende Nicol q steht, dessen Orientirung auf einer Kreistheilung bei t bewirkt werden kann. — Um den einzelnen in einander geschobenen Röhren eine feste Stellung zu einander geben zu können, sitzen an demselben Anschlagringe bei z, und f, von denen einer unter dem Instrument besonders abgebildet ist. Die weiteren Einzelheiten der Figur dienen für die staurosokopische Untersuchung und finden dort ihre Besprechung.

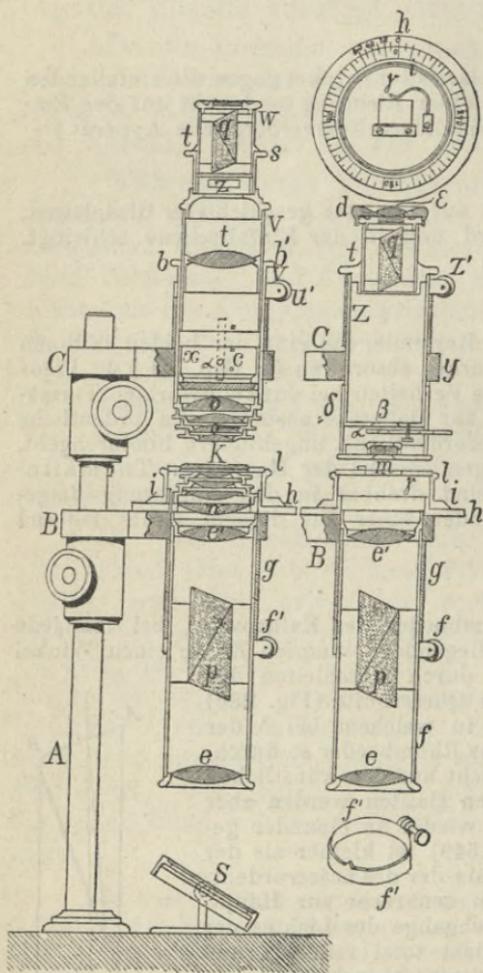


Fig. 237.

¹⁾ Orthoskop nach Tschermak.

2. Polarisationsapparat für convergentes Licht¹⁾. Fig. 237, links.

Für die Untersuchung im convergenten Licht dient dasselbe Instrument mit der Abänderung, dass dem unteren Tubus oberhalb der Linse e, ein System von 4 Sammellinsen (n) eingefügt ist, während das Rohr Z durch das Rohr b ersetzt ist, das ebenfalls 4 Sammellinsen (o) und ausserdem in besonderer Fassung v die Ocularlinse t trägt. Durch die Linsensysteme n und o wird stark convergirendes Licht erzeugt; durch Abschrauben einzelner Linsen kann jedoch auch die Brennweite vergrössert werden. Innerhalb der Brennweite von o befindet sich noch ein Glasmikrometer (unmittelbar über o). Bei z kann ein zur Bestimmung des Charakters der Doppelbrechung dienender Quarzkeil oder ein Viertelundulationsglimmerblättchen, von denen später die Rede sein wird, eingeführt werden.

Das petrographischen Zwecken dienende Mikroskop, das mit 2 Nicols ausgerüstet ist, von denen der Analysator abnehmbar ist, während der Polarisor in einer Hülse unterhalb des drehbaren und mit Theilkreis versehenen Objectisches sitzt, gestattet die Verwendung als Instrument für paralleles Licht ohne Weiteres. Um es auch für die Beobachtung im convergenten Licht gebrauchen zu können, wird das Ocular entfernt und auf den unteren Nicol eine Linse (Condensorlinse) aufgesetzt. Zur Vergrösserung der Bilder dient eine über dem Objectiv eingeschaltete Linse, die Bertrand'sche Linse.

§ 5. Ueber die vielfältige Anwendung der beiden Polarisationsinstrumente wird das folgende Capitel Näheres bringen, hier sei zunächst noch die wichtige und allgemeine Anwendung des Polarisationsinstrumentes für paralleles Licht als Stauroskop besprochen.

Durch die Beobachtung im parallelen Licht wird es möglich, die sogen. Auslöschungsschiefe zu bestimmen, d. h. den Winkel, den die Hauptschnitte einer Krystallplatte mit einer in derselben gelegenen Kante machen. Derartige Untersuchungen heissen stauroskopische und können unter anderem zur Bestimmung des Krystallsystems dienen in Fällen, wo dies aus Mangel geometrischer Begrenzung nicht möglich ist. Das gilt namentlich für petrographische Untersuchungen, bei welchen die Mineralien nur in Dünnschliffen vorliegen.

Auslöschung, d. h. das Maximum der Dunkelheit bei einer vollen Umdrehung von 360° zwischen gekreuzten Nicols tritt dann ein, wenn die Hauptschnitte einer Krystallplatte zusammenfallen mit denen der Nicols. Die Auslöschung ist eine gerade, wenn sie parallel einer Kante (bezw. Spaltriss) stattfindet, welche selbst einer Elasticitätsaxe parallel geht, andernfalls heisst sie eine schiefe Auslöschung. Da die Hauptschnitte der Platte als Axen des elliptischen Schnitts von den Hauptelasticitätsrichtungen des Krystalles abhängen und diese wieder in Beziehung zu den geometrischen Richtungen stehen, so wird es möglich, aus dem Eintritt der Dunkelheit sich auf der Platte bezüglich der Lage der optischen Richtungen zu etwaigen Krystallkanten oder Spaltungsrissen zu orientiren, und daraus auf die Symmetrie zu schliessen. Bei derartigen Untersuchungen kommt es wesentlich darauf an, dass der Eintritt des

¹⁾ Konoskop nach Tschermak.

Maximums der Dunkelheit scharf erkannt und die Auslöschungsschiefe genau gemessen werden kann.

Zu diesem Zweck besitzt das Polarisationsinstrument für paralleles Licht noch einige besondere Vorrichtungen.

Um das Maximum der Dunkelheit für das Auge deutlich wahrnehmbar zu machen, hatte v. Kobell (1855) dem Apparat eine Kalkspathplatte beigegeben, dessen Interferenzfigur, ein schwarzes Kreuz (daher Stauroskop), vollständig symmetrisch erschien, wenn die Hauptschnitte der Nicols und der Platte genau zusammenfielen, dessen Symmetrie aber bei einer Abweichung sofort gestört wurde. Besser als dadurch (und jetzt vorzugsweise angewendet) lässt sich die Concordanz zwischen den Hauptschnitten, also das Maximum der Dunkelheit mittelst der Calderon'schen Platte feststellen. Dieselbe besteht aus einem künstlichen, plangeschliffenen Kalkspathzwilling, welche bei Concordanz der Hauptschnitte gleichmässig grau gefärbt ist, aber bei der geringsten Abweichung in der einen Hälfte heller, in der anderen dunkler erscheint.

Die Verbindung dieser Platte mit dem Apparat geschieht durch eine übergeschobene Hülse δ (cf. Fig. 237, rechts), m ist die Platte, α und β sind 2 Diaphragmen. Damit die Erscheinung gut sichtbar ist, wird dem Analysator noch eine besondere Linse ε in der Fassung d aufgesetzt.

Die Messung der Auslöschungsschiefe wird dadurch erleichtert und genauer, dass die zu untersuchende Platte mit der charakteristischen Kante durch eine Feder gegen eine auf dem Objectträger befindliche Leiste angepresst wird (cf. den besonders abgebildeten Objectträger oberhalb des Instrumentes in Fig. 237, rechts). Steht diese Leiste zuerst einem Nicol-Hauptschnitt parallel und wird nun dieselbe mit dem beweglichen Objectträger soweit herumgedreht, bis die beiden Hälften der Calderon'schen Platte gleichmässig gefärbt sind, so entspricht diese Drehung der Auslöschungsschiefe, die nunmehr an dem feststehenden Theilkreis h abgelesen werden kann.

Cap. V.

Charakteristik der optischen Abtheilungen und der Krystallsysteme. — Allgemeine optische Verhältnisse, Interferenzerscheinungen, Bestimmung der Brechungs-Indices, des Charakters der Doppelbrechung, des optischen Axenwinkels. Beispiele. — Circularpolarisation. Optische Anomalien.

Zur Beobachtung und Untersuchung der optischen Eigenschaften der Krystalle werden aus denselben durch Schneiden und Schleifen nach bestimmten Richtungen orientirte planparallele Platten hergestellt. An Stelle dieser oft sehr umständlichen Herstellungsart ist ganz vor Kurzem von C. Klein (Ueber eine Methode, ganze Krystalle oder Bruchstücke derselben zu Untersuchungen im parallelen und im convergenten polarisirten Lichte zu verwenden. Sitzungs-

bericht d. kgl. Pr. Akad. d. W. 1890, S. 347, siehe auch *ibid.* 1890, S. 703) ein weit allgemeineres und bequemerer Verfahren in Vorschlag gebracht und angewendet worden, welches auf dem Princip beruht, dass ganze Krystalle oder Bruchstücke derselben trotz relativ beträchtlicher Dicke, des Vorhandenseins verschiedener Begrenzungsflächen und Kanten die Wahrnehmung des optischen Verhaltens (Auslöschung, Interferenzfiguren, Lage der optischen Axen, optische Structur, Pleochroismus etc.) gestatten, sobald sie in ein Medium von nahezu gleichem Br.-I. getaucht sind, da dadurch die sonst hinderliche Totalreflexion beseitigt wird. Als solche Medien empfiehlt Klein Canadabalsam ($n = 1,536$), Kaliumquecksilberjodid (bei sp. G. = 3,16 ist $n_D = 1,726$, durch Verdünnung mit Wasser ist n zu erniedrigen), Methylenjodid (bei 16°C. ist $n_D = 1,741$; durch Benzol kann n erniedrigt werden). — Zur Ausführung wird der Krystall, so wie er ist, in der zu untersuchenden Stellung mit Wachs, zähem Canadabalsam etc. auf einem Objectträger fixirt, darüber der Abschnitt einer Glasröhre gestülpt und letztere mit einem passenden Medium aufgefüllt.

I. Abtheilung. Optisch isotrope Medien.

Hierher gehören die amorphen und die im regulären System krystallisirenden Mineralien.

Die Elasticitätsfläche ist eine Kugel, d. h. die optische Elasticität ist nach allen Richtungen gleich und damit auch die Fortpflanzungsgeschwindigkeit.

Daraus folgt, dass auch die Wellenfläche eine Kugel ist, und dass jeder einfallende Lichtstrahl nur eine einmalige Brechung erfährt.

Bei + Nicols sowohl im parallel wie im convergent polarisirten Licht herrscht bei jeder Orientirung der Krystallplatte Dunkelheit. — Die Bestimmung des einen Brechungsindex erfolgt nach den auf S. 100—102 beschriebenen Methoden.

Für die Unterscheidung amorpher Mineralien von regulär krystallisirten ist der Mangel oder das Vorhandensein krystallographischer Begrenzung und einer irgendwie beschaffenen Structur massgebend.

Brechungsindices einiger regulärer Mineralien¹⁾. Diamant. $n = 2,413$ (roth), = 2,419 (gelb), = 2,428 (grün). Zinkblende. $n = 2,341$ (roth), = 2,369 (gelb). Steinsalz. $n = 1,5442$ (gelb). Alaun. $n = 1,4563$ (gelb).

II. Abtheilung. Optisch anisotrope Medien.

A. Optisch einaxige Krystalle.

Hierher gehören die Krystalle des hexagonalen und tetragonalen Systems.

§ 1. Allgemeine Eigenschaften.

Die Elasticitätsfläche ist ein Rotationsellipsoid, dessen Rotationsaxe mit der optischen Axe, d. h. der krystallographischen Hauptaxe zusammenfällt.

¹⁾ Diese und die bei den anderen Abtheilungen gegebenen Beispiele sind Groth's Physikalischer Krystallographie entnommen.

Entsprechend ist auch das Polarisationsellipsoid ein Rotationsellipsoid.

Nach S. 103 ist letzteres geeignet zur Bestimmung der Geschwindigkeiten und der Schwingungsrichtungen eines in einem anisotropen Medium sich fortbewegenden Lichtstrahles. Alle in einem solchen Ellipsoid möglichen Schnitte stimmen darin überein, dass eine der beiden senkrecht auf einander stehenden Axen constant ist, während die Grösse der anderen Axen von der Lage des Schnittes abhängt, sich also mit der Fortpflanzungsrichtung des Lichtstrahls ändert.

Daraus geht hervor, dass ein jeder Lichtstrahl, der in ein optisch einaxiges Medium eintritt (mit Ausnahme desjenigen, der sich \parallel der optischen Axe fortbewegt und deswegen als einfacher Strahl seine Richtung fortsetzt), in 2 Strahlen zerfällt, von denen der eine \parallel der allen Schnitten gemeinsamen Axe schwingt, demnach also mit constanter Geschwindigkeit fortschreiten muss, während der andere Strahl, der senkrecht zum ersten schwingt, je nach seiner Richtung eine wechselnde Fortpflanzungsgeschwindigkeit annimmt. Doch besitzen alle Strahlen, die symmetrisch um die Hauptaxe gruppirt sind, die gleiche Fortpflanzungsgeschwindigkeit.

Der erste der beiden Strahlen heisst der ordentliche; er besitzt einen Br.-I., welcher von der Richtung unabhängig ist und demjenigen des in der Richtung zur optischen Axe fortschreitenden, also senkrecht dazu schwingenden einfachen Lichtstrahls entspricht; der andere heisst der ausserordentliche Strahl; die Grösse seines Br.-I. wechselt mit der Richtung; er erreicht einen grössten oder kleinsten Werth in der Fortpflanzungsrichtung senkrecht zur optischen Axe und ist in allen mit Bezug zur Hauptaxe symmetrischen Richtungen der gleiche.

Die Gestalt des Polarisationsellipsoides ist bestimmt, sobald v (die Geschwindigkeit des ordentlichen Strahles) und e (die Geschwindigkeit desjenigen ausserordentlichen Strahles, der sich in der Richtung senkrecht zur optischen Axe fortbewegt) bekannt sind. Die Werthe von v und e ergeben sich aber aus den Brechungsindices ω und ϵ in diesen Richtungen, den beiden Hauptbrechungsindices, denn nach S. 98, Anm. 1 ist $v = \frac{1}{\omega}$ und $e = \frac{1}{\epsilon}$.

Alle zwischen ω und ϵ liegenden ausserordentlichen Br.-Indices, ebenso die entsprechenden intermediären Fortpflanzungsgeschwindigkeiten folgen dann unmittelbar aus der Betrachtung des zugehörigen Polarisationsellipsoides.

Diejenigen optisch einaxigen Krystalle, in denen die Fortpflanzungsgeschwindigkeit in der Richtung der Hauptaxe grösser ist als in der Richtung senkrecht dazu, also $v > e$, heissen optisch positiv; ist $v < e$, so heissen sie optisch negativ. Demnach ist in + Krystallen $\epsilon > \omega$, in - Krystallen $\omega > \epsilon$.

Optisch positiv sind Quarz, Zirkon, Zinnstein, Eis etc., negativ Kalkspath, Apatit, Turmalin, Beryll, Sapphir etc.

Wellenfläche. Dieselbe besteht aus 2 Schalen, einer Kugel, der Oberfläche der ordentlichen Welle, und einem Rotationsellipsoid, der Oberfläche der ausserordentlichen Welle. In den $+$ Krystallen umhüllt die Kugel das Rotationsellipsoid, in den $-$ Krystallen umschliesst das Rotationsellipsoid die Kugel. In den Enden der Hauptaxe berühren sich beide Oberflächen. Fig. 238 stellt den Querschnitt eines positiven, Fig. 239 den eines negativen Krystalls dar.

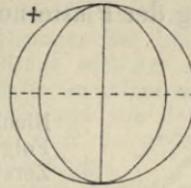


Fig. 238.

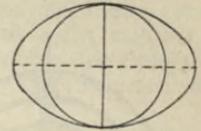


Fig. 239.

Erklärung. Aus der Beschaffenheit des Polarisationsellipsoides geht hervor, dass in jedem optisch einaxigen Medium sich 2 Wellen fortbewegen, von denen der einen, welches auch sonst ihre Richtung sein mag, eine constante Fortpflanzungsgeschwindigkeit zukommt, deren Oberfläche also nach der Zeiteinheit durch eine Kugel dargestellt wird. Das ist die ordentliche Welle. Dagegen muss die Oberfläche der anderen (ausserordentlichen) Welle bei ihrer variablen, aber zur Hauptaxe symmetrischen Fortpflanzungsgeschwindigkeit ein Rotationsellipsoid sein. In der Richtung der optischen Axe ist die Geschwindigkeit beider Wellen gleich gross, an deren Enden müssen sich also beider Oberflächen berühren. In den opt. $+$ Krystallen ist die ordentliche Welle die schnellere, daher umschliesst die Kugel das Ellipsoid, in den opt. $-$ Krystallen ist es umgekehrt.

§ 2. Interferenzerscheinungen optisch einaxiger Krystalle bei gekreuzten Nicols.

1. Krystallplatten im parallel polarisirten Licht.

a. Platten \perp zur optischen Axe.

Die Platte bleibt in jeder Stellung während einer vollen Umdrehung von 360° dunkel; sie verhält sich ganz wie eine isotrope Platte.

Da in der Richtung der optischen Axe keine Zerlegung stattfindet, so setzt der mit der Schwingungsrichtung des unteren Nicols eintretende Lichtstrahl mit gleicher Schwingungsrichtung seinen Weg durch die Platte fort, muss also von dem \perp stehenden Analysator ausgelöscht werden.

Bei \parallel Nicols herrscht natürlich während der vollen Umdrehung Helligkeit.

b. Platten schief zur optischen Axe.

Bei einer vollen Umdrehung findet viermalige Auslöschung statt, dazwischen ist die Platte erhellt und bei Anwendung weissen Lichtes gefärbt.

Die Erklärung für diese Erscheinung ist Cap. IV § 2 und 3 auf S. 104 bis 106 gegeben.

2. im convergenten Licht.

a. Platten \perp zur optischen Axe.

Bei Anwendung homogenen Lichtes zeigt sich ein System dunkler concentrischer Ringe, durchzogen von einem schwarzen

Kreuz, dessen Lage zusammenfällt mit den beiden Nicolhauptschnitten (Fig. 240). Im weissen Licht erscheinen dagegen concentrische farbige Ringe, die ebenfalls von einem dunklen Kreuz durchzogen werden.

Eine Drehung der Platte um 360° verändert die Interferenzfigur in keiner Weise.

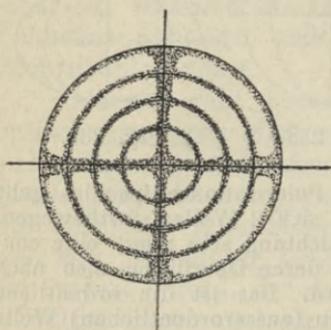


Fig. 240.

Erklärung. Das aus dem unteren Nicol auf die Platte fallende Licht bildet in Folge seines Weges durch ein System von Zerstreuungslinsen ein Bündel divergirender Strahlen, die unter verschiedenen Winkeln und in verschiedener Orientierung zu den Elasticitätsrichtungen der Krystallplatte diese durchziehen. — Der in der Richtung der optischen Axe verlaufende Strahl erleidet keine Doppelbrechung; er wird demnach vom oberen Nicol ausgelöscht und liefert im Verein mit allen nahezu parallelen Lichtstrahlen, die als solche eine entsprechende Lichtschwächung erfahren, das dunkle Centrum der Interferenzfigur. Alle übrigen Strahlen müssten sich nun in der Platte in 2 Schwingungscomponenten zerlegen, von

denen — sobald man sich die gesammten Strahlen kreisförmig (in Kegelmänteln) auf die Platte auffallend denkt — die eine (ordentliche) tangential, die andere (ausserordentliche) radial schwingt. Da aber das Licht schon polarisirt in die Platte tritt, so liefern die im Hauptschnitt des untern Nicols fortschreitenden Strahlen nur eine einzige Componente, die \perp zum Hauptschnitt, also tangential schwingt; dieselbe wird vom oberen Nicol ausgelöscht und es entsteht in dieser Richtung ein dunkler Balken. Ebenso liefern diejenigen Strahlen, die \perp zum Hauptschnitt sich vorwärts bewegen, eine einzige radiale Schwingungscomponente, welche, weil sie ebenfalls \perp zum oberen Nicol steht, von letzterem aufgehoben wird. So entsteht der zweite Balken des dunklen Kreuzes, dessen Arme demnach mit den Nicolhauptschnitten zusammenfallen.

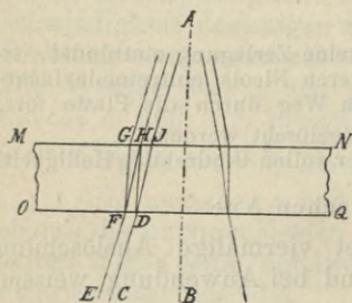


Fig. 241.

Die concentrischen dunkeln Ringe der Interferenzfigur kommen dadurch zu Stande, dass die beiden Strahlen, in die ausser den bisher erwähnten alle übrigen sich zerlegen, einen verschiedenen Weg durch die Platte nehmen und demgemäss einen Gangunterschied erleiden. Beim Austritt aus der Platte werden aber jedes Mal Strahlen verschiedener Schwingungsrichtung zusammentreffen, sodass sie ihren weiteren Weg zum Polarisator gemeinsam fortsetzen (s. Fig. 241, wo die Strahlen FH und DH nach ihrem Austritt zusammenfallen) und im Analysator zur Interferenz gelangen. Darunter befinden sich nun auch in bestimmten Abständen und in concentrischringförmiger Anordnung wiederkehrend solche

mit einander interferirende Strahlen, deren Gangunterschied eine ungerade Anzahl halber Wellenlängen beträgt, die sich also bei der Interferenz ganz aufheben, demnach concentrische dunkle Ringe erzeugen.

Bei Anwendung weissen Lichtes kann durch die Interferenz niemals völlige ringförmige Auslöschung des Lichtes eintreten, denn wenn auch z. B. an bestimmter Stelle die violetten Strahlen ausgelöscht werden, so ist es an derselben Stelle für die übrigen Farben des angewendeten Lichtes nicht der Fall. Es müssen im weissen Licht also farbige Ringe, sogen. isochromatische

Curven, in der Reihenfolge der Newton'schen Farben mit einander abwechseln. Das schwarze Kreuz bleibt jedoch erhalten.

1. Bei \parallel Nicols treten an Stelle des dunklen Kreuzes und der dunklen Ringe 2 helle Balken und helle Ringe; die farbigen Ringe bei Anwendung weissen Lichtes erscheinen in den complementären Farben.

2. Der Abstand der dunklen Ringe ändert sich mit der Farbe des angewendeten homogenen Lichtes; er ist geringer bei blauem als bei rothem Licht. — Ferner hängt der Abstand der Ringe von der Dicke der Platte (bei Platten unter 1 mm wird die Interferenzfigur im Allgemeinen nicht sichtbar, weil die Ringe zu weit aus einander treten) und von der Stärke der Doppelbrechung ab. Je stärker die letztere ist, d. h. je grösser der Unterschied zwischen ω und ϵ , um so enger werden die Ringe.

3. Die Interferenzfigur des Kalkspaths wurde zuerst von Brewster, Wollaston, Biot und Seebeck (1813–1816) beobachtet; die Theorie gab Airy 1830.

b. Platten parallel oder schief zur optischen Axe.

Die entstehende Interferenzfigur hat wenig praktisches Interesse. An Stelle der dunklen Ringe treten hyperbolische Streifensysteme. Das schwarze Kreuz rückt zur Seite und hinterlässt nur einen einzelnen Arm. Jedoch sind diese Interferenzerschwingungen nur in sehr dünnen Platten sichtbar; in dickeren erscheint das Weiss höherer Ordnung.

§ 3. Bestimmungsmethoden.

a. Bestimmung der Brechungs-Indices.

Dieselbe erfolgt nach den Cap. III § 4 beschriebenen Methoden mit der alleinigen Abänderung, dass es sich um die Bestimmung von 2 Br.-Indices, ω und ϵ handelt, dass also die Br.-Indices in bestimmten Richtungen gemessen werden müssen.

1. Mittelst Prismas und Beobachtung des Minimums der Ablenkung.

S. Seite 100. Die bequemste Art, an einem einzigen Prisma beide Br.-Indices zu erhalten, ist dann gegeben, wenn die brechende Kante desselben der Hauptaxe \parallel läuft. Alsdann beobachtet man im Spectrometer unmittelbar das doppelte Bild des Spaltes, von denen eins dem ordentlichen, das andere dem ausserordentlichen Strahl angehört. Die Unterscheidung wird durch einen, dem Ocular vorgesetzten Nicol bewirkt. Steht die Schwingungsebene des letzteren (kürzere Diagonale) \parallel der Prismakante, so wird der ordentliche, steht sie zu ihr senkrecht, so wird der ausserordentliche Strahl ausgelöscht.

Ein einziges Prisma reicht auch zur Bestimmung beider Indices aus, wenn dessen brechende Kante \perp zur Hauptaxe steht und diese letztere den Winkel an der brechenden Kante halbirt. Von den beiden Spaltbildern giebt dasjenige, das durch den vorgehaltenen Nicol sichtbar bleibt, sobald dessen Schwingungsebene \parallel der brechenden Kante liegt, den Index ω , während bei \perp Stellung des Nicols der Index ϵ bestimmt werden kann.

2. aus der Totalreflexion.

Sowohl das Kohlrausch'sche wie das Wollaston'sche Instrument (S. 101) eignen sich zu diesem Zwecke. — Nur wenn die Platte derartig orientirt ist, dass ihre optische Axe der reflectirenden Fläche \parallel läuft und senkrecht auf der Drehaxe des Instrumentes steht, werden die auffallenden Strahlen ausschliesslich als ordentliche reflectirt; eine solche Platte gestattet somit nur die Bestimmung von ω ; bei jeder anderen Orientirung jedoch lassen sich beide Br.-Indices ω und ϵ neben einander an derselben Platte bestimmen, da die Strahlen zur einen Hälfte als ordentliche, zur andern als ausserordentliche

reflectirt werden. Die Unterscheidung wird auch hier wieder durch einen vorgesetzten Nicol bewirkt, sodass man nach einander beide Grenzen der totalen Reflexion einstellen kann.

3. Auch die Methode des Herzogs von Chaulnes kann zur Bestimmung der beiden Br.-I. nutzbar gemacht werden; es bedarf aber dazu 2 Platten, die eine \parallel , die andere \perp zur optischen Axe.

b. Bestimmung des Charakters der Doppelbrechung, d. h. der relativen Grösse der optischen Elasticität.

Sobald die Br.-I. bekannt sind, ist die Aufgabe, ob $\varepsilon > \omega$ (optisch positiv) oder $\omega > \varepsilon$ (optisch negativ), natürlich ohne Weiteres gelöst. Auch ohne Kenntniss von ω und ε gelingt dies nach folgenden Methoden unter Benutzung des für convergentes Licht eingerichteten Polarisationsinstrumentes bei gekreuzten Nicols.

1. Mittelst einer Hülfsplatte von bekanntem Charakter, die \perp zur optischen Axe geschnitten ist.

Legt man über die auf ihren optischen Charakter zu untersuchende Platte eine Hülfsplatte, die denselben Charakter besitzt, so hat das die Wirkung, als ob letztere dicker sei, die Interferenzringe werden also enger; im entgegengesetzten Fall erweitern sich die Ringe. Man benutzt als Hülfsplatte gewöhnlich den negativen Kalkspath.

2. Mittelst des Dove'schen Viertelundulationsglimmerblättchens, ebenfalls an Platten \perp zur optischen Axe.

Dasselbe besteht aus einem Spaltungsblättchen eines zwei-axigen Glimmers von solcher Dünne (etwa $\frac{1}{30}$ mm), dass der Gangunterschied der beiden aus ihm austretenden Strahlen $\frac{1}{4} \lambda$ beträgt.

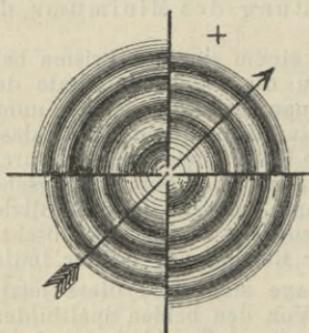


Fig. 242.

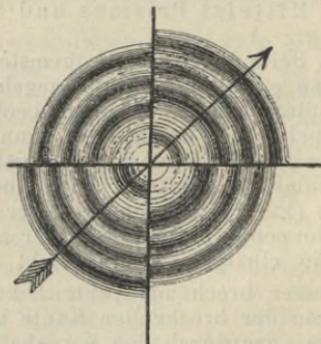


Fig. 243.

— Ein solches Blättchen über die zu untersuchende Krystallplatte derart gelegt, dass die (durch eine Linie markirte) Axenebene des Glimmers 45° mit den Schwingungsrichtungen der Nicols bildet, wird deren Interferenzbild entweder in der Weise der Fig. 242 oder der Fig. 243 abändern. An Stelle des dunklen Kreuzes bleiben nur 2 dunkle Flecken übrig. Ist deren Verbindungslinie \perp zu der die optische Axenebene markirenden Linie, so ist der Krystall $+$,

ist sie \parallel , so —. Ferner findet bei $+$ Krystallen eine Erweiterung der concentrischen in denjenigen Quadranten statt, durch welche die markirte Linie nicht läuft, bei $-$ Krystallen in den Quadranten, in denen jene Linie liegt.

3. Mittelst eines Quarzkeiles (Biot's Compensationsverfahren) bei Platten parallel zur optischen Axe.

Man schiebt nahe unter dem Analysator (bei z in Fig. 237, links) einen langsam an Dicke zunehmenden Quarzkeil (dessen Längsfläche \parallel der optischen Axe geht und der der grösseren Festigkeit wegen auf Glas geklebt ist) derart ein, dass seine Längskante 45° mit den Nicolhauptschnitten (dem Fadenkreuz) bildet. Die zu untersuchende Platte wird so orientirt, dass ihre beiden Hauptschwingungsrichtungen ebenfalls 45° mit dem Fadenkreuz bilden; sie ist also auf das Maximum der Helligkeit eingestellt. Diese Orientirung kann aber in doppelter Weise bewirkt werden, indem man zunächst die eine, dann die andere Schwingungsrichtung mit der Längsaxe des Keils zusammenfallen lässt. In einem dieser beiden Fälle zeigen sich farbige Interferenzcurven und das ist die Richtung der grössten Elasticität in der Platte. Da die Richtung der optischen Axe in der Platte als bekannt vorausgesetzt wird, so ist damit entschieden, ob die grösste Elasticität in der Richtung der optischen Axe (negativ) oder senkrecht dazu (positiv) herrscht.

Es beruht diese Methode nämlich darauf, dass nur sehr dünne Platten \parallel der optischen Axe Interferenzstreifen erkennen lassen, während in dickeren, wie es gewöhnlich der Fall, Weiss höherer Ordnung erscheint. Der zwischen Object und Analysator eingeschobene Quarzkeil wirkt nun, wenn eine Richtung der kleinsten Elasticität zusammenfällt mit derjenigen der grössten Elasticität in der Objectplatte, so, als ob diese selbst dünner sei. Es kommen in Folge dessen Interferenzkurven zu Stande. In dem positiven Quarz liegt aber die kleinste Elasticität \parallel der optischen Axe, also \parallel der Längskante des Keiles; diese giebt demnach die Richtung der grössten Elasticität in der Platte an.

Eine auf optischen Merkmalen sich stützende Unterscheidung der beiden in diese Abtheilung gehörenden Krystallsysteme ist nicht möglich; es kann dieselbe nur unter Berücksichtigung der äusseren Form (vier- oder sechsseitigen Querschnitt etc.) erfolgen.

Beispiele.

1. Hexagonales System.

Zinnober. opt. $+$.	$\omega = 2,854$	$\varepsilon = 3,201$	(roth)
Pyrargyrit. opt. $-$.	$= 3,084$	$= 2,881$	(roth)
Quarz. opt. $+$.	$= 1,54418$	$= 1,55328$	(Linie D)
Kalkspath. opt. $-$.	$= 1,6499$	$= 1,4826$	(„ A)
(nach Sarasin)	$= 1,6528$	$= 1,4839$	(„ B)
	$= 1,6583$	$= 1,4864$	(„ D)
	$= 1,6678$	$= 1,4907$	(„ F)
	$= 1,6832$	$= 1,4977$	(„ H)
Natronsalpeter. opt. $-$.	$= 1,587$	$= 1,336$	(„ D)
Apatit. opt. $-$.	$= 1,6461$	$= 1,6417$	(„ D)
Turmalin (farblos). opt. $-$.	$= 1,6366$	$= 1,6193$	(„ D)
Beryll. opt. $-$.	$= 1,5703$	$= 1,5659$	(„ D)

2. Tetragonales System.

Rutil. opt. +.	= 2,6158	= 2,9029	(gelb)
Scheelit. opt. +.	= 1,918	= 1,934	(roth)
Wulfenit. opt. -.	= 2,402	= 2,304	(roth).

B. Optische zweiaxige Krystalle.

Hierher gehören die Krystalle des rhombischen, monoklinen und triklinen Systems.

§ 4. Allgemeine Eigenschaften.

Elasticitätsfläche: ein dreiaxiges Ellipsoid, dessen 3 \perp auf einander stehende Axen als Axen der optischen Elasticität oder Hauptelasticitätsaxen, während die durch sie gelegten Ebenen als Hauptschnitte bezeichnet werden. Die Richtung und Grösse der Hauptelasticitätsaxen bestimmt die Grösse der Elasticität in allen anderen Richtungen. Das um die Elasticitätsaxen beschriebene zugehörige Polarisations-Ellipsoid ist ebenfalls ein dreiaxiges Ellipsoid; in demselben entsprechen (cf. S. 103) die Fortpflanzungsgeschwindigkeiten a , b und c in den Richtungen der El.-Axen den Wurzeln aus den Elasticitäten, während sie den Axenlängen selbst umgekehrt proportional sind.

Wie die El.-Axen, so ändern sich auch die Br.-Indices mit jeder Richtung; daher giebt es in optisch zweiaxigen Medien keine ordentlichen und ausserordentlichen Strahlen mehr. Die Br.-Indices derjenigen Strahlen, die \parallel den Hauptelasticitätsaxen schwingen, heissen die 3 Hauptbrechungsindices α , β und γ ; sie genügen zur Berechnung der Br.-Indices in allen übrigen Richtungen. Nach Früherem (S. 98) besteht zwischen ihnen und den Fortpflanzungsgeschwindigkeiten die Beziehung

$$\alpha = \frac{1}{a}; \quad \beta = \frac{1}{b}; \quad \gamma = \frac{1}{c}.$$

Bei optisch zweiaxigen Medien gilt das Gesetz, dass der gebrochene Strahl in der Einfallsebene liegt, nur noch für die Fälle, wo die Einfallsebene den Hauptschnitten parallel geht.

Bei der Bezeichnung optisch zweiaxiger Krystalle wird stets die Axe der grössten Elasticität mit a , die der mittleren mit b , die der kleinsten mit c bezeichnet. Diese Elasticitätsaxen decken sich nicht, wie ohne Weiteres klar, mit den krystallographischen Axen a , b und c ; sie fallen auch bezüglich ihrer Richtung nur in soweit mit den krystallographischen zusammen, als diese Symmetrierichtungen sind. Daraus ergeben sich wesentliche Unterschiede zwischen den rhombischen, monoklinen und triklinen Krystallen.

Jeder Schnitt des Polarisationsellipsoides bestimmt die Geschwindigkeit und Schwingungsrichtung eines zu diesem Schnitt senkrecht fortschreitenden Lichtstrahls. Im Allgemeinen sind diese Schnitte Ellipsen, d. h. es findet durchweg Doppelbrechung statt, nur diejenigen Strahlen, die senkrecht zu den beiden allein möglichen Kreisschnitten vorwärts schreiten, erleiden keine Doppel-

brechung. Diese beiden Richtungen heissen die optischen Axen und daher heissen die Medien selbst optisch zweiaxig.

Der Winkel zwischen den beiden optischen Axen, der optische Axenwinkel, hängt allein ab von dem Verhältniss der Fortpflanzungsgeschwindigkeiten a , b und c oder statt dessen von den 3 Hauptbrechungsindices α , β und γ . Er berechnet sich aus der Gleichung:

$$\cos \frac{V}{2} = \sqrt{\frac{\frac{1}{\beta^2} - \frac{1}{\gamma^2}}{\frac{1}{\alpha^2} - \frac{1}{\gamma^2}}} \quad (1).$$

Die Grösse des optischen Axenwinkels ist für verschiedene Farben verschieden. Dieses Verhalten führt den Namen Dispersion der optischen Axen. Bei einigen Krystallen ist der Winkel für roth grösser als für violett ($\rho > v$), bei anderen ist es umgekehrt ($v > \rho$). — Auch die Lage der optischen Axenebene kann für verschiedene Farben verschieden sein (Dispersion der Axenebenen).

Ferner wird die Grösse des Axenwinkels und die Lage der Axenebenen von der Temperatur und einer Aenderung in der chemischen Zusammensetzung beeinflusst.

Mit Rücksicht auf den Axenwinkel wird diejenige Elasticitätsaxe, welche den spitzen Winkel der optischen Axen halbirt, Bisectrix oder erste Mittellinie, diejenige, welche den stumpfen Winkel halbirt, zweite Mittellinie und diejenige Elasticitätsaxe, welche \perp zur Ebene der optischen Axen steht, optische Normale genannt.

Es ist leicht einzusehen, dass die optischen Axen und beide Mittellinien in die Ebene ac fallen, während die optische Normale mit der Axe der mittleren Elasticität coincidirt. Des Ferneren kann nun aber die erste Mittellinie mit der Axe der grössten Elasticität, also mit a , oder mit derjenigen der kleinsten Elasticität c zusammenfallen. Im ersteren Fall heisst der zweiaxige Krystall optisch negativ, im anderen Fall optisch positiv.

In positiven Krystallen liegt der Werth von b näher an c , in negativen näher an a .

Wellenfläche. Da von jedem in Schwingungen versetzten Punkt im Innern eines zweiaxigen Krystalls im Allgemeinen 2 Wellen ausgehen, so wird auch die Wellenfläche aus 2 Schalen bestehen müssen. Da aber die Elasticität rings um einen Punkt weder gleich gross noch symmetrisch ist, so können diese Schalen auch weder Kugel noch Rotationsellipsoid sein. In der That ist die Wellenoberfläche eine Fläche 4. Ordnung, die aus 2 einander sich durchdringenden ellipsoidähnlichen Schalen besteht und die durch die nachstehende Gleichung dargestellt wird:

$$(x^2 + y^2 + z^2) (a^2 x^2 + b^2 y^2 + c^2 z^2) - a^2 (b^2 + c^2) x^2 - b^2 (c^2 + a^2) y^2 - c^2 (b^2 + a^2) z^2 + a^2 b^2 c^2 = 0.$$

Um sich eine Vorstellung von dem Aussehen dieser Wellenfläche zu machen, kann man die Schnitte untersuchen, in denen dieselbe von den 3 durch die Elasticitätsaxen gelegten Ebenen geschnitten wird.

Setzt man in vorstehender Gleichung die 3 Axen der Reihe nach = 0, so erhält man die Gleichungen der gesuchten Schnitte, die sofort erkennen lassen, dass in jedem Fall die Wellenfläche in einem Kreis und in einer Ellipse geschnitten wird, denn für

	Kreis.	Ellipse.
O X = 0, also Schnitt der yz-Ebene:	$y^2 + z^2 = a^2$ und	$b^2 y^2 + c^2 z^2 = b^2 c^2$
O Y = 0, also Schnitt der xz-Ebene:	$z^2 + x^2 = b^2$ „	$c^2 z^2 + a^2 x^2 = a^2 c^2$
O Z = 0, also Schnitt der xy-Ebene:	$x^2 + y^2 = c^2$ „	$a^2 x^2 + b^2 y^2 = a^2 b^2$

In Figur 244 sind diese 3 Schnitte in perspectivischer Zeichnung dargestellt.

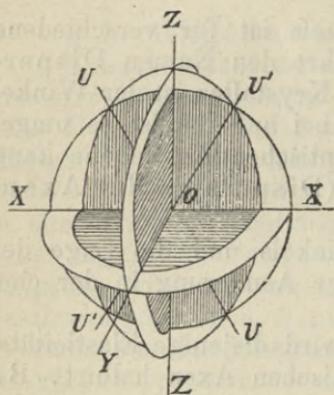


Fig. 244.

Von besonderem Interesse ist der Schnitt in der Ebene der grössten und kleinsten Elasticität, also in Fig. 244 der Schnitt in der Ebene XZ. Während in den beiden anderen Schnitten Kreis und Ellipse in einander liegen, wird hier der Kreis mit dem Radius b von der Ellipse, deren Axen a und c sind, in 4 Punkten $UU'U''U'''$ geschnitten. Die Strahlen OU und OU' nach diesen 4 Punkten heissen Strahlenaxen oder secundäre optische Axen. Es sind dies die beiden einzigen Richtungen in einem zweiachsigen Krystall, in denen sich nur ein Lichtstrahl fortbewegt.

Während eine Tangentialebene eine Wellenoberfläche in Allgemeinen nur in einem Punkt berührt, giebt es 4 singuläre, paarweise || Tangentialebenen, die \perp auf der Ebene XZ stehend, die Wellenfläche in einem Kreise berühren. Die Fortpflanzungsgeschwindigkeit

aller derjenigen Strahlen, welche sich vom Ausgangspunkt O nach irgend einem Punkt dieses Kreises bewegen, ist constant; ferner ist dieselbe gleich der mittleren Geschwindigkeit b und unabhängig von der Schwingungsrichtung, denn die Wellennormalen sind für alle diese Strahlen dieselben. Diese Wellennormalen heissen die primären optischen Axen; sie entsprechen den Lothen der Kreisschnitte im Elasticitätsellipsoid.

§ 5. Interferenzerscheinungen opt. zweiachsiger Krystalle bei gekreuzten Nicols.

1. Krystallplatten im parallel polarisirten Licht.

Das Verhalten ist durchaus analog dem einachsiger Krystallplatten.

a. Platten \perp zu einer der optischen Axen geschnitten, bleiben während der ganzen Umdrehung dunkel.

b. Platten schief oder || einer der optischen Axen geschnitten, werden 4 Mal dunkel, jedes Mal dann, wenn der Hauptschnitt eines der beiden Nicols mit einem Hauptschnitt der Platte zusammenfällt. Da die Lage der optischen Hauptschnitte abhängig ist von den Symmetrieschnitten, so können durch staurososkopische Untersuchungen die hierher gehörigen Krystallsysteme unterschieden werden.

Bei Anwendung weissen Lichtes erscheint die Platte in allen anderen Stellungen als der der Auslöschung gefärbt.

2. Krystallplatten im convergent polarisirten Licht.

a. Hier hat nur das Interferenzbild besondere Bedeutung, welches Platten \perp zu einer der Mittellinien erkennen lassen. Im homo-

genen Licht besteht dasselbe aus einer Schaar hellerer und dunklerer Ringe, wie in Fig. 245 (bei dickeren Platten) oder 246 (bei dünneren Platten), die bei kleinem Axenwinkel angenähert Lemmiskaten sind. Fällt die Ebene der optischen Axen, resp. deren Durchschnitt auf der Platte, in einen Nicol-Hauptschnitt, so werden diese Ringe, wie es die Figuren 243 und 244, von einem dunklen Kreuz durchzogen; ist die Ebene der optischen Axen um einen Winkel geneigt gegen die Nicol-Hauptschnitte, so entwickeln sich



Fig. 245.

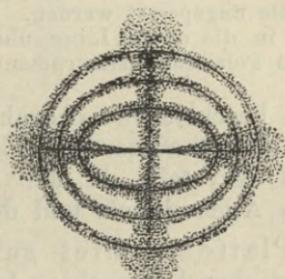


Fig. 246.

aus dem Kreuz 2 Parabeläste, deren Scheitelpunkte, die sogen. Axenpunkte, den Austrittspunkten der optischen Axen aus der Platte entsprechen und die scharf genug eingestellt werden können, um sie zur Bestimmung des Axenwinkels benutzen zu können. Die Figuren 247 und 248 stellen das Interferenzbild dar, wenn jener Winkel 45° beträgt.

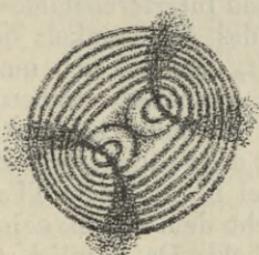


Fig. 247.

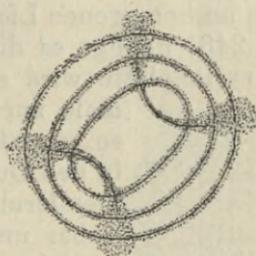


Fig. 248.

Bei Anwendung weissen Lichtes werden die Lemmiskaten im Sinne der Newton'schen Farben gefärbt, es bilden sich also isochromatische Curven; dunkle Axenpunkte können nicht entstehen, wohl aber bildet sich in Folge der Dispersion an Stelle der einzelnen Axenpunkte eine verschieden gefärbte Zone heraus, die mit einem Blick übersehen lässt, ob $\rho > \nu$ oder $\nu > \rho$ ist. Die Aufeinanderfolge der Dispersionsfarben an den Axenpunkten und ihre Orientirung zu den Symmetrieschnitten dient zur Unterscheidung der einzelnen Krystallsysteme.

Die Erklärung der Interferenzfigur bietet keine Schwierigkeit, sie ist ganz analog jener der Interferenzfigur optisch einaxiger Krystalle.

Mit Aenderung des angewendeten Lichtes ändern sich die Abstände der Axenpunkte und der Interferenzcurven; dagegen hat eine Aenderung der Plattendicke nur Einfluss auf die Abstände der Lemmiskaten.

Ist der Axenwinkel sehr gross, so reicht häufig das Gesichtsfeld des gewöhnlichen Polarisationsapparates nicht aus, um beide Axenpunkte gleichzeitig zu sehen, zumeist deswegen, weil die in der Richtung der optischen Axen verlaufenden Strahlen beim Austritt in die Luft eine weitere Divergenz erfahren. Dies kann dadurch vermieden werden, dass diejenigen beiden Linsen, zwischen denen die Platte eingeschaltet liegt, kugelförmig gestaltet und scharf an die Platte angepresst werden. Die austretenden Strahlen gehen dann ungebrochen in die obere Linse über. Eine derartige Modification liegt dem Adam'schen Polarisationsinstrument zu Grunde.

Das beschriebene charakteristische Interferenzbild zweiaxiger Krystalle findet ausser zur Erkennung der dieser Abtheilung angehörigen Krystalle in der Hauptsache Anwendung zur Bestimmung des Axenwinkels und der Lage der Elasticitätsaxen.

b. Platten schief zur ersten Mittellinie geschnitten, lassen das eben besprochene Interferenzbild mehr oder weniger verzerrt erscheinen oder zeigen bei einer gewissen Dicke das Weiss höherer Ordnung. Steht der Schnitt \perp zu einer optischen Axe, so bilden sich ellipsenähnliche Ringe heraus, die von einem einzigen Balken durchkreuzt werden.

§ 6. Bestimmungsmethoden.

a. Messung des optischen Axenwinkels.

Princip. Aus der Messung des Abstandes der beiden Axenpunkte des im homogenen Licht erzeugten Interferenzbildes (Fig. 247 oder Fig. 248) gelingt es die Grösse des Axenwinkels herzuleiten.

— Die Krystallplatte wird so befestigt, dass sie sich um die Normale zur optischen Axenebene drehen lässt und so gestattet, nach einander beide Axenpunkte in den Durchschnitt des Fadenkreuzes zu bringen. Der Drehungswinkel ist an einem Theilkreis ablesbar und entspricht dem sogen. scheinbaren optischen Axenwinkel. Da nämlich (Fig. 249) die in der Richtung der optischen Axen CD und CD' , die Platte durchlaufenden Lichtstrahlen beim Austritt eine Brechung nach DF resp. D,F erleiden, so wird durch obiges Verfahren

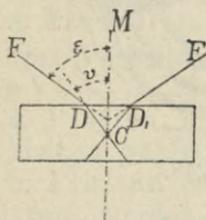


Fig. 249.

nicht der wahre Winkel $DCD' = 2v$, sondern der Winkel 2ε , d. h. der scheinbare Axenwinkel gemessen; aber aus der Kenntniss des zugehörigen Br.-I. lässt sich v und ε berechnen. Dieser Br.-I. ist gleich dem mittleren Haupt-Br.-I. β , da die Schwingungen der die Platte durchlaufenden Strahlen mit der Geschwindigkeit b vor sich gehen und demnach ist

$$\sin v = \frac{1}{\beta} \cdot \sin \varepsilon. \quad (II).$$

Zur Ausführung bedient man sich zweckmässig des Groth'schen Universalinstrumentes, das zu diesem Behuf eine Anordnung wie Fig. 250 erfährt. K ist der Theilkreis des Goniometers; an Stelle des Krystallträgers mit der Justir- und Centrirvorrichtung wird in die Hülse E eine metallene Axe eingeführt, die unten in eine Pincette ausläuft und hier die Platte p trägt. An letzterer lässt sich an der Scheibe F eine Horizontal-, innerhalb der Hülse f

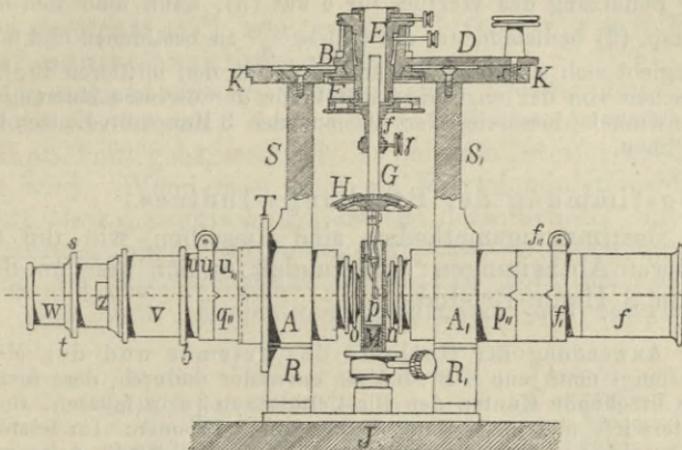


Fig. 250.

unter Benutzung der Schraube γ eine Verticalverschiebung und mittelst des Petzval'schen Trägers H die Justirung bewirken. — In die röhrenartigen Erweiterungen des Stativs bei A und A₁ werden die beiden Hälften des Polarisationsapparates geschoben, an denen Nicols und Fadenkreuz so orientirt sind, dass die beiden Fäden des letzteren \parallel resp. \perp zum Theilkreise, die Nicolhaupt- schnitte aber 45° dagegen geneigt sind. Das auf einen Axenpunkt eingestellte Interferenzbild der Platte wird sich wie in Fig. 251 darstellen. Durch Drehung des Armes D, der an der Hülse B sitzt, lassen sich nach einander beide Axenpunkte in den Durchschnitt des Fadenkreuzes bringen; die Differenz beider Ablesungen ergibt den scheinbaren Axenwinkel.

Bei einer gewissen Grösse des Axenwinkels werden die in der Richtung der optischen Axen verlaufenden Strahlen bei ihrem Austritt in Luft total reflectirt und es entsteht daher kein Interferenzbild. Man erhält aber ein solches, wenn man die Platte mit Oel umgibt, das sich in einem kleinen Glasgefäss (M in Fig. 250) befindet. Ist der Br.-I. des Oels = n und ε , der halbe scheinbare Axenwinkel in Oel, so geht die Formel II auf S. 122 über in

$$\sin \nu = \frac{n}{\beta} \cdot \sin \varepsilon,$$

da $\sin \varepsilon = n \cdot \sin \varepsilon,$

Gelingt es mit Hülfe von Oel bei einer Platte \perp zur zweiten Mittellinie auch noch den stumpfen Winkel $\varepsilon,$ der optischen Axen zu messen, so wird zur Bestimmung des wahren Axenwinkels die Kenntniss von n und β entbehrlich, denn aus der Messung des spitzen Axenwinkels folgt:

$$\sin \nu = \frac{n}{\beta} \cdot \sin \varepsilon, \quad (1),$$

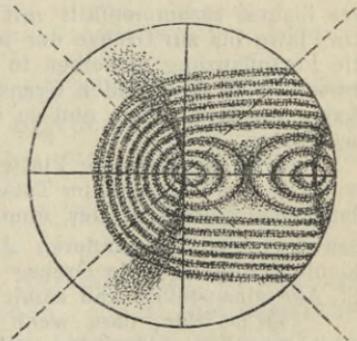


Fig. 251.

aus der des stumpfen:

$$\sin(90 - \upsilon) = \frac{n}{\beta} \cdot \sin \varepsilon, \quad (2),$$

folglich

$$\operatorname{tg} \upsilon = \frac{\sin \varepsilon,}{\sin \varepsilon,} \quad (3).$$

Unter Benutzung des Werthes für υ aus (3), kann man sich der Gleichung (1) resp. (2) bedienen, um die Grösse $\frac{n}{\beta}$ zu bestimmen und falls n bekannt ist, ergibt sich somit leicht der Werth für den mittleren Br.-I. β .

Abgesehen von der angeführten Methode der directen Messung des optischen Axenwinkels, lässt sich derselbe aus den 3 Haupt-Br.-I. nach Formel I S. 119 berechnen.

b. Bestimmung der Brechungs-Indices.

Die Bestimmungsmethoden sind dieselben wie die für die beiden anderen Abtheilungen; nur handelt es sich hier um die Feststellung von 3 Haupt-Br.-Indices.

Unter Anwendung der Methode des Prismas und der Minimalstellung erlangt man jene 3 Br.-Indices entweder dadurch, dass man 3 Prismen, deren brechende Kanten den Elasticitätsaxen \parallel sein müssen, der Untersuchung unterwirft oder schon mit Hülfe von 2 Prismen. Im letzteren Fall müssen die brechenden Kanten beider Prismen ebenfalls \parallel 2 El.-Axen verlaufen, daneben muss aber die Halbirende des einen Prismas mit der dritten El.-Axe zusammenfallen. — Ebenso genügen schon 2 Prismen, wenn von deren Begrenzungsflächen je eine einem Hauptschnitt des Krystalls \parallel geht. Die auf die Prismen auffallenden Strahlen müssen dann aber \perp zu diesen Flächen stehen. Die nähere Erläuterung dieser Methode und die zur Anwendung kommenden Rechnungsformeln finden sich bei Groth, S. 101–102.

Unter Benutzung der auf der Totalreflexion beruhenden Methoden reicht sogar eine einzige Platte aus, um alle 3 H.-Br.-Indices zu bestimmen. Dabei ist aber Voraussetzung, dass diese Platte \parallel einer El.-Axe ist.

Man orientirt die Platte in dem Instrument¹⁾ so, dass die Einfallsebene des Lichtes zusammenfällt mit der in der Platte liegenden El.-Axe. Sobald die Platte bis zur Grenze der totalen Reflexion des Lichtes gedreht ist, erfolgt die Fortpflanzung desselben in der Richtung jener El.-Axe, die Schwingungen desselben an den beiden Grenzen müssen demnach \parallel den beiden anderen El.-Axen vor sich gehen und so wird es möglich, sogleich 2 H.-Br.-Indices zu bestimmen.

Wird alsdann die Platte um 90° in ihrer eigenen Ebene gedreht und wieder auf die Grenze der Totalreflexion eingestellt, so schwingt nunmehr von den beiden Strahlen der eine in der Richtung der El.-Axe, während die Schwingungen des anderen \perp dazu erfolgen. Mit Hülfe eines vorgesetzten Nicols gelingt es, die Grenze der Totalreflexion für die Schwingungen \parallel der El.-Axe einzustellen und somit den dritten H.-Br.-I. zu erhalten.

Es ist klar, dass wenn die Platte \parallel einem Hauptschnitt ist, in der geschilderten Weise der eine der H.-Br.-I. sogar doppelt bestimmt wird.

Eine Methode, den mittleren Br.-I. β allein zu bestimmen unter Verwerthung des optischen Axenwinkels ist auf vorliegender Seite angegeben.

Zur Berechnung der Br.-Indices für andere Farben als für die gemessenen wird die Cauchy'sche Dispersionsformel (S. 98) angewendet.

¹⁾ Zur Ausführung ist sowohl das Kohlrausch'sche wie das Wollaston'sche Instrument geeignet. Da optisch zweiaxige Platten eine bestimmte Orientirung bedürfen, so sind beiden Instrumenten Apparate beigegeben, die eine Drehung der Platte um einen bestimmten Winkel ermöglichen und die Ablesung des Drehungswinkels gestatten.

c. Bestimmung des Charakters der Doppelbrechung.

Aus der Kenntniss der 3 H.-Br.-Indices ergibt sich der Charakter unmittelbar. Fällt die erste Mittellinie mit c zusammen, so ist der Krystall positiv, fällt sie dagegen mit a zusammen, negativ.

Ohne Kenntniss der H.-Br.-Indices gelingt die Bestimmung des Charakters

1. an Platten \perp zur ersten Mittellinie mit Hülfe des Viertelundulationsglimmerblättchens.

Man schiebt die zu untersuchende Krystallplatte so in das Polarisationsinstrument, dass dessen optische Axenebene \parallel einem Nicolhauptschnitt geht, wodurch das normale Interferenzbild Fig. 245 erzeugt wird. Wenn man dann ein Viertelundulationsblättchen so hinzufügt, dass die optische Axenebene desselben 45° mit den Nicolhauptschnitten bildet, so findet bei positiven Krystallen eine Abänderung der Interferenzfigur wie in Fig. 252, bei negativen wie in Fig. 253 statt. Diejenigen Quadranten des Interferenzbildes,

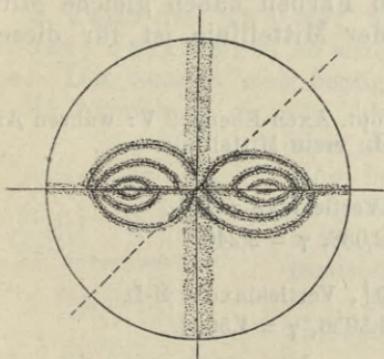


Fig. 252.

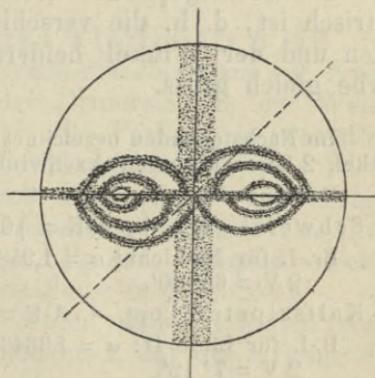


Fig. 253.

welche von der optischen Axenebene des Glimmers (in beiden Figuren durch eine gestrichelte Linie angedeutet) durchschnitten werden, erfahren bei positiven Krystallen eine Verengung, bei negativen eine Erweiterung.

2. Diese Veränderung des Interferenzbildes ist jedoch nur deutlich, wenn der Axenwinkel klein ist. Ist er gross, so wendet man vortheilhafter den Quarzkeil an. Die Krystallplatte wird in diagonalen Stellung in den Apparat geschoben, sodass die schwarzen Hyperbeln sichtbar sind. Darauf wird der Quarzkeil einmal \parallel , ein zweites Mal \perp zur Axenebene des Krystalls allmählich eingeführt. In einem dieser Fälle tritt eine Erweiterung der Interferenzkurven ein. Zeigt sich diese Erweiterung dann, wenn der Keil \parallel der Axenebene, also \parallel der zweiten Mittellinie eingeschoben war, so ist diese Mittellinie negativ, da der Quarz positiv ist; demnach ist die erste Mittellinie die Axe der kleinsten Elasticität, d. h. die Platte ist positiv. Tritt dagegen die Erweiterung der Ringe ein, wenn die Längsaxe des Keils \perp zur Axenebene der Platte steht, so ist letztere negativ.

3. Bei Platten \parallel der optischen Axenebene bedient man sich des Quarzkeils und verfährt dabei ganz so, wie es früher (S. 117) bei optisch einaxigen Krystallen geschildert wurde.

§ 7. Charakteristische und unterscheidende Merkmale der in diese Abtheilung gehörenden Krystallsysteme.

1. Rhombisches System.

Die El.-Axen fallen für alle Farben und Temperaturen mit den Krystallaxen zusammen und somit auch die optischen Hauptschnitte mit den Symmetrieebenen.

Es muss daher eines der Pinakoide das Interferenzbild erkennen lassen.

Daraus folgt, dass bei der stauroskopischen Untersuchung auf allen den Flächen gerade Auslöschung stattfindet, deren Begrenzungskanten einer krystallographischen Axe \parallel laufen, also auf den Pinakoid- und Prismenflächen.

Ferner folgt, dass die Dispersion der optischen Axen symmetrisch ist, d. h. die verschiedenen Farben haben gleiche Mittellinien und der Winkel beiderseits der Mittellinie ist für dieselbe Farbe gleich gross.

Im Nachstehenden bezeichnet A-E: opt. Axen-Ebene, 2 V: wahren Axenwinkel, 2 E: scheinbaren Axenwinkel, M-L: erste Mittellinie.

Beispiele:

Schwefel. opt. +, A-E = $\{010\}$, Verticalaxe = M-L.

Br.-I. für Na-Licht: $\alpha = 1,958$, $\beta = 2,038$, $\gamma = 2,240$.

2 V = $69^\circ 40'$.

Kalialpeter. opt. -, A-E = $\{100\}$, Verticalaxe = M-L.

B.-I. für Linie D: $\alpha = 1,3346$, $\beta = 1,5056$, $\gamma = 1,5064$.

2 V = $7^\circ 12'$.

Aragonit. opt. -, A-E = $\{100\}$, Verticalaxe = M-L.

Br.-I. für Linie D: $\alpha = 1,5301$, $\beta = 1,6816$, $\gamma = 1,6859$.

2 V (berechnet) = $17^\circ 50'$, 2 E = $30^\circ 14'$.

2 V (gemessen) = $18^\circ 11'$, 2 E = $30^\circ 52'$.

Cerussit. opt. -, A-E = $\{010\}$, Verticalaxe = M-L.

Br.-I. für Linie D: $\alpha = 1,8037$, $\beta = 2,0763$, $\gamma = 2,0780$.

2 V = $8^\circ 14'$, 2 E = $17^\circ 8'$.

Schwerspath. opt. +, A-E = $\{010\}$, Brachyaxe = M-L.

Br.-I. für Linie D: $\alpha = 1,6363$, $\beta = 1,6375$, $\gamma = 1,6480$.

2 E = $63^\circ 12'$.

Coelestin. opt. +, A-E = $\{010\}$, Brachyaxe = M-L.

Br.-I. für Linie D bei 20°C. : $\alpha = 1,61958$, $\beta = 1,62168$, $\gamma = 1,62790$.

2 E (bei 16°C.) = $88^\circ 38'$.

Anglesit. opt. +, A-E = $\{010\}$, Brachyaxe = M-L.

Br.-I. für Linie D bei 20°C. : $\alpha = 1,87709$, $\beta = 1,88226$, $\gamma = 1,89368$.

2 V bei gewöhnl. Temperatur $75^\circ 24'$, bei $200^\circ = 89^\circ 17'$.

Olivin. opt. +, A-E = $\{001\}$, Brachyaxe = M-L.

Br.-I. für gelb.: $\alpha = 1,661$, $\beta = 1,678$, $\gamma = 1,697$.

2 V = $87^\circ 46'$.

Kieselzinkerz. opt. +, A-E = $\{100\}$, Verticalaxe = M-L.

Br.-I. für gelb.: $\alpha = 1,6136$, $\beta = 1,6170$, $\gamma = 1,6360$.

2 V = $46^\circ 9'$, 2 E = $78^\circ 39'$.

Topas. opt. +, A-E = $\{010\}$, Verticalaxe = M-L.

Br.-I. für Linie D: $\alpha = 1,6116$, $\beta = 1,6138$, $\gamma = 1,6211$.

$2V = 56^{\circ} 39'$, $2E = 100^{\circ} 40'$.

2. Monoklines System.

Eine der El.-Axen fällt für alle Farben und Temperaturen mit der Orthoaxe zusammen, während die beiden andern El.-Axen ihre Lage stets in der Symmetrieebene haben, innerhalb derselben aber für verschiedene Farben und Temperaturen verschieden gelegen sind.

Daraus folgt:

Dass bei der staurososkopischen Untersuchung Auslöschung dann stattfindet, wenn eine der Orthoaxe \parallel Kante mit einem Nicolhauptschnitt zusammenfällt, d. h. also, die Auslöschung ist auf den Orthodomen eine gerade, auf allen übrigen Flächen eine schiefe.

Bezüglich der Lage der optischen Axenebene und der damit zusammenhängenden Dispersion sind 3 Fälle möglich, je nachdem a, b oder c in die Orthoaxe fallen.

1. Fällt die Axe der mittleren Elasticität b mit der Orthoaxe zusammen, so wird die Symmetrieebene zur opt. Axenebene. Das äussert sich bezüglich der Dispersion in der Weise, dass die Axenebene dieselbe bleibt für alle Farben, in derselben aber die erste Mittellinie für jede Farbe eine besondere Lage hat. — Geneigte Dispersion (Dispersion inclinée Des-Cloizeaux). Gyps, Epidot, Diopsid. Schematische Darstellung in Fig. 254.



Fig. 254.

In den beiden anderen Fällen steht die opt. Axenebene \perp auf der Symmetrieebene.

Es kann dann sein

2. dass die erste Mittellinie zur Orthoaxe wird. Als dann muss diese erste Mittellinie für alle Farben dieselbe bleiben, während die Axenebenen für die einzelnen Farben sich fächerartig herum gruppieren. Gedrehte Dispersion (D. tournante ou croisée Des-Cl.), Borax, Heulandit. Schematische Darstellung in Fig. 255.

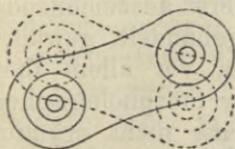


Fig. 255.

3. Die zweite Mittellinie wird zur Orthoaxe. Die optischen Axenebenen der verschiedenen Farben sind einander und der Orthoaxe \parallel , fallen im übrigen aber auseinander. — Horizontale Dispersion (D. horizontale Des-Cl.). Orthoklas. Schematische Darstellung in Fig. 256.

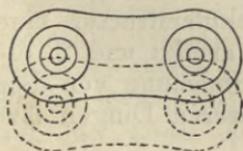


Fig. 256.

Beispiele.

Gyps. opt. —, A-E bei gewöhnl. Temperatur = $\{010\}$. Dispersion geneigt. M-L. im stumpfen Winkel der Krystallaxen und bildet mit a einen Winkel von $23^{\circ} 43'$, dabei ist $2V = 61^{\circ} 24'$.

Br.-I. für die Linie D bei $16,8^{\circ}C$. $\alpha = 1,5207$, $\beta = 1,5228$, $\gamma = 1,5305$.

Epidot. opt. —, A-E = $\{010\}$. Dispersion geneigt. M-L. fast vertical, liegt im spitzen Winkel und bildet mit c $2^{\circ} 56'$ für Roth, $2^{\circ} 26'$ für Grün.

Br.-I. für Roth. $\alpha = 1,7305$, $\beta = 1,7541$, $\gamma = 1,7677$. $2V = 73^{\circ} 36'$.

Kaliglimmer. opt. —, A-E: senkrecht zur Symmetrieebene. M-L. $1/2^{\circ}$ – 2° nach hinten gegen Axe c geneigt.

Br.-I. für rothes Glas: $\alpha = 1,537$, $\beta = 1,541$, $\gamma = 1,574$. $2E = 60^{\circ}$ – 70° .

Augit. opt. +, A-E = $\{010\}$. M-L. liegt im stumpfen Axenwinkel und bildet mit c Winkel von 39° – 54° , $2V = 61^{\circ}$ – 68° ; $\beta = \text{ca. } 1,70$.

Hornblende. opt. —, A-E = $\{010\}$. M-L. liegt im spitzen Axenwinkel und bildet mit c 1° – 18° , $2V = 80^{\circ}$ – 85° . $\beta = \text{ca. } 1,64$.

Orthoklas. opt. —, A-E meist $\perp \{010\}$. Dispersion horizontal. M-L. liegt im stumpfen Axenwinkel, bildet mit c 111° – 112° .

Br.-I. für Gelb (Adular vom St. Gotthard): $\alpha = 1,5190$, $\beta = 1,5237$, $\gamma = 1,5260$. $2V = 69^{\circ} 43'$, $2E = 121^{\circ} 6'$. (Für andere Varietäten ist der Axenwinkel zuweilen sehr klein, sodass für eine Farbe die Axen zusammenfallen, während sie für eine andere Farbe in $\{010\}$ auseinander gehen.)

3. Triklines System.

Zwischen den krystallographischen und den Elasticitäts-Axen besteht gar keine Beziehung mehr.

Auf allen Flächen hat schiefe Auslöschung statt.

Für verschiedene Farben ändert sich sowohl die Lage der opt. Axenebene wie die der zugehörigen Mittellinien, ohne dass irgend welche Symmetrie hervortritt.

Beispiele.

Albit. opt. +, A-E schneidet $\{010\}$ in einer Geraden, welche 20° mit der Brachyaxe, $96\frac{1}{2}^{\circ}$ mit der Verticalaxe bildet. Dispersion stark geneigt, eine andere nicht deutlich erkennbar. Axenwinkel in Oel für roth $80^{\circ} 39'$, für blau $81^{\circ} 59'$.

Das jedes einzelne Krystallsystem besonders auszeichnende optische Verhalten, wie es im Vorhergehenden abgehandelt, gewährt die Ermittlung neuer charakteristischer Merkmale, vor allem aber die Ermittlung der Symmetrie, wo diese aus der morphologischen Untersuchung aus dem einen oder anderen Grunde nicht erkannt werden kann. Doch sind von der gegebenen Charakteristik zwei Abweichungen zu vermerken, 1. die Circularpolarisation gewisser Krystalle, bei denen in Folge eigenartiger Molekularstructur eine bestimmte Abänderung des optischen Verhaltens erfolgt und 2. die Erscheinung der optischen Anomalien, wo die Abweichung von dem gesetzmässigen optischen Verhalten mehr in äusseren Dingen ihre Ursache hat.

1. Die Circularpolarisation. Die Grundlage der vorausgehenden Charakteristik bildet die Eigenschaft der anisotropen Krystalle, das Licht linear zu polarisiren, d. h. die Aetherschwingungen nur in bestimmten Ebenen erfolgen zu lassen. Nun giebt es jedoch eine kleine Anzahl von Medien, sowohl optisch isotrope,

wie anisotrope, die die Eigenthümlichkeit besitzen, in bestimmten Richtungen den in sie eintretenden Aetherschwingungen des Lichtes eine rotirende kreisförmige Bewegung zu verleihen. Diese Eigenschaft, zuerst von Arago am Quarz 1811 entdeckt, von Fresnel 1817 erklärt, wird als Circularpolarisation bezeichnet. Dieselbe findet sich unter den Mineralien ausser am Quarz nur noch am Zinnober, und zwar bei beiden hexagonalen Mineralien in der Richtung der Hauptaxe. Die begleitenden Erscheinungen werden am bequemsten an einer senkrecht zur Hauptaxe geschnittenen Quarzplatte beobachtet.

a. Quarzplatte im parallelen Licht.

Dieselbe wird im homogenen Licht bei gekreuzten Nicols nicht dunkel, und ebenso ändert sich die Intensität nicht, wenn man die Platte in der eigenen Ebene dreht.

Dunkelheit tritt erst ein, wenn man den oberen oder den unteren Nicol dreht. Die Grösse des Drehungswinkels hängt ab von der Dicke der Platte und von der angewendeten Farbe, also von der Wellenlänge.

Der Drehungswinkel ist nach Biot proportional der Dicke. — Bei Platten von 1 mm Dicke beträgt der Drehwinkel für die nachstehenden Fraunhofer'schen Linien:

für	A	B	C	D	E	F	G	H
	12,67°	15,75°	17,32°	21,74°	27,54°	32,77°	42,60°	51,20°.

Bei Anwendung weissen Lichts tritt überhaupt in keiner Stellung der Nicols zu einander Dunkelheit ein; dagegen erscheint die Platte gefärbt und zwar bei jeder Drehung des obern Nicols in anderer Farbe, vorausgesetzt dass die Platte eine bestimmte Dicke nicht überschreitet.

b. Quarzplatte im convergenten Licht.

Das Interferenzbild entspricht dem der linearpolarisirenden optisch einaxigen Medien; doch reicht das dunkle Kreuz nicht bis in das mittlere Feld hinein, sondern dieses erscheint hell und zwar bei homogenem Licht in der Farbe des angewendeten Lichtes, bei weissem Licht in verschiedener Färbung. In letzterem Fall wechseln die Farben mit der Drehung der Nicols nach Art der Spectralfarben. Beim Uebergang von violett nach roth tritt bei Platten von weniger als 5 mm Dicke eine neutrale violettgraue Färbung (teinte de passage, teinte sensible) auf, die bei der geringsten Drehung eines der beiden Nicols oder einer hinzugefügten anisotropen Krystallplatte in roth oder in violett umschlägt. Daher kann eine solche auf die teinte sensible eingestellte Quarzplatte zur Erkennung schwacher Doppelbrechung verwendet werden (cf. S. 106). Bei einer Platte von 3,75 mm Dicke tritt die teinte sensible dann auf, wenn die Nicols parallel sind; bei gekreuzten Nicols färbt sich das Gesichtsfeld gelb.

Erklärung. Die aus dem Polarisator in die Quarzplatte eintretenden linearpolarisirten Lichtstrahlen zerfallen in derselben in 2 Strahlen mit ent-

gegengesetzt gerichteten kreisförmigen Schwingungen von gleicher Intensität, aber verschiedener Geschwindigkeit. Beim Austritt aus der Quarzplatte vereinigen sich dieselben wieder zu gemeinsamer linearer Schwingung, aber da eine der beiden Kreisschwingungen der anderen vorausgeeilt ist, so ist die resultirende Schwingungsrichtung des austretenden Strahls nicht jener des eintretenden mehr parallel. Es muss daher der obere Nicol gedreht werden, um Auslöschung zu erzeugen, und zwar um so mehr, je dicker die Platte und je grösser die Geschwindigkeit des angewandten homogenen Lichtes ist, also mehr beim Violett als beim Roth.

Bei weissem Licht tritt aus letzterem Grunde Dispersion ein, die jedoch für das Auge erst sichtbar wird, wenn durch den oberen Nicol einzelne λ ausgelöscht oder geschwächt sind.

Unter den Quarzen giebt es nun solche, bei denen die Polarisationsebene nach rechts und solche, bei denen sie nach links gedreht werden muss, um bei homogenem Licht Auslöschung zu erzielen. Danach unterscheidet man rechts und links drehende Quarze. Dieses optische Verhalten steht in Uebereinstimmung mit der krystallographischen Ausbildung. An den Rechtsquarzen finden sich die positiven Trapezoederflächen rechts, an den Linksquarzen finden sich dieselben Flächen links von der Hauptrhomboiderfläche.

Ob rechts- oder linksdrehende Quarze vorliegen kann man auch noch in anderer Weise erkennen. Die normale Reihenfolge der Newton'schen Farben vom Roth über Gelb zum Blau erfolgt bei ersteren durch Rechtsdrehung, bei letzteren durch Linksdrehung des oberen Nicols. — Ferner: die Interferenzringe eines Rechtsquarzes erweitern sich durch Rechtsdrehung des oberen Nicols, diejenigen des Linksquarzes durch eine Linksdrehung.

Legt man eine rechts- und eine linksdrehende Quarzplatte über einander, so entsteht die Interferenzfigur der Airy'schen Spirale, eine Figur, die zuweilen auch einzelne Platten von Quarzzwillingen (Brasilianer Gesetz) wahrnehmen lassen.

In ganz gleicher Weise wird die Circularpolarisation am Zinnober wahrgenommen, nur ist das Drehungsvermögen desselben 15 mal so stark. Weiter zeigen eine Reihe künstlicher Krystalle, wie Natriumchlorat, Strychninsulfat, ausserdem auch einige Flüssigkeiten und Gase die Fähigkeit, das Licht circular zu polarisiren. Soweit es sich um Krystalle, natürliche wie künstliche handelt, sind dieselben allesammt enantiomorph entwickelt. Dennoch ist die Enantiomorphie nicht die einzige Bedingung für Circularpolarisation, denn dieselbe tritt bei den isomorphen Nitraten des Bleis, Strontiums, Baryums, welche in typisch regulär tetartoedrischen, also enantiomorphen Formen krystallisiren, nicht auf.

Die Ursache der Circularpolarisation ist in der molekularen Structur des Mediums zu suchen, was durch die Reusch'sche Combination von 2-axigen Glimmerblättchen, die unter Winkeln von 120° auf einander geschichtet werden und Circularpolarisation zeigen, sehr wahrscheinlich gemacht wird.

2. Optische Anomalien.

Unter optischen Anomalien versteht man die Eigenthümlichkeit gewisser Krystalle, dass dieselben optische Eigenschaften aufweisen, die ihrer morphologischen Symmetrie nicht zukommen.

Namentlich besteht eine Discordanz zwischen morphologischer Beschaffenheit und optischem Verhalten bei gewissen Krystallen des regulären Systems, die sich als anisotrop erweisen und solchen des tetragonalen und hexagonalen Systems, die in der Richtung der Hauptaxe doppeltbrechend sind. Dabei zeigt sich jedoch vielfach, dass nur gewisse Vorkommnisse eines und desselben Minerals anomale Erscheinungen darbieten, während andere sich ganz gesetzmässig verhalten, ferner dass die anomale Erscheinung nicht an allen Stellen derselben Krystallplatte dieselbe ist und dass häufig auf solchen Platten bei der Betrachtung zwischen + Nicols eine Theilung in Felder und Sectoren eintritt. Nach den Untersuchungen von C. Klein und Ben-Saude können die anomalen optischen Erscheinungen eines Krystalls sogar verschieden sein, wenn die aus ihm hergestellten Platten verschiedenen Flächen parallel gehen.

Gewöhnliche Beispiele anomalen optischen Verhaltens bieten im regulären System gewisse Vorkommnisse des Alauns, Steinsalzes, Granats und Flusspaths; ferner der Boracit, Leucit und Perowskit, im tetragonalen System Apophyllit, Zirkon, Vesuvian, Mellit, im hexagonalen System Turmalin, Beryll, Chabasit etc.

Die Erklärungen dieser Abweichungen sind in verschiedener Weise versucht worden, namentlich sind 2 Anschauungen hervorzuheben.

1. Die optischen Anomalien sind die Folge von im Innern des Krystalls herrschenden Spannungen.

Durch den Versuch lässt sich nachweisen, dass Glas und die verschiedensten regulären Mineralien durch Druck und Pressung, wie es am bequemsten mit einem von Bücking construirten Apparat nachgewiesen werden kann, der die Grösse der ausgeübten Pressung zu reguliren und messen gestattet, doppelt brechend werden. Glasstreifen, die mit der Hand gebogen werden, hellen das Gesichtsfeld bei + Nicols auf.

Alaun, aus einer stark mit CO_2 geschwängerten Lösung auskrystallisirt, ist anisotrop, wenn dagegen chemisch rein oder ohne isomorphe Beimischung, isotrop. Wie weit einfache Spannungen von Einfluss sein können, lässt sich beurtheilen aus dem Umstand, dass Colloidsubstanzen (Gelatine) in Hohlformen von Octaedern etc. erstarrt, Doppelbrechung zeigen.

Analog können nun bei der Auskrystallisation aus wässriger Lösung, beim Erstarren aus dem feuerflüssigen Zustand, beim Fortwachsen, als Folge mechanischer Einschlüsse (fremde Krystalle und Gase) Spannungen entstehen, die eine Störung der Molekularstructur hervorrufen.

2. Die von Mallard scharfsinnig vertheidigte Ansicht, dass die optischen Anomalien auf mimetische Zwillingbildungen zurückzuführen sind.

Die häufige Beobachtung, dass Zwillinge die Symmetrie höherer Systeme nachahmen, legt den Gedanken nahe, dass Krystalle mit anomalem optischem Verhalten Sammelformen darstellen, welche sich aus in cyclischer Zwillingverwachsung befindlichen Individuen von

niederer Symmetrie aufbauen, und die im convergenten Licht an Platten wahrzunehmende Feldertheilung entspricht einer solchen Deutung. Nach Mallard besteht der Alaun aus 8 hexagonalen, der Boracit und Flussspath aus 12 rhombischen, der Granat aus vielen triklinen, der Analcim aus 12 rhombischen Individuen etc.

Jede der beiden Anschauungen ist geeignet, in bestimmten Fällen die optische Anomalie zur Genüge aufzuklären. Für das eigenthümliche optische Verhalten jedoch, das gewisse Mineralien wie Leucit, Boracit u. a. darbieten, erscheint eine anderweitige Erklärung näher liegend oder nothwendig, nämlich die, dass überhaupt keine Anomalie vorliegt, sondern dass die Discordanz zwischen Form und optischem Verhalten durch Dimorphie zu Stande kommt in der Art, dass das Mineral unter Beibehaltung der Krystallform, welche seiner Molekularstructur bei der Bildung entsprach, sich in Folge äusserer Einwirkungen (Temperaturunterschiede etc.) in eine dimorphe Modification umsetzte, der nun die optischen Eigenschaften entsprechen. Bei einer solchen Dimorphie ist also Bedingung, dass die die zweite Form aufbauenden Individuen Form- und Winkelverhältnisse darbieten, die die Beibehaltung der ursprünglichen Gestalt innerhalb sehr naher Grenzen ermöglichen. So wurde von Mallard nachgewiesen, dass der seiner Form nach typisch regulär-hemiedrische, seinem optischen Verhalten nach rhombische Boracit bei einer Temperaturerhöhung auf ca. 265° plötzlich für alle Farben isotrop wird und dies auch bei weiterer Temperatursteigerung bleibt, dagegen bei sinkender Temperatur wieder anisotrop wird. — Ebenso wird, wie C. Klein dargethan, eine das optische Verhalten rhombischer Krystalle darbietende Platte von Leucit, dessen charakteristische Form das reguläre Ikositetraeder ist, bei einer Temperatur über 265°C . isotrop. Aehnliches gilt dann noch vom Tridymit, dessen scheinbar hexagonale Tafeln bei gewöhnlicher Temperatur sich optisch als Zwillinge trikliner Krystalle ausweisen, bei mässigem Erhitzen in der Richtung senkrecht zu den Tafeln aber einfach brechend werden, d. h. den Bedingungen des hexagonalen Systems entsprechen. Auch für den äusserlich regulären, optisch rhombischen Perowskit dürfte nach C. Klein eine entsprechende Erklärung möglich sein.

Für das Verständniss und die Deutung der optischen Anomalien mancher Mineralien kommt dann aber weiter noch in Betracht, dass wasserhaltige Mineralien, wie gewisse Zeolithe (z. B. Chabasit) nach den Untersuchungen C. Klein's in Folge stattgehabter Verwitterung anomale optische Erscheinungen zeigen, die beim Erwärmen in Wasserdampf wieder in die normalen übergehen. In einzelnen Fällen mag auch Biot's Polarisation lamellaire zur Erklärung ausreichen. Dieselbe setzt lamellären Aufbau des Krystalls voraus, dessen Lamellen in ihrer Gesammtheit wie ein polarisirendes Glaspacket wirken.

Cap. VI.

Anderweitige optische Eigenschaften. § 1. Glanz. § 2. Durchsichtigkeit. § 3. Farbe. § 4. Pleochroismus. § 5. Fluorescenz.
§ 6. Phosphorescenz.

§ 1. Glanz. — Der Glanz ist eine von der Reflexion abhängige Eigenschaft. Nach der Qualität desselben unterscheidet man:

Metallglanz, der sich typisch nur bei undurchsichtigen Mineralien findet. Metalle und viele Erze.

Diamantglanz, typisch nur an durchsichtigen Mineralien. Diamant, Weissbleierz. Eine Abart ist der diamantartige Metallglanz der Blende, des Rothgültigerzes etc.

Glasglanz, bei den meisten durchsichtigen Mineralien: die grosse Mehrzahl der Silicate.

Perlmutterglanz bei leicht spaltbaren durchsichtigen Mineralien. Gyps, Glimmer, Desmin.

Fettglanz bei gewissen muschlig brechenden Mineralien wie Eläolith, Gangquarz.

Seidenglanz bei durchsichtigen faserigen Mineralien. Faser-gyps, Faserkalk, Katzenauge, Weissbleierz.

Der grössere oder geringere Grad des Glanzes wird bedingt durch die äussere Beschaffenheit der Krystallflächen, durch die Structur, das Korn etc. Es lassen sich vielerlei Abstufungen unterscheiden, wie starker, schwacher Glanz, schimmernd (Feuerstein), matt (Kreide) etc.

Die Vertheilung der Art und Stärke des Glanzes auf die verschiedenen Flächen eines Krystalls erfolgt wiederum im Sinne der Symmetrie. —

Die in einen Körper eintretenden Aetherschwingungen des Lichtes gehen nicht völlig ungehindert durch denselben hindurch, sondern theilen sich in höherem oder geringerem Maasse den Körpermolekülen mit. Das eintretende Licht wird dadurch geschwächt.

Erlangen durch die verschwindenden leuchtenden Strahlen die Körpermoleküle nur eine geringe Schwingungszahl, die sich als dunkle Wärme äussert, so führt die Erscheinung den Namen Absorption, wird die Schwingungszahl derart erhöht, dass der Körper selbst leuchtend wird, so heisst die Erscheinung für den Fall, dass dieselbe mit der Bestrahlung beginnt und aufhört, Fluorescenz, dagegen Phosphorescenz, wenn sie erst nach der Bestrahlung beginnt und darüber hinaus noch eine Zeit lang fort dauert.

Auf der Absorption beruhen die Eigenschaften der Durchsichtigkeit, des Pleochroismus und der Körperfarbe.

§ 2. Durchsichtigkeit. Dieselbe hängt von der Quantität der absorbirten Lichtstrahlen ab. Absorbirt ein Mineral nahezu oder ganz alle Lichtstrahlen, so heisst es undurchsichtig, absorbirt es wenig oder gar keine Lichtstrahlen, so heisst es durchsichtig. Man kann somit eine ganze Reihe von Abstufungen zwischen wasserhell durchsichtigen, durchscheinenden und undurchsichtigen Mineralien unterscheiden.

Die Durchsichtigkeit eines Minerals hängt ferner sehr wesentlich von dessen Dicke ab, daher lassen sich an der Mehrzahl derselben die verschiedensten Grade der Durchsichtigkeit wahrnehmen. Mineralien, die auch in ganz dünnen Schichten noch nicht durchsichtig werden, heissen opak. Dahin gehören die Metalle und die meisten Erze. Doch wird u. A. auch der opake Magnetit, wenn er zwischen Glimmerlamellen eingewachsen ist (z. B. der von Pensburg), mit brauner Farbe durchscheinend.

§ 3. Farbe der Mineralien. Ist die Absorptionsfähigkeit eines Körpers für alle Schwingungszahlen gleich gross, so ist er farblos; werden dagegen verschiedene Schwingungszahlen verschieden absorbirt, so ist er farbig. Die ausgelöschten Farben lassen sich durch ein Spectroskop controliren.

Die an einem Mineral wahrgenommene Farbe kommt durch die Vermischung des nicht absorbirten und des reflectirten Lichtes zu Stande.

Man muss farbige (idiochromatische) und gefärbte (allochromatische) Mineralien unterscheiden, je nachdem die Farbe von der Substanz des Minerals selbst herrührt oder bedingt wird durch diejenige eines zufällig eingemengten Pigmentes. Zu den farbigen Mineralien gehören die Metalle, die meisten Erze etc., zu den gefärbten die grosse Mehrzahl der Oxy- und Haloidsalze.

Während die Farbe für die idiochromatischen Mineralien ein charakteristisches Merkmal abgiebt, ist sie für die allochromatischen ganz nebensächlich und kann sich an verschiedenen Stücken desselben Minerals, ja an verschiedenen Stellen ein und desselben Stückes ändern. — Die rothe Farbe des Rothgültigerzes ist idiochromatisch, die rothe des Carnallits, Heulandits, Apophyllits allochromatisch. Die verschiedenen Färbungen des Quarzes, Flussspathes, Apatits etc. beruhen auf Pigmentirung. Als gewöhnliche färbende Beimengung fungiren Metalloxyde und Kohlenwasserstoffe.

Die Mannichfaltigkeit der an den Mineralien auftretenden Farben ist überaus gross; in der Hauptsache lassen sie sich aber auf die nachstehenden, schon von Werner hervorgehobenen zurückführen: weiss, grau, schwarz, roth, gelb, braun, blau, grün. Innerhalb derselben lassen sich eine grosse Anzahl von Schattirungen und Abstufungen unterscheiden, deren scharfe Auffassung für die idiochromatischen Mineralien ein ausgezeichnetes Merkmal abgiebt.

Zur genauen Bezeichnung der einzelnen Farben und Farbennuancen erweist sich die Radde'sche „Internationale Farbenskala“ als praktisch.

Durch Hinzutreten metallischen Glanzes werden die Farben noch in charakteristischer Weise modificirt (metallische Farben).

Von der Körperfarbe eines Minerals ist die Farbe des Pulvers oder Striches (Strichfarbe) zu unterscheiden. Dieselbe tritt hervor, wenn man das Mineral pulvert oder auf einer Feile resp. unglasirten Porzellanplatte reibt. Bei den allochromatischen Mineralien ist die Strichfarbe durchweg weiss, bei den idiochromatischen durchweg um vieles heller, weil die Totalreflexion sich geltend macht. Die Strichfarbe liefert ein wichtiges und leicht wahrnehmbares Merkmal bei der Erkennung von Mineralien.

Neben den wesentlich durch Absorption zu Stande kommenden Farben treten auch zuweilen solche auf, die ihre Ursache in der Interferenz haben: Anlauffarben mancher Metalle und Erze, irisirendes Farbenspiel und Farbenshiller.

§ 4. Pleochroismus. Die Absorptionsfähigkeit ist bei anisotropen durchsichtigen Krystallen in verschiedenen Richtungen ungleich, sowohl was die Qualität als die Quantität der Absorption anlangt. In dem Fall, dass die Qualität der Absorption, also die Absorption einzelner Wellenlängen verschieden ist, ist auch die Farbe in verschiedenen Richtungen, d. h. auf verschiedenen Flächen nicht mehr dieselbe. Diese Eigenschaft wird als Pleochroismus bezeichnet.

Diejenigen Richtungen, in denen die Absorption die grössten Abweichungen aufweist, heissen Axen der Absorption. In optisch einaxigen Krystallen sind 2 Absorptionsaxen vorhanden, die mit der Hauptaxe und deren Normalen zusammenfallen (daher Dichroismus), in optisch zweiaxigen Mineralien sind 3 Absorptionsaxen vorhanden, die im rhombischen System den 3 Elasticitätsaxen entsprechen. Dagegen fällt im monoklinen System nur noch die Symmetrieaxe, im triklinen System keine der Elasticitätsaxen mit den Absorptionsaxen zusammen.

Da das blosse Auge immer nur den Gesamteindruck der in verschiedenen Richtungen herrschenden Farben erhält, so ist von Haidinger ein kleines Instrument (Dichroskop, Haidingersche Lupe) construirt, das gestattet, statt der sogen. Flächenfarbe die Farbe jeder einzelnen Richtung gesondert wahrzunehmen. Dem Instrument liegt das Princip zu Grunde, dass ebenso wie bei der wechselnden Richtung eines durch einen anisotropen Krystall hindurchgehenden Lichtstrahls auch bei dem damit correspondirenden Wechsel der Schwingungsebene sich die Farbenunterschiede zu erkennen geben, dass man also im linear polarisirten Licht ein Mittel hat, die einzelnen Farben zu trennen.

Das Instrument Fig. 257 besteht in der Hauptsache aus einem in einer Messinghülse befindlichen Kalkspathspaltungsstück, dessen Länge so gewählt ist, dass ein kleiner quadratischer Ausschnitt in der die Hülse vorn abschliessenden Metallplatte in Folge der Doppelbrechung 2 völlig von einander getrennte Bilder liefert. Hält man nun den zu untersuchenden farbigen anisotropen Krystall (am besten in Gestalt einer Platte) vor den quadratischen Ausschnitt, so beobachtet man



Fig. 257.

in allen doppeltbrechenden Richtungen jenes Krystalls 2 mehr oder weniger verschieden gefärbte Felder, die aber bei einer gewissen (symmetrischen) Stellung des Dichroskops zur Platte ident werden, während in der Richtung der einfachen Brechung (der optischen Axe des Krystalls) stets beide Felder gleiche Färbung zeigen.

Eine Modification dieses Verfahrens, namentlich bei der mikroskopischen Untersuchung von Dünnschliffen von Vortheil, ist von Tschermak vorgeschlagen. Man hat nur von dem Polarisationsinstrument oder dem polarisirenden Mikroskop einen der beiden Nicols zu entfernen. Durch Horizontalldrehung der Platte bekommt man dann nach einander die Farben der beiden verschiedenen Schwingungsebenen zu Gesicht.

An manchen Krystallen lässt sich die Erscheinung des Pleochroismus direct wahrnehmen, so an manchen Beryllen, Cordieriten und Turmalinen. Unter der Benutzung des polarisirten Lichtes wird der Pleochroismus namentlich für den Petrographen zu einem werthvollen Unterscheidungsmittel.

§ 5. Fluorescenz. Die Fluorescenz findet sich unter den Mineralien nur an den grün oder blau gefärbten Flussspathen, namentlich schön an dem grünen von Cumberland. Ein durch eine Sammellinse in einen solchen Fluorit geworfener Lichtkegel lässt denselben in prächtig blauer Farbe aufleuchten. Wendet man einen Kegel polarisirter Lichtstrahlen an, so werden letztere apolarisirt.

§ 6. Phosphorescenz. Dieselbe kann bei einigen Mineralien hervorgebracht werden:

1. durch Bestrahlung (Insolation) seitens des Sonnen- oder Tageslichtes.

Diamant, gebrannter Baryt (Bologneser Spath); in geringem Maasse Strontianit, Calcit, Kreide, Aragonit, Fasergyps etc.; keine Silicate.

2. durch Erwärmung.

Topas, Diamant und Flussspath, wo zuweilen schon die Wärme der Hand ausreichend ist; bei anderen Mineralien (Phosphorit, Calcit, manchen Silicaten) muss auf 100 und mehr Grad erwärmt werden.

3. durch Elektrizität.

Der elektrische Funke ruft am grünen Flussspath, am Bologneser Spath Phosphorescenz hervor.

4. durch mechanische Einwirkung.

Beim Zerschneiden, Zerstoßen, Kratzen, Schleifen und Reiben zeigen manche Mineralien wie Zinkblende (von Kapnik), Dolomit, Marmor, Quarz, Glimmer etc. die Erscheinung der Phosphorescenz.

Cap. VII.

Thermische, magnetische u. elektrische Eigenschaften der Mineralien.

1. Thermische Eigenschaften.

Soweit es sich um die Ausbreitung der Wärme, also um Wärmestrahlung, Wärmeleitung und um die davon abhängige Eigenschaft der Ausdehnung durch Wärme handelt, bietet das thermische Verhalten der Mineralien und Krystalle das vollständigste Analogon zu dem optischen. Die Krystalle lassen in ganz gleicher Weise eine Eintheilung in thermisch isotrope, thermisch ein- und zweiaxige Klassen zu, die sich mit den optischen und morphologischen Klassen völlig decken. Der praktischen Benutzung thermischer Eigenschaften zur Feststellung der äussern Symmetrie der Krystallform steht jedoch die schwierige Art der Beobachtung hindernd im Wege.

Nur die eben erwähnten, die Ausbreitung der Wärme bedingenden und begleitenden Erscheinungen der Strahlung, Leitung und Ausdehnung sollen hier eine kurze Erörterung finden.

a. Wärmestrahlung. Dieselbe beruht gleich dem Licht auf Wellenbewegung und hat daher in ganz gleicher Weise die Erscheinungen der Reflexion, der Brechung und Doppelbrechung, der Interferenz und Polarisation etc. zur Folge.

Vorzugsweise Bedeutung — weil nämlich leicht wahrnehmbar — haben die von der Absorption der Wärmestrahlen abhängigen Erscheinungen.

Mit Rücksicht auf dieselbe lassen sich wärmedurchlässige (diathermane) und wärmeundurchlässige (adiathermane) Mineralien unterscheiden. Die beiden dadurch gebildeten Abtheilungen decken sich nicht immer mit den optischen Klassen der durchsichtigen und undurchsichtigen Mineralien; zwar sind alle undurchsichtigen Mineralien adiatherman, aber eine Reihe durchsichtiger Mineralien ist wenigstens für die dunklen Wärmestrahlen mehr oder weniger adiatherman, so z. B. theilweise Kalkspath, Gyps, Alaun, vollständig das Eis.

Diathermane Medien sind nicht für alle Wärmestrahlen gleich gut durchlässig; sie absorbiren einzelne, während andere ungehindert hindurchgehen. Es lassen sich somit wärmefarblose und wärmefarbige (thermochromische) Mineralien unterscheiden. So ist gewöhnlicher Alaun für das Licht völlig farblos, der Wärme gegenüber aber gefärbt. Wärmefarblose Körper giebt es nur in geringer Anzahl, z. B. KCl , $NaCl$, $AgCl$, ZnS .

b. Wärmeleitung. Die Leitungsfähigkeit für Wärme ist bei verschiedenen Mineralien sehr verschieden. Beim Silber ist sie am grössten; setzt man dieselbe beim Silber gleich 100, so ist nach Wiedemann und Franz (1853) die Wärmeleitungsfähigkeit für Kupfer 73,6, für Gold 53,2, für Zink 19, für Zinn 14,5, für Eisen 11,9, für Blei 8,5, für Platin 8,4, für Wismuth 1,8.

Die verschiedene Wärmeleitung kann zuweilen ein bequemes Unterscheidungsmerkmal abgeben. Marmor leitet die Wärme weit besser als Alabaster, und man kann daher z. B. durch Anfühlen mit der Hand das Material von Statuen und Ornamenten erkennen.

Die Wärmeleitung in den Krystallen wird von deren Symmetrie beherrscht. Die isothermische Fläche — darunter eine Fläche verstanden, die um alle diejenigen Punkte beschrieben ist, in welchen zu gleicher Zeit und in gleicher Stärke eine von einem centralen Punkt ausgehende Temperaturerhöhung wahrgenommen wird — ist bei den regulären Krystallen eine Kugel, bei den hexagonalen und tetragonalen ein Rotationsellipsoid und bei den rhombischen, monoklinen und triklinen Krystallen ein dreiaxiges Ellipsoid.

Versuche, die dies erhärten, wurden von Sénarmont 1849 angestellt, welcher Krystallplatten mit einer dünnen Wachsschicht überzog und dieselben dann von der durchbohrten Mitte aus mittelst eines heissen Drahts erwärmte. Das Wachs schmolz dann in Figuren, die den Schnitten der isothermischen Fläche entsprechen.

Eine Modification dieses Versuches rührt von Röntgen her, der auf die angehauchte Krystallplatte eine heisse Metallspitze setzte und den nicht verdampften Theil der Hauchsicht durch Lykopodiumpulver fixirte.

c. Ausdehnung. Die durch Wärme bedingte Ausdehnung der Mineralien schwankt wohl zwischen weiten Grenzen, ist aber für die festen Mineralien, gegenüber den flüssigen, sehr klein. Der lineare Ausdehnungscoefficient, ausgedrückt in Millionteln der Länge, ist für Eis 64, für Silber 20, Kupfer 17, Gold 15, Eisen 12, Platin 9. Relativ gross ist er noch für: Salmiak 63, Steinsalz 40, Sylvin 38, Chlorsilber 33. Bei einigen Mineralien findet innerhalb bestimmter Temperaturen eine Contraction statt, z. B. beim Wasser unter 4° , Diamant unter -24° .

Die Ausdehnung der Krystalle erfolgt in vollster Uebereinstimmung mit der Symmetrie.

Isotrope Krystalle dehnen sich nach allen Richtungen gleich stark aus; eine aus einem regulären Krystalle geschliffene Kugel bleibt bei jeder Temperatur eine solche. — Krystalle des quadratischen und hexagonalen Systems erleiden in einer Richtung bald eine grössere, bald eine geringere Ausdehnung als in allen übrigen Richtungen. Die Ausdehnung in diesen ist soweit gleich, als es sich um morphologisch gleichwerthige Richtungen handelt. Eine Kugel aus derartigen Krystallen hergestellt wird bei der Erwärmung zu einem Rotationsellipsoid, dessen Rotationsaxe bald grösser, bald kleiner als die übrigen Axen ist. — Die Krystalle der übrigen Systeme haben in 3 auf einander senkrecht stehenden Richtungen verschiedene Ausdehnung; eine Kugel wird bei jeder andern Temperatur, als der, bei welcher sie hergestellt wurde, zu einem dreiaxigen Ellipsoid.

Wie ersichtlich werden bei den anisotropen Krystallen durch die Wärmeausdehnung auch die Winkelverhältnisse beeinflusst.

So beträgt nach Mitscherlich die Rhomboederkante des Kalkspaths, die bei 10° C. $105^{\circ} 4'$ misst, bei einer Erwärmung um 100° C. $104^{\circ} 56'$.

Bei diesen gilt also das Gesetz von der Winkelconstanz nur für eine bestimmte Temperatur; während bei den regulären Krystallen die Winkel bei allen Temperaturen unverändert bleiben.

In jedem Fall bleibt aber die Symmetrie der Krystalle erhalten und daraus folgt, dass auch bei den anisotropen Krystallen diejenigen Winkel, die von den Symmetrieebenen eingeschlossen werden und beim monoklinen System die rechten Winkel erhalten werden.

Dass auch Temperaturänderungen die einmal bestehenden Zonenverhältnisse und die Rationalität der Indices nicht abzuändern vermögen, ist bereits auf S. 17 erwähnt, ebenso ist früher darauf hingewiesen, dass durch Aenderung der Temperatur die Grösse des optischen Axenwinkels, die Lage der optischen Axenebene und der Mittellinie eine Veränderung erleidet.

2. Magnetische Eigenschaften.

Die Eigenschaft der selbständigen magnetischen Attraction kommt nur wenigen Mineralien zu; im ausgesprochenen Maasse nur dem Magneteisen (natürlicher Magnet) und auch erst im angewitterten Zustand, in Spuren manchen Vorkommnissen des gediegenen Platins und des Magnetkieses.

Dagegen wird eine ganze Reihe von Mineralien, namentlich eisenhaltige, vom Magneten angezogen resp. abgestossen oder wirkt auf die Magnetnadel ein. Bei genügender Stärke des Magneten oder genügender Empfindlichkeit der Nadel lässt sich sogar die magnetische Induction bei allen Körpern nachweisen. Sie zerfallen aber dabei in 2 Klassen, je nachdem sie von den Polen angezogen (paramagnetisch) oder abgestossen (diamagnetisch) werden.

Die Untersuchung auf ein derartiges Verhalten wird am besten so ausgeführt, dass man das betreffende Mineral in Stäbchenform bringt und zwischen den Polen eines Magneten aufhängt. Die paramagnetischen Mineralien stellen sich axial, d. h. ihre Längsrichtung fällt in die Verbindungslinie der beiden Magnetpole, die diamagnetischen stellen sich äquatorial, d. h. ihre Längsrichtung steht senkrecht auf jener Verbindungslinie.

Die Grösse der magnetischen Induction hängt bei Krystallen von der Richtung ab. In regulären Krystallen verhalten sich alle Richtungen gleich; bei jenen des hexagonalen und quadratischen Systems giebt es eine Richtung des grössten und senkrecht dazu des kleinsten Para-, resp. Diamagnetismus. Rhombische, monokline und trikline Krystalle besitzen 3 verschiedene Richtungen des stärksten, mittleren und schwächsten Magnetismus.

Von der Eigenschaft, namentlich der eisenhaltigen Mineralien, durch einen kräftigen Magneten angezogen zu werden, macht man in der Petrographie Gebrauch. Mit Hülfe eines Elektromagneten lassen sich eisenhaltige Mineralien, Augit, Hornblende, Olivin, Magneteisen etc. von eisenfreien Mineralien, Feldspath, Leucit, Nephelin etc. trennen.

3. Elektrische Eigenschaften.

Durch viele mechanische Processe, Reiben, Pressen, Spalten, Zerdrücken, sowie durch Erwärmung werden Mineralien in den elektrischen Zustand versetzt, der, wenn die Leitungsfähigkeit wie beim Bernstein, Schwefel und Quarz gering ist, durch das Anziehen leichter Körper sichtbar gemacht werden kann.

Bei Krystallen erfolgt die Vertheilung der positiven und negativen Elektricität ganz im Sinne der Symmetrie. Ebenso ist auch die Leitungsfähigkeit in gleichen Richtungen dieselbe, in ungleichen verschieden.

Am auffälligsten lassen sich die Erscheinungen des elektrischen Zustandes an den Krystallen wahrnehmen, wenn man sie wechselnden Temperaturen aussetzt. Die dadurch hervorgebrachte elektrische Erregung wird als Pyroelektricität bezeichnet.

Reguläre Krystalle, soweit sie holoedrisch sind, werden nicht pyroelektrisch, wohl aber deren hemiedrische Gestalten und die Krystalle aller übrigen Systeme. An den Enden gleichwerthiger Symmetrieaxen entsteht gleiche (entweder positive oder negative) Elektricität, seitlich dazu entgegengesetzte. Hemimorphe Formen haben dagegen an den beiden Enden der hemimorphen Axe entgegengesetzte Elektricität. Dabei ist nicht immer für ein und dasselbe Mineral die Art der Elektricität constant. An manchen Exemplaren werden dieselben Enden positiv, die an anderen negativ wurden.

Der quadratische Vesuvian wird beim Erwärmen auf der Basis positiv, auf den Prismenflächen negativ; Gyps wird auf den Längsflächen -, auf den Querflächen +, Kalkspath gewöhnlich an den Enden der Hauptaxe +, auf den Seiten -, der hemimorphe Turmalin ist an einem Pol der Hauptaxe +, am andern -.

Ganz allgemein zeigt sich die Eigenthümlichkeit, dass diejenigen Enden eines Krystalls, die beim Erwärmen positiv werden, beim Erkalten negativ werden und umgekehrt, nachdem auf kurze Zeit unelektrischer Zustand eingetreten war. G. Rose, der die Pyroelektricität des Turmalins studirte, nannte dasjenige Krystallende, das beim Erwärmen + wird, den analogen, das Ende, das - wird, den antilogen Pol.

Die Erscheinung der Pyroelektricität wurde zuerst durch Zufall am Turmalin entdeckt. — Die zahlreichsten Untersuchungen über dieselbe wurden von G. Rose und namentlich von Hankel angestellt. Eine ausgezeichnete Methode, die Vertheilung der Elektricität auf den Krystallflächen sichtbar zu machen, rührt von Kundt her. Der elektrisch erregte Krystall wird mit einem Gemenge von feinem Schwefel- und Mennigpulver bestäubt. Da ersteres negativ elektrisch, letzteres positiv ist, so werden die positiv elektrischen Flächen des Krystalls gelb, die negativ elektrischen roth gefärbt.

Schliesslich mag erwähnt werden, dass auch einzelne physiologische Eigenschaften der Mineralien als Merkmale zur Erkennung derselben von Bedeutung werden können.

Dahin gehört der charakteristische Geschmack einiger in Wasser löslicher Mineralien, der Geruch (z. B. thoniger, bituminöser etc. Geruch), den einige namentlich beim Anschlagen mit dem Hammer oder beim Anhauchen von sich geben. Auch der Umstand, ob ein Mineral sich fettig wie der Speckstein oder mager wie die Kreide anfasst, kann zur Erkennung dienen.

III. Abschnitt.

Chemie der Mineralien.

Rammelsberg, Handb. der Mineralchemie, 2. Aufl. 1875. Nachtrag 1886.
Groth, Tabellarische Uebersicht der Mineralien nach ihren krystallographisch-chemischen Beziehungen, 3. Auflage. Braunschweig 1889.
Fock, Einleitung in die chemische Krystallographie. Leipzig 1888.

Wöhler, Die Mineralanalyse. Göttingen 1862.

Rose, Handbuch der analys. Chemie, herausgegeben von Finkener 1867–1871.

Fresenius, Anleitung zur qualitativen Analyse, 14. Aufl. 1874; Anleitung zur quantitativen Analyse, 6. Aufl. Braunschweig 1875–1884.

Plattner, Probirkunst mit dem Löthrohr, 5. Auflage, bearbeitet von Richter. Leipzig 1878.

Die in diesem Abschnitt zu besprechenden chemischen Verhältnisse der Mineralien beziehen sich theils auf die allgemeine Constitution derselben, theils behandeln sie die von der Chemie gegebenen Merkmale zur Erkennung und Unterscheidung der Mineralien.

Cap. I.

§ 1. Allgemeine Constitution. § 2. Chemische Formeln der Mineralien. § 3. Berechnung der Formeln. § 4. Isomorphie.

§ 5. Isomorphe Mischungen. § 6. Heteromorphie.

§ 1. Nur eine sehr geringe Anzahl von Mineralien besteht unmittelbar aus den chemischen Elementen, wie Diamant, Schwefel, Gold, Silber, Kupfer, Platin, Arsen, Antimon, Wismuth und einige andere; die weitaus meisten sind einfache oder mehrfache Verbindungen der Elemente unter sich. Die grossen Gruppen der chemischen Verbindungen, die Säuren, Basen und Salze lassen sich in gleicher Weise auch bei den Mineralien wiederfinden, nur ist zu bemerken, dass die Säuren und Basen, sowie diese Verbindungen

in der heutigen Chemie defnirt werden (als Wasserstoffverbindungen¹⁾), nur ganz spärlich vertreten sind, während Säure- und Basisanhydride (Säuren und Basen im alten Sinne) sammt den Salzen die Constitutionsformen der grossen Mehrzahl der Mineralien darstellen.

Auf einige der hauptsächlichen binären Verbindungen und der Verbindungen höherer Ordnung mag hier im Allgemeinen hingewiesen werden.

1. Zahlreicher als die binären Verbindungen der Elemente mit Sauerstoff (Oxyde) sind deren Verbindungen mit Schwefel und daran anschliessend die sich ganz analog verhaltenden Verbindungen der Elemente mit As, Sb, Se, Te. Dieselben werden kurz als Sulfoverbindungen bezeichnet. Je nach der Rolle derselben in den sogen. Sulfosalzen theilt man dieselben wohl noch unter Benutzung der alten, auf dualistische Anschauung gegründeten Nomenclatur in Sulfosäuren und Sulfobasen, während wir dieselben unter Beachtung der neueren Ansichten als Säure oder Basen bildende Sulfide bezeichnen wollen.

2. Unter den Erzen erlangen die Sulfosalze eine grössere Bedeutung, deren Zusammensetzung ganz analog der der Oxysalze gedacht wird, d. h. als eine Verbindung, welche durch Ersetzung des Wasserstoffs in der hypothetischen Sulfosäure durch ein Metall hervorgegangen ist.

3. Manche Mineralien bestehen aus verschiedenartigen Verbindungen, indem sich Oxyde mit Sulfiden, Sauerstoffsalze verschiedener Art mit einander (Sulfate und Carbonate, z. B. Leadhillit), Sauerstoffsalze mit Haloidsalzen vereinigen. Dieselben werden in den meisten Fällen als Molekularverbindungen aufgefasst. Andere Autoren (Groth u. A.) denken sich dieselben jedoch zum grossen Theil aus einheitlichen Verbindungen hervorgegangen, deren Hydroxylgruppen durch verschiedenartige Radikale ersetzt sind. Die grössere oder geringere Beständigkeit der einzelnen Theile in Lösungsmitteln, in vielen Fällen im Wasser, dient alsdann als Kriterium.

Einige hierhergehörige Beispiele sind: Rothspiessglanz $2Sb_2S_3 + Sb_2O_3$, resp. Sb_2S_2O , Phosgenit $PbCO_3 + PbCl_2$, resp. $[PbCl_2]CO_3$. Apatit $3[PO_4]_2Ca_3 + CaCl_2$. Bezüglich des Glaserits $Na_2SO_4 + CaSO_4$, des Kainits $MgSO_4 + KCl + 3H_2O$ etc. kann jedoch nur die eine Auffassung als Molekularverbindung existiren, da dieselben durch Auflösen in Wasser in die einzelnen Salze zerlegt werden.

4. Analoges gilt bezüglich des durch die Analyse festgestellten Wassergehaltes mancher Mineralien. In vielen Fällen handelt es

¹⁾ Eine Säure ist die Wasserstoffverbindung eines elektronegativen Radikals (Säureradikals), in welcher der Wasserstoff leicht durch ein elektropositives Element (Metall) ersetzt werden kann. Das Radikal ist entweder ein Element oder ein zusammengesetztes Radikal. — Eine Basis ist eine Wasserstoffverbindung eines elektropositiven Radikals, in welcher der Wasserstoff leicht durch ein Säureradikal ersetzt werden kann. Das Radikal ist stets aus einem elektropositiven Element (Metall) und entweder Sauerstoff oder Schwefel zusammengesetzt (Rammelsberg, Grundriss der Chemie).

sich, abgesehen von dem mechanisch umschlossenen oder hygroskopischen Wasser, um sogen. Krystallwasser, man hat es also mit einer Molekularverbindung zu thun, in andern ist es jedoch als Constitutionswasser vorhanden. Als Kriterium dient hier die Beobachtung, bei welcher Temperatur das Wasser entweicht. Im Allgemeinen nimmt man an, dass dasjenige Wasser, das unter der Glühhitze entweicht, Krystallwasser sei, während dasjenige, das erst bei der Glühhitze wahrgenommen wird, als hervorgegangen aus den im Mineral angenommenen Hydroxylgruppen angesehen wird. Eine scharfe Unterscheidung ist vorläufig nicht durchzuführen. In manchen Fällen kommt es auch vor, dass man den Wassergehalt eines Minerals in Folge der verschiedenartigen Temperatur, in der er flüchtig wird, theils als Constitutions-, theils als Krystallwasser auffassen muss. So entweicht ein Theil des Wassers im Serpentin leicht bei mässigem Erhitzen, während der andere erst bei anhaltendem Glühen frei wird, Rammelsberg schreibt deshalb die Formel $H_2Mg_3Si_2O_8 + H_2O$. Ganz dasselbe gilt von vielen Silicaten, speciell von den Zeolithen. Hier ist die gegenwärtige Deutung, dass das Wasser oder ein Theil desselben als solches in dem Mineral nicht vorhanden war, sondern sich erst durch Zersetzung des Hydroxyls gebildet hat, von Wichtigkeit für die Constitution der Silicate überhaupt geworden. Es wird der Wasserstoff als isomorpher Vertreter der Alkalien und alkalischen Erden aufgefasst, wodurch die Formeln eine Vereinfachung erfahren.

5. Ein besonderes Interesse beanspruchen noch die durch ihre grosse Zahl und ihre höchst complicirte Zusammensetzung ausgezeichneten Silicate. Bei ihnen hat namentlich die Lehre von den isomorphen Mischungen (siehe § 5), z. Th. auch die Rolle des Wasserstoffs, wie sie sub 4 besprochen ist, manches zur Aufklärung der verwickelten Constitution beigetragen. Näheres darüber im speciellen Theil.

§ 2. Die chemischen Formeln der Mineralien sind zweierlei Art, theils sind es wirkliche Molekularformeln, die die Grösse der Molekel angeben. Das gilt jedoch nur von der überaus geringen Anzahl von Mineralien, die sich verflüchtigen lassen und so eine Dampfdichtebestimmung zulassen. Die Formeln der weitaus überwiegenden Mehrzahl drücken jedoch nur das Verhältniss der quantitativen chemischen Zusammensetzung aus. Man kann daher bei ihnen mit gleichem Recht entweder die Atomzahlen verdoppeln oder das einfachste Verhältniss benutzen, und vielfach wird ersteres in Hinsicht auf den Isomorphismus oder auf den Dimorphismus, bezw. zum Verständniss des chemischen Aufbaus nothwendig.

Die Mineralformeln können entweder als empirische oder als rationale Formel geschrieben werden. Die ersteren drücken nur das zweifellos festgestellte Analysenresultat aus, und sie genügen daher vollkommen den Bedürfnissen des praktischen Mineralogen; die zweite Art verbreitet sich dagegen über die Constitution, sei es nun, dass sie für die Aufklärung des Baues von einem bestimmten

Verbindungstypus (typische Formel), oder von einem Structurschema (Structurformel, graphische Formel) ausgeht. Diese Art chemischer Formeln hat stets etwas hypothetisches an sich, aber sie entspricht dem Streben nach wissenschaftlichem Verständniss.

Neben diesen beiden Formeln hat sich aber in der Mineralogie vielfach noch die alte, auf der elektrochemischen Theorie von Berzelius beruhende dualistische Schreibweise erhalten. Auf der einen Seite der Formel steht der elektropositive, auf der andern Seite, bei den Salzen durch einen Punkt oder ein Komma abgetrennt, der elektronegative Bestandtheil der stets aus 2 Theilen bestehend gedachten Verbindung. Da die Nomenclatur sich noch vielfach der veralteten Anschauung anpasst, da die dualistische Formel dem Analysenresultat vollständig entspricht und da sie sich dem Gedächtniss viel leichter als jede andere Formel einprägt, so findet sie sich häufig noch angewendet und wird auch im speciellen Theil häufige Berücksichtigung erfahren.

§ 3. Berechnung der chemischen Formeln. Die Darstellung der Methode zur quantitativen Analyse eines Minerals ist allein Gegenstand der Chemie und der chemischen Handbücher (s. Literatur), dagegen ist die Verwerthung der Analysenergebnisse zur Berechnung der Mineralformeln auch in der Mineralogie in Betracht zu ziehen.

In die Mineralformeln werden nur die wesentlichen Bestandtheile aufgenommen, die zufälligen Bestandtheile, die mechanischen Beimengungen und Verunreinigungen werden ausser Acht gelassen und demgemäss die Analysen zumeist nach Abzug dieser zufälligen Bestandtheile wieder auf 100 Procent berechnet.

Verfahren. Man dividirt die erhaltenen Procentzahlen durch das jedesmalige Atomgewicht und erlangt dadurch das relative Verhältniss der Atome in der Verbindung. Da diese Verhältnisszahlen hierbei in Form von Bruchzahlen erhalten werden, so muss man sie zum Schluss durch Multiplication noch in ganze Zahlen umwandeln.

Die nähere Ausführung der Berechnung, für welche das am Schluss dieses Paragraphen aufgeführte Atomgewichtsverzeichnis nothwendig wird, mag durch einige Beispiele erläutert werden.

1. Die Analyse eines Kupferkieses vom Ramberg im Saynischen (Westfalen) ergab nach H. Rose:

Cu	Fe	S	Si O ₂
34,40	30,47	35,87	0,27 = 101,01.

Si O₂ als mechanische Beimengung bleibt unberücksichtigt; dividirt man die übrigen Zahlen durch ihre jedesmaligen Atomgewichte, so erhält man die Quotienten: $\frac{34,40}{63,18} = 0,5445$; $\frac{30,47}{55,88} = 0,5454$; $\frac{35,87}{31,98} = 1,1218$.

Diese 3 Quotienten drücken das Verhältniss von Cu : Fe : S aus; setzt man den Quotienten Fe = 1, so wird das Verhältniss $\frac{0,5445}{0,5454} : 1 : \frac{1,1218}{0,5454}$ oder ausgerechnet 0,998 : 1 : 2,057. Dafür lässt sich aber ohne Weiteres 1 : 1 : 2 setzen. Demnach ist die Formel des Kupferkieses Cu Fe S₂, das als die Mole-

kularverbindung $\text{CuS} + \text{FeS}$ oder als ein Kupferoxydulsalz der Säure $\text{FeS} \cdot \text{SH}$ gedeutet werden kann.

2. Gyps von Osterode am Harz ergab nach W. Hampe das Analysenresultat:

SO_3	CaO	H_2O	$\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{Al}_2\text{O}_3$	
46,61	32,44	20,74	0,15	= 99,94.

Fe_2O_3 und Al_2O_3 sind Verunreinigungen. Die Quotienten aus den Procentzahlen und den Atomgewichten sind

$$\frac{46,61}{79,86} = 0,5837; \quad \frac{32,44}{55,87} = 0,5807; \quad \frac{20,74}{17,96} = 1,1548.$$

Dafür lässt sich, wie man sofort sieht, das Verhältniss schreiben 1:1:2, d. h. die Formel des Gypses ist $\text{SO}_3 \cdot \text{CaO} + 2\text{H}_2\text{O}$.

3. Ein Adular vom St. Gotthard hatte nach Berthier die Zusammensetzung:

SiO_2	Al_2O_3	K_2O	
64,2	18,4	16,9	= 99,5.

Die 3 Quotienten aus den Procentzahlen und den Atomgewichten sind

$$\frac{64,2}{59,92} = 1,0713; \quad \frac{18,4}{101,96} = 0,1805; \quad \frac{16,9}{94,02} = 0,1798;$$

dieselben verhalten sich ziemlich genau wie 6:1:1, folglich ist die Formel des Adulars $6\text{SiO}_2 \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{K}_2\text{O}$, welche auch, da nichts über die Molekulargrösse bekannt ist, als KAlSi_3O_8 geschrieben werden kann.

4. Ein Beispiel zur Berechnung der Formel von isomorphen Mischungen findet sich S. 148 aufgeführt.

Die Atomgewichte der Elemente (H = 1).

(nach Lothar Meyer u. K. Seubert 1883)

Aluminium	Al	27,04	Natrium	Na	22,995
Antimon	Sb	122	Nickel	Ni	58,6
Arsen	As	74,9	Niobium	Nb	93,7
Baryum	Ba	136,86	Osmium	Os	195
Beryllium	Be	9,08	Palladium	Pd	106,2
Blei	Pb	206,39	Phosphor	P	30,96
Bor	B	10,9	Platin	Pt	194,3
Brom	Br	79,76	Quecksilber	Hg	199,8
Cadmium	Cd	111,07	Rhodium	Rh	104,1
Cäsium	Cs	132,07	Rubidium	Rb	85,2
Calcium	Ca	39,91	Ruthenium	Ru	103,5
Cer	Ce	141,2	Sauerstoff	O	15,96
Chlor	Cl	35,37	Scandium	Sc	44
Chrom	Cr	52,45	Schwefel	S	31,98
Didym	Di	145,0	Selen	Se	78,87
Eisen	Fe	55,88	Silber	Ag	107,66
Erbium	Er	166	Silicium	Si	28,0
Fluor	F	19,06	Stickstoff	N	14,01
Gallium	G	69,9	Strontium	Sr	87,3
Germanium	Ge	72,3	Tantal	Ta	182
Gold	Au	196,2	Tellur	Te	127,7
Indium	In	113,4	Thallium	Tl	203,7
Iridium	Ir	192,5	Thorium	Th	231,96
Jod	J	126,54	Titan	Ti	50,25
Kalium	K	39,03	Uran	U	239,8
Kobalt	Co	58,6	Vanadin	V	51,1
Kohlenstoff	C	11,97	Wasserstoff	H	1
Kupfer	Cu	63,18	Wismuth	Bi	207,5
Lanthan	La	138,5	Wolfram	W	183,6
Lithium	Li	7,01	Yttrium	Y	89,6
Magnesium	Mg	23,94	Zink	Zn	64,88
Mangan	Mn	54,8	Zinn	Sn	117,35
Molybdän	Mo	95,9	Zirkonium	Zr	90,4.

§ 4. Eine besondere Bedeutung für die Mineralogie haben die Erscheinungen der Isomorphie und Heteromorphie, weil sich in denselben gewisse Beziehungen zwischen Krystallgestalt und chemischer Zusammensetzung offenbaren.

Mineralien heissen isomorph, wenn sie mit analoger Krystallform analoge chemische Constitution verbinden.

Der Begriff des Isomorphismus wurde von Mitscherlich 1819 bei Untersuchung der isomorphen phosphor- und arsensauren Salze aufgestellt.

Die analoge Krystallform besteht darin, dass die betreffenden Mineralien in correspondirenden Winkeln sehr nahe Uebereinstimmung zeigen, häufig auch dieselbe Formentwicklung erkennen lassen; ferner, dass auch in sonstigen Verhältnissen, wie die Art der Zwillingbildung, die Spaltbarkeit, die Aetzfiguren verwandte Beziehungen existiren.

Nur im regulären System stimmen die Winkel völlig überein. Hier ist der Isomorphismus ein Isogonismus, hier versteht sich aber auch, dass anderweitige physikalische Analogien hinzutreten müssen. In allen anderen Systemen sind die Winkel isomorpher Krystalle nur angenähert gleich, daher eigentlich nur von einem Homöomorphismus die Rede sein dürfte (vergl. die Tabelle S. 147). In einzelnen Fällen finden jedoch in den Winkeln beträchtliche Abweichungen statt, so bei den Mineralien der Goethitgruppe (s. Tabelle); in anderen Fällen muss die analoge Krystallform auch da noch zugestanden werden, wo die einzelnen isomorphen Krystalle nicht mehr nach derselben Hemiedrie entwickelt sind. So hat der rhomboedrisch-hemiedrische Calcit als isomorph mit dem rhomboedrisch-tetartoedrischen Dolomit, der rhomboedrische Eisenglanz mit dem trapezoedrisch-tetartoedrischen Titaneisen zu gelten.

Analoge chemische Constitution im engeren Sinn ist vorhanden, wenn die Stelle eines oder mehrerer Elemente durch die gleiche Anzahl gleichwerthiger und chemisch verwandter Elemente vertreten wird.

So sind z. B. $MgCO_3$ und $CaCO_3$ chemisch analog constituirt, ebenso $Ca_5P_3O_{12}F$ (Fluorapatit) und $Pb_5As_3O_{12}Cl$ (Mimetesit).

Die einander vertretenden Elemente in isomorphen Mineralien heissen isomorphe Elemente.

Das nachstehende Verzeichniss, das aus „Ostwald, Grundriss der allgemeinen Chemie. Leipzig 1889“ entlehnt ist, giebt eine Uebersicht über die isomorphen Elemente:

- I. Cl, Br, J, F; Mn¹⁾ (in den Permanganaten).
- II. S, Se; Te (in den Telluriden); Cr, Mn, Te in den Säuren H_2RO_4 ; As, Sb in den sogen. Sulfoverbindungen.
- III. As, Sb, Bi; Te (als Element); P, Vd (in Salzen).
- IV. K, Na, Cs, Rb, Li; Tl, Ag.
- V. Cu, Ba, Sr, Pb; Fe, Zn, Mn, Mg; Ni, Co, Cu; Ce, La, Di, Er, Y mit Ca; Cu, Hg mit Pb; Cd, Be, In mit Zn; Tl mit Pb.
- VI. Al, Fe, Mn, Cr; Ce, U in den Sesquioxiden.
- VII. Cu, Ag in den Oxydulverbindungen; Au.
- VIII. Pt, Ir, Pd, Rh, Ru, Os; Au, Fe, Ni, Sn, Te.
- IX. C, Li, Ti, Zr, Th, Sn; Fe, Ti.
- X. Ta, Nb.
- XI. Mo, W, Cr.

¹⁾ Bei den durch Semikolon getrennten Elementen findet nur theilweise Isomorphie statt.

Chemische Analogie im weiteren Sinn. Während man bei dem Vorhandensein einer wie oben definirten chemischen Analogie zweier Mineralien stets Isomorphie voraussetzen und deren Fehlen auf Heteromorphie (s. § 6) zurückführen darf, erkennt man jedoch auch ausserdem noch viele solcher Fälle als Isomorphie an, wo die chemische Analogie nur noch in der gleichen Anzahl von Valenzen, nicht mehr in der gleichen Anzahl von Atomen besteht.

So gelten PbS und Ag_2S als isomorph; in den Silicaten können für zweiwerthige Radikale wie Ca , Mg etc. 2 einwerthige wie K , Na , H eintreten.

In diese Kategorie, d. h. unter Wahrung der Valenzen dürften auch die wenigen Fälle zugestandener Isomorphie zu rechnen sein, wo grössere Atomgruppen an die Stelle eines Radikals treten. Am auffälligsten ist dies an den völlig isomorphen Kalium- und Ammoniumsalzen, in denen die Gruppe NH_4 an Stelle von K tritt.

Merkwürdig ist es, dass es auch einige seltene Fälle zweifelloser Isomorphie giebt, wo die analoge chemische Constitution nur in der gleichen Anzahl von Atomen besteht.

So sind $CaCO_3$ (Calcit) und $NaNO_3$ (Natronsalpeter), ferner $CaCO_3$ (Aragonit) und KNO_3 (Kalialsalpeter), $NaAlSi_3Si_2O_8$ (Albit) und $CaAl_2Al_2Si_2O_8$ (Anorthit) völlig isomorph.

Analoge Krystallform bedingt dagegen nicht immer Analogie der chemischen Constitution und damit Isomorphie. Es giebt eine ganze Reihe von Beispielen, wo bei durchaus analoger Formentwicklung keine Beziehung der chemischen Formel hervortritt. So zeigen Rothgültigerz und Kalkspath, Chrysoberyll und Diaspor, Augit und Tinkal, Anatas und Chlorquecksilber in ihrer Winkel- und ihrer Formentwicklung grosse Aehnlichkeit.

Besonderen Werth erlangt die Isomorphie, abgesehen davon, dass sie zur Erschliessung der chemischen Formel einer Substanz dienen kann, für die Feststellung der verwandtschaftlichen Verhältnisse der Mineralien, also für die Systematik. Alle isomorphen Mineralien werden als isomorphe Gruppe oder Reihe zusammengefasst.

Nachstehend sind die hauptsächlichsten isomorphen Gruppen aufgeführt, einzelne Gruppen unter Beifügung der charakteristischen Winkel.

Reguläres System. Pyritgruppe (Pyrit, Glanzkobalt, Speiskobalt, Chloanthit). Spinellgruppe (Spinell, Chromit, Magnetit).

Hexagonales System. Arsengruppe (Arsen, Antimon, Wismuth, Tellur), Rothgültiggruppe (Proustite, Pyrrargyrit). Calcitgruppe (rhomboedrisch, z. Th. rhomboedr.-tetartoedrisch. Calcit $105^{\circ}5'$; Dolomit $106^{\circ}15'$, Manganspath $106^{\circ}51'$, Eisenspath 106° , Magnesit $107^{\circ}20'$, Zinkspath $107^{\circ}40'$). Korundgruppe (rhomboedrisch, z. Th. trapezoedr.-tetartoedrisch. Korund, Eisenglanz, Ilmenit). Willemitegruppe (rhomboedrisch. Willemite, Phenakit, Troostit). Apatitgruppe (pyramidal-hemiedrisch. Apatit, Pyromorphit, Mimetesit, Vanadinit).

Tetragonales System. Rutilgruppe (Rutil, Zinnstein, Zirkon). Scheelitegruppe (Scheelite, Scheelbleierz, Wulfenit).

Rhombisches System. Antimonitgruppe (Antimonit, Wismuthglanz, Selenwismuth). Markasitgruppe (Markasit, Arsenkies, Löllingit). Zinckenitgruppe (Zinckenit, Wolfsbergit, Emplektit, Skleroklas). Goethitgruppe (Goethit $94^{\circ} 52'$ (∞P); $117^{\circ} 30'$ ($P\infty$), Manganit $99^{\circ} 40'$ und $122^{\circ} 50'$, Diaspor). Aragonitgruppe (Aragonit $116^{\circ} 10'$, Strontianit $117^{\circ} 19'$, Cerussit $117^{\circ} 14'$, Witherit $117^{\circ} 48'$). Barytgruppe (Baryt, Cölestin, Anglesit). Olivin-
gruppe (Forsterit, Fayalit). Bronzitgruppe (Enstatit, Bronzit, Hypersthen).
Monoklines System. Augitgruppe, Hornblendegruppe.
Triklines System. Plagioklasgruppe.

§ 5. Isomorphe Mischungen. Das charakteristischste Kennzeichen einer zwischen zwei Substanzen vorhandenen Isomorphie bildet die Fähigkeit derselben, in variablen Verhältnissen sich zu mischen und dabei homogene Krystalle zu bilden. Andererseits muss man annehmen, dass alle isomorphen Mineralien in variablen Verhältnissen mit einander zu krystallisiren vermögen.

Setzt man zu einer Lösung von Zinksulfat eine solche von Magnesiumsulfat, so schießen Krystalle an, die je nach dem Mischungsverhältniss beliebige Quantitäten Zn oder Mg enthalten. — Ein Alaunkrystall wächst in einer Lösung von Chromalaun weiter.

Eine ganze Reihe von Mineralien sind überhaupt isomorphe Mischungen, wie die Fahlerze, viele Glieder der Kalkspath-, Spinell-, Augit-, Hornblende-, Plagioklasgruppe etc. Vielfach ist die Grundverbindung überhaupt nicht bekannt, wie beispielsweise das Glied $FeSiO_3$ der Bronzitreihe.

Diejenigen Elemente, die sich in isomorphen Mischungen vertreten, heissen vicariirende Elemente oder Bestandtheile; es sind dieselben, welche als isomorphe Elemente auf Seite 146 aufgezählt worden sind.

Das quantitative Verhältniss, in dem in einer isomorphen Mischung die vicariirenden Elemente zu einander stehen, kann in manchen Fällen durch einfache ganze Zahlen ausgedrückt werden; es braucht aber ein solches einfaches Verhältniss nicht zu bestehen und hat auch in sehr vielen Fällen nicht statt.

In der chemischen Formel der isomorphen Mischungen werden die einzelnen vicariirenden Elemente in eine Klammer zusammengefasst unter Fortlassung des variablen Mischungsverhältnisses, wohl aber werden oft diejenigen Elemente, deren Menge vorwiegt, stärker als die übrigen geschrieben oder gedruckt. So bedeutet die Formel $(Ca, Mg, Fe) CO_3$ die isomorphe Mischung von $x CaCO_3 + y MgCO_3 + z FeCO_3$, wo x, y und z alle möglichen Zahlen ausdrücken können, x aber beträchtlich grösser ist als y und z .

— Bei der Berechnung der Formel isomorpher Mischungen werden die aus den Analysenzahlen und den Atomgewichten erhaltenen Quotienten aller isomorph sich vertretenden Elemente resp. Verbindungen addirt, die dadurch reducirte Anzahl von Quotienten im Uebrigen aber, wie an den Beispielen auf Seite 144–145 erläutert, weiter behandelt. Nachstehende Berechnung einer von Ludwig am Epidot vom Sulzbachthal ausgeführten Analyse mag als Beispiel dienen. Die Analyse ergab:

SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	FeO	CaO	H_2O
37,83	22,63	15,02	0,93	23,27	2,05 = 101,73.

Die Quotienten dieser Zahlen dividirt durch ihre Atomgewichte sind der Reihe nach

$$(1) \frac{37,83}{59,92} = 0,631; (2) \frac{22,63}{101,96} = 0,222; (3) \frac{15,02}{159,64} = 0,094;$$

$$(4) \frac{0,93}{71,84} = 0,013; (5) \frac{23,27}{55,87} = 0,416; (6) \frac{2,05}{17,96} = 0,114.$$

Die Verbindungen Al_2O_3 und Fe_2O_3 einerseits, FeO und CaO andererseits sind aber vicariirende, es müssen demnach die Quotienten (2) und (3) und ebenso (4) und (5) addirt werden. Dadurch erhalten wir nun die Quotienten SiO_2 0,631; $(\text{AlFe})\text{O}_3$ 0,316; $(\text{FeCa})\text{O}$ 0,429; H_2O 0,114, aus welchen sich in üblicher Weise das Verhältniss der 4 Quotienten herleitet: SiO_2 : $(\text{AlFe})_2\text{O}_3$: $(\text{FeCa})\text{O}$: H_2O = 6:3:4:1. Demnach ist die Formel des Epidots $6\text{SiO}_2 \cdot 3(\text{AlFe})_2\text{O}_3 \cdot 4(\text{FeCa})\text{O} \cdot \text{H}_2\text{O}$ oder $\text{Si}_6(\text{AlFe})_6(\text{FeCa})_4\text{H}_2\text{O}_{26}$.

Will man ganz allgemein ausdrücken, dass irgend ein Element in einem Mineral durch ein oder mehrere andere Elemente isomorph vertreten werden kann, also bei Aufstellung einer allgemeinen Formel, so bedient man sich statt der speciellen chemischen Symbole der Buchstaben R oder Me, häufig noch mit angehängten Werthigkeitsindices, also R^I oder R^{II} . Ein Beispiel liefert der Epidot, dessen allgemeine Formel $\text{Si}_6\text{R}_6^{\text{VI}}\text{R}_4^{\text{II}}\text{H}_2\text{O}_{26}$ sein würde.

Die Erkenntniss der isomorphen Mischungen hat viel zum Verständniss der chemischen Zusammensetzung der Mineralien beigetragen; denn auf Grund derselben wird es begreiflich, dass Mineralien unter unwesentlicher Aenderung der Form und der physikalischen Eigenschaften wesentliche Schwankungen in ihrer qualitativen und quantitativen chemischen Zusammensetzung aufweisen. Namentlich ist durch sie die chemische Zusammensetzung der Silicate in ein neues Licht gerückt worden, nachdem zuerst die widersprechenden Plagioklasanalysen von Tschermak als eine Folge des wechselnden Mischungsverhältnisses zwischen Albit- und Anorthit-substanz erkannt worden waren (vergl. den speciellen Theil unter Plagioklas). Ferner wird es aber auch begreiflich, dass noch nicht eine jede Aenderung der chemischen Zusammensetzung innerhalb der durch die isomorphen Mischungen gesteckten Grenzen die Unterscheidung selbstständiger Mineralspecies zu begründen vermag. Wenn also beispielsweise unter den Plagioklasen neben dem Albit und Anorthit noch Oligoklas, Andesin und Labrador als besondere Mineralien herausgehoben werden, so kommt diesen nicht derselbe Grad specifischer Selbstständigkeit zu wie den Endgliedern Albit und Anorthit.

Isomorphe Mischungen zeigen sowohl in morphologischer wie physikalischer Beziehung innerhalb gewisser Grenzen Abweichungen von den entsprechenden Verhältnissen der Grundverbindungen.

In morphologischer Hinsicht lassen die bisherigen Erfahrungen noch kein bestimmtes Gesetz der Aenderung erkennen. Zwar besitzt der aus der isomorphen Mischung von Kalkspath CaCO_3 (Rhomboiderwinkel $105^\circ 5'$) und Magnesit MgCO_3 (Rhomboiderwinkel $107^\circ 30'$) hervorgegangene Dolomit $\text{CaCO}_3 + \text{MgCO}_3$ einen Rhomboiderwinkel von $106^\circ 18'$, der dem arithmetischen Mittel seiner Grundverbindungen entspricht, und analoges gilt von den verschiedenen Plagioklasen; aber in anderen zahlreicheren Fällen stehen die resultirenden Winkel in keiner Abhängigkeit von dem Mischungs-

verhältniss der Componenten, ja sie liegen zuweilen, wie bei den Mischungen des Kaliumpermanganats und Kaliumperchlorats, sogar ausserhalb der durch die einfachen Verbindungen gegebenen Winkelgrenzen.

In physikalischer Hinsicht wird durch die Substitution einzelner Bestandtheile mancherlei Aenderung hervorgebracht. So wird namentlich an den Silicaten die Veränderung im spec. Gewicht, in der Farbe, Schmelzbarkeit etc. auffällig, die bei der gegenseitigen Ersetzung der Alkalien, alkalischen Erden, Metalloxyde (wesentlich des Eisens) und Wasser eintritt. — Auch die Bruchbeschaffenheit ist nicht constant. Während der Spinell und dessen isomorphe Mischung mit Eisen (Ceylanit) durch muschligen Bruch ausgezeichnet sind, zeigt der Gahnit, in den Zink aufgenommen ist, deutlichen Blätterbruch.

Am wichtigsten wird die Abhängigkeit der optischen Eigenschaften von dem Mischungsverhältniss. Die Bronzitgruppe besteht aus der isomorphen Mischung der beiden Silicate $MgSiO_3$ und $FeSiO_3$. Die einzelnen Zwischenglieder sind nun nach Tschermak dadurch ausgezeichnet, dass mit der Zunahme des Eisens sich der positive Axenwinkel vergrössert. — Von praktischer Bedeutung wird die von Schuster nachgewiesene gesetzmässige Aenderung der optischen Verhältnisse bei den Plagioklasen, wo es gelingt, aus dem regelmässig sich ändernden Auslöschungswinkel auf den Spaltflächen einen Schluss auf das Mischungsverhältniss zu ziehen. Bei den Plagioklasen ist auch die Grösse des Axenwinkels und die Dispersion genau abhängig von der isomorphen Mischung. —

In anderen Fällen ist dagegen eine regelmässige Aenderung nicht immer zu constatiren; so liegen häufig die Brechungsindices nicht zwischen, sondern ausserhalb der durch die Grundverbindungen gegebenen Grenzen; auch die Lage der Axenebene wechselt unregelmässig.

Analog der die isomorphe Vertretung begleitenden Formänderung kann auch eine solche Formänderung eintreten durch die Substitution des typischen Wasserstoffs von Verbindungen durch Atome und Atomgruppen (Radikale). Von Groth wird diese Erscheinung als Morphotropie bezeichnet.

Auch hier machen sich in mehr oder weniger gesetzmässiger Weise Abweichungen von der Form und den physikalischen Eigenschaften der Grundverbindung bemerkbar.

Die Ursachen der Isomorphie und der isomorphen Mischungen müssen in dem analogen Bau des Krystallmoleküls (Krystallelements) gesucht werden; daher versteht sich die von Sohneke¹⁾ aufgestellte Definition „Isomorph sind 2 Substanzen, welche in krystallisirtem Zustande congruente oder doch nahezu congruente Structurformen besitzen“ (wobei unter Structurformen die bis jetzt festgestellten regelmässigen unendlichen Punktsysteme verstanden sind).

¹⁾ Theorie einer Krystallstructur S. 206.

§ 6. Heteromorphie oder Polymorphie. Gewissermaassen den Gegensatz zur Isomorphie bildet die Heteromorphie. Man versteht darunter die Eigenschaft mancher mineralischer und anderer Substanzen, trotz gleicher procentischer Zusammensetzung in verschiedenen nicht von einander abhängigen Formen zu krystallisiren. Selbstverständlich sind mit der verschiedenen Form auch verschiedene physikalische Eigenschaften, namentlich verschiedenes spec. Gewicht, verbunden, und so entspricht die Polymorphie der in der Chemie gebräuchlichen Bezeichnung der Isomerie, speciell der physikalischen Isomerie, und andererseits, soweit es sich um eine Polymorphie der chemischen Elemente handelt, der Allotropie. Tritt die heteromorphe Substanz nur in 2 Formen auf, so nennt man dieselbe dimorph und die Eigenschaft Dimorphie; analog sind die Ausdrücke trimorph, Trimorphie etc. zu verstehen.

Die gewöhnlichsten Beispiele der Polymorphie liefern die nachstehenden Stoffe:

Kohlenstoff, trimorph, als Diamant regulär, als Graphit hexagonal (?), als Kohle amorph. — Schwefel, wahrscheinlich pentamorph; der als Mineral auftretende Schwefel ist rhombisch, aus dem Schmelzfluss erstarrt ist er monoklin; ZnS als Zinkblende regulär, als Wurtzit hexagonal; FeS₂ als Pyrit regulär (spec. Gewicht 5,1), als Markasit rhombisch (spec. Gewicht 4,86); SiO₂ als Quarz hexagonal, als Tridymit rhombisch (?); TiO₂ trimorph, als Rutil tetragonal, als Anatas ebenfalls tetragonal, aber mit anderem Axenverhältniss, als Brookit rhombisch; CaCO₃ als Kalkspath rhomboedrisch, als Aragonit rhombisch; Al₂SiO₅ als Andalusit rhombisch, als Cyanit triklin; K₂Al₂Si₆O₁₆ als Orthoklas monoklin, als Mikroklin triklin etc.

Häufig lässt sich beobachten, dass die heteromorphen Modificationen einer Substanz in gewissen Zonen eine sehr grosse Winkelähnlichkeit besitzen, zuweilen überhaupt nur ganz geringe Winkeldifferenzen aufweisen. Letzteres gilt in sehr auffälliger Weise vom Orthoklas und Mikroklin. Analoges kommt auch für die eigenthümliche Dimorphie des Leucits, des Boracits etc. (vergl. S. 132) in Betracht.

Von besonderem Interesse ist noch die Erscheinung der Isodimorphie. In manchen Fällen zeigt sich nämlich, dass eine ganze isomorphe Reihe, wenn nicht in allen, so doch in einzelnen Gliedern dimorph ist.

Eines der bekanntesten Beispiele liefert die isodimorphe Reihe Pyrit-Markasit. Die Reihe ist aufgebaut nach der Formel RQ₂, wo R als allgemeines Zeichen für Fe, Ni, Co —, Q für S, As, Sb gesetzt ist, und krystallisirt sowohl regulär wie rhombisch. Nachstehend sind einige Glieder dieser dimorphen Reihe aufgeführt.

	Regulär.	Rhombisch.
Fe S ₂	Pyrit,	Markasit,
(Co, Fe) As S	Kobaltglanz,	Danait,
(Co, Ni, Fe) As ₂	Speiskobalt,	Safflorit,
(Ni, Co, Fe) As ₂	Chloanthit,	Weissnickelkies.

Die Substanz CaCO₃ ist ebenfalls dimorph. An den rhomboedrischen Kalkspath schliessen sich als isomorph an Magnesit MgCO₃, Eisenspath FeCO₃ etc., an den rhombischen Aragonit Witherit BaCO₃, Strontianit SrCO₃, Cerussit PbCO₃ etc. Wenn nun auch BaCO₃ und PbCO₃ noch nicht rhomboedrisch, MgCO₃ und FeCO₃ noch nicht rhombisch beobachtet worden sind, so darf

man wohl aus dem Umstande, dass sie wechselseitig in isomorpher Beimengung sich in rhombischen wie in den rhomboedrischen Carbonaten finden, den Schluss ziehen, dass auch sie dimorph sind und gelegentlich einmal als reine Verbindung aufgefunden werden könnten. Ja der Umstand, dass das Mineral $BaCO_3 + CaCO_3$, der Barytocalcit, monoklin krystallisirt, berechtigt zu der Folgerung, dass die ganze Reihe trimorph ist.

Die Dimorphie wurde von Mitscherlich 1823 zuerst am Schwefel, der als Mineral und aus Schwefelkohlenstoff-Lösung rhombisch, aus dem Schmelzfluss monoklin krystallisirt, klar erkannt. Wie hier so hängt es auch anderswo von gewissen äusseren Verhältnissen ab, ob eine Substanz in Formen des einen oder anderen Krystallsystems sich ausscheidet. So scheidet sich $CaCO_3$ aus kohlensäurehaltiger Lösung in der Wärme durchweg als Aragonit, in der Kälte als Calcit ab. Durch Erhitzen geht Aragonit in Calcit über.

Ursprünglich suchte man, namentlich war es Haüy, die Ursache der Dimorphie in der Beimischung einer anderen, Form verleihenden Substanz; beispielsweise glaubte man, dass die geringe Menge Strontian, die sich nach Stromeyer's Analysen im Aragonit fand, der Grund der rhombischen Ausbildung des Kalkcarbonats sei. — Theoretisch lässt sich die Polymorphie einer Substanz in ganz derselben Weise verstehen, wie die Chemie die Isomerie erklärt; es liegt entweder eine verschiedene Moleculargrösse der heteromorphen Stoffe zu Grunde (Polymerie) oder die Heteromorphie ist die Folge verschiedenartiger Anordnung der Atome in der Molekel (Metamerie) oder was noch wahrscheinlicher, der verschiedenartigen Anordnung der chemischen Molekel in der Krystallmolekel.

Cap. II.

Die chemischen Kennzeichen der Mineralien. § 1. Allgemeines, Löslichkeit, Schmelzbarkeit. § 2. Das Löthrohrverfahren. § 3. Das mikrochemische Verfahren.

Von allen zum Erkennen von Mineralien geeigneten Merkmalen erlangen die chemischen den grössten Grad der Sicherheit und einen besonderen Werth, da sie für sich allein schon, ohne dass irgend welche anderen Merkmale in Anspruch genommen werden müssten, die Natur eines Minerals entscheiden lassen. Nur da, wo eine Substanz heteromorph ist, müssen noch andere Merkmale hinzutreten.

Zu den chemischen Kennzeichen eines Minerals wird sein Verhalten zu den Reagentien, vor dem Löthrohr, die Flammenfärbung, Schmelzbarkeit, die Löslichkeitsverhältnisse u. s. w. gerechnet.

Zur unzweideutigen Feststellung der Natur eines Minerals genügt in den allermeisten Fällen die Untersuchung seines Verhaltens zu den Reagentien, d. h. wenn dieses Verhalten systematisch geprüft wird, die qualitative Analyse. Statt auf diesem umständlichen sogen. nassen Weg lässt sich derselbe Zweck auch durch die Löthrohruntersuchung erreichen, und diese im Verein mit dem in jüngster Zeit ausgebildeten mikrochemischen Verfahren verdient vor allen anderen den Namen specifisch mineralogischer Methoden, da sie Schnelligkeit der Ausführung, Sicherheit des Resultats mit geringem Bedarf an Untersuchungsmaterial, Reagentien und Utensilien verbindet.

Bevor wir auf beide Methoden näher eingehen, mag hier einiges auf die Löslichkeit und Schmelzbarkeit der Mineralien bezügliches vorausgeschickt werden.

Verhalten der Mineralien gegen Lösungsmittel. — Die Mineralien sind im reinen Wasser in verschiedenem Grade löslich, einige leicht, andere schwierig, noch andere, und zwar die weitaus meisten, erscheinen unter den Verhältnissen, die wir darzubieten vermögen, ganz unlöslich. Doch werden wir auch in letzterem Fall durch die Beobachtung des natürlichen Vorkommens, die Art der Entstehung belehrt, dass absolut unlösliche Mineralien gar nicht oder nur in sehr begrenztem Umfange vorkommen.

Zu den sehr leicht löslichen Mineralien gehören Steinsalz, Sylvin, Soda, Carnallit, Alaun, die Vitriole und einige andere. Gyps ist schon schwieriger löslich (1 : 500), noch schwieriger die meisten der salinischen Mineralien (Baryt 1 : 5000000). Am unlöslichsten, resp. für unsere Verhältnisse vollständig unlöslich erscheinen die gediegenen Metalle, ferner Schwefel, Diamant, die meisten der oxydischen und sulfidischen Erze, die wasserfreien Silicate, der Quarz etc.

Die Löslichkeit im Wasser wird vermehrt durch Pulvern der Substanz, durch Erhöhung der Temperatur (doch giebt es hier auch Ausnahmen, z. B. Gyps), durch Anwendung von Druck und durch Hinzutreten von Kohlensäure. Namentlich bei Gegenwart der letzteren, welche zugleich chemisch eingreift, werden wesentliche Mengen sonst unlöslicher Mineralien aufgelöst und selbst Silicate zersetzt; allerdings ist dann die Auflösung zumeist von einer chemischen Veränderung begleitet: man nimmt selbst von den Carbonaten, die in grösster Menge aufgelöst und als solche auch wieder ausgeschieden werden, an, dass sie als Bicarbonate in Lösung gingen. Kohlensäurehaltiges Wasser ist daher das wichtigste natürliche Lösungsmittel der Mineralien und ist für die Entstehung sehr vieler derselben von besonderer Bedeutung (vergl. Abschnitt V).

Als sonstige Lösungsmittel, die aber durchweg eine chemische Zersetzung und Umwandlung im Gefolge haben, sind die Mineralsäuren, wie Schwefelsäure, Flusssäure, Salzsäure, Salpetersäure, Königswasser zu erwähnen. Dabei wird je nach den Umständen Schwefel, antimonige Säure, Kieselsäure, Kohlensäure, Schwefelwasserstoff abgeschieden, während sämtliche Basen in Lösung gehen. Man hat es daher eher mit Aufschliessungs- als mit Lösungsmitteln zu thun. Vielfach erfolgt die Auflösung erst beim Erwärmen, oder bei manchen Silicaten (Granat, Vesuvian, Epidot, Axinit) nach voraufgegangenem Glühen oder Schmelzen. Durch eine solche Procedur wird nämlich das Silicat in einen physikalisch differenten, daher leichter löslichen Zustand übergeführt.

Andere Lösungsmittel oder besser Aufschliessungsmittel bilden kaustische Alkalien, Kaliumbisulfat u. a. Auch Schwefelalkalien können bei einigen Sulfiden als Lösungsmittel mit Erfolg angewendet werden.

Schmelzbarkeit. — Die Temperatur, bei der Mineralien zum Schmelzen kommen, ist sehr verschieden und bei den wenig-

sten specieller festgestellt. Dabei macht es einen Unterschied, ob das Mineral in grösseren Stücken oder nur in kleinen Splintern geschmolzen wird. Soweit die Schmelzbarkeit nur als Erkennungsmittel und zum Vergleich dienen soll, genügt die Untersuchung relativer Schmelzungsverhältnisse.

v. Kobell hat eine Schmelzbarkeitsskala vorgeschlagen, die in der Reihenfolge vom leichtest zum schwer schmelzbarsten lautet:

1. Antimonglanz (schmilzt schon an der blossen Lichtflamme), 2. Natrolith (schmilzt nur in feinen Nadeln an der Lichtflamme), 3. Almandin (schmilzt nicht mehr an der Lichtflamme, wohl aber recht gut vor dem Löthrohr), 4. Strahlstein (schmilzt vor dem Löthrohr und in dünnen Splintern noch ziemlich gut), 5. Orthoklas (schmilzt unter gleichen Umständen schon schwer), 6. Bronzit (rundet sich nur in den schärfsten Kanten vor dem Löthrohr noch etwas ab).

Zur Prüfung hält man das zu untersuchende Mineralfragment mittelst Platinzange in die Spitze des blauen Lichtkegels eines Bunsen-Brenners oder einer Kerze, bezw. richtet man das Löthrohr darauf. Bei Mineralien, die Platin angreifen, benutzt man ein Kohlenstück als Träger; um aber unmittelbar vergleichen zu können, empfiehlt sich die gleichzeitige Verwendung eines Mineralsplitters aus der angeführten Skala. Bei einiger Uebung erlangt man jedoch ohne Weiteres ein Urtheil über den Grad der Schmelzbarkeit. Letzterer lässt sich jedoch ausser durch jene Skala noch in der von Plattner angegebenen Weise charakterisiren, wonach 5 Abstufungen unterschieden werden, 1. leicht zur Kugel schmelzend, 2. schwer zur Kugel schmelzend, 3. leicht in Kanten schmelzbar, 4. schwer in Kanten schmelzbar, 5. unschmelzbar. — Ein genaueres Untersuchungsverfahren ist von Szabó angegeben. (Ueber eine neue Methode, die Feldspäthe auch in Gesteinen zu bestimmen. Budapest 1876.)

§ 2. Das Löthrohrverfahren.

Dasselbe beruht darauf, dass eine Reihe von Substanzen vor dem Löthrohr erhitzt entweder der Flamme eine charakteristische Färbung verleihen oder auf Kohle einen eigenthümlichen Beschlag geben oder sich in der Boraxperle mit bestimmter Farbe lösen etc., Merkmale, die bezeichnend genug sind, um zur Erkennung zu führen.

Die wichtigsten Utensilien sind das Löthrohr und die Flamme einer Oellampe, einer Kerze (am besten Paraffinkerze) oder eines Bunsen'schen Brenners. Die Flamme besteht bekanntlich aus einem innern leuchtenden Kegel (Reductionsflamme. R.-F.) und einer nicht leuchtenden Hülle (Oxydationsflamme. O.-F.).

Weiteres Zubehör bilden Holzkohle, Platinzange (Pincette), Platindraht und Glasröhren, als specielle Löthrohrreagentien sind aufzuführen: Borax, Phosphorsalz, Soda, Cyankalium, Salpeter, Kaliumbisulfat, Flussspath, Kobaltsolution, Probirblei, Magnesiumdraht.

Bei einer systematischen Löthrohruntersuchung sind folgende Operationen vorzunehmen:

1. Prüfung in der Platinzange.

Dabei lässt sich wahrnehmen: Flammenfärbung, Aufblähen, Verpuffen, Erglühen, Decrepitiren, Schmelzen.

Die Flammenfärbung ist namentlich für die alkalischen Erden, für die Borate, Phosphate und für Kupferverbindungen charakteristisch. Zur genaueren Untersuchung derselben bedient man sich des Spectroskops oder in einfacheren Fällen, um die störende gelbe Na-Flamme abzuhalten, eines blauen Kobaltglases. — Mineralien, die Wasser enthalten, blähen sich oft auf, wie der Alaun, die borsaurigen Salze, Stilbit etc.; Vermiculit blättert sich auf. — Verpuffen findet bei Nitraten statt. — Calcit, Strontianit, Gadolinit erglühen.

— Eine Reihe anderer Mineralien, namentlich die Sulfide, decrepitirt. Bei diesen wird es dann zur Prüfung anderer Eigenschaften wohl nöthig, sie zu pulvern und mit Wasser zu einem dicklichen Brei anzurühren. — Noch andere Mineralien schmelzen und bei ihrer weiteren Untersuchung kann die oben mitgetheilte Schmelzbarkeitsskala berücksichtigt werden.

2. Erhitzen der Substanz in der einseitig geschlossenen Glasröhre, d. h. ohne Zutritt von Luft.

Dabei kann man ebenfalls etwaige Schmelzbarkeit, Phosphorescenz, auch wohl Verkohlen beobachten, im Besonderen findet statt Dampf- oder Gasentwicklung, z. B. Wasserdampf bei Hydraten, Kohlensäure bei gewissen Carbonaten etc. Oder es zeigt sich Sublimatbildung.

Ein weisses Sublimat geben SbO , AsO , $HgCl$, $HgCl_2$, ein farbiges: S , die Schwefelverbindungen von Sb und As , der Zinnober etc. Auch ein Farbenwechsel der Substanz kann stattfinden, so ist ZnO in der Kälte weiss, heiss gelb; entsprechend sind SnO hellgelb und gelbbraun, PbO gelb und braun etc.

3. Erhitzen der Substanz in der offenen Glasröhre, also bei Zutritt von Luft (Rösten).

Hier sind besonders Beschlag und Geruch charakteristisch.

Bei Anwesenheit von S - oder Se -Verbindungen entwickelt sich der eigenthümliche Geruch der schwefligen bzw. selenigen Säure. — As und Arsenmetalle liefern einen weissen Beschlag in einiger Entfernung von der Probe. Sb und Sb -Verbindungen geben weissen Sb -Rauch und ein weisses Sublimat. Te und Te -Metalle entwickeln gleichfalls weissen Rauch, doch ist das Sublimat zu farblosen Tropfen schmelzbar. — Bi -Verbindungen geben einen dunkelbraunen Beschlag in der Hitze, der beim Erkalten gelb wird etc.

4. Erhitzen auf Kohle mit oder ohne Soda.

Charakteristische Wahrnehmungen bei dieser Prüfung beziehen sich auf den Geruch, die Schmelzbarkeit, etwaige Reduction oder Oxydation und die Beschlagbildung. Namentlich die letztere ist von besonderer Wichtigkeit und führt häufig ohne Weiteres zur Erkennung der Substanz.

5. Behandlung der Substanz mit der Boraxperle.

Der Borax (doppelt borsaures Natron) hat die Eigenschaft, in der Hitze Metalloxyde aufzulösen und dabei eine charakteristische Färbung anzunehmen, die oft verschieden ist, je nachdem die Perle mit der Oxydations- oder Reductionsflamme behandelt oder je nachdem sie heiss oder kalt ist (s. Tabelle). Aehnliche Zwecke verfolgt die Behandlung der Substanz mit der Phosphorsalz- (phosphorsaures Natron-Ammoniak)-Perle; dieselbe löst ausserdem in den Silicaten die Basen auf und scheidet die Kieselsäure in Form eines „Kieselskelets“ ab. — Auch Soda wird in gleicher Absicht gebraucht.

In der nachstehenden Tabelle sind die wichtigsten Löthrohr-Reactionen der am häufigsten vorkommenden Elemente in alphabetischer Reihenfolge zusammengestellt. In die letzte Columne sind ausserdem noch einige andere charakteristische Kennzeichen und Reactionen aufgenommen, die zur sicheren Erkennung des betreffenden Elementes dienen. Bemerket mag werden, dass bei der Behandlung der Probe mit Soda auf Kohle etwaige Schwefelverbindungen zuvor abgeröstet werden müssen und dass bei regulinischen Metallen der Sodazusatz zu unterbleiben hat.

Name des Elementes. resp. der Verbindungen.	Flammenfärbung.	Beschlag mit Soda auf Kohle.	Verhalten in der Boraxperle.	Besondere Kennzeichen und Reactionen.
Aluminium.		Mit Co-Solution befeuchtet und geglüht: blau.	Langsam zu einer klaren Perle auflöslich.	Bei vielen Al-Verbindungen empfiehlt sich ein Pulvern d. Substanz.
Antimon.	Grünlich blau.	Weiss, anfangsflüchtig, nachher gewöhnlich nicht mehr flüchtig.	O.-F. gelblich (heiss), farblos (kalt). In R.-F. scheiden sich anfangs Sb-Flitterchen aus; nach längerem Blasen wird die Perle wieder klar.	Beim Erhitzen entwickelt sich ein dichter weisser Rauch.
Arsen.	Hellblau.	Weisser, flüchtiger Beschlag, daher erst in einiger Entfernung von der Probe auftretend. Wird leicht reducirt und giebt einen knoblauchartigen Geruch.		In offener Glasröhre ein weisses flüchtiges Sublimat; in der geschlossenen Röhre geben Arsenulfide einen dunkelrothbraunen Beschlag, wenn heiss, einen rothen, wenn kalt. — Mit Soda und Cyankalium in der geschlossenen Röhre erhitzt: Metallspiegel.
Baryum.	Gelblich grün (mit Ausnahme der basischen Silicate).			Spectroskop. — In Lösung leicht durch Schwefelsäure zu erkennen.
Blei.		In der Nähe der Probe gelber Beschlag, weiterab weiss. Bleikorn.	O.-F. gelb (heiss), farblos oder bei grösserem Zusatz emailgelb, wenn kalt.	Gelber Niederschlag mit Kaliumchromat.
Bor, Borsäure.	Intensiv gelbgrün, wenn mit Schwefelsäure angefeuchtet. Silicate werden am besten mit etwas gepulv. Flussspath und Kaliumbisulfat gemischt u. die angefeuchtete Masse im Platindraht behandelt.			In einer Schale mit Schwefelsäure und Alkohol erhitzt, brennt letzterer mit deutlich grüner Flamme.

Name des Elementes, resp. der Verbindungen.	Flammenfärbung.	Beschlag mit Soda auf Kohle.	Verhalten in der Boraxperle.	Besondere Kennzeichen und Reactionen.
Brom.				Entwickelt Bromdämpfe mit Kaliumbisulfat in der geschlossenen Röhre.
Cadmium.		Rothbraun nahe der Probe, weiter ab orangegelb.	O.-F. gelb (heiss), fast farblos (kalt).	Citrongelber Niederschlag durch SH_2 , der sich in Schwefelammon nicht auflöst.
Calcium.	Schwach röthlich gelb.		Leicht auflöslich, die Perle wird aber beim Abkühlen krystallinisch und unklar.	Spectroskop!
Chlor.				Eine durch Cu blau gefärbte Phosphorsalzperle färbt sich bei Berührung mit Chlor intensiv purpur. — Weisser Ndschl. mit Silbernitrat.
Chrom.		Kein Beschlag; nicht reducirbar.	O.-F. gelb bis dunkelroth (heiss), grünlich gelb bis gelblich (kalt). R.-F. smaragdgrün.	Mit Salpeter geschmolzen und ausgelaugt, charakteristischer gelber Niederschlag mit Bleiacetat.
Eisen.		Kein Beschlag; magnet. Pulver oder Masse.	O.-F. gelb bis roth (heiss), farblos bis gelb (kalt). R.-F. flaschengrün.	Mit Salpeter geschmolzen, blauer Ndschl. mit gelbem Blutlaugensalz.
Fluor.				In geschlossener Röhre erhitzt greift das sich entwickelnde Fl das Glas an, zuweilen wird ein Zusatz von Kaliumbisulfat nöthig.
Gold.		Sehr leicht Metallkorn.	Reducirt sich schon in der Perle.	
Jod.				Entwickelt bei Behandlung mit Kaliumbisulfat Joddämpfe, die Stärkepapier blau färben.

Name des Elementes, resp. der Verbindungen.	Flammenfärbung.	Beschlag mit Soda auf Kohle.	Verhalten in der Boraxperle.	Besondere Kennzeichen und Reactionen.
Kalium.	Violett, wenn kein Na zugegen.			Kobaltglas, resp. Spectroskop.
Kobalt.				Smalteblau bis dunkelblau.
Kohle in Form von Carbonaten.	Intensiv carminroth, bei Gegenwart von Na gelbroth.	Kein Beschlag, leicht Kupferkorn.	O.-F. grün (heiss), blau (kalt). R.-F. undurchsichtig roth.	Entwickelt mit HCl Kohlensäure.
Kupfer.				Färbt sich in Lösung bei Zusatz von viel Ammoniak intensiv blau.
Lithium.				Wie Kalk, kalte Perle milchweiss.
Magnesium.		Mit Co-Solution geglüht, wird der Beschlag roth.		Wird bei Gegenwart von überschüssiger Salmiaklösung und Ammoniak aus Lösung als weisser krystallinischer Ndschlg. durch Naphosphat ausgefällt.
Mangan.				O.-F. amethystfarbig (heiss), violettroth (kalt). R.-F. farblos.
Molybdän.		O.-F. gelbliches Pulver (heiss), weiss (kalt), in der Nähe der Probe jedoch kupferroth. An der R.-F. färbt sich der weisse Beschlag dunkel.	O.-F. gelb bis roth (heiss), farblos, resp. opalartig (kalt). R.-F. die klare Perle färbt sich braun und wird undurchsichtig.	
Natrium.	Gelb.			Spectroskop!

Name des Elementes, resp. der Verbindungen.	Flammenfärbung.	Beschlag mit Soda auf Kohle.	Verhalten in der Boraxperle.	Besondere Kennzeichen und Reactionen.
Nickel.		Kein Beschlag; wird reducirt zu Flitterchen metallischen und magnetischen Ni.	O.-F. violett (heiss), rothbraun (kalt). R.-F. trübe durch ausgeschiedenes Ni, bei längerem Blasen farblos.	
Phosphor in Form von Phosphaten.	Grün (bei den meisten Phosphaten, namentlich bei Zusatz von Schwefelsäure).			In der geschlossenen Röhre mit metall. Magnesium behandelt und mit Wasser befeuchtet: Phosphorwasserstoff. In überschüssiger Salpetersäure gelöst bei Zusatz von Ammoniummolybdat langsames Ausscheiden eines gelben Pulvers.
Quecksilber.				Mit Soda in der geschlossenen Röhre graues Sublimat von metall. Quecksilber. — Hg-Sulfide geben in der Röhre einen schwarzen Beschlag, der beim Reiben roth wird.
Schwefel als Sulfid und Sulfat.		Auf blankem Silberblech Heparreaction.		In der geschlossenen Röhre geben einige Sulfide Schwefel ab, andere schweflige Säure.
Selen.		Grauer Beschlag. Schmilzt leicht mit blauer Flamme und stösst charakteristisch riechende Dämpfe aus.		In offener Glasröhre in der Nähe ein metallisches, weiterab rothes Sublimat.
Silber.		Wird sehr leicht reducirt.	O.-F. färbt die kalte Perle milchweiss od. opalartig. R.-F., nach längerem Blasen klar.	Aus Lösungen durch HCl niedergeschlagen.

Name des Elementes, resp. der Verbindungen.	Flammenfärbung.	Beschlag mit Soda auf Kohle.	Verhalten in der Boraxperle.	Besondere Kennzeichen und Reactionen.
Silicium in Form von Silicaten.				In der Phosphorsalzperle Kieselskelet.
Stickstoff in Form von Nitraten.		Verpuffen.		In der Röhre mit Schwefelsäure erhitzt rothe Dämpfe.
Strontium.	Carminroth.		Farblos (heiss), milchweiss (kalt).	
Tellur.	Grün.	Weisser Beschlag, gewöhnlich mit rothem oder dunkelgelbem Rand.	O.-F. farblos, wird in R.-F. erst grau, dann wieder farblos.	In der offenen Röhre ein weisser oder grauer Beschlag, der zu farblosen Tropfen schmilzt.
Titan.			O.-F., wenn stark gesättigt und heiss, gelb; kalt, farblos bis weiss. R.-F. gelb bis braun.	Violette Phosphorsalzperle. — Mit Soda geschmolzen, dann in HCl gelöst und mit metall. Zn oder Sn erhitzt, färbt sich die Flüssigkeit violett.
Uran.			O.-F. braun bis roth (heiss), gelblich grün (kalt).	Phosphorsalzperle in O.-F. grünlich gelb, in R.-F. schön grün.
Vanadium.			O.-F. farblos bis gelb (heiss), grünlich gelb (kalt). R.-F. bräunlich (heiss), chromgrün (kalt).	
Wismuth.		Dunkelorange (heiss), citronengelb (kalt); sprödes Metallkorn.	O.-F. gelb bis gelblich-roth (heiss), farblos bis opalartig (kalt); R.-F. anfangs getrübt, später klar.	Reichlicher Zusatz von Wasser bringt in der Lösung einen weissen Niederschlag hervor.

Name des Elementes, resp. der Verbindungen.	Flammenfärbung.	Beschlag mit Soda auf Kohle.	Verhalten in der Boraxperle.	Besondere Kennzeichen und Reactionen.
Wolfram			O.-F. gelb (wenn stark gesättigt und heiss), emailartig (kalt). R.-F. bei grösserem Zusatz dunkelgelb.	Blau Phosphorsalzperle. Mit Soda geschmolzen, in HCl gelöst und mit metall. Zn erwärmt, färbt sich die Flüssigkeit schön blau.
Zink.		Gelb (heiss), weiss (kalt); mit Co-Solution geglüht, schön gelblich grün.	O.-F. gelblich (heiss), farblos (kalt). R.-F. anfangs getrübt, später klar.	
Zinn.		Weisser, nicht verflüchtbarer Beschlag. Kleine Metallfitterchen.		

§ 3. Das mikrochemische Verfahren.

Dasselbe beruht als Untersuchungsmittel darauf, dass Mineralien in Berührung mit Lösungsmitteln oder verschiedenen Reagentien beim langsamen Eintrocknen charakteristische Krystallisationsproducte geben. Da zu den Untersuchungen die allerkleinsten Fragmente ausreichen und die Beobachtung der gebildeten Krystalle unter dem Mikroskop vorgenommen wird, so versteht sich der für diese Methode gebrauchte Name.

Bei dem von Boriky vorgeschlagenen Verfahren (Elemente einer neuen chemisch-mikroskopischen Mineral- und Gesteinsanalyse. Archiv der naturw. Landesdurchforschung von Böhmen. Prag 1877) diente Kieselflussssäure als einziges Lösungsmittel und Reagens.

Das Mineralfragment, von der Grösse eines Stecknadelkopfes und mit der Lupe ausgesucht, wird auf einem mit Canadabalsam überzogenen Objectträger mit einem Tropfen Kieselflussssäure behandelt. Die beim langsamen Verdunsten sich ausscheidenden Fluorsilicium-Verbindungen besitzen durchweg charakteristische Gestalten, die unter dem Mikroskop wahrgenommen werden. So bildet das Kaliumsalz zumeist reguläre Würfel, das Na-Salz hexagonale Prismen mit der Basis oder der Pyramide, das Ca-Salz spindelartige Formen, das Mg-Salz Rhomboeder etc.

Weiterhin wurde von Behrens (s. Literatur am Schluss dieses Paragraphen) eine Abänderung vorgeschlagen, wonach das Mineral,

nachdem es auf Platinblech mit Flusssäure behandelt und mit Schwefelsäure zur Trockne gedampft ist, in Wasser oder Salzsäure wieder aufgelöst wird. Haushofer (s. Literatur) behandelt das Mineral im Probirröhrchen mit concentrirter Schwefelsäure und untersucht die aus dieser Lösung sich abscheidenden Sulfate.

Bei der weiteren Ausbildung dieser Methode (s. Literatur), um die sich namentlich auch Streng Verdienste erworben hat, wurden neben dem Lösungsmittel, dessen Salze zur Untersuchung dienen, noch andere Reagentien herangezogen, je nachdem diese zur Erlangung charakteristischer Krystallisationsprodukte nothwendig wurden. Der Einwirkung des Reagens geht die Behandlung des Mineralen mit einem geeigneten Lösungsmittel voraus. Die Methode ist dadurch ganz dem Gange der qualitativen Analyse analog geworden mit dem Unterschied, dass nicht die besonderen Umstände und Eigenschaften des Niederschlages, sondern in den meisten Fällen die sich ausscheidenden Krystalle zur Erkennung führen.

Der sorgfältig isolirte Mineralsplitter wird durch ein geeignetes Lösungsmittel entweder im Uhrglase, in kleinen Platingefässen etc. in Lösung gebracht und diese Lösung, nachdem sie noch durch einen Tropfen Wasser verdünnt, mit Hülfe von Capillarpipetten auf verschiedene Objectträger (oder wenn Flusssäure das Lösungsmittel war, auf Platinblech) vertheilt. Jedem einzelnen Theil wird dann mittelst eines Platindrahts sein besonderes Reagens zugesetzt. Das Ausscheiden der Kryställchen kann man durch Erwärmen etwas beschleunigen.

Nachstehend sind für eine Anzahl wichtiger Elemente die mikrochemischen Reactionen unter Benutzung eines entsprechenden Abschnitts des Buches „Fuchs und Streng, Anleitung zum Bestimmen der Mineralien. 3. Aufl. Giessen 1890“ zusammengestellt. Für Bi, Cd, Cr, Mn, Wo, Zn und einige andere Elemente fehlt es noch an charakteristischen Reactionen.

Ag. Behandeln mit HCl, Lösen des Niederschlags mit Salzsäure oder Ammoniak. Nach dem Verdunsten kleine Oktaeder von AgCl.

Al. Cäsiumsulfat. Reguläre Krystalle von Cäsiumalaun.

Au. Ein kleines Stück Stanniol wird auf dem Objectträger in der Wärme mittelst eines Tropfens HCl gelöst. Die Goldlösung färbt sich dadurch purpur.

Ba. Ferrocyanium. Hellgelbe Rhomboeder oder rhomboedrische Combinationen.

Ca. Schwefelsäure. Feine Nadeln, meist gabelartig verwachsen, von Gyps, auch Zwillinge.

Co. Salpetrinsaures Kalium und unter Erwärmen Zusatz von verdünnter Essigsäure. Gelbe, oft fast kreisrunde reguläre Körnchen ($\infty O \infty$ und O) von salpetrinsaurem Kobalt-Kalium.

Cu. Viel Ammoniak und etwas Ferrocyanium. Niederschlag von charakteristischer brauner Farbe.

Fe. Für Oxydulsalze Ferricyanidium, für Oxydsalze Ferrocyanidium. Blauer Niederschlag.

Hg. Mercurosalze geben mit verdünnter Schwefelsäure farblose rhombische Krystalle von Hg_2SO_4 mit monoklinem Habitus; Mercurisalze mit wenig Jodkaliumlösung einen rothen krystall. Niederschlag.

K. Platinchlorid. Dunkelgelbe reguläre Krystalle und Combinationen von K_2PtCl_6 .

Li. Natriumphosphat. Kleine an den Enden abgerundete oder gegabelte Prismen mit gerader Auslöschung.

Mg. Natriumphosphat neben Salmiak und Ammoniak. Schneesternähnlich gruppirte Nadeln in der Kälte; briefcouvertartige Skelete in der Wärme.

Mo. Mit Salpeter und Soda geschmolzen, dann in Salpetersäure gelöst und unter Erwärmen eine Spur Natriumphosphat zugefügt: gelbe reguläre Körnchen ($O, \infty O \infty, \infty O$).

Na. Uranylacetat. Hellgelb gefärbte Tetraeder und tetraedrische Combinationen des Natrium-Uranylacetats.

Ni. Mit Ammoniak alkalisch gemacht, dann Zusatz von Kaliumsulfocarbonat. Rosenrothe Färbung, die bald in braune übergeht. — Co muss jedoch vorher entfernt sein.

P. Molybdänsaures Ammoniak in salpetersaurer Lösung. Gelbe reguläre Körnchen ($O, \infty O \infty, \infty O$).

Pb. Verdünnte Salzsäure. Nadeln, abgeplattete Prismen mit gerader Auslöschung, rhombische Täfelchen mit diagonaler Auslöschung.

Pt. Wie bei Au. Die Pt-Lösung wird tief braunroth gefärbt.

Sn. Stanniverbindungen in salzsaurer Lösung mit KCl versetzt, bilden reguläre Krystalle, vorwaltend O, daneben mOm, mO von K_2SnCl_6 . — Stannoverbindungen werden erst durch Salpetersäure oxydirt. — Metall. Zinn in Salzsäure gelöst giebt mit Platinchlorid eine intensiv rothbraune Färbung.

Sr. Oxalsäure. Theils rechteckige Täfelchen, theils scheinbar quadratische stumpfe Pyramiden.

U. Sodalösung, darauf Essigsäure. Gelbe Tetraeder (cf. Na).

Einen besonderen Werth erlangt die mikrochemische Methode bei der petrographischen Untersuchung von Dünnschliffen. Die Isolirung der einzelnen Mineralien wird durch ein durchbohrtes Deckglas bewirkt, wodurch der Zutritt des Lösungsmittels und des Reagenses ermöglicht wird.

Literatur. Bořiky, Elemente einer neuen chem.-mikrosk. Mineral- u. Gesteinsanalyse. Prag 1877. Behrens, Mikrochem. Methoden zur Mineralanalyse. Versammlung en Mededeel. d. Akad. v. Wetensch., Afd. Naturk. (2) VII. 1881. Amsterdam. Lehmann, Ann. d. Phys. u. Chem. N. Folge. Bd. 13, S. 506. Streng, Neues Jahrb. f. Min. etc. 1883. II, S. 365, ibid. 1885. I, S. 21. Haushofer, Mikrochem. Reactionen. Braunschweig 1885. Klément et Renard, Réactions microchimiques. Bruxelles 1886.

IV. Abschnitt.

Die Lehre von den Lagerstätten der Mineralien.

- Breithaupt, Die Paragenesis der Mineralien. Freiberg 1849.
v. Cotta, Die Lehre von den Erzlagerstätten. Freiberg 1859–1861.
J. Grimm, Die Lagerstätten der nutzbaren Mineralien. Prag 1869.
v. Dechen, Die nutzbaren Mineralien und Gebirgsarten im Deutschen Reiche. 1873.
A. v. Groddeck, Die Lehre von den Lagerstätten der Erze. Leipzig 1879.
F. Zirkel, Lehrbuch der Petrographie. Bonn 1866.
H. Rosenbusch, Mikroskop. Physiographie der Massigen Gesteine. 2. Auflage. Stuttgart 1887.

Ausser einer Reihe specieller Mineraltopographien (Sachsen, Schlesien, Schweiz, Oesterreich-Ungarn, Schweden, Theile von Nord- und Süd-Amerika) wird das geographische Vorkommen der Mineralien zusammenfassend behandelt in dem älteren Werk: G. Leonhard, Handwörterbuch der topographischen Mineralogie. 1843.

Der Name Lagerstätte eines Mineralen wird in doppeltem Sinne gebraucht. Einerseits versteht man darunter die natürliche Fundstätte eines Mineralen unter Berücksichtigung der Art des Vorkommens, sowie aller Umstände, unter denen dasselbe angetroffen wird, andererseits aber auch den selbstständigen, geologisch, d. h. nach Genesis, Zusammensetzung, Form und Lagerung als Individuum charakterisirten Körper, den das beregte Mineral mit allen räumlich, genetisch und tektonisch mit ihm verknüpften Mineralien bildet.

Wenn die Mineralogie sich nun auch nur mit den Lagerstätten im ersteren Sinne zu befassen hat, so ist doch im Interesse einer abgeschlossenen Darstellung auch die Rücksichtnahme auf die Lagerstätten als geologische Körper geboten. Denn da die Mineralien als wesentlichstes Material, aus dem sich die Bausteine der Erde, die Gesteine, zusammensetzen, eine hohe geologische Bedeutung besitzen, so wird auch bei der Betrachtung der Mineralien ein Seitenblick auf Verhältnisse, deren Darstellung sonst der Geologie zukommt, nicht umgangen werden dürfen.

Demgemäss sind in diesem Abschnitt zu behandeln:

1. die Art des Zusammenvorkommens eines Mineralen mit anderen, dieselbe Lagerstätte theilenden Mineralien und die charakteristischen Beziehungen mit einander vergesellschafteter Mineralien;
2. die durch das Zusammenvorkommen von Mineralien bedingte Structur der gemeinsamen Lagerstätte;

3. die äussere Form der Lagerstätten;
4. die Verbreitung der Mineralien in geographischer und geologischer Hinsicht;
5. die verschiedenen Arten von Minerallagerstätten. (Eintheilung der Lagerstätten.)

§ 1. Mineralgesellschaft. Mineralgemenge, Combination und Formation. — Paragenesis, Succession. Generation. Mineralien treten auf ihren Lagerstätten entweder für sich allein auf, wie unter Umständen Kalkspath, Gyps, Steinsalz etc. oder häufiger in Gesellschaft mit anderen Mineralien. Letzteres ist z. B. der Fall bei den meisten Gesteinen und Erzlagerstätten. Eine derartige Mineralgesellschaft kann nun durch mehr oder minder zufällige Verhältnisse zusammengeführt sein, wofür die willkürlich wechselnden Mineralassociationen der klastischen Gesteine und der Seifen Beispiele geben. Solche Mineralgesellschaften wollen wir als Mineralgemenge bezeichnen. Es können aber auch die mit einander dieselbe Lagerstätte theilenden Mineralien gewisse genetische, chemische und physikalische Beziehungen gemein haben, sodass ihr Nebeneinandervorkommen nicht als zufällig, sondern als gegenseitig bedingt und charakteristisch anzusehen ist. Solche Mineralgesellschaften bezeichnen wir bei den Gesteinen als Mineralcombinationen, bei den Erz- und Mineralgängen als Mineralformationen.

Durch Sandberger und v. Groddeck ist es neuerdings in Gebrauch gekommen, den Ausdruck Mineralformation, wie er hier benutzt ist und ursprünglich von v. Herder, Freiesleben und Breithaupt gefasst wurde, auf das zu beschränken, was in der Folge als Generation bezeichnet ist.

Ausserlich tritt die gegenseitige Abhängigkeit der Mineralien am auffälligsten dadurch hervor, dass die gleiche Mineralgesellschaft sich vom Ort und dem geologischen Alter unabhängig erweist, dass also, um die typischsten Beispiele zu erwähnen, die Mineralcombinationen der Eruptivgesteine sich über die ganze Erde und über alle geologischen Perioden in gleicher Weise verbreiten.

Die bei solchen Mineralgesellschaften vorhandenen charakteristischen Beziehungen, die in erster Linie als genetische hervortreten, werden mit einem von Breithaupt eingeführten Wort als paragenetische Verhältnisse jedes auf der gleichen Lagerstätte auftretenden Minerals bezeichnet und demgemäss wird wohl auch die ganze Combination oder Formation die Paragenesis des in Rede stehenden Minerals genannt.

Die Betrachtung und Discussion der paragenetischen Verhältnisse ist, wie sofort ersichtlich, in vielen Fällen geeignet, die näheren Umstände in der Bildung und Umbildung, in der chemischen Zusammensetzung etc. eines Minerals aufzuhellen und nicht minder häufig als Erkennungsmittel eines Minerals zu dienen.

In Mineralcombinationen und Formationen lässt sich sehr oft ein Altersunterschied der zusammensetzenden Mineralien feststellen, eine Erscheinung, die den Namen Succession führt. Alle Mineralien gleichzeitiger Entstehung bilden eine Generation. So

folgen auf vielen Erzgängen successiv auf einander: 1. Quarz und Bleiglanz, 2. Kupferkies und Blende, 3. Kalkspath und Perlspath. Die unter eine Nummer zusammengefassten Mineralien bilden eine Generation, die auf einander folgenden eine Succession.

Das Vorhandensein von Mineralsuccessionen und die zu einer Generation gehörigen Mineralien werden in den meisten Fällen nicht schwer und an verschiedenen Umständen erkannt.

Unter den Eruptivgesteinen tritt Succession namentlich bei den porphyrischen Gesteinen auf, während die Gesteine mit granitisch-körnigem Habitus nur eine einzige Generation erkennen lassen. Die wohl auskrystallisirten und grösser entwickelten Mineralien der porphyrischen Gesteine sind früher erstarrt als die nach aussen nur unvollkommen ausgebildeten Mineralien der Grundmasse. — Auf Erzgängen ist die Succession eine ganz gewöhnliche Erscheinung und hier auch zuerst in ihrer Bedeutung gewürdigt. Die lagenförmige Structur zeigt den Altersunterschied an und lässt die den Salbändern zunächst liegenden Mineralien älter als die in der Gangmitte ausgeschiedenen erscheinen. — Die in compacten Gesteins- oder Gangmasse befindlichen Mineralien sind durchweg älter als die in Drusen befindlichen. — Aufsitzende Mineralien sind jünger als die Träger. — Durch secundäre chemische Umwandlung gebildete Mineralien sind jünger als die auf derselben Lagerstätte befindlichen primären Mineralien. — Mineralien gleicher Generation sind im Allgemeinen durch ähnliche Formbeschaffenheit und innige, häufig in derselben Weise wiederkehrende Verwachsung ausgezeichnet.

Auf vielen Minerallagerstätten wiederholt sich die Erscheinung, dass eine und dieselbe Mineralart zu wiederholten Malen gebildet worden ist. Vielfach sind alsdann die verschiedenen Generationen eines solchen Minerals verschiedenartig ausgebildet.

Der Kalkspath erster Generation von St.-Andreasberg gehört der derben Gangmasse an, ist trübe, zeigt geringe krystallographische Entwicklung (R_3 , R), der Kalkspath zweiter Generation dagegen ist auf Drusen ausgeschieden, durchsichtig und ausgezeichnet durch reiche krystallographische Entwicklung. Gleiches wiederholt sich bei den Kalkspäthen vieler Erzgänge und ähnliches gilt auch von vielen anderen Mineralien. — Die ältere Feldspathgeneration des Riesengebirges, die dem derben Gestein angehört, trägt einen ganz anderen krystallographischen Habitus als die nachträglich auf Drusenräumen ausgeschiedenen Krystalle.

§ 2. Structur oder Textur. Die räumliche Abgrenzung der einzelnen, auf einer Lagerstätte vereinten Mineralien gegen einander bedingt bestimmte Verbandsverhältnisse unter denselben, die als die Structur oder auch als die Textur der Lagerstätte bezeichnet werden.

Zunächst treten bei der Betrachtung der Structur Unterschiede der Cohärenz entgegen: lockeren und losen Mineralanhäufungen wie in den meisten Seifen, den Alluvionen der Flüsse, Seen und Meere stehen feste mit einander verbundene Aggregate wie in der Hauptmasse der Gesteine und in den Mineralgängen gegenüber.

Von wesentlicherer Bedeutung ist die Unterscheidung, ob die Structur einer Lagerstätte eine primäre ist, d. h. ob dieselbe unmittelbar aus der Verwachsung der aus irgend welcher Lösung resp. dem feurigen Flusse sich ausscheidenden Mineralien hervorgegangen ist oder ob dieselbe secundär ist, d. h. entstanden durch Wiederverkittung der eine frühere Lagerstätte aufbauenden Mineralien.

Zur ersten Kategorie zählen die massigen Gesteine, die meisten gangförmigen Lagerstätten, zur zweiten die klastischen Gesteine. Auch eine Vermischung beider Structuren findet statt, z. B. bei der Trümmerstructur mancher Mineralgänge und der Imprägnationsstructur (Fahlbänder, Knottenerze in den klastischen Sandsteinen von Commern und Mechernich).

Der regellos-körnigen oder massigen Structur, bei der alle Gemengtheile wirt durcheinander liegen und die charakteristisch ist für fast alle Eruptivgesteine steht diejenige gegenüber, bei der die einzelnen Gemengtheile schichten- oder lagenweise angeordnet sind. Bei den sedimentären Gesteinen, deren Gemengtheile successive sedimentirt sind, heisst letztere Structur geschichtet, bei den Mineral- und Erzgängen, die durch successive Auskrystallisation ihrer Mineralien ebenfalls eine lagenförmige Structur zeigen, heisst dieselbe krustenförmig. In letzterem Fall unterscheidet man noch eine eben krustenartige und eine concentrisch krustenartige Ausbildung, letztere z. B. bei den Ringel- oder Cocardenerzen. Durch symmetrische oder unsymmetrische Wiederholung derselben Mineralformation zu beiden Seiten des Ganges wird eine symmetrische oder unsymmetrische sogen. Lateralstructur hervorgebracht.

Die massige Structur wird als derb bezeichnet, wenn die Lagerstätte resp. der in Betracht gezogene Theil derselben wesentlich aus einem Mineral aufgebaut ist, als porphyrtartig, wenn einzelne Mineralien gleicher oder verschiedener Art sich durch beträchtlich grössere Dimensionen vor den übrigen auszeichnen. Sie erscheinen alsdann als Einsprenglinge in einem kleiner körnigen Mineralaggregat, welches bei den Gesteinen den Namen Grundmasse führt.

Für weitere Structurmodificationen sei auf die zu Eingang dieses Abschnittes erwähnte Literatur, sowie auf die Hand- und Lehrbücher der Petrographie verwiesen.

§ 3. Die Lagerungsformen. Die Lagerstätten lassen sich, wie oben erwähnt, als Individuen im geologischen Sinn auffassen. Ihnen muss daher auch als Abgrenzung gegen andere geologische Körper eine äussere Form zukommen, die als die Lagerungsform der Lagerstätte bezeichnet wird. Als solche Lagerungsform lassen sich im Wesentlichen zwei, auf Altersbeziehungen zu dem umgebenden Nebengestein gegründete Abtheilungen unterscheiden ohne weitere Berücksichtigung verschiedenartiger Genesis.

1. Die Form der Ueberlagerung. Hierher gehören alle jene Lagerungsformen, wo die Lagerstätte jünger als das liegende, aber älter als das hangende Nebengestein, falls ein solches vorhanden, ist. Vielfach wird bei einer derartigen Lagerungsform einer Lagerstätte letztere mit dem umgebenden Nebengestein gleiches Streichen und Fallen haben. Besondere Formen sind die Flötze (grosse streichende Erstreckung bei relativ geringer Mächtigkeit),

die Lager (geringe streichende Erstreckung bei relativ grosser Mächtigkeit), die Linsen.

2. Die Form der Einschiebung. Hier ist die Lagerstätte nachträglich in den tektonischen Verband des Nebengesteins eingeschoben worden, also jünger als das Liegende, aber auch als das Hangende. Im Allgemeinen durchsetzt die Lagerstätte das Nebengestein, weicht also vom Streichen und Fallen desselben ab. Als besondere Formen sind aufzuführen: die Gänge, Stöcke, Butzen, Nieren, Geoden.

§ 4. Verbreitung der Mineralien. Dieselbe kann nach 3 Richtungen zum Gegenstand der Betrachtung gemacht werden.

1. nach dem Maass der Verbreitung.

Die Mineralien sind in sehr verschiedenen Mengen über die Erde verbreitet. Es giebt solche, die überhaupt nur selten gefunden werden (gediegene Metalle, Diamant etc.), andererseits solche, die fast allein ganze Gebirgszüge aufbauen (Quarz, Kalkspath). Von Mineralien der letzten Art, die sich durch massenhaftes Vorkommen auszeichnen, sagt man, dass sie eine intensive Verbreitung besitzen, während als Mineralien extensiver Verbreitung solche bezeichnet werden, die überall und häufig vorkommen, wenn auch nur in kleiner Menge (Feldspath, Apatit, Schwefelkies).

2. in räumlicher Beziehung.

Eine Vertheilung der Mineralien nach geographischen Zonen, wie es bei den Thieren und Pflanzen der Fall ist, findet sich nicht bei den anorganischen Körpern; nichtsdestoweniger sind einzelne Gegenden der Erde durch einen besonderen Mineralreichthum ausgezeichnet, andere dagegen arm an Mineralien. Stets steht aber eine solche geographische Verbreitung der Mineralien im Zusammenhang mit dem geologischen Bau der betreffenden Gegend und ist von demselben abhängig. Gebirgsgegenden, namentlich solche, an deren Aufbau Eruptivgesteine und krystallinische Schiefer wesentlich betheilig sind, haben als typische Mineralfundstätten zu gelten, während in Gegenden mit sedimentärem Schichtenbau, insbesondere mit jugendlichen Sedimenten, Mineralien, wie sie der Mineralog für seine Sammlungen sucht, viel spärlicher auftreten. — Auffällig bleibt der Umstand, dass einzelne Mineralien an gewissen Orten reichlich verbreitet sind, während sie anderswo fehlen oder gar auf gewisse Orte beschränkt erscheinen, ohne dass der geologische Grund dafür sofort ersichtlich wäre. So ist der Enargit an mehreren Stellen Südamerikas ein gemeines Kupfererz, während es anderswo selten ist. Der Kryolith ist fast beschränkt auf den Arksutfjord im westlichen Grönland; noch mehr gilt das vom Rothzinkerz, das in grosser Menge allein bei Stirling Hill und Mine Hill in New-Jersey U. S. vorkommt.

3. in geologischer Beziehung.

In geologischer Beziehung herrschen namhafte Verschiedenheiten im Auftreten der Mineralien, im Besonderen ist hier die

Abhängigkeit des Vorkommens von der geologischen Natur und Genesis der Lagerstätten und damit zusammenhängend auch von deren Form und merkwürdigerweise zuweilen sogar von der Zeit zu betonen.

Wenn auch die meisten Mineralien auf ganz verschiedenem Wege entstehen können, demnach geologisch auf die verschiedenste Art vorkommen, wie Quarz, Feldspath, Kalkspath, Magnetit etc., so sind andere doch wieder auf gewissen Lagerstätten entweder ganz besonders häufig oder geradezu auf dieselben beschränkt. Am auffälligsten tritt das entgegen bei einzelnen charakteristischen Mineralien der Eruptivgesteine, in denen allein Leucit, Nephelin, Melilith etc. gefunden wird, ferner bei denen der krystallinischen Schiefer und der Contactlagerstätten. Auch unter den Mineralien, die auf Drusen- und Hohlräumen in Eruptivgesteinen vorkommen, ebenso unter solchen, die auf Gängen, Lagern, Seifen sich finden, giebt es einzelne, die für diese besondere Form von Lagerstätten charakteristisch sind.

So sind Zeolithe charakteristisch für die Ausfüllung der Hohlräume in basischen Eruptivgesteinen; Gold, Zinnstein, Diamant und einige andere Edelsteine kommen am häufigsten auf Seifen vor; sulfidische Mineralien finden sich wiederum mit Vorliebe auf Gängen etc.

In wie fern die Zeit eine besondere Rolle spielen kann, geht daraus hervor, dass Mineralien, wie Leucit und Melilith nur in jüngeren Eruptivgesteinen gefunden werden, während sie in älteren ganz fehlen, dass andererseits gewisse Mineralien wieder in älteren Gesteinen häufiger sind als in jüngeren oder dass der Habitus und die physikalische Beschaffenheit verschieden ist, je nachdem das Mineral sich auf älteren oder jüngeren Lagerstätten findet. Für das Letztere liefern Orthoklas und Sanidin, Eläolith und Nephelin bezeichnende Beispiele.

Dass es jedoch in letzter Linie nicht die Zeit ist, die diese Unterschiede bedingt, sondern besondere geologische Verhältnisse, die uns nur auf den ersten Anblick als zeitlich verschiedene erscheinen, bedarf wohl keiner weiteren Ausführung.

§ 5. Eintheilung der Lagerstätten. Eine streng wissenschaftliche Eintheilung der Lagerstätten kann nur auf geologischer Basis erfolgen, wobei alsdann die Genesis, die Form und Structur wichtige Eintheilungsgründe abgeben.

Eine Classification auf Grund des mineralogischen Bestandes hat nur da, wo die praktische Seite betont wird, gewisse Berechtigung. An dieser Stelle, wo uns die Lagerstätten wesentlich als Fundorte der Mineralien interessiren, kommt es auf ein strenges System weniger an, und wir begnügen uns, die verschiedenen Lagerstätten in die beiden Kategorien I. Gesteine und II. Besondere Lagerstätten zu theilen.

I. Gesteine.

Als Gestein bezeichnet man eine jede Lagerstätte, die durch die Gesetzmässigkeit ihres geologischen Verhaltens gut charakterisirt und ausserdem durch intensive Verbreitung ausgezeichnet ist.

Die Gesetzmässigkeit des geologischen Verhaltens eines Gesteins prägt sich sowohl in der räumlichen Abgrenzung gegen andere Lagerstätten, wie in der Structur, dem Mineralienbestande und den herrschenden paragenetischen Verhältnissen aus, andererseits und noch mehr in der Genesis. In Folge ihrer intensiven Verbreitung haben die Gesteine als die eigentlichen Bausteine der Erde zu gelten.

Diejenigen Mineralien, welche ein Gestein zusammensetzen, heissen die Gemengtheile desselben. Diese können für den Bestand eines bestimmten Gesteins nothwendig sein, alsdann werden sie die wesentlichen Gemengtheile genannt, oder sie treten nur gelegentlich in den Bestand ein und werden als accessorische Mineralien bezeichnet. Alle diejenigen Mineralien, die in einem Gestein paragenetisch von einander abhängen, bezeichnet man wohl auch als charakteristisch.

Es ist gegenwärtig üblich, als Haupteintheilungsgrund der Gesteine an Stelle der Genesis, die z. Th. von herrschenden Theorien abhängig ist, die Structur als den charakteristischsten Ausfluss des gesammten geologischen Verhaltens heranzuziehen, und danach unterscheidet man massige und geschichtete Gesteine, die sich mit den genetischen Abtheilungen der Eruptiv- und Sedimentärgesteine so ziemlich decken.

A. Massige Gesteine.

Die mineralogische Zusammensetzung der massigen Gesteine ist, soweit es sich um die wesentlichen Gemengtheile handelt, eine wenig mannigfaltige.

Es sind in der Hauptsache die folgenden Mineralien:

a. wesentliche Gemengtheile: Quarz, Orthoklas, Plagioklas, Leucit, Nephelin, Muskovit, Biotit, Hornblenden, Augite, Olivin;

b. accessorische Gemengtheile: Sodalith, Hauyn (Nosean), Granat, Turmalin, Apatit, Zirkon, Titanit, Spinell, Magnetit, Chromit, Hämatit, Ilmenit, Pyrit, Magnetkies.

Dagegen tritt bei den Massengesteinen die paragenetische Abhängigkeit der einzelnen Gemengtheile von einander so entschieden hervor, dass die einzelnen paragenetischen Formationen die verschiedenen Gesteinsarten oder besser Gesteinstypen liefern. Da aber gleiche paragenetische Combinationen nach ihrer Structur oder in ihrem gesammten geologischen Verhalten, namentlich auch nach ihrem Alter, noch besondere Unterschiede aufweisen, so lässt man auf Grund derselben noch eine Spaltung der einzelnen paragenetischen Mineralgesellschaften in mehrere Gesteinstypen ein-

treten. Im Nachstehenden ist eine Tabelle der wichtigsten Massengesteine in Anlehnung an Rosenbusch, Mikroskopische Physiographie der Massigen Gesteine, 2. Auflage, und der Lossen'schen petrographischen Arbeiten gegeben.

	Paragenetische Combination.	Eugranite (Tiefengesteine).	Rhyotaxite (Ergussgesteine).	
			Aeltere Reihe.	Jüngere Reihe.
Orthoklasgesteine.	Qu + Orth + Gl. Orth + Ho. Orth + Gl. Orth + Neph.	Granit. Syenit. Glimmersyenit. Eläolithsyenit.	Quarzporphyr. Orthophyr. Glimmerorthophyr. —	Rhyolith. Trachyt. Phonolith.
Plagioklasgesteine.	Plag + Ho. Plag + Aug.	Diorit. { Augitdiorit. Gabbro, Norit.	Porphyrit. Diabas, Augitporphyrit, Melaphyr.	Andesit (Dacit = Plag + Ho + Qu). Augitandesit. Basalt.
Feldspathfreie Gesteine.	Neph + Aug. Leu + Aug. Ol + Aug.	— — Peridotit.	— — Pikritporphyrit.	Nephelinit. Leucitit. Limburgit.

Im Vorstehenden ist Quarz als Qu, Orthoklas als Orth, Plagioklas als Plag, Hornblende als Ho, Glimmer als Gl, Augit als Aug, Nephelin als Neph, Leucit als Leu, Olivin als Ol abgekürzt.

Besonders zu bemerken ist, dass in den aufgeführten Gesteinen neben den wesentlichen Gemengtheilen stets auch noch accessorische vorhanden sind, dass ferner ganz allgemein Uebergänge zwischen den einzelnen Gesteinstypen vorhanden sind, die z. Th. mit besonderen Namen belegt sind.

B. Geschichtete Gesteine.

Dieselben sind dadurch charakterisirt, dass sie in Folge ihrer successiven Entstehung (Sedimentation, resp. Ausscheidung) eine lagenförmige, sogen. geschichtete Structur besitzen. Eine Eintheilung in grössere scharf geschiedene Gruppen ist hier nicht durchzuführen, da die einzelnen unterscheidbaren Gesteine derartig durch Uebergänge mit einander verbunden sind, dass sie mehr noch wie die Massengesteine eine continuirliche Reihe bilden. Am einfachsten erweist sich die Gruppierung nach genetischen Gesichtspunkten.

1. Krystallinische Schiefer.

Das Gemeinsame dieser Gesteine besteht in der Zugehörigkeit zu den ältesten der bekannten Schichtgesteine bei einer mineralogischen Zusammensetzung, die durchweg mit der der Massengesteine übereinstimmt. In den holokrystallinen Aufbau treten aber auch einzelne Mineralien, wie Staurolith, Cyanit, Sillimanit, Chlorit etc.,

die nur als secundäre, sogen. metamorphische Mineralien bekannt sind, und welche im Verein mit dem geologischen Charakter dieser Gesteine dieselben insgesammt als metamorphosirt erscheinen lassen.

Hierher gehören Gneiss (Qu + Orth + Gl), Glimmerschiefer (Qu + Gl), Granulit (Qu + Orth), Hornblende-, Augit- und Chlorit-schiefer, Phyllit etc.

2. Mechanische Sedimente.

Diese Gruppe umfasst alle Gesteine, die aus der Zertrümmerung und darauf folgender Sedimentirung und Anhäufung in irgend welchem Medium (Meerwasser, Flusswasser, Luft), vielfach unter Beihülfe von Organismen hervorgegangen sind. Dahin: Sandsteine, Grauwacken, Kalksteine, Thon- und Kieselschiefer etc.

3. Chemische Sedimente.

Das sind Gesteine, die sich schichtenartig aus irgend welchen Lösungen ausgeschieden haben, wie Steinsalz, Gyps etc.

II. Besondere Lagerstätten.

Diese Abtheilung begreift alle diejenigen selbständigen Mineralanhäufungen, denen das Charakteristikum der Gesteine, die intensive Verbreitung abgeht. Von einem strengen System dieser Lagerstätten mag abgesehen werden und nur einige, besonders charakteristische Formen mögen hier aufgezählt sein.

1. Hohlräumausfüllungen (Füllungen).

Durch irgend welche geologische Agentien (Contraction, Spaltenbildung als Folge tektonischer Vorgänge, Auswaschung) entstandene Hohlräume sind nachträglich mit Mineralien ausgefüllt. Solche Füllungen auf Gangspalten bilden die Mineralgänge, unter denen jene, an welchen Erze einen beträchtlichen Antheil nehmen, als Erzgänge eine erhöhte Bedeutung erlangen.

2. Metamorphische Lagerstätten.

Lagerstätten, deren mineralogische Zusammensetzung am Platze ihrer Ablagerung noch eine wesentliche Veränderung durch besondere chemische Umwandlungsprocesse, nicht bloss durch Verwitterung, erfahren hat, heißen metamorphische. Vielfach sind dieselben durch charakteristische Mineralien, d. h. solche, die überhaupt oder in ihrer besonderen Ausbildung nur auf solchen Lagerstätten vorkommen, sowie durch besonderen Habitus ausgezeichnet.

Ist die mineralogische Umänderung durch hydrochemische Processe erfolgt, so heisst die Lagerstätte eine metasomatische, so sind die dolomitisirten Kalksteine, die in Galmei, ebenso in Spath-eisenstein umgewandelten Kalksteine hierhergehörige Beispiele.

Sehr viele Erzlagerstätten gehören dieser Kategorie an, namentlich die Roth-, Braun- und Spatheisensteinlager, ferner sind die oxydischen Zinkerze auf ein derartiges Vorkommen beschränkt.

Hat sich dagegen die Umwandlung einer Lagerstätte am unmittelbaren Contact mit einem Eruptivgestein vollzogen, so heisst dieselbe eine Contactlagerstätte. Wieweit hier pyrochemische

Umwandlungsprocesse mit hydrochemischen parallel liefen, ist noch nicht genügend aufgeklärt. Die Contactlagerstätten liefern dem Mineralogen eine Reihe der schönsten und oft sehr charakteristischen Mineralien, wie Granat, Vesuvian, Wollastonit etc. (vergl. V. Abschnitt unter Contactmineralien).

3. Imprägnationen.

Dieselben kommen vor bei massigen und noch mehr bei geschichteten Lagerstätten und lassen demgemäss noch eine weitere Gliederung zu. Die betreffenden Mineralien finden sich in dem umgebenden, an Masse weit vorherrschenden Gestein in Form einzelner Partikeln oder kleinerer Partien innig eingemengt, sozusagen in dasselbe eingesprengt. Wenn derartige Imprägnationen aus sulfidischen Eisen- und Kupfermineralien innerhalb krystallinischer Schiefer bestehen, so werden dieselben Fahlbänder genannt. Gewöhnliche Beispiele von Imprägnationen sind die Fahlbänder von Kongsberg, die Goldquarzlager, die Kupferschiefer des Mansfeldischen, die Knotten-erze von Commern etc.

V. Abschnitt.

Entwicklungslehre der Mineralien.

O. Volger, Studien zur Entwicklungsgeschichte der Mineralien. Zürich 1854.

G. Bischof, Lehrbuch der chemischen und physikalischen Geologie. 2. Auflage. Bonn 1863–1866.

J. Roth, Allgemeine und chemische Geologie. (Erster Band: Bildung und Umbildung der Mineralien etc.) Berlin 1879.

v. Groddeck, Die Lehre von den Lagerstätten der Erze. (Vierter Abschnitt. Theorie der Genesis der Erzlagerstätten.) Leipzig 1879.

C. Doelter, Allgemeine chemische Mineralogie. Leipzig 1890¹⁾.

Auf den ersten Blick erscheinen die Mineralien als etwas von der Natur Gegebenes, Starres, welche den Zustand, in dem sie uns entgegentreten, von vorn herein besessen und in demselben auch verharren, allein beim näheren Zusehen erfährt man bald, dass die Mineralien einen Entwicklungsgang zurückzulegen haben, der in manchen Punkten Aehnlichkeit mit dem Kreislauf der organischen Welt hat. Diese Entwicklung, d. h. die Bildung, Veränderung und Umwandlung der Mineralien soll im vorliegenden Abschnitt besprochen werden, der somit gewissermassen die Lebensvorgänge der Mineralien behandelt.

Um äusserlich eine gewisse Analogie zwischen organischen Körpern und Mineralien hervortreten zu lassen, kann man die Materie dieses Abschnittes in 2 Capitel bringen, von denen das eine die Entstehung, das andere die Veränderung und Umwandlung bzw. Zerstörung und Auflösung behandelt. Dabei ist aber zu bemerken, dass beide Vorgänge sich nicht ausschliessen, dass vielmehr auch der Vorgang der Zerstörung stets von Neubildungen begleitet ist. Es wird demnach der Gegenstand des einen Capitels gelegentlich in den des anderen hinübergreifen müssen.

¹⁾ Vorstehendes Buch erschien während des Druckes dieses Bogens und konnte daher weder verwendet noch unter der Literatur des 3. Abschnittes aufgeführt werden. Die Capitel IV–VI handeln von der Synthese, den Umwandlungen und der Bildung der Mineralien in der Natur.

Cap. I.

Bildung der Mineralien. — § 1. Anhaltspunkte für die Beurtheilung der Bildung der Mineralien. I. Künstliche Nachbildung. II. Jugendliche Mineralbildungen. III. Geologisches Vorkommen. § 2. Die Bildung der Mineralien in der Natur. I. Bildung aus dem gasförmigen Zustand, II. aus Lösungen, III. aus dem Schmelzflusse.

Für die verschiedenen Mineralien kommen verschiedene Bildungsprocesse in Betracht, ja ein und dasselbe Mineral kann auf verschiedene Weise entstehen.

Die Bildungsart des Steinsalzes auf den Salzlagerstätten ist eine andere als die des Feldspaths in den Eruptivgesteinen. — Der Schwefelkies kann sich sowohl aus Lösungen wie aus dem feurigen Fluss abscheiden. Für den Orthoklas (und ebenso für manche andere Mineralien) lassen sich sogar drei Bildungsmodalitäten nachweisen: aus dem Schmelzfluss in den Eruptivgesteinen, aus Lösung in den Conglomeraten von Euba und als Sublimationsprodukt aus den Hohöfen von Sangerhausen.

§ 1. Da uns die Mineralien durchweg als etwas Fertiges entgegenreten, deren einzelne Entwicklungsstadien wir bei der Länge der dazu benöthigten Zeit nicht näher verfolgen können, da ferner ein Mineral auf verschiedenem Wege entstehen kann, so bedarf es zur Feststellung der Bildungsprocesse der Mineralien im Allgemeinen und des speciellen Bildungsganges eines bestimmten Minerals der Heranziehung anderweitiger Beobachtungen und der Discussion von Begleiterscheinungen. Namentlich sind es die im Laboratorium, in den Hüttenwerken und Fabriken absichtlich erzeugten oder zufällig entstandenen künstlichen Mineralien, dann jugendliche, gewissermaassen unter unseren Augen entstandene Mineralbildungen, welche im Verein mit der Berücksichtigung des geologischen Vorkommens, der paragenetischen Verhältnisse, der Pseudomorphosen etc. einen mehr oder minder sicheren Schluss auf die Entstehungsart von Mineralien gestatten. Daher erheischen derartige Bildungsvorgänge noch eine zuvorige Besprechung.

I. Künstliche Nachbildung (Synthese) der Mineralien.

C. v. Leonhard, Hüttenerzeugnisse und auf künstlichem Wege gebildete Mineralien etc. 1857.

Gurlt, Uebersicht der pyrogeneten künstlichen Mineralien. Freiberg 1857.

C. W. C. Fuchs, Die künstlich dargestellten Mineralien. Preisschrift. Haarlem 1870.

Daubrée, Etudes synthétiques de Géologie expérimentale. Paris 1879.

Fouqué et Michel-Lévy, Synthèse des minéraux et des roches. Paris 1881.

L. Bourgeois, Reproduction artificielle des minéraux. Paris 1884.

I. H. L. Vogt, Studier over slagger. Stockholm 1884.

Die verschiedenen Bildungsprocesse künstlicher Mineralien, welche durch Zufall in Hüttenwerken und Fabriken oder durch das zielbewusste Experiment im Laboratorium hervorgebracht sind, sind im Nachfolgenden übersichtlich

zusammengestellt und durch einige Beispiele belegt. Es sind 3 Hauptwege der Entstehung möglich.

a. Directe Bildung in Folge einfacher Ausscheidung, Auskrystallisation etc., d. h. Bildung aus einem Material, das bereits den chemischen Bestand des Minerals unmittelbar enthält.

b. Indirecte Bildung in Folge chemischer Wechselwirkung.

c. Bildung in Folge elektrolytischer Abscheidung.

Im Speciellen sind aber folgende Bildungsprocesse aufzuführen, wobei noch bemerkt werden mag, dass in jedem Falle die Bildung eines Mineralen durch besondere physikalische Umstände (Druck, erhöhte oder erniedrigte Temperatur, Umhüllung mit einem Medium etc.) begünstigt werden kann.

a. Directe Bildung.

1. Abscheidung aus dem gasförmigen Zustand (Sublimation).

Durch Sublimation werden leicht Schwefel, Arsen, Realgar und Aurigpigment, ferner auch Zinnober im krystallisirten Zustand erhalten. Im Hohenofen wird die amorphe Verbindung PbS sublimirt und liefert schön krystallisirte skeletartige Bleiglanzkrystalle. Beim Ueberleiten von Wasserstoff über stark erhitztes ZnS in einer Porzellanröhre sublimirten nach den Versuchen von St. Claire-Deville und Troost Würtzitkrystalle.

2. Auskrystallisation aus dem flüssigen Zustand nach Entfernung des Lösungsmittels (Wasser, CO_2 -haltiges Wasser etc.).

Aus wässrigen Lösungen krystallisiren leicht Steinsalz, Sylvin, verschiedene Sulfate etc. aus. — Heisses Wasser lässt beim Erkalten gelöste arsenige Säure und Borsäure als Arsenblüthe bezw. Tinkal abscheiden. — Kohlensäurehaltiges Wasser liefert beim Entweichen der Kohlensäure Calcit, bezw. Aragonit. Rhombischer Schwefel kann aus seiner Lösung in Schwefelkohlenstoff erhalten werden. — In überhitztem Wasser bei hohem Druck (in zugeschmolzenen Glasröhren) lösen sich manche Silicate, z. B. Zeolithe, die sich beim Erkalten wieder ausscheiden.

3. Erstarrung aus dem Schmelzfluss.

Alle schmelzbaren Metalle lassen sich aus dem Schmelzfluss krystallin erhalten. — Geschmolzener Schwefel liefert beim Erstarren monokline Krystalle. — Aus den Hohöfenschlacken krystallisiren oft Olivin, Augit, Wollastonit, Hornblende, Glimmer, aus geschmolzenem Roheisen Graphit in Blättchen aus. — Im richtigen Verhältniss zusammengeschmolzene Gemenge erzeugten nach den Versuchen von Fouqué und Michel-Lévy beim Erkalten die verschiedensten Silicate wie Feldspath, Leucit, Nephelin, Granat, Augit (?). Mitscherlich erhielt in gleicher Weise durch Zusammenschmelzen von 2 Cu und 1 S Kupferglanz, allerdings in der heteromorphen regulären Modification.

Die von der Löthrohr-Untersuchung her bekannten Metalloxyde beim Schmelzen auflösender Substanzen wie Borax, Phosphorsalz, Soda, Pottasche lassen beim Erstarren manche der aufgelösten Oxyde wieder ausscheiden. So erhielt Rose aus dem Phosphorsalz Tridymit, Anatas, Eisenglanz; Ebelmen erzeugte Krystalle von Korund und Spinell. Analog lassen sich auch Apatit, Calcit, Witherit, Strontianit erhalten.

4. Molekulare Umlagerung im festen Zustand.

Amorphe Massen von Schwefel, arseniger Säure, Eisen werden mit der Zeit von selbst krystallin. Quarz lässt sich durch Erhitzen in Tridymit umwandeln. Hierher gehört auch die Erscheinung, dass Granat, Vesuvian und andere Silicate durch Glühen eine Umwandlung (nach Doelter und Hussak in Mejonit, Melilith, Anorthit, Kalk-Olivin und Kalk-Nephelin, ausserdem noch in Eisenglanz und Spinell) erfahren. — Kalkcarbonat wird unter Wasserbedeckung allmählich krystallin; Mn_3O_4 wandelt sich nach Deville und Troost durch einen in der Hitze übergeleiteten Wasserstoffstrom in Hausmannit, SnO_2 durch einen HCl-Strom in Zinnstein um.

b. Chemische Wechselwirkung.

5. Reaction von Gasen auf einander.

Flüchtige Metallchloride und Fluoride werden durch Wasserdampf und Schwefelkohlenstoff bei hoher Temperatur zersetzt und liefern neben ClH und FlH Oxyde bezw. Sulfide. In solcher Weise sind Eisenglanz, Zinnstein, Rutil, Korund, Zinkblende, Greenockit, Antimonglanz, Wismuthglanz erzeugt worden.

Durch die zersetzende Beihülfe von Wasserdampf liessen sich aus Eisenfluorid Magnetit, aus einem Gemenge von Aluminium- und Zinkfluorid Gahnit herstellen.

6. Reaction von Gasen auf Flüssigkeiten resp. Lösungen.

Durch Schwefelwasserstoff werden aus vielen, Metall haltigen Lösungen sulfidische Niederschläge erzeugt, die in ihrer Zusammensetzung mit geschwefelten Erzen übereinstimmen, und die auch bei genügender Verlangsamung des Fällungsprocesses oder unter besonderen Umständen (vergl. sub 8) oft krystallin erhalten werden können. In gleicher Weise werden durch Einleiten von Kohlensäure unlösliche oder schwer lösliche Carbonate gewonnen.

7. Reaction von Gasen auf feste Körper.

Glühende Dämpfe von Chlorsilicium liefern Quarz in Berührung mit Thonerde, Kalk, Magnesia; daneben bilden sich Chlorverbindungen. Daubrée erhielt Spinell bei Berührung von Chloraluminium mit Magnesia in der Gluthhitze.

8. Reaction von Lösungen auf einander. (Fällung, Reduction, Oxydation.)

Zwei lösliche Verbindungen, aus deren gegenseitiger Einwirkung ein unlöslicher oder schwer löslicher Niederschlag entsteht, liefern, wenn die Reaction schnell erfolgt, durchweg amorphe Niederschläge. Sie werden krystallin, wenn die Bildung des Niederschlags ganz allmählich vor sich geht (etwa durch Diffusion oder dadurch, dass die eine Flüssigkeit durch einen sehr langsam wirkenden Heber, z. B. einen Wollenfaden, zugeführt wird). So ist Schwerspath durch Einwirkung von FeSO_4 und BaN_2O_5 , Anglesit aus FeSO_4 und PbN_2O_5 , analog Roth- und Weissbleierz erhalten worden.

Auch Druck und hohe Temperatur begünstigen die Bildung krystalliner Niederschläge, so Spatheisen aus FeSO_4 und Na_2CO_3 , Malachit aus Kupfervitriol und Natriumbicarbonat bei 150° , Kupferkies aus Chlorkupfer und Chloreisen in Schwefelkalium bei 250° .

Durch die reducirende Wirkung, welche Lösungen von Eisenvitriol, organischen Stoffen etc. hervorbringen, werden Sulfate zu Sulfiden reducirt und nicht selten in deutlichen Krystallen erhalten, so z. B. Schwefelkies, Zinkblende, Kupferglanz. Gold, Silber, Kupfer werden aus ihren Lösungen leicht zu Metall reducirt und abgeschieden, z. B. durch Oxalsäure.

9. Reaction von Lösungen auf feste Körper.

Gyps in einer verdünnten Lösung von Natriumbicarbonat liefert Calcit, eine Eisenplatte in Berührung mit Ammoniakphosphat lässt Vivianit entstehen. Kupfervitriol bei einer Temperatur von $180-190^\circ$ in zugeschmolzener Glasröhre auf Marmorstücke einwirkend, ergab Lasur, ebenso entstand Lasur, als Kupfernitrat auf Kreide bei 7 Atmosphären Druck, aber ohne Temperaturerhöhung einwirkte.

10. Reaction von Schmelzflüssen auf einander.

Nach den Versuchen von Manross bildet sich beim Zusammenschmelzen von Kaliumsulfat und Baryumchlorid Schwerspath, analog Coelestin, Anglesit, Scheelit (aus wolframsaurem Natrium und Chlorcalcium), und Gelbbleierz. — Eisenvitriol zusammengeschmolzen mit Eisenphosphat liefert nach Debray Magnetit, ebenso entsteht nach Kuhlmann Magnetit aus zusammengeschmolzenem Eisenvitriol und Chlorcalcium.

11. Reaction fester Körper auf einander.

Auch im festen Zustande wirken Körper auf einander ein, wenn zugleich genügender Druck angewendet wird. So gelang es Spring, Kupferglanz zu erzeugen, indem er Kupferfeilspäne und Schwefelblumen einem Druck von 5000 Atmosphären aussetzte.

12. Elektrolytische Abscheidung.

Schliesslich lassen sich auch noch, wie bekannt, eine Reihe von Metallen durch Elektrolyse aus ihren Lösungen abscheiden, wobei häufig schöne Krystalle hervorgehen.

II. Jugendliche Mineralbildungen.

Mineralien, die unter unseren Augen entstehen und demnach ihren Bildungsprocess deutlich verfolgen lassen, können nicht minder wie die künst-

lichen Neubildungen zur Beurtheilung des Entstehungsprocesses derselben Mineralien an anderen Fundpunkten verwendet werden.

Charakteristische Beispiele solcher jugendlicher Mineralbildungen sind die durch Sublimation in noch heute thätigen Vulkanen entstandenen Mineralien, wie Eisenglanz, Tenorit, Sanidin, Augit, Glimmer, Granat etc.

Ferner gehören hierher Kieselsinter- und Kalktuffausscheidungen aus Thermen und Quellen und namentlich die interessanten, von Daubrée näher untersuchten Neubildungen in alten römischen Quelleleitungen von Plombières und Bourbonne-les-Bains. An ersterem Ort hatten sich an dem Mauerwerk, in welches die 73° heisse Quelle gefasst war, krystalline Ueberzüge gebildet, die aus Zeolithen, wie Apophyllit, Chabasit, Gismondin, Mesotyp, Plombierit, ferner Opal, Aragonit, Kalkspath und Flussspath bestanden. Bei Bourbonne-les-Bains fanden sich römische Münzen und andere metallne Gegenstände, welche in einem von einer 60° heissen, Chloride und Sulfate des Kalks und der Magnesia enthaltenden Quelle durchzogenen Boden lagen, mit z. Th. schön krystallisirten Mineralien bedeckt, wie Kupferglanz, Kupferkies, Kupferindig, Buntkupferkies, Fahlerz, Bleiglanz, Eisenkies, Bleivitriol, Bleihornerz, Brauneisenerz. Auch hier hatten sich in den Höhlungen des Mörtels verschiedene Zeolithe angesiedelt.

Des Weiteren lassen die Neubildungen von Zinkspath, Zinkblüthe, Schalenblende, Bleiglanz, Weissbleierz, Vivianit u. v. a., die die Knochen noch lebender Thiere oder Grubenhölzer überkrusten, keinen Zweifel über die Art der Entstehung.

Gediegen Kupfer ist verschiedentlich in Gruben gefunden worden, wo es durch die Zersetzung von Kupferkies und Reduction des Sulfates durch organische Substanz (Grubenhölzer) oder durch elektrolytische Abscheidung (eisernes Gezähe der Bergleute, wie im Rammelsberg bei Goslar) hervorgegangen ist.

Ebenso gehören hierher die aus dem Schmelzfluss recenter Laven sich ausscheidenden Mineralien, von denen die Silicate, namentlich aber der Quarz (Laven des Antisana und Quamani), ferner Kupferkies (Capo di Bove), Magnet Eisen und Magnetkies besonders hervorgehoben werden mögen.

III. Geologisches Vorkommen.

Nicht weniger geeignet erweist sich das geologische Vorkommen zu einem Schluss auf die Entstehung. Die primären Gemengtheile der Eruptivgesteine, die Mineralausscheidungen innerhalb typischer Sedimentärgesteine, viele Ausfüllungsmineralien innerhalb der Hohlräume von Basalten und Melaphyren lassen nur eine Deutung zu. Bezeichnung für die Entstehung ist auch das Vorkommen von Mineralien als Versteinerungsmittel. Letztere können sich nur auf wässrigem Wege gebildet haben, wenn auch in jedem einzelnen Fall der Vorgang, je nachdem directe Ausscheidung oder Reduction eines löslichen Salzes vorliegt, die Deutung noch abändern kann.

Auch die Beachtung der Paragenesis kann ein Licht auf die Entstehung werfen. Mineralien, die paragenetisch mit aus wässriger Lösung abgeschiedenen oder wasserhaltigen Mineralien verknüpft sind, können selbst nur neptunischen Ursprunges sein.

In den Melaphyren des Lake Superior findet sich auf Hohlräumen gediegen Silber neben gediegenem Kupfer. Dieselben können nur aus wässriger Lösung niedergeschlagen sein, denn im Schmelzfluss würde Legirung stattgefunden haben. — Die Schwerspathtafeln werden zuweilen von Antimonitnadeln durchspießt. Da der Antimonit sehr leicht schmelzbar ist, so kann das Vorkommen nur als Ausrystallisation aus Lösung gedeutet werden.

§ 2. Bildung der Mineralien in der Natur. — Auf Grund der durch die vorhergehende Ausführung gewonnenen Einsicht sind wir nun im Stande für die meisten Mineralien und auch für solche, die unseren Experimenten sonst unzugänglich sind, die Entstehungsvorgänge aufzudecken. Die Uebersicht der verschie-

denen Bildungsprocesse gestaltet sich am einfachsten, wenn man dabei den Aggregatzustand, bei dem die Mineralbildung stattfand, als Ausgang nimmt. Es mag aber auch hier gleich hervorgehoben sein, dass in jedem einzelnen Fall Druck und erhöhte Temperatur eine die Mineralbildung modificirende oder begünstigende Rolle gespielt haben können.

I. Bildung aus dem gasförmigen Zustand. (Sublimirte Mineralien.)

Es kommen hier fast ausschliesslich solche Mineralien in Betracht, die sich bei vulkanischen Phänomenen, d. h. bei Eruptionen und bei Solfatarenthätigkeit gebildet haben; ganz untergeordnet sind die spärlichen Vorkommnisse, die sich gelegentlich bei Erdbränden bilden.

Die durch vulkanische Thätigkeit entstandenen Mineralien sind dreierlei Art:

1. sie sind direct sublimirt;
2. sie sind aus der gegenseitigen Zerlegung vulkanischer Dämpfe und Gase gebildet;
3. sie sind hervorgegangen aus der chemischen Zersetzung fester Gesteine in Folge Einwirkung vulkanischer Gase und Dämpfe.

Nur die beiden ersten Gruppen können als direct bzw. indirect sublimirte Mineralien gelten. Die dritte Gruppe umfasst bereits Mineralien, die zu den Umwandlungsprodukten gestellt werden müssen und deren Besprechung besser eine Stelle im folgenden Capitel findet.

ad 1. Direct sublimirte Mineralien sind namentlich Chloride, vor allem Chlornatrium, Chlorkalium, Chlorammonium, daneben untergeordnet und zumeist sehr bald wieder zerstört die Chloride des Calciums, Magnesiums, Aluminiums, des Bleis, Kupfers, Nickels und Zinns. — Weiter gehören hierher Schwefel, Realgar, Auripigment, dann auch Sassolin.

ad 2. Mannigfacher sind die indirect sublimirten Mineralien. Durch die Zersetzung flüchtiger Chloride mit Wasserdampf bilden sich wasserfreie Oxyde, vor allen Dingen Eisenglanz ($\text{Fe}_2\text{Cl}_6 + 3\text{H}_2\text{O} = \text{Fe}_2\text{O}_3 + 6\text{HCl}$), Magnetit, Magnesioferrit, Tenorit, Cuprit, Spinell, Periklas. — Aus Fluor- und Chlorsilicium geht Quarz und Tridymit hervor, aus NaCl entsteht zunächst Na_2O , das durch Aufnahme von CO_2 in Natriumcarbonat übergeht.

Besonders interessant ist das Vorkommen einer ganzen Anzahl von Silicaten, deren Bildung nur aus dem Zusammentreffen von Fluor- oder Chlorsiliciumverbindungen mit Wasserdampf erklärt werden kann. Dahin gehören Sanidin, Anorthit, Leucit, Augit, Hypersthen, Hornblende, Glimmer, Sodalith, Granat, Zirkon, Sphen, fraglich Idokras und Wollastonit.

Auch das Vorkommen von Sulfiden kann nicht verwundern, da Chlorverbindungen mit SH_2 sich zu Sulfiden umsetzen. — Ferner ist die Borsäure für diese Bildungsmodalität in Betracht zu ziehen.

II. Bildung aus Lösungen.

Mineralische Lösungen werden geliefert durch kalte und warme Quellen, durch Süss- und Salzwasser. Die Mineralbildung selbst kann bewirkt werden:

1. durch directe Ausscheidung;
2. durch Ausscheidung in Folge von Oxydations- und Reductionsvorgängen;
3. in Folge chemischer Umsetzung;
4. in Folge elektrolytischer Zersetzung;
5. durch Vermittelung von Organismen.

ad 1. Die Stoffe sind schon als solche in der Lösung vorhanden und scheiden sich durch Entfernung des Lösungsmittels (Verdampfen) oder durch Temperaturänderung aus. Aus reiner wässriger Lösung schlagen sich so eine grosse Reihe von Mineralien, namentlich Carbonate, Sulfate, Hydrate, Chloride nieder.

Häufiger ist die directe Abscheidung aus Kohlensäure-haltigem Wasser in Folge des Verflüchtigens der Kohlensäure resp. der Entziehung derselben durch die Vegetation. Beispiele liefern Calcit, Aragonit, Dolomit, Spatheisen, ferner Thermonatrit, Hydromagnesit, Zinkblüthe, Malachit und Lasur. Dasselbe gilt von Gyps, Schwespath, Coelestin, Flussspath, vielen Oxyden und allen Oxydhydraten.

Da viele Schwefelverbindungen löslich in Alkalien und alkalischen Erden sind, so können sie aus solchen Lösungen nach Entziehung des Lösungsmittels wieder ausgefällt werden.

Bemerkenswerth ist es, dass Rothgültig bei höherem Druck in Schwefelbaryum löslich ist.

ad 2. Durch Oxydation wird der in Kohlensäure-haltigem Wasser lösliche Eisenspath als Eisenoxydhydrat (Brauneisen) ausgeschieden. Manganspath fällt aus gleicher Lösung, wenn Oxydation eintritt, als Manganoxydul und Manganoxydhydrat.

Reduction, veranlasst durch organische Substanzen, Kohlenwasserstoffe, bewirkt die Abscheidung von Schwefel aus Schwefelwasserstoff (sicilianischer Schwefel) und aus Sulfaten, z. B. auf Gypslagerstätten. Viele Metallsulfate werden zu Sulfiden, was namentlich für die Theorie der Erzgänge von Wichtigkeit ist, seltener zu Metallen reducirt.

ad 3. In Folge chemischer Umsetzung geben Lösungen zweier an sich löslicher Substanzen bei ihrem Zusammentreffen Niederschläge, z. B. gewisse Chloride und Sulfate ($\text{BaCl}_2 + \text{Na}_2\text{SO}_4 = \text{BaSO}_4 + 2\text{NaCl}$), ferner lösliche Schwefelalkalien mit löslichen Metallsalzen ($\text{Na}_2\text{S} + \text{ZnSO}_4 = \text{ZnS} + \text{Na}_2\text{SO}_4$).

ad 4. Der elektrische Strom zersetzt Metallsalze und scheidet gediegene Metalle ab. In dieser Weise dürften viele in gediegenem Zustande vorkommende Metalle entstanden sein, so die krystallisirten, blechförmigen und dendritischen Vorkommnisse von Gold, Silber, Kupfer, ferner Quecksilber, Arsen, Antimon, Wismuth.

Vielleicht verdanken auch die Kupferkiesüberzüge auf Fahl-
erzen von Clausthal, Liskeard etc. einem analogen Vorgang ihre
Entstehung.

ad 5. Abgesehen von der durch organische Substanz ver-
mittelten Mineralbildung, wie sie sich z. B. in der lösenden Wirkung
organischer Säuren, Quellsäure, Quellsatzsäure, Ulmin-, Huminsäure,
auch durch die Kohlensäure äussert, wirkt nun auch der Lebens-
process selbst mineralbildend. Pflanzen und Thiere entziehen zum
Aufbau ihres Gerüstes dem Boden und dem Wasser kohlen-sauren
und phosphorsauren Kalk, Kieselsäure etc. Nach dem Absterben
häufen sich diese anorganischen Substanzen an und geben nicht
selten Veranlassung zu wohl auskrystallisirten Mineralvorkommnissen.

III. Bildung aus dem schmelzflüssigen Zustand durch Erstarren. (Plutonische Mineralien.)

Aus dem Schmelzfluss können eine ganze Anzahl von Mineralien
krystallisiren und alle in den Eruptivgesteinen als primäre Gemeng-
theile vorkommenden Mineralien liefern für diese Entstehungsart
die geeigneten Beispiele. Quarz, Orthoklas, die Plagioklase, Augite,
Hornblenden und Glimmer, Leucit, Nephelin Sodalith, Granat, Tita-
nit, Zirkon, Apatit, Magnetit, Pyrit, Magnetkies etc.

Von ganz besonderer Bedeutung wird die Frage nach der Bildungsart
der Mineralien für die Theorie der Erzlagerstätten, namentlich der Erzgänge.
Die Fragen können hier immer nur von Fall zu Fall, nicht allgemein beant-
wortet werden, da ja ein und dasselbe Mineral auf sehr verschiedene Weise
entstehen kann. In den weitaus meisten Fällen handelt es sich auf den Gängen
um Abscheidung aus Lösungen, wieweit hierbei aber die einzelnen, sub II
unterschiedenen Modalitäten wirksam gewesen sind, muss stets Sache ein-
gehender Untersuchung bleiben. Eine besondere Schwierigkeit erwächst noch
aus der unmittelbar damit verknüpften Frage, wo die auf den Gängen abge-
schiedenen Mineralien resp. Substanzen ihren ursprünglichen Sitz gehabt haben,
ob sie etwa aus der Tiefe durch aufsteigende Quellen emporgeführt (Ascen-
sionstheorie) oder durch Auslaugung des Nebengesteins seitlich herbei-
geführt (Lateralsecretionstheorie) sind.

Cap. II.

§ 1. Umbildung der Mineralien. I. Umwandlung durch hydroche-
mische Processe, II. durch pyrochemische Processe, III. Veränderung
durch das Licht, IV. Veränderungen durch Druck. — § 2. Pseudo-
morphosen. — § 3. Contactmineralien.

§ 1. Auf jedes Mineral wirken unmittelbar nach seiner Ent-
stehung äussere Einflüsse zerstörend ein, die dasselbe in seinem
chemischen Bestande und seiner physikalischen Beschaffenheit ver-
ändern. Der Zutritt der zerstörenden Agentien wird ermöglicht
durch Haarspalten, schaligen Bau, Diffusion etc., wobei naturge-
mäss der Angriff gewöhnlich von aussen, viel seltener vom Innern
her erfolgt.

So lange ein Mineral von zerstörenden Einflüssen noch unberührt geblieben ist, heisst es frisch, im anderen Fall verwittert, wenn die Umwandlung durch die Thätigkeit der Atmosphäriken, des Wassers und chemische Lösungen (hydrochemische Umwandlungsprozesse) oder zersetzt, wenn sie durch die Einwirkung von vulkanischen Agentien, Hitze, Dämpfen und Gasen (pyrochemische Umwandlungsprozesse) bewirkt wurde. Doch zieht der gewöhnliche Sprachgebrauch im Allgemeinen keine scharfe Grenze zwischen den Ausdrücken zersetzt und verwittert.

Weiterhin können in einzelnen Fällen auch noch andere Agentien, wie erhöhte Temperatur und erhöhter Druck, das Licht u. a. eine Umwandlung veranlassen.

Durch den Eingriff äusserer Agentien in den chemischen Bestand und die physikalische Beschaffenheit eines Mineralen wird selten eine Zerstörung in dem Sinne hervorgebracht, dass eine Auflösung in die elementaren Bestandtheile oder auch nur in die einfachsten chemischen Verbindungen erfolgt, vielmehr geben die Zerstörungsprodukte unmittelbar wieder Veranlassung zu Neubildungen, oft von complicirterer Zusammensetzung, als sie das Ausgangsmineral besass. Aus diesem Grunde kann man auch weniger von einer Zerstörung eines Mineralen als von einer Umwandlung oder Umbildung reden.

Alle neugebildeten Mineralien werden im Gegensatz zu dem primären Ausgangsmineral als secundäre Mineralien unterschieden.

Der Olivin ist ein primärer Gemengtheil des Gabbros; der aus ihm hervorgegangene Serpentin ist ein secundäres Mineral.

Der Gang der Umwandlung ist bei verschiedenen Mineralien und selbst bei einem und demselben Mineral je nach den Umständen verschieden; im letzteren Fall kann daher ein Mineral verschiedene secundäre liefern. Andererseits führen auch verschiedene Mineralien, wenn sie im Allgemeinen in ihrer qualitativen Zusammensetzung übereinstimmen, zu denselben Umbildungsprodukten.

Die mannigfachen Umwandlungsvorgänge sollen nun einzeln besprochen werden.

I. Umwandlung durch hydrochemische Prozesse.

(Verwitterung.)

Wenn auf ein Mineral nur die unmittelbar von den Atmosphäriken gelieferten Agentien, also O, CO₂, reines und kohlen-saures Wasser einwirken, so wird dieser Vorgang nach J. Roth einfache Verwitterung genannt. Kohlensaures Wasser, das in der Hauptsache beim Durchsickern eines mit organischen Verwesungsstoffen erfüllten Bodens entsteht, ist ein ausgezeichnetes Lösungsmittel, dem nur wenige Mineralien (Edelmetalle, Diamant, Graphit, Schwefel) auf die Dauer zu widerstehen vermögen.

Im Gegensatz zu dieser einfachen Verwitterung bezeichnen wir mit J. Roth jene Vorgänge als complicirte Verwitterung, bei welchen als Agens eine mit mineralischen Stoffen beschwerte

Lösung wirkt. Dieselbe entsteht bei der Lösung und Auslaugung von Mineralien, insbesondere der Carbonate, Sulfate, Silicate und Chloride; ihre Wirkung wird natürlich eine energischere sein.

1. Vollständige Auflösung und Wegführung.

Diesem Prozesse unterliegen schon bei der einfachen Verwitterung sehr viele Mineralien, namentlich die Chloride, Sulfate, Carbonate etc., aber auch viele Mineralien, die im gewöhnlichen Leben für unlöslich gelten, als Apatit, Schwerspath, Quarz, ferner die nach Oxydation des Schwefels aus den Sulfiden hervorgegangenen Sulfate, unter Umständen auch Fe_2O_3 (Hämatit) und Fe_3O_4 (Magnetit). Die thonerdefreien Silicate werden durch lang andauernde Einwirkung kohlensauren Wassers allmählich vollständig in Lösung gebracht. Zur Würdigung des Lösungsvorganges sei die folgende Tabelle mitgetheilt (vergl. auch S. 153).

In 10,000 Theilen Wasser sind löslich:

Ca CO_3	0,2–0,36	Theile	(in CO_2 -haltigem Wasser)
"	9–12	"	" " " ")
Mg CO_3	13–14	"	" " " ")
$\text{Mg CO}_3 + \text{Ca CO}_3$	3,10	"	" " " ")
Fe CO_3	7,25	"	" " " ")
Mn CO_3	4–5	"	" " " ")
Ba CO_3 (gefällt)	0,707	"	(in kaltem Wasser)
"	0,65	"	(in warmem Wasser)
"	17,0	(Lassaigne) Theile	(in CO_2 -haltigem Wasser)
"	8,35	(Bischof) " " " ")	" " " ")
Sr CO_3	0,555	Theile	(in kaltem Wasser)
"	12	"	(in CO_2 -haltigem Wasser)
Ca SO_4	22–27	"	(bei 15°)
Ba SO_4	ca. 0,025	"	"
Sr SO_4	1,450	"	"
Na Cl	3,578	"	(bei 12°)
"	3,568	"	(bei 15°)
K Cl	3,100	"	(bei 7°)
Ca Fl	0,37	"	(bei $15,6^\circ$)
Apatit	1,036	"	"

Durch complicirte Verwitterung gehen schliesslich alle Mineralien in Lösung, sobald ihnen nur genügend Zeit gegönnt wird.

Der Vorgang der Auflösung und Wegführung erklärt das häufige Vorkommen von Verkieselungen, Dolomitisirung, Absätzen von Kiesel- und Kalksintern.

2. Partielle Lösung (Auslaugung) mit Hinterlassung eines Rückstandes und ev. Aufnahme anderer Substanzen.

Die häufigsten Beispiele für diesen Process liefern die thonerdehaltigen Silicate. Die Thonerde, häufig auch das Eisen und Mangan, bleibt zurück, während die Alkalien und alkalischen Erden gewöhnlich in Lösung gehen und fortgeführt werden. Der ausgelaugte und zurückgebliebene Rest wird entweder oxydirt oder desoxydirt, hydratisirt oder auch sehr gewöhnlich in Carbonate umgewandelt, oder durch complicirte Verwitterung schliesslich auch noch fortgeführt. Zuweilen findet auch eine Neuaufnahme von anderen Substanzen statt.

Häufig wiederkehrende und wichtige Beispiele sind die folgenden:

Serpentinisirungsprocess.

Eine Reihe von Magnesiasilicaten, vor allem der Olivin, dann aber auch thonerdefreie Augite und Hornblenden, Chondroit etc. hinterlassen bei Fortführung eines Theiles des Magnesiasilicates, des Eisens, Kalks und der Alkalien den grösseren Theil des Magnesiasilicats und nehmen gleichzeitig Wasser auf, wodurch Serpentin gebildet wird. Bei dem Olivin 2MgO , SiO_2 gestaltet sich der Process so, dass durch Einwirkung kohlen-sauren Wassers Serpentin und Magnesit gebildet wird. $2(2 \text{MgO}, \text{SiO}_2) + \text{CO}_2 + 2 \text{H}_2\text{O} = 3 \text{MgO}$, $2 \text{SiO}_2 \cdot 2 \text{H}_2\text{O} + \text{MgO}, \text{CO}_2$.

Kaolinisirung.

Die thonerdehaltigen Silicate werden durch einfache Verwitterung derart angegriffen, dass das Thonerdesilicat zurückbleibt und Wasser aufnimmt, während die Alkalien und Erden in Lösung gehen. Sehr gewöhnlich ist dieser Vorgang bei den Feldspäthen, beispielsweise ist der schematische Verlauf beim Kalifeldspath¹⁾, wie folgt:

Aus dem Kalifeldspath K_2O , Al_2O_3 , 6SiO_2 werden K_2O und 4SiO_2 fortgeführt, aufgenommen dagegen 2aq. , es bleibt demnach Al_2O_3 , $2 \text{SiO}_2 + 2 \text{aq.}$, d. h. Kaolin übrig, oder in Zahlen

	SiO_2	Al_2O_3	K_2O	H_2O	
100 Theile Kalifeldspath	= 64,63	18,49	16,88	—	
entfernt resp. aufgenommen	— 43,05	—	— 16,88	+ 6,47	
	21,58	18,49	—	+ 6,47	= 46,54 Kaolin.

Epidotisirung.

In Silicatgesteinen, namentlich in Feldspath- und Hornblendegesteinen, aber auch aus Augit, Granat, Wernerit bildet sich häufig Epidot, indem Alkalien und Kieselerde fortgeführt, Eisenoxyde und Kalk aufgenommen werden. Besonders häufig stösst man in tektonisch gestörten Gesteinen auf diese Umwandlung.

Carbonatisirung.

Silicate, an deren Zusammensetzung Kalk, Magnesia oder Alkalien theilnehmen, also in erster Linie die Plagioklase, Hornblenden und Augite, werden bei Berührung mit kohlen-saurem Wasser ganz allgemein, wenn auch sehr allmählich so umgewandelt, dass sich die entsprechenden Carbonate bilden. Daher brausen die verwitterten Silicatgesteine mit Säure.

Dolomitisirung.

Kalkspath wird in Berührung mit einer Lösung von kohlen-saurer Magnesia in Dolomit umgewandelt. Dieser Vorgang spielt sich im Grossen ab und giebt Veranlassung zur Bildung dolomitischer Gesteine.

Analog ist der Vorgang bei der Bildung von Eisenspath und Zinkspath aus dem Calcit bei Berührung mit FeCO_3 , resp. ZnCO_3 .

Gypsbildung.

Durch einfache Aufnahme von 2 Molekülen Wasser geht aus Anhydrit CaSO_4 Gyps hervor, ein Vorgang, der sich in der Natur gleichfalls im Grossen vollzieht. Dabei vergrössert sich das Volum um ca. 60%.

Ausscheidung von Metalloxyden und Metalloxydhydraten, namentlich von Brauneisen, seltener von Eisenglanz, Magnetit, Chrom- und Nickelerzen.

Viele eisenhaltigen Silicate, z. B. Augite, Hornblenden, Biotit werden derartig umgewandelt, dass das Eisen in Form von Eisenoxydhydrat, seltener von Hämatit und Magnetit zurückbleibt, während alles übrige fortgeführt wird. Dieser Vorgang erklärt gewisse Eisenerzlagerstätten und analog verläuft die Umwandlung und Ausscheidung von Nickel- und Chromerzen aus gewissen Silicaten, im Besonderen aus dem Serpentin.

¹⁾ J. Roth, Allgemeine und chemische Geologie. Bd. I, S. 142.

II. Umwandlung durch pyrochemische Prozesse.

1. Umwandlung durch vulkanische Dämpfe und Gase (Zersetzung). Den hierher gehörigen Zersetzungserscheinungen begegnet man nur an Orten, wo vulkanische Thätigkeit herrscht oder geherrscht hat. Die aus den Vulkanen, Solfataren, Mofetten, Fumarolen etc. aufsteigenden Gase und Dämpfe, wie Wasserdampf, Kohlensäure, Salzsäure, Schwefeldampf, Schwefelwasserstoff, schweflige Säure und Schwefelsäure etc. sind die Agentien und bewirken in Verbindung mit erhöhter Temperatur die Zersetzung der frisch gebildeten oder der bereits vorhandenen Mineralien. Namentlich werden die Silicate zersetzt, was äusserlich an der zelligen, cavernösen Oberfläche hervortritt, und durch HCl und H_2SO_4 in lösliche Form übergeführt.

Bei der Zersetzung wird im Gegensatz zur Verwitterung die Thonerde und das Eisenoxyd sehr leicht in Lösung gebracht. Ebenso wird auch die Kieselsäure sehr viel leichter abgeschieden und kommt auch schneller zur Ruhe.

Die gleichen Säuren wirken auch zerstörend auf die Carbonate und bedingen weitgehende Umwandlungen, z. B. Kalkspath zu Gyps.

Neben den Säuren ist die Wirkung des überhitzten Wasserdampfes besonders bemerkenswerth. Die Silicate, Calcit, Dolomit, Spatheisen etc. werden angegriffen und neben Hydraten basische Carbonate gebildet. Periklas und Brucit liefern entsprechende Beispiele. Weiter wirkt der Wasserdampf zerlegend auf die Chloride, wobei freie Salzsäure und Oxyde (Hämatit, Magnetit, Ceylanit, Periklas, Tenorit) entstehen, ebenso wie aus der Zersetzung von Fluor- und Chlorsilicium Quarz und Tridymit hervorgehen.

2. Veränderung durch erhöhte Temperatur, durch Schmelzen. Hierbei kann sowohl eine Aenderung des chemischen Bestandes wie auch der structurellen Beschaffenheit eintreten. Letztere Veränderung kann zuweilen praktische Bedeutung erlangen. Granat, Vesuvian, Hornblende, Zoisit, Epidot, Glimmer, Turmalin, Axinit etc. sind Mineralien, die durch Lösungsmittel gar nicht oder sehr schwer aufgeschlossen werden; sobald sie aber geschmolzen, gelingt die Auflösung durch Säuren leicht. Dass hierbei aber nicht nur eine mechanische Auflockerung eingetreten ist, sondern eine Umwandlung, lehren die schon früher angeführten Untersuchungen von Doelter und Hussak am Granat und Vesuvian.

Andere Silicate werden dagegen beim Schmelzen amorph, wie Feldspath; das gleiche gilt auch vom Quarz. Diesen Vorgang nennt man wohl Frittung. —

Aragonit geht bei erhöhter Temperatur in Calcit über; rhombischer Schwefel wird durch Schmelzung monoklin, wandelt sich aber allmählich wieder in die rhombische Modification um.

Während gewisse Mineralien, wie Steinsalz, Flussspath, Augit, durch erhöhte Temperatur, selbst durch Schmelzung chemisch durchaus unverändert bleiben, erleiden andere mehr oder minder wesent-

liche Veränderungen ihres Bestandes. Die Carbonate geben Kohlensäure, die Sulfide Schwefel, die Hydrate Wasser ab. Organische und Oxydul-Verbindungen nehmen Sauerstoff auf; die sonst nicht angreifbaren Mineralien Diamant und Graphit verbrennen bei hoher Temperatur.

Werden Mineraliengemenge erhöhter Temperatur ausgesetzt, so finden wechselseitige chemische Reactionen statt nach Massgabe, dass die feuerbeständigeren Säuren die wirksameren sind. Besondere geologische Bedeutung hat die Austreibung der Kohlensäure durch Kieselsäure und die dabei erfolgende Bildung von Silicaten.

Pyrochemische Prozesse werden naturgemäss viel seltener angetroffen als hydrochemische; sie werden geologisch wichtig als sogen. Contactphänomene, d. h. Veränderungen und Umwandlung in der Nähe von Eruptivgesteinen.

III. Veränderungen durch das Licht.

Dieselben sind spärlich und fallen äusserlich zumeist nur als Farbenänderungen in die Augen. Nickel- und Kobaltblüthe, ferner gefärbter Flussspath, Apophyllit, Topas, Steinsalz, Rosenquarz, Chrysopras etc. bleichen aus, die Chlor-, Jod- und Bromverbindungen werden trüb und färben sich gewöhnlich dunkler. — Realgar zerfällt im Licht zu orangegelbem Pulver, Aurigpigment oxydirt sich zu arseniger Säure; Kupferglanzkrystalle überziehen sich mit einem braunen, Krystalle verschiedener Silbermineralien (Rothgültig, Silberglanz, Stephanit) mit einem schwarzen Pulver.

IV. Veränderung durch Druck.

Dass auch der Druck geeignet ist, Umwandlungsvorgänge zu begünstigen, ist ohne Weiteres klar.

Neuerdings haben bei der Untersuchung tektonisch stark gestörter Gesteine die durch Druck veranlassten Mineralbildungen die Aufmerksamkeit der Geologen auf sich gezogen und man hat in dem Druck ebenso wie in der erhöhten Temperatur einen wesentlichen, begünstigenden Factor für Mineralumwandlungen erblickt. Bei der mineralogischen bzw. structurellen Herausbildung der krystallinischen Schiefer, wie bei dem Auftreten einer Reihe krystallinischer Mineralien, wie Andalusit, Sillimanit, Sericit, Chlorit, in stark gepressten und gestauchten Thonschiefern ist der Druck wesentlich betheilig, und ebenso wie man von Contactmineralien spricht, wird man auch von Pressionsmineralien reden müssen. Auch durch das Experiment ist die Wirksamkeit des Druckes bewiesen. Von Spring sind bei einem Druck von 5000 Atmosphären aus Kupfer und Schwefel Kupferglanz erzeugt worden. —

In vorstehendem Capitel beanspruchen noch zwei wichtige Umwandlungserscheinungen, als deren Resultate die Pseudomorphosen und die Contactmineralien hervorgehen, eine besondere Besprechung.

§ 2. Die Pseudomorphosen. Die aus der Umwandlung eines Mineralen hervorgegangenen Neubildungen heissen, wie bereits erwähnt, secundäre Mineralien im Gegensatz zu dem primären Muttermineral. Die secundären Mineralien können entweder an anderer Stelle als das Muttermineral zur Ausscheidung bezw. Auskrystallisation gelangt sein, wie z. B. die Zeolithe auf den Mandelräumen der Melaphyre und Basalte, oder sie können sich unmittelbar an Stelle des Muttermineralen abgesetzt haben. Diese letzteren Mineralien führen speciell den Namen der metamorphischen Mineralien, der Umwandlungsprocess selbst, gleichviel auf welche Art er vor sich gegangen ist, heisst Mineralmetamorphose.

Hat sich die Metamorphose an Krystallen unter Erhaltung der ursprünglichen Krystallform vollzogen, so werden diese Bildungen als Pseudomorphosen oder Afterkrystalle, speciell als metasomatische Pseudomorphosen bezeichnet, da man unter dem Namen Pseudomorphosen auch ihrer Entstehung ganz andere, nur äusserlich ähnliche Dinge (sogen. hypostatische Ps. siehe weiter unten) versteht.

Pseudomorphosen haben demnach die Form bewahrt, den Inhalt aber verändert. Sie sind durchweg keine einfachen Krystalle, sondern Krystallaggregate (cf. S. 85). Sie sind für das Verständniss der mineralischen Umwandlungsvorgänge, die sich an ihnen oft in den verschiedensten Stadien offenbaren, von hoher Bedeutung.

Die Umwandlungsvorgänge selbst sind aber keine anderen als die in dem § 1 dieses Capitels geschilderten.

Nach der Art der Umwandlung lassen sich 3 Abtheilungen unterscheiden.

1. Paramorphosen. Bei ihnen ist der chemische Bestand des Muttermineralen erhalten, es hat nur eine structurelle Umwandlung in eine dimorphe Varietät stattgefunden, z. B. Uralit nach Augit, Calcit nach Aragonit, Aragonit nach Calcit, monokliner Schwefel nach rhombischem Schwefel, Rutil nach Brookit etc.

2. Umwandlungs-Pseudomorphosen, bei denen ein partieller Austausch der chemischen Bestandtheile oder auch nur eine Aufnahme resp. Abgabe irgend welcher Bestandtheile stattgefunden hat. Bleiglanz nach Pyromorphit, Zinkcarbonat (Galmei) nach Kalkcarbonat (Calcit), Gyps nach Anhydrit, Serpentin nach Olivin.

3. Verdrängungs-Pseudomorphosen, bei denen der gesammte chemische Bestand sich geändert hat. Gediegen Kupfer nach Aragonit, Rotheisen nach Kalkspath, Flussspath nach Quarz, Gyps nach Steinsalz.

Hergebrachtermaassen werden nun auch solche Bildungen als Pseudomorphosen bezeichnet, die mit den eben besprochenen die Eigenthümlichkeit theilen, dass die äussere Form eine erborgte ist, die aber in ihrem Wesen völlig verschieden davon sind und sich mehr den Mineralausscheidungen in Blasenräumen und Drusenhöhlungen anschliessen. Das wird neben anderem durch ihr von aussen nach innen erfolgendes Wachsthum und durch ihre ganze Structur bewiesen. Derartige Afterkrystalle heissen Ausfüllungs-

Umhüllungs- oder hypostatische Pseudomorphosen. Der Vorgang bei ihrer Bildung ist doppelter Natur.

1. Ein leichter verwitterbarer krystallisirter Gemengtheil wird aus der umgebenden Gesteinsmasse bzw. dem umgebenden Mineralaggregat ausgelaugt und später der entstandene Hohlraum mit irgend einem neuen Mineral wieder angefüllt.

2. Ein Krystall wird von einer Kruste eines anderen Minerals, das schwerer verwitterbar ist, überzogen; später findet eine Auslaugung des umschlossenen Krystalles aus seiner Umhüllung statt. Zumeist besteht die nunmehr infiltrirte Ausfüllungsmasse aus demselben Mineral, welches die Kruste bildete.

Literatur. Blum, Die Pseudomorphosen des Mineralreiches 1843. Mit 4 Nachträgen (1847–79). — E. Geinitz, N. Jahrb. f. Min. etc. 1877. — Tschermak, Miner. Mitth. II. 449. 1879.

§ 3. Die Contactmineralien. Dieselben sind Umwandlungsmineralien, deren Auftreten an die Berührung eines Eruptivgesteins mit irgend welchen anderen Gesteinen, insbesondere mit Kalksteinen, Dolomiten und Thonschiefern, gebunden ist. Dieses Vorkommen weist den Eruptivgesteinen eine active Rolle bei der Bildung der Contactmineralien zu; in den meisten Fällen wird es das schmelzflüssige Silicatmagma sein, das auf das benachbarte Gestein reagirt; daneben und in anderen Fällen dürften sich auch durch den Contact und die hohe Temperatur begünstigte hydro- und gaschemische Prozesse abgespielt haben.

Vielfach beruht die Umwandlung im Contact nur auf einer Veränderung der Structur; dichte und feinkörnige Kalksteine und Dolomite werden gröber körnig, vollständig krystallin oder auch späthig; alleinige Hitzewirkungen sind wirksam bei der Umwandlung von Spatheisen in Magnetit und Rotheisenstein.

Die Einwirkung von Gasen zeigt sich bei der Bildung von Fluor- und Bormineralien, wie Topas, Turmalin, Apatit, den charakteristischen Begleitern des Zinnsteins. Dagegen wird die Entstehung der vorzugsweise Ca- und Mg-haltigen Silicate im Contact unmittelbar der Reaction des eruptiven Silicatmagmas auf die Kalksteine und Dolomite zugeschrieben werden müssen.

Wirkungen des Contacts, d. h. Mineralneubildungen, finden sich nicht nur in dem von Contact betroffenen Gestein, sondern auch in dem den Contact bewirkenden Eruptivgestein; jene bezeichnet man wohl als exogene, diese als endogene Contacterscheinungen.

Es giebt eine Reihe von Mineralien, die nur im Contact auftreten; andere, die unter den verschiedensten Umständen gebildet werden können, finden sich gelegentlich im Contact, haben dann aber gewöhnlich einen charakteristischen Habitus; z. B. der bläulich graue Contactkalkspath.

Die gewöhnlichsten Contactmineralien sind die folgenden: Granat, Vesuvian, Augit, Diopsid, Fassait, Wollastonit, Tremolit, Plagioklase (Anorthit), Skapolith incl. Dipyr, Conseranit, Gehlenit, Epidot, Zoisit, Chondrodit, Monticellit, Titanit, Rutil, Spinell, Periklas, Magnetit etc.

Besonders häufig genannte Contactlagerstätten sind: Monzoni und Predazzo, die norwegische Contactzone (Christiania, Arendal, Drammen), die Contactzone des Banat (Cziklowa, Oravicza, Szaska, Dognaczka), Auerbach an der Bergstrasse, Pargas in Finnland, das Contactgebiet in den Staaten New-York und New-Jersey (Sparta, Warwick, Amity). Hierher gehören auch die von den Eruptionsprodukten des Vesuvs in der Tiefe veränderten und dann ausgeworfenen, mit Silicaten reich erfüllten Kalksteine, die als die Kalkbomben der Somma in der Literatur bezeichnet werden.

VI. Abschnitt.

Technische Mineralogie.

Siehe Anhang I „Uebersicht über die nutzbaren Mineralien und deren Lagerstätten.“

VII. Abschnitt.

Systematik und Nomenclatur.

Die in Frage kommenden Principien sollen hier nur kurz angedeutet werden.

Systematik. — In der mineralogischen Systematik herrscht nicht wie in der Botanik und Zoologie, den beiden anderen, gewöhnlich zum Vergleich herangezogenen beschreibenden Naturwissenschaften, in den Hauptzügen Uebereinstimmung, sondern verschiedene Classificationssysteme bestehen neben einander.

Die Gründe dafür sind im Wesentlichen darin zu suchen, dass man über den classificatorischen Werth der einzelnen mineralogischen Eigenschaften verschiedener Meinung sein kann. Während in der Botanik und Zoologie die natürlichen, d. h. auf Zeugung beruhenden Verwandtschaftsbeziehungen die zwingende Grundlage und die Elemente eines natürlichen Systems abgeben, bedeuten genetische Verhältnisse unter den Mineralien ganz etwas anderes und drücken keineswegs die natürliche Verwandtschaft aus; weit mehr als sie kommen die wichtigen morphologischen, physikalischen und chemischen Eigenschaften, nicht minder die aus dem geologischen Vorkommen erwachsenden Beziehungen in Betracht. Je nachdem die einzelnen Autoren, oder die einzelnen Perioden der Wissenschaft die eine oder die andere Gruppe dieser Eigenschaften mehr in den Vordergrund stellten, wechselten die Begriffe der Klassen, Ordnungen etc. und die Anordnung der Mineralien im System.

Die unveräusserlichsten, am Stoff selbst haftenden Eigenschaften sind die chemischen. Nach dem Vorgange von Berzelius ist es daher durchweg üblich geworden, als Haupteintheilungsgrund die chemische Constitution zu verwenden und danach die grossen Klassen der Elemente, der Sulfoverbindungen, der Oxyde, der Haloid- und der Oxysalze aufzustellen.

Einer weiteren Gruppierung in Ordnungen, Familien oder Gruppen stellen sich deswegen Schwierigkeiten entgegen, weil bei Anwendung eines einheitlichen und gleichmässig durchgeführten Eintheilungsprincipes einerseits eine grössere Anzahl von Mineralien ganz isolirt dastehen würde, andererseits und noch mehr manche sogen. „natürliche Familien“, d. h. solche, die sich durch eine Reihe gemeinsamer Merkmale als eng zusammengehörig erweisen, zerrissen würden.

Als das am meisten geeignete Eintheilungsprincip bietet sich als zunächst liegend wieder die chemische Constitution dar. Dabei kann entweder die Anordnung nach dem elektropositiven Bestandtheil erfolgen, wobei der praktische Vortheil erwächst, dass, um es an Beispielen zu erläutern, alle Blei-, Silber-, Kalkmineralien etc. unmittelbar aneinander gereiht werden, was aber bei strenger Anwendung des Principis auf grosse Hindernisse stösst — oder die Anordnung erfolgt nach dem elektronegativen Bestandtheil. Diese letztere Classification hat den besonderen Vortheil, dass die in der Isomorphie sich ausdrückende und für die Bildung natürlicher Gruppen sehr geeignete Beziehung zwischen chemischer Constitution und Krystallform in den Vordergrund tritt. Beide Principien sind von Berzelius 1816 in Vorschlag gebracht; letzteres von Gustav Rose weiter ausgebaut, wird als das Berzelius-Rose'sche oder krystallographisch-chemische System bezeichnet und liegt heutzutage, wenigstens in Deutschland, den meisten Lehrbüchern und Mineraltabellen zu Grunde. Auch in vorliegendem Buch wird davon Gebrauch gemacht, jedoch unter Wahrung und Beibehaltung mancher von anderen Gesichtspunkten aus als natürlich erkannter Familien, die durch das chemische Classificationsprincip zerrissen würden.

Species. Eine besondere Schwierigkeit für das System erwächst noch aus dem Umstand, dass der Begriff „Species“ in der Mineralogie sich einer scharfen Definition entzieht. In der Botanik und der Zoologie beruht, wie schon eben berührt, das, was als Species oder Art bezeichnet wird, auf der durch die natürliche Fortpflanzung geschaffenen Verwandtschaft, also auf Beziehungen, die den Mineralien gänzlich fehlen; ausserdem wird noch durch die isomorphen Mischungen ein weiter Spielraum in der Abgrenzung der einzelnen Mineralien gelassen. Deshalb ist der Begriff Species von vielen Autoren ganz und gar aus der Mineralogie gebannt, und dort, wo er gebraucht wird, fasst man unter eine Species alle jene Mineralsubstanzen zusammen, welche in chemischer, morphologischer und physikalischer Beziehung gar keine oder nur unwesentliche Abänderungen aufweisen, während Mineralsubstanzen, die nach gewissen Richtungen charakteristische Abweichungen zeigen, als Varietäten

bezeichnet werden. Ganz gleich bedeutend mit den beiden Ausdrücken Species und Varietäten sind die von anderer Seite verwendeten Ausdrücke Gattung und Species, wo die Species der letzteren Auffassung der Varietät im ersteren Sinn entspricht.

Nomenclatur. Die Mineralnamen rühren aus den verschiedensten Stadien der Entwicklung unserer Wissenschaft her oder sind in vielen Fällen auch die vom gemeinen Mann oder dem Bergmann gebrauchten Bezeichnungen. Daher sind sie alles andere als einheitlich gebildete wissenschaftliche Namen.

Für die gemeineren Mineralien bestehen deutsche Mineralnamen und haben also nur beschränkte Anwendung, wenn auch einige unter ihnen in andere Sprachen übergegangen sind. In der Hauptsache aber sind die Mineralnamen der griechischen oder lateinischen oder beiden Sprachen entlehnte, nicht immer tadellose Wortbildungen von internationaler Gültigkeit.

Für die meisten Mineralien sind mehrere Namen vorhanden, doch ist die Synonymik bei Weitem nicht so umständlich als in den Schwesterwissenschaften. Der mehrfach unternommene Versuch, wie in der Botanik und Zoologie, die Namen zweigliederig zu gestalten, musste an der Bedeutungslosigkeit der Begriffe Gattung und Art in der Mineralogie scheitern. Damit steht es auch im Zusammenhang, dass unsere gegenwärtigen Mineralnamen nach ihrem Inhalt bald etwas bezeichnen, was etwa einer Familie, bald etwas, was einer Gattung, Art oder Varietät entsprechen würde.

Für die Bildung der Namen sind namentlich die chemische Zusammensetzung, die physikalischen und krystallographischen Besonderheiten, der Ort des Vorkommens, der Name des Auffinders etc. maassgebend gewesen, vielfach sind sie auch gegeben worden zu Ehren irgend welcher Personen, in Anlehnung an mythologische Dinge etc., zuweilen aber auch ohne jede Beziehung zu Personen und Dingen.

Näheres: v. Kobell, Die Mineralnamen und die miner. Nomenclatur 1853. Francke, Ueber die miner. Nomenclatur 1890.

II. Theil.

Specieller Theil.

Im nachfolgenden Speciellen Theil sind die einzelnen Mineralien in systematischer Anordnung beschrieben. Auf eine Auf-
führung der einzelnen Klassen, Abtheilungen, Familien, Gruppen etc.
kann an dieser Stelle verzichtet werden, da das Inhaltsverzeichniss
bereits eine solche Aufzählung giebt. Bei der Darstellung sind
die häufiger vorkommenden oder in irgend welcher Beziehung wich-
tigen Mineralien vor den selteneren und unwichtigen durch ein-
gehendere Behandlung und äusserlich auch schon durch den Druck
ausgezeichnet. Die Beschreibung jener wichtigeren Mineralien
gliedert sich, für das Auge durch Absätze sichtbar gemacht, der
Reihe nach in der Vorführung 1. der morphologischen Kennzeichen,
und zwar unter Sonderung der rein krystallographischen Merkmale
von denen der Aggregate, 2. der physikalischen, 3. der chemischen
Eigenschaften, während die auf das geographische und geologische
Vorkommen bezüglichen Angaben cursiv gedruckt und in den
4. Absatz gestellt sind. Besondere Notizen verschiedenen Inhalts
sind, wo sie nöthig werden, in eine Schlussbemerkung verwiesen.

Als nicht ohne Weiteres verständliche oder nicht früher be-
reits erläuterte Abkürzungen sind die folgenden zu erwähnen:

XX = Krystalle.

Mittelk. = Winkel an der
Mittelkante.

Polk. = Winkel an der Pol-
kante.

Zw. = Zwillinge.

= Spaltbarkeit, spaltbar.

Br. = Bruch.

H = Härte.

G = specif. Gewicht.

durchs. = durchsichtig.

undurchs. = undurchsichtig.

Gl. = Glanz.

Mgl. = Metallglanz.

Str. = Strich.

v. d. L. = vor dem Löthrohr.

u. d. M. = unter dem Mikro-
skop.

O.-F. = Oxydationsflamme.

R.-F. = Reductionsflamme.

A.-E. = Opt. Axenebene.

I. Klasse. Elemente.

Hierher gehören die in der Natur auftretenden, bei gewöhnlicher Temperatur festen oder flüssigen chemischen Elemente sammt ihren Legirungen.

1. Abtheilung. Nichtmetalle.

Elemente ohne metallischen Habitus. Eine Ausnahme macht der (krystallisirte) Graphit, der aber von den Metallen wieder durch Unschmelzbarkeit unterschieden ist.

Diamant. Demant, C. Reg., tetraedr.-hemiedr.

XX: Alle Formen des Systems sind am Diamant vertreten (am seltensten Ikositetraeder), und zwar durchweg in holuedrischer Ausbildung, sodass Zweifel, ob holuedrisch oder hemiedrisch, bestehen konnten und z. Th. noch bestehen. Doch scheint es, als ob die holuedrischen Individuen Ergänzungszwillinge (d. h. also nach $\infty O \infty$) seien, bei denen die positiven und negativen Formen nahezu gleich gross sind, sodass nur die häufigen Rinnen parallel den Oktaederkanten auf die Zwillingnatur hinweisen. Am gewöhnlichsten O, häufig damit in Combination $3O^{3/2}$, eine Rundung der Flächen und Kanten zu Wege bringend, ferner $\infty O \infty$ und ∞O . Abgerundete, kugelige Verzerrung der Form fast allgemein, die Flächen facettirt, auch wohl mit drei- oder vierseitigen Grübchen versehen. Ausser den Ergänzungszwillingen häufig nach O verzwilligt, wobei nicht selten eine Verkürzung der Zwillingachsen eintritt. — Seltener als XX sind kugelige oder unregelmässige Aggregate (Bort); auch löcherige Körner.

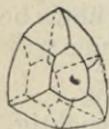


Fig. 258.

O sehr vollkommen, wovon beim Schleifen Gebrauch gemacht wird, Br. muschlig, spröde. H = 10, härter auf $\infty O \infty$ als auf O. G = 3,5—3,6 (3,5295). Farblos oder in verschiedenen, vielfach nicht beständigen Farben, gefärbt: gelb, braun, grau, seltener roth, blau, grün, zuweilen schwarz. Durchs. bis undurchs., Diamantglanz (Br.-I. = 2,413 roth); opt. oft anomal., wird beim Reiben elektrisch.

Reiner C; im Carbonado (koksähnlicher schwarzer, zum Tiefbohren benutzter Diamant, hauptsächlich brasilianischen Ursprungs) bis 2% Verunreinigung. Verbrennt im Sauerstoffgebläse zu CO_2 , und wird ausserdem nur noch angegriffen durch ein Gemenge von Kaliumchromat und Schwefelsäure.

Zumeist auf losen und verfestigten Seifen, theilweise solchen tertiären Alters, dann in krystallinischen Schiefern, Glimmer- und Hornblendeschiefern, speciell im Itakolumit (Brasilien, atlantische Staaten Nord-Amerikas, Ural) oder in eigenthümlichen Serpentinbreccien wie am Cap. Charakteristische Begleiter sind die üblichen Seifenminerale, Edelmetalle und Edelsteine wie Gold, Platin, Topas, Chrysoberyll, Turmalin, Granat, Zirkon, Rutil, Anatas, Zinnstein, Quarz, Titan-eisen etc.

Von Indien, dem alten Diamantenlande, das aber jetzt erschöpft scheint, stammen die bekanntesten Steine (Koh i noor, früher bedeutend grösser, wiegt jetzt $103\frac{3}{4}$ Karat¹⁾, Regent oder Pitt $136\frac{1}{4}$ Kar., der Florentiner 134 Kar., der Orlow 194 Kar., der Schah 95 Kar., der Sancy 55 Kar.), ferner lieferte Borneo zahlreiche Diamanten, seit 1727 kam Brasilien in Aufnahme, wo in den Provinzen Minas Geraës und Bahia eisenschüssige Quarzconglomerate (Cascalho) und Itakolumite die hauptsächlichsten Träger waren. Das Hauptdiamantenland gegenwärtig ist das Griqualand am Vaalflusse (Capdiamanten), das seit 1867 producirt und in Folge der vielen Funde den Werth stark beeinträchtigt hat. Ausserdem in Nordcarolina, Georgia und Virginia, Californien, Mexiko, Australien und vereinzelt am Ural.

Genesis noch zweifelhaft!

Graphit. C. Hexag. (nach Nordenskiöld monokl.).

XX selten, in Form sechsseitiger Tafeln. ∞P , ∞P . — Derb und eingesprengt in krummblättrigen, körnigen, dichten und erdigen Massen, zuweilen in radial struirten Nieren.

nach ∞P vollkommen, milde, fettig, gemein biegsam. H = 1—2, G = 2,09—2,23. Mgl., undurchs., dunkel- oder licht stahlgrau, Str. rein grau, schimmernd.

Kohlenstoff, zuweilen mehr als 20% Asche hinterlassend. — v. d. L. unschmelzbar, verpufft mit Salpeter, wird von Säuren nicht angegriffen.

Auf Lagern und eingesprengt in krystallinischen Schiefern, körnigen Kalken, Graniten, spärlich in anderen Eruptivgesteinen. Griesfeld bei Passau, Borrowdale in Cumberland, Pargas in Finnland, Ural, Südsibirien (Alibertsche Gruben), Ceylon.

Scheidet sich oft aus dem Roheisen und den Schlacken beim Hohofenprocess aus. — Leicht zu verwechseln mit Molybdänglanz (Strich, Löthrohrverhalten, Paragenesis).

Schwefel. S. Rhomb.

Die Substanz des Schwefels ist vielleicht pentamorph, die einzelnen Modificationen sind durch keine besonderen Namen unterschieden. Der natürliche Schwefel ist rhombisch, der aus dem Schmelzfluss erstarrte monoklin.

XX (Girgenti, Conil, Peticara), $P = P$ ($106^{\circ} 38'$ vorn, $143^{\circ} 18'$ Mittelk.) für sich oder in Combination. $n = P\infty$, $c = \infty P$, $s = \frac{1}{3}P$,

¹⁾ Ein Karat = ca. 205 mgr; ein Diamant von mehr als 20 Karat gehört schon zu den Seltenheiten. Die Preise schwanken sehr und richten sich nach Grösse, Klarheit, Farbe und Schnitt.

$m = \infty P$ ($101^{\circ} 58'$) etc. Habitus: bald mehr nach der Verticalaxe gestreckt oder verkürzt, vielfach auch sphenoidisch ausgebildet. — Zuweilen Zw. nach $i = P\infty$ mit P als Verwachsungsfläche und nach m . — $\times\times$ meist aufgewachsen, sonst krystalline Aggregate, derb, eingesprengt, als Anflug, faserig, erdig, dicht.

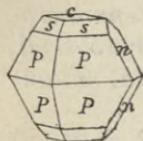


Fig. 259.

∞P und P unvollkommen, Br. muschlig, spröde. $H = 1\frac{1}{2}$ bis $2\frac{1}{2}$, $G = 2,07$. Fettglanz, schwefelgelb mit Stich ins Grüne, honig-, wachsgelb, zuweilen orange oder durch Bitumen braun gefärbt. Doppelbrechung direct wahrnehmbar; schlechter Elek-

tricitätsleiter.

Reiner S , durch Bitumen und Selen zuweilen verunreinigt; schmilzt bei 114° und entzündet sich an der Luft bei 270° , dabei zu SO_2 verbrennend. Löslich in Schwefelkohlenstoff.

Theils vulkanisches Product, direct sublimirt oder aus der Zersetzung von gasförmigen SH_2 hervorgegangen (Solfatara, Vesuv, Aetna, Island, Teneriffa etc.), theils entstanden bei der durch organische Substanz bewirkten Reduction SH_2 - oder SO_3 -haltiger Lösungen, namentlich in tertiären Mergeln und Kalksteinen: Girgenti und Caltanissetta auf Sicilien (neben Coelestin, Gyps, Aragonit und Calcit), Conil bei Cadix, Teruel in Aragonien (hier die Ausfüllung von Süßwasser-schnecken bildend), Swoszowice, Boryslaw; bei Radoboj in Croatien in Form dichter brauner Kugeln im Thon. — Ferner auch im Kalk (Carrara), im Gyps (Weentzen, Stassfurt). Selten als Zersetzungsproduct sulfidischer Erze, z. B. Siegen.

Selenschwefel, Volcanit. Se, S. Selten, faserig, erdig, orangegelb, mit Salmiak und Alaun, die von ihm gefärbt werden, auf Vulcano.

2. Abtheilung. Sprödmetalle.

Dieselben bilden eine rhomboedrisch krystallisirende, isomorphe Reihe und sind bei metallischem Habitus spaltbar und mit Ausnahme des Tellur spröde. Das Hauptrhoeder ist würfelnähnlich.

Arsen. Arsenik, Scherbenkobalt. As. Hexag. rhomboedr.

$\times\times$, natürliche selten, schlecht messbar. $+R$ ($85^{\circ} 4' - 85^{\circ} 41'$), $-\frac{1}{2}R$, oR . Zw. nach $-\frac{1}{2}R$. — Derb, oft dicht, glaskopffartig von schaligem Aufbau (Scherbenkobalt; die einzelnen dünnen Schalen werden oft durch silberweisse Lagen von Arsensilber getrennt), in kleintraubigen Massen, zuweilen dünn-stalaktitisch.

oR vollkommen, $-\frac{1}{2}R$ weniger vollkommen, Bruch der derben Partien oft sehr feinkörnig, spröde. $H = 3-4$, $G = 5,7$ bis $5,8$. Mgl., auf frischem Br. licht bleigrau, aber schnell dunkel anlaufend, Gleiches gilt vom Strich.

Gediegen Arsen, oft mit Ag, Fe, Sb, Bi, Co, Ni und Au. — v. d. L. verflüchtigt es sich mit weissem, jedoch von der Flamme leicht vertreibbarem Beschlag und mit knoblauchartigem Geruch.

Findet sich auf Erzgängen neben Silber- und Kobalterzen. Andreasberg, Erzgebirge (Freiberg etc.), Wittichen, Markkirch, Allemont, Kongsberg, Chañarcillo.

Arsensilber, Gemenge von As mit Antimon, Antimonsilber, Arsenkies, in dünn strahligen Stalaktiten, dünnen Lagen, radialfaserig und traubig. Lichtgrau, Mgl. Andreasberg, Kongsberg.

Arsenikglanz Breithaupts: gediegen Arsen mit 3% Bi. Marienberg.

Antimon. Sb. Hexag. rhomboedr.

XX selten; scheinbar einfach, aber Vierlings- und Sechslingskrystalle der Combination R ($87^{\circ} 7' - 87^{\circ} 35'$), $\frac{1}{4}R$, oR, wobei $-\frac{1}{2}R$ als Zw.-Fl. dient. Zw. nach $-\frac{1}{2}R$. — Gewöhnlich in derben, blättrigen Massen, eingesprengt, zuweilen nierenförmig.

oR sehr vollkommen, $-\frac{1}{2}R$ deutlich; spröde. $H = 3\frac{1}{2}$, $G = 6,6 - 6,8$. Mgl., undurchs., Farbe und Strich zinnweiss, zuweilen gelblich oder graulich angelaufen.

Enthält zuweilen etwas Ag, As oder Fe. — v. d. L. leicht schmelzbar, die Kohle weiss beschlagend; die erstarrende Schmelzkugel überzieht sich mit weissen glänzenden XX von Sb_2O_3 .

Nicht häufig. Vorkommen auf Erzgängen in Begleitung Ag- und As-Mineralien. Andreasberg, Příbram, Allemont, Sala, Borneo.

Allemontit, Mischung von As und Sb, bei welcher bald As, bald Sb an Menge vorwiegt. Allemont, Andreasberg, Příbram, Schladming.

Wismuth. Bi. Hexag. rhomboedr.

XX selten, R ($87^{\circ} 40'$), oR, $-2R$. Zw. nach $-\frac{1}{2}R$. Gestrickt, baumförmig, federartig, in Plättchen und körnig.

oR und $-2R$ vollkommen; milde!, aber nicht dehnbar. $H = 2 - 2\frac{1}{2}$, $G = 9,7 - 9,8$. Mgl., undurchs., röthlich silberweiss, oft bunt anlaufend.

Enthält Spuren von As, S, Te. — Schmilzt sehr leicht (264° , daher zu leicht schmelzbaren Legirungen verwendet), v. d. L. vollständig flüchtig, heiss ein orangegelber, kalt citronengelber Beschlag. Aus salpetersaurer Lösung durch viel Wasser als weisser Niederschlag gefällt.

Nicht häufig; als Begleiter auf silberhaltigen Kobaltgängen, namentlich des Erzgebirges. Schneeberg, Annaberg, Johann-Georgenstadt, zu Altenberg im Zinnstockwerk, Bieber, Bisperg in Schweden, Cornwall. — Aehnliche Mineralien cfr. Rothnickelkies.

Tellur. Te. Hexag. rhomboedr.

XX selten, R ($86^{\circ} 57'$), $-R$, ∞R . — Derb und eingesprengt. — # ∞R vollkommen, oR unvollkommen, milde. $H = 2 - 3$, $G = 6,1 - 6,3$. Mgl., zinnweiss. Enthält etwas Fe und Au, schmilzt v. d. L. leicht, färbt die Flamme grün, raucht stark und giebt einen weissen Beschlag; farblose Tropfen in der einseitig offenen Glasröhre. Sehr selten, auf Gängen zu Facebay bei Zalathna, Red Cloud mine, Colorado.

Tetradymit, Tellurwismuth z. Th. (Bi Te S). Hexag. rhomboedr.

XX selten, oft tafelförmig, $3R$, oR, der Winkel von $+R$ berechnet sich zu $81^{\circ} 22'$. Zw. nach $-R$, oft cyclische Vierlinge, daher der Name. Derb, körnig, blättrig. # nach oR vollkommen, milde. $H = 1\frac{1}{2} - 2$; $G = 7,2 - 7,9$. Licht bleigrau, auf frischer Spaltfläche starker Mgl., sonst bleigrau angelaufen.

Enthält häufig neben Bi und Te etwas S und Se. Einzelne Analysen führen auf die Formel Bi_2Te_3 . — v. d. L. die Reactionen von Bi und Te, schmilzt leicht. Selten, charakteristischer Begleiter mancher Goldvorkommnisse; auf Gold führenden Gängen: Schubkau bei Schemnitz, Retzbanya, Orawicza, auf Goldquarzlager in den atlantischen Staaten Nord-Amerikas (Dahlonga, Georgia).

Der Josëit von Brasilien ist Tellurwismuth, bei dem sehr viel Te durch S und Se ersetzt ist.

3. Abtheilung. Geschmeidige Metalle.

Dieselben sind isomorph und krystallisiren regulär, ausserdem ist bei der Gruppe der sogen. Platinmineralien auch eine dimorphe, hexagonal rhomboedrische Modification bekannt. Mit wenigen Ausnahmen sind sie geschmeidig und dehnbar, ohne Spaltbarkeit.

Gold. Au. Reg.

XX: O, $\infty\text{O}\infty$, daneben ∞O , ∞O_2 , 3O_3 , einfach und in Combination; gewöhnlich verzerrt. Zw. nach O, häufig wiederholt, oft nach der Zw.-Axe verkürzt, sodass eine plattenartige Verbreiterung nach der Zw.-Fläche eintritt. Gewöhnlich jedoch ein- und aufgewachsen, als Anflug, sowie lose in Körnern und Körnchen, Schüppchen, Blechen, Platten und Klumpen, häufig gestrickt, draht-, haar-, moos-, baumförmig etc., zuweilen als Vererzungsmittel von Hölzern.

Br. hakig, sehr dehnbar. $H = 2\frac{1}{2}$ —3; $G = 15$ —19,4 (reines geschmolzenes Gold 19,28). Mgl., in dünner Schicht grün durchscheinend; gold- bis messinggelb, auch speisgelb. Str. metallglänzend, goldfarbig.

Au mit stetem Ag-Gehalt (2—20%), daneben wohl etwas Fe und Cu. Das lichtere, 25—38% Ag enthaltende Gold heisst Electrum (Schlangenberg im Altai), selten enthält es Pd (Palladiumgold oder Porpezit von Porpez in Brasilien) und Rh (Rhodiumgold von Mexiko). — v. d. L. leicht schmelzbar, beigemengtes Ag trübt die Phosphorsalzperle; in Königswasser löslich.

Weit verbreitet, selten jedoch in grösserer Menge; Länder alter Cultur mehr und mehr erschöpft. Man kann nach dem Vorkommen unterscheiden:

a. *Berggold, fest verwachsen im Gestein; gewöhnlich eingesprengt in Quarz neben goldhaltigem Pyrit, dessen Verwitterungsproduct, Brauneisen, den Quarz vielfach eisenschüssig macht. Tetradymit nicht selten charakteristischer Begleiter; 1. als Imprägnation krystallinischer Schiefer (Itakolumit) in Form von Goldquarzlager und Linsen. Atlantische Staaten Nord-Amerikas (Nord-Carolina, Georgia, Virginia), Brasilien; seltener als Imprägnation paläozoischer Schiefer wie am Heinzenberg in Tyrol oder noch jüngerer Sedimente, die man dann gewissermaassen als alte verfestigte Seifen ansehen kann; 2. in Form von Goldquarztrümmern, innerhalb Granite (Beresowsk, Margurka), krystallinischer Schiefer (Gneisse, Glimmerschiefer; Rathhausberg bei Gastein, Sierra Nevada), auch paläozoischer Schiefer (Merionetshire in Wales, Australien und Neuseeland); 3. besonders charakteristisch in Gangform, vielfach neben Silbererzen, in jungvulkanischen Gesteinen, namentlich in Hornblendeandesit und Dacit. Dahin die ungarischen*

Goldvorkommnisse (Verespatak bei Abrudbanya, Nagyag, Offenbanya, Kapnik; Schemnitz, Kremnitz, Comstock-lode in Nevada, Mexiko, Borneo, Victoria etc.).

b. Seifengold, vielfach neben Magnetit, Diamant, Platin, Zirkon, Granat, Cyanit, Korund; spärlich im Sande des Rheins, den Alluvionen der Edder, schlesischer Flüsse etc., in grösserer Menge am Ural (Gegend zwischen Beresowsk und Katharinenburg), in Nord-Carolina, Californien, Mexiko, Chile, Brasilien, Australien etc.

Das Gold der Seifen dürfte sich wenigstens z. Th. aus Lösungen ausgeschieden haben, darauf weisen die grösseren Klumpen derselben, wie sie als solche auf Gängen selten anstehend bekannt sind, ebenso deren eigenthümliche Form, die keineswegs die der Gerölle ist, hin.

Silber. Ag. Reg.

XX (besonders schön von Kongsberg) $\infty O\infty$, O, daneben ∞O , ∞O_2 etc., einfach oder in Combination, gewöhnlich verzerrt. Zw. nach O, z. Th. polysynthetisch; nach der Zw.-Ebene oft plattenartig verbreitert. — Zumeist derb und eingesprengt, als Anflug, und zwar vielfach dendritisch und federartig (Abzweigungen unter 90° Parallelverwachsung, unter 60° Zw.), ferner haarförmig in einander verschlungen, zahnartig gekrümmt, moosartig, in Körnern, Blechen, Platten und löcherigen Klumpen.

Br. hakig, sehr dehnbar. $H = 2\frac{1}{2}-3$; $G = 10-12$ (gegossen 10,478, gehämmert 10,6). Mgl., in dünner Schicht blau durchscheinend. Silberweiss, gewöhnlich aber gelblich, braun, grau und schwarz angelaufen. Str. metallglänzend, silberweiss.

Ag, doch gewöhnlich mit Beimischung von Au (das güldische Silber von Kongsberg bis zu 28% Au), ferner von Cu, Hg, Fe, As, Sb, Pt. — v. d. L. leicht schmelzbar, in Salpetersäure und conc. Schwefelsäure löslich.

In Gesellschaft von Silbermineralien, Bleiglanz und Arsenverbindungen auf Gängen, namentlich in deren oberen Teufen; als Gangarten erscheinen Kalkspath, Quarz, Schwerspath, Flussspath. — Die Gänge setzen sowohl in krystallinischen Schiefnern auf: Erzgebirge (Freiberg; Schneeberg, Marienberg, Annaberg, Joachimsthal, Johann-Georgenstadt), Münsterthal im Schwarzwald, Markkirch in den Vogesen, Kongsberg, wie auch in typischen Sedimentärgesteinen: Andreasberg, Příbram, Schlangenberg im Altai, die Veta madre bei Guanoxuato in Mexiko, bei Zacátecas, bei Chañarcillo in Chile, vielorts in den peruanischen und bolivianischen Anden. Ebenso finden sich Gänge in Massengesteinen (Granit, Quarzporphyr, Trachyt und Andesit), so Wittichen im Schwarzwald, Schemnitz, Kremnitz, Pachuca in Mexiko, Oruro in Bolivia. Charakteristisch und für die Genesis bezeichnend ist das Vorkommen des Silbers neben vorherrschendem Kupfer und Zeolithen in den Mandelräumen des Melaphyrs vom Lake Superior.

Letzteres Vorkommen, sowie Pseudomorphosen nach Silberglanz, Rothgültig und Sprödglaserz sind in genetischer Beziehung von Bedeutung.

Quecksilber. Hg. Reg.

Wird bei -40° fest und krystallisirt dann in Oktaedern. — Findet sich meist in winzigen Tropfen auf Zinnober, seltener in grösserer Menge (Quarzgeoden von Californien); zuweilen bringen es die Quellen ans Tageslicht.

G = 13,5—13,6. Zinnweiss, leichter oxydirbare Beimengungen bilden eine graue Haut. Mgl.

Enthält gewöhnlich etwas Ag. — v. d. L. leicht verflüchtigt.

Auf Zinnoberlagerstätten: Idria, Almaden, Moschellandsberg in der Rheinpfalz, San José in Californien, Huancavelica in Peru. Merkwürdig das Vorkommen in ganz jugendlichen Sedimenten, z. B. im diluvialen Lehm von Sülbeck bei Lüneburg.

Amalgam. (Hg, Ag). Reg.

Flächenreiche $\times\times$ von Moschellandsberg mit vorherrschendem ∞O und $2O_2$, untergeordnet O und $\infty O\infty$ etc. — Sonst in Körnern, Platten und als Anflug. — Spröde (!); H = 3—3 $\frac{1}{2}$; G = 13,7 bis 14,1. Mgl., silberweiss. —

Hg und Ag in wechselnden Verhältnissen (25—36% Ag).

Auf Zinnoberlagerstätten: Moschellandsberg, Friedrichsseen bei Oberlahnstein, Szlana in Ungarn, Almaden, Chanarcillo.

Arquerit, ein Amalgam mit 86,5—95% Ag; gleicht dem gediegenen Silber. Arqueros bei Coquimbo in Chile; Brit. Columbien, Kongsberg (Kongsbergit, 95% Ag).

Goldamalgam enthält neben einigen Procent Ag ca. 40% Au; zerdrückbar, auch flüssig. Auf Pt-Seifen Columbiens; in Californien.

Blei, Pb, künstlich reg. krystallisirend, in der Natur nur in Form von Blechen, Platten und Körnern, haar- oder drahtförmig vorkommend, eingesprengt und lose. H = 1 $\frac{1}{2}$, G = 11,4. Bleigrau, schwärzlich angelauten. — Nur wenige Fundorte sind verbürgt, dahin $\frac{1}{2}$ cm dicke Bleche aus manganreichen Eisenerzlagern von Pajsberg in Schweden, lose Körner aus den Goldseifen Siebenbürgens, vom Ural und Altai.

Gediegen Zinn wird angegeben als mit Gold zusammen vorkommend von Miask und Guyana, mit Wismuthspath von Mexiko.

Kupfer. Cu. Reg.

$\times\times$ (schön vom Oberen See, Bogoslowsk) O, $\infty O\infty$, ∞O , daneben ∞O_2 , $3O_3$, einfach und in Combination, gewöhnlich sehr stark verzerrt. Zw. nach O, häufig skeletartige oder ästige Formen bildend. — Zumeist derb und eingesprengt, als Anflug, dendritisch, eisblumenartig, in Blechen, Platten, Körnern und Klumpen.

Br. hakig, sehr dehnbar. H = 2 $\frac{1}{2}$ —3; G = 8,5—9 (gegossen 8,83, gewalzt 8,95 Berzelius). Mgl., in dünner Schicht grün durchscheinend. Kupferroth, oberflächlich dunkler angelauten und häufig mit braunen, schwarzen, grünen und blauen Verwitterungsrinden überzogen; Str. metallglänzend, kupferroth.

Ist gewöhnlich frei von Beimengungen. — v. d. L. schmilzt es leicht und bedeckt sich mit schwarzem Oxyd. In Säuren leicht löslich, die Lösung wird durch Ammoniak tief blau gefärbt.

Auf Erzgängen und Lagern nicht selten neben sulfidischen und

oxydischen Kupfermineralien, vereinzelt als Ausscheidung in Thonschiefern etc. Besonders zu erwähnen sind die gangförmigen Vorkommnisse der Gegend von Siegen, von Rheinbreitbach, Dobschau, Cornwall mehrorts, ferner in grösserer Menge an mehreren Punkten Südamerikas, namentlich in der Wüste Atacama, in grösserer Menge ebenso in Australien. — Grosse Massen in Nestern von Thon mit Malachit von Bogoslowk und Nischne Tagilsk, ferner in den Kupfersandsteinen der Gouvernements Perm und Orenburg, massenhaft in den Sandsteinen von Corocoro in Bolivia, in den Kupferschiefern gelegentlich. — Besonders charakteristisch und massenhaft Kupfer auf der Halbinsel Keveenaw am Oberen See. Hier findet es sich innerhalb von Melaphyren und Melaphyrmandelsteinen, theils in Form von Gängen, theils als Bindemittel von Breccien, ferner als Ausfüllung der Hohlräume in den Mandelsteinen, zusammen mit Prehnit und Zeolithen.

Eisen. (Tellurisches Eisen) Fe. Reg.

XX nicht bekannt, doch aus der Beschaffenheit des künstlichen und meteorischen Eisens auf reguläre Form zu schliessen. — Derb, eingesprengt, in Körnern, Platten und Klumpen. — $\# \infty O \infty$, Br. hakig, dehnbar. $H = 4\frac{1}{2} - 6$, $G = 7,88$ (rein). Mgl., glänzender Str. Stahlgrau bis eisenschwarz; magnetisch. — Mehr oder minder reines Eisen, zuweilen mit Einmischung von Graphit, Kupfer oder Blei. V. d. L. unschmelzbar; in den gewöhnlichen Säuren löslich. — Vorkommen selten und zumeist zweifelhaft. Als feinste Imprägnation in Basalten, deren Pulver aus Kupfervitriol gediegen Kupfer niederschlägt; als sonstige Fundorte werden angegeben: Laven der Auvergne, Eisenkiesknollen im Keuperkalkstein von Mühlhausen in Thüringen, Chotzen in Böhmen im Plänerkalk; besonders bemerkenswerth die grossen, z. Th. Hunderte von Centnern schweren Klumpen von Ovikaf auf der Insel Disko (Grönland). Dieselben finden sich im Basalt, enthalten C, Ni, Co, S und P und wurden von Nordenskiöld für meteorischen Ursprungs angesehen.

Meteorisches Eisen, häufig für sich in derben löcherigen Massen oder eingesprengt in Meteoriten. Es enthält stets Ni in Mengen bis 20% und darüber, aber in ungleicher Vertheilung, sodass die aus oktaedrischen Schalen aufgebauten Stücke von Säuren in verschiedenem Maasse angegriffen werden (Widmannstätten'sche Figuren). Daneben findet sich Co, Cr, Si, C, P, S und H. Es sind Klumpen von bedeutender Grösse (170, ja mehr als 300 Ctr.) bekannt. Besonders häufig erwähnt wird das sibirische Pallaseisen, die Meteoreisen von Braunau und Rittersgrün, von Hradschina bei Agram.

Awaruit aus Serpentin und Sanden auf Neuseeland, ferner Oktibehit, Chamasit, Taenit, Kamazit sind Legirungen des Fe mit Ni in verschiedenen Verhältnissen.

Schreibersit. In Form von Blättchen, namentlich manchem nordamerikanischen Meteoreisen eingemengt; besteht aus Fe, Ni und P in schwankendem Verhältniss; ein Theil entspricht der Formel $(Fe Ni)_3 P$ mit etwas Co; ähnlich der Cohenit, der an Stelle von P Kohlenstoff enthält.

Platingruppe.

Isodimorph, theils regulär, theils rhomboedrisch. Direct ist die Dimorphie nur am Palladium beobachtet, bei den übrigen hierhergehörigen Mineralien lässt sie sich aus den isomorphen Mischungen folgern.

Platin. Pt. Reg.

XX selten; $\infty O \infty$, vereinzelt O, ∞O und verschiedene Pyramidenwürfel; gewöhnlich in schuppigen oder eckigen Körnern,

in löcherigen, unregelmässigen Klumpen und Klümpchen wie beim Golde.

Br. hakig, sehr dehnbar. $H = 4-5$. $G = 17-18$ (reines gehämmertes Pt bis 21,23; geschmolzen 19,7). Mgl., stahlgrau ins Silberweisse, ebensolcher Str. Zuweilen polarmagnetisch.

Pt, jedoch stets mit wesentlicher Beimengung (4–13%) von Fe (sogen. Eisenplatin) und sogen. Pt-Metallen (das an Ir reiche Platin heisst Platiniridium, Brasilien), auch Cu; daher der Hausmannsche Name Polyxen für das Mineral. — v. d. L. unschmelzbar; schmelzbar im Knallgebläse und schweisssbar; im heissen Königswasser allein löslich.

Selten eingesprengt auf Quarzgängen mit Gold (Neu-Granada, Beresowsk) oder! mit Chromit im Serpentin (Nischne-Tagilsk). Zumeist lose auf Seifen, zusammen mit den Pt-Mineralien, ferner Gold, Chromit, Magnetit, Zirkon, Korund und zuweilen Diamant. Zuerst aufgefunden 1735 durch Ulloa in den Sanden des Flusses Pinto (Columbien), 1741 nach Europa gebracht; andere Fundorte sind Brasilien (Provinz Antioquia), San Domingo, Californien, Carolina, Borneo, namentlich aber auf beiden Seiten des Urals. Nischne-Tagilsk, Bissersk; Bogoslawsk, Kuschwinsk, Newjansk, Miask. Als Seltenheit gefunden in Rheinsanden, Wicklow in Irland, St. Aray in Frankreich etc.

Die Hauptproduction liefert heute der Ural, wo das Platin 1822 entdeckt wurde und von woher Klumpen von 8,33 und 9,62 kgr. bekannt sind. Verwendung zu chemischen Geräthschaften, bis 1845 auch zu russischen Münzen.

Iridium. Ir. Reg. Kleine lose $\times\times$ sehr selten, $\infty O \infty$ mit O; kleine runde Körnchen. $\# \infty O \infty$ in Spuren, Br. hakig. Starker Mgl., silberweiss. $H = 6-7$, $G = 22,6-22,8$. — Ir. mit Pt, Pd, Cu. Noch strengflüssiger als Pt, unlöslich in Königswasser. — Das seltenste der Pt-Mineralien. Auf Pt- und Goldseifen. Nischne-Tagilsk, Ava in Ost-Indien. — Das internationale Metermaass zu Paris besteht aus 9 Pt + 1 Ir.

Palladium. Pd. Reg. und rhomboedr. Die reg. Modification findet sich in kleinen losen Körnern, sehr selten in $\times\times$, mit Pt in Brasilien, San Domingo, Ural. Die Farbe ist lichtstahlgrau, $H = 4\frac{1}{2}-5$, $G = 11,8-12,2$; enthält etwas Pt und Ir, v. d. L. unschmelzbar, in Salpetersäure löslich. — Die hexagonale Modification (Allopalladium) findet sich in sehr kleinen hexagonalen Tafeln von starkem Glanz auf Trümmern von Bitterspath im Diabase von Tilkerode am Harz.

Iridosmium (Sysserskit) und Osmiridium (Newjanskit) sind rhomboedrische Legirungen von Ir und Os in wechselnden Verhältnissen, mit Beimischungen von Pt, Rh und Ru. Sie erscheinen in kleinen tafeligen $\times\times$ mit basischer $\#$ und $H = 7$. Das erstere ist das an Ir reichere Mineral, es ist bleigrau, daher Dunkles Osmiridium, das andere ist zinnweiss, daher Lichtes Osmiridium. Ural, Brasilien.

II. Klasse. Sulfide und analoge Verbindungen.

Schwefel-, Arsen-, Antimon-, Wismuth-, Selen-, u. Tellurverbindungen.

Dieser Klasse gehören alle sauerstofffreien Verbindungen der Metalle mit S, As, Sb, Bi, Se und Te an. Sie sind physikalisch durchweg durch metallischen Habitus, hohes spec. Gewicht und auch zumeist durch Undurchsichtigkeit ausgezeichnet. In technischer Hinsicht bilden sie die wichtigste Mineralklasse, da unter ihnen sich die hauptsächlichsten Erze, abgesehen von denen des Eisens und Zinns, finden. Nach ihrem äusseren Habitus theilte man sie früher und auch jetzt wohl noch ein in:

1. Kiese, mit ausgeprägt metallischem Aussehen, durchweg lichter Charakterfarbe (gelb, röthlich, weiss, grau), dunklem Strich, relativ grosser Härte (gewöhnlich 5–6). Gewöhnlich nicht spaltbar; in der Hauptsache Verbindungen des S, As, Sb mit Fe, Ni, Co und Cu.

2. Glanze, deutlich metallischer Habitus, durchweg dunkle, graue Farben, dunkler Strich, geringe Härte (1–3), milde und vielfach spaltbar. In der Hauptsache Verbindungen des S, Se und Te mit Pb, Ag, Cu.

3. Blenden, nur mit halbmetallischem Habitus, in dünnen Schichten durchsichtig, zuweilen ohne Charakterfarbe; lichter oder gefärbter, kein dunkler Strich; spaltbar, spröde, geringe Härte und mannigfache Zusammensetzung.

Diesen 3 Gruppen kann man füglichweise noch anreihen:

4. Fahle, metallischer Habitus, dunkelgraue Farben, schwarzer Strich, geringe Härte, nicht spaltbar und spröde. Chemisch gehören hierher eine Reihe von Sulfosalzen.

Für die nachfolgende Aufzählung bildet die chemische Constitution das Eintheilungsprincip.

1. Abtheilung. Sulfide etc. der Sprödmetalle (sogen. säurebildende Sulfide).

Die hierher gehörigen Mineralien sind die Sulfide der unter Abth. 2 der Elemente beschriebenen Sprödmetalle. Chemisch sind sie dadurch charakterisirt, dass sie in den Sulfosalzen die Rolle des Säurebestandtheils spielen, daher werden sie auch wohl kurz, wenn auch nicht präcis, als Sulfosäuren bezeichnet.

Realgar. Rauschroth. AsS oder As_2S_2 . Monokl. $\beta = 113^\circ 55'$.

XX einzeln aufgewachsen oder in Drusen, gewöhnlich mit kurzsäuligem Habitus. Die häufigsten Formen: $M = \infty P$ ($74^\circ 26'$), $l = \infty P\bar{2}$ ($113^\circ 16'$), $r = \infty P\infty$, $P = oP$, $n = P\infty$, $s = P$. Längsstreifung auf den Säulenflächen. — Derb, dicht oder körnig, eingesprengt, als Anflug.

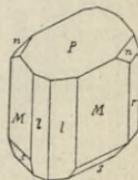


Fig. 260.

P und r ziemlich vollkommen, Br. kleinsmuschlig, milde. $H = 1\frac{1}{2}-2$, $G = 3,4-3,6$. Fettgl., durchscheinend. Morgenroth mit orange gelbem Str. Doppelbr. —, A.-E. || r .

70,1 As, 29,9 S. — v. d. L. Arsenreaction, sublimirt im Kölbchen.

Namentlich auf Erzgängen mit Antimonit neben Blei- und Silbererzen: Kapnik, Nagyag, Felsöbanya, Joachimsthal, Wolfsberg und Andreasberg am Harz, Wittichen, Markkirch; im Thon mit Aurigpigment zu Tajowa bei Neusohl; als Sublimat am Vesuv und an der Solfatara.

Entsteht auch als zufälliges Product bei Hüttenprocessen und Braunkohlenbränden. Das in der Feuerwerkerei verwendete Rauschroth ist zumeist künstlich zusammengeschmolzen und amorph. Wandelt sich, dem Licht ausgesetzt, allmählich in gelbes pulveriges Aurigpigment um. — Aehnliche Mineralien Rothgültig und Zinnober, aber durch den Strich leicht zu unterscheiden.

Isomorphe Gruppe des Antimonits.

Rhombisch. R_2S_3 ; $R = \text{As, Sb, Bi}$; $S = \text{S, Se}$.

Aurigpigment. Rauschgelb. As_2S_3 . Rhomb.

XX zu Gruppen vereinigt, klein, linsenförmig gekrümmt. $n = \infty P (117^\circ 49')$, $u = \infty P \ddot{2} (79^\circ 20')$, $o = P \infty (83^\circ 37')$, $s = \infty P \infty$. Auf n und u Vertical-, auf o Längsstreifung. — Derb, eingesprengt und in Trümmern, in blättrigen, breitstängligen Aggregaten; knollig, traubig, nierförmig.

s sehr vollkommen, Querstreifung auf der Spaltfläche. Milde, gemein biegsam. $H = 1\frac{1}{2}-2$; $G = 3,4-3,5$. Fettgl., auf der Spaltfläche Perlmuttergl., citrongelb, durchscheinend; Str. gelb. A.-E. || oP .

61 As, 39 S. — v. d. L. mit weisser Flamme verbrennend, As-Reaction; in Königswasser und Kalilauge vollständig löslich.

Vorkommen dasselbe wie bei dem häufigeren Realgar, aus dem es häufig hervorgeht; Krystalle aus den Thonknollen von Tajowa; in grösserer Menge in Kurdistan.

Findet künstlich dargestellt als Malerfarbe Verwendung.

Antimonit. Antimonglanz. Grauspiessglanz. Sb_2S_3 . Rhomb.

XX flächenreich, nach der Verticalaxe lang gestreckt, dadurch spiessig, nadelig werdend, und häufig schwach wellig gebogen. Gut ausgebildete Enden, entweder von spitzen oder stumpfen Pyramiden gebildet, fehlen gewöhnlich, überhaupt sind die XX schlecht messbar. $m = \infty P (90^\circ 54')$, häufig vertical gerieft), $o = \infty P \infty$ (durch #, hohen Glanz und häufig auch durch Querstreifung ausgezeichnet), $p = P$ (Mittelk. $110^\circ 30'$), $b = 2P \ddot{2}$, $s = \frac{1}{3}P$. — Strahlige, nadelige Aggregate, die Nadeln zuweilen verfilzt oder sammetschwarze kuglige Büschel bildend, derb und auch ganz dicht.



Fig. 261.

o sehr vollkommen, stark glänzend, setzt aber treppenartig ab, wodurch eine Querstreifung entsteht; nach *m* und $\infty P \infty$ unvollkommen #. Gleitfläche *oP*. Br. muschlig, milde. $H = 2$. $G = 4,6-4,7$. Starker Mgl., läuft aber matt, auch bunt an. Bleigrau, im Contrast aber entschiedener Stich ins Grünliche; in feinen Fasern und Büscheln auch matt und schwarz. Str. dunkel bleigrau.

71,4 Sb, 28,6 S. — v. d. L. vollkommen flüchtig, Sb-Rauch und Beschlag; schmilzt schon an der Lichtflamme; von heisser conc. Salzsäure gelöst.

Wichtigstes Antimonerz! Auf Gängen entweder mit Quarz allein oder mit anderen Erzen, namentlich Bleiglanz und Silbererzen, Wolfsberg, Bräunsdorf, Freiberg, Příbram, Magurka, Felsöbanya, Schemnitz; Kremnitz, Peretta, Borneo. Auch lagerartig zwischen Culmkieselschiefern bei Arnsberg. — Ausgezeichnete, oft mehr als fussgrosse Krystalle kamen jüngst von Japan (Ichinokawa auf der Insel Schikoku).

Aehnliche Mineralien sind ausser Wismuthglanz die sogen. Bleispiessglanze, sehnig-strahliger Bleiglanz und Pseudomorphosen von Pyrolusit nach Manganit.

Durch Verwitterung bildet sich Antimonocker (gelbe rostartige Flecken) und die weisse Antimonblüthe. Ein anderes, selteneres Umwandlungsproduct und seiner isolirten Stellung im System wegen hier angeschlossen ist:

Antimonblende, Rothspiessglaserz, Pyrostibit. $2Sb_2S_3$, Sb_2O_3 . Monokline nadelige, nach einer Richtung gut spaltende $\times \times$, büschelig gruppirt, dunkelkirschroth, durchscheinend. $H = 1-1\frac{1}{2}$. Bräunsdorf, Příbram, Bösing in Ungarn.

Bismutit. Wismuthglanz. Bi_2S_3 . Rhomb.

In allen Beziehungen (Aussehen, Spaltbarkeit etc.) dem Antimonit ähnlich. Ausgebildete $\times \times$ seltener, meist strahlige, blättrige Aggregate.

$\infty P \infty$ sehr vollkommen, Farbe etwas lichter grau als beim Antimonit und auch wohl mehr zum bunten, namentlich gelblichen Anlaufen geneigt. $H = 2-2\frac{1}{2}$. $G = 6,4-6,6$.

81,3 Bi, 18,7 S. — v. d. L. Bi-Reaction; mit Jodkalium auf Kohle rother Beschlag.

Weit seltener als Antimonit. Johannegeorgenstadt, Altenberg; Riddarhytta, Cornwall, Cumberland, Rezbanya und Moravicza.

In grösserer Menge in Bolivien, daselbst findet sich als Verwitterungsproduct Bolivit, wahrscheinlich ein mechanisches Gemenge von Bi_2S_3 und Bi_2O_3 (Wismuthocker). — Hinsichtlich ähnlicher Mineralien cfr. Antimonit.

Selenwismuthglanz. Guanajuatit. Frenzelit. Bi_2S_3 . Rhomb. Aggregate vom Aussehen des Antimonits. Ein Theil des Se durch S ersetzt. Guanojuato in Mexiko.

Silaonit. Derbes Gemenge von Selenwismuthglanz und gediegenem Wismuth. Guanajuato.

Molybdänit. Molybdänglanz. Wasserblei. MoS_2 . Hexag?

XX undeutlich (vielleicht auch monoklin), selten, tafelförmig nach einer sechsseitigen Basis entwickelt. — Zumeist derb und eingesprengt in krummblättrigen, seltener feinkörnigen Aggregaten.

basisch sehr vollkommen; milde, sehr biegsam, aber nicht elastisch; fühlt sich fettig an und färbt ab. $H = 1-1\frac{1}{2}$. $G = 4,6-4,9$. Starker Mgl., bleigrau mit einem Stich ins Röthliche, Str. dunkelgrau, verrieben und im Contrast etwas schmutzig olivenfarbig.

60 Mo, 40 S. — v. d. L. auf Kohle im gepulverten Zustand Mo-Reaction; unschmelzbar, färbt aber die Flamme zeisiggrün. Von Salpetersäure unter Abscheidung von MoO_2 zersetzt; löst sich in kochender Schwefelsäure mit blauer Farbe.

Eingesprengt in Granit, Syenit, Quarzporphyr, namentlich neben Zinnstein, auch in Gneissen. Altenberg, Zinnwald, Schlackenwald, Lomnitz bei Hirschberg in Schlesien, Cornwall mehrorts. Skandinavien, Ural, Grönland.

Leicht mit Graphit zu verwechseln.

2. Abtheilung. Sulfide etc. der geschmeidigen Metalle (sogen. basenbildende Sulfide).

Sulfide der unter Abth. 3 bei den Elementen beschriebenen geschmeidigen Metalle, ausgenommen der Platinmetalle, die keine natürlichen Schwefelverbindungen bilden. In den Sulfosalzen bilden sie den basischen Bestandtheil.

a. Sulfide etc. der Metalle der Eisen- und Platingruppe.

Zn, Cd, Mn, Fe, Ni, Co, Pt, Ru, Os, Rh.

Isodimorphe Gruppe der Monosulfide.

von der Formel $R^{\text{II}}\text{S}$, wo $R^{\text{II}} = \text{Zn, Fe, Mn, Cd, Ni}$ und $S = \text{S, As, Sb}$.

Theils regulär (Zinkblendereihe), theils rhomboedrisch (Wurtzitreihe).

a. Zinkblendereihe (regulär, tetr.-hem.).

Zinkblende. Blende. Sphalerit. ZnS . Reg. tetraedr.-hem.

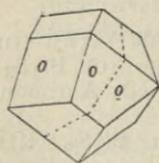


Fig. 262.

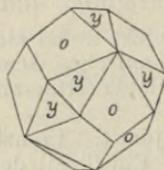


Fig. 263.

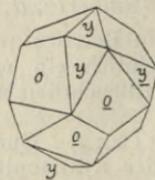


Fig. 264.

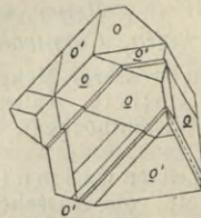


Fig. 265.

XX gewöhnlich verzerrt und schwer zu entziffern. $+\frac{0}{2}$, $-\frac{0}{2}$, $o = \infty O$, $y = \frac{3O_2}{2}$, $\infty O \infty$, $\infty O \frac{3}{2}$; häufig die Combination ∞O , $\frac{3O_2}{2}$ Fig. 263; die letztere Fläche unregelmässig gestreift und gekrümmt. Die beiden Tetraeder sind von verschiedener Flächen-

beschaffenheit, nicht selten auch im Gleichgewicht. Zw. nach O, gemein, mit charakteristischer Anordnung der Flächen von $\frac{303}{2}$ Fig. 264, die Zwillingsbildung ist oft wiederholt Fig. 265, daher auch Lamellen in Spaltungsstücken. — Derb und eingesprengt; körnige, auch strahlige Aggregate, zuweilen feinfaserig mit schaliger Absonderung (Schalen- und Leberblende), stalaktisch, auch wohl als Versteinerungsmittel.

∞O vollkommen; spröde. $H = 3\frac{1}{2}-4$, $G = 3,9-4,2$. Halbmetallischer Diamantgl. auf den Spaltflächen, sonst fettartig. Undurchs. bis durchscheinend, zuweilen ganz durchs. Braun, schwarz, roth, grün, gelb; selten wie der Cleiophan von Franklin farblos. Str. lederbraun, gelblich; bald heller, bald dunkler. Phosphorescenz. Br.-I. = 2,37 (Na).

67 Zn, 33 S; in den dunklen Varietäten stets grösserer Fe-Gehalt, bis 20% FeS und mehr (Marmatit $3 ZnS + FeS$ von Marmato bei Popayan, Christophit $2 ZnS + FeS$ von Grube St.-Christoph bei Breitenbrunn), häufig ein geringer Gehalt an Cd und zuweilen auch In und G; auch Sn. — v. d. L. verknistert und nur an den Ecken schmelzbar; Zn-Beschlag; löslich in Salpetersäure unter Abscheidung von S.

Wichtiges Zinkerz! Namentlich zusammen mit Bleiglanz 1. vielerorts auf Gängen wie am Oberharz, Erzgebirge, Ems, Příbram, Schemnitz, Kremnitz, Nagyag, Kapnik, Rodna etc., 2. auf metasomatischen Lagerstätten in Kalk und Dolomit mit Galmei und Brauneisen neben Bleiglanz: Aachen—Stolberg, Brilon—Iserlohn, Wiesloch, Oberschlesien, Raibl, Nordspanien (Picos de Europa, schöne gelbe durchsichtige Spaltungsstücke), Algier, Nordamerika, 3. auf Lagern im Gneiss: Ammeberg in Schweden. — Im Dolomit des Binnenthals.

Tetraeder der Blende sind mit Fahlerz, rothbraune und grünliche Vorkommnisse wohl mit Granaten zu verwechseln.

Manganblende. Alabandin. Mn S. Reg. tetraedr.-hem.

XX selten, $+\frac{0}{2}$, $-\frac{0}{2}$, $\infty O \infty$, ∞O . — Derb und eingesprengt in körnigen Aggregaten. # $\infty O \infty$ voll., etwas spröde. $H = 3\frac{1}{2}-4$. $G = 3,9-4,1$. Undurchs., halbmetall. Gl., wenn frisch, sonst matt. Schwärzlichgrau, braunschwarz anlaufend; Str. schmutzig grün. 63,2 Mn, 36,8 S. — v. d. L. sehr schwer schmelzbar. Mn-Reaction in der Boraxperle. — Kapnik, Nagyag, Offenbanya; Gersdorf. Alabanda in Carien. Mexiko. Brasilien. — Auch als Hüttenproduct.

Troilit FeS; als graugelber körniger Gemengtheil einiger Meteorite. Kryst.-System?, wird auch als isomorph mit Magnetkies angesehen.

Eisennickelkies (FeNi)S. Derb, körnig mit oktaedr. #; spröd. $H = 3\frac{1}{2}-4$. $G = 4,6$. Licht-tombakbraun mit dunklem Str. Nicht magnetisch. Lillehammer im südl. Norwegen.

β. Wurtzitreihe (rhomboedrisch).

Wurtzit. Spiauterit. Strahlenblende z. Th. (Zn Fe)S. Hexag.-rhomboedr. XX selten, Säule mit Pyramide, vielleicht als ∞P_2 , P_2 zu deuten. — Derb, faserig mit schaliger Absonderung. # oR und ∞P_2 . $H = 3\frac{1}{2}-4$. $G = 3,98-4,07$. Glasgl., dunkelbraun. Str. hellbraun. Doppelbrechung im Gegensatz zur Blende. Zusammensetzung wie Blende mit steten Fe-Gehalt (8%). Leicht löslich in kalter concentr. Salzsäure im Gegensatz zur Blende. Oruro

in Bolivia. — Manche strahlige und faserige, schalige Blende ist entweder Wurtzit oder ein Gemenge derselben mit Blende. Als Hüttenproduct und künstlich. — Erythrozinke, wahrscheinlich ein Mn-haltiger Wurtzit; in durchsichtigen Platten aus Klüften eines sibirischen Lasursteins.

Greenockit CdS. Hexag.-rhomboedr. $\times\times$ hemimorph ausgebildet, sehr klein. Säule mit Basis und Pyramide (vielleicht 2. Ordn.); gewöhnlich nur als erdiges Pulver oder als Anflug. $\#$ basisch und prismatisch. $H = 3-3\frac{1}{2}$. $G = 4,8-4,9$. Fettiger Diamantgl., durchscheinend, gelb in verschiedenen Tönen, selten braun. Str. gelb. — 77,7 Cd, 22,3 S. Cd-Beschlag auf Kohle. Selten. Bishopton in Renfrewshire (Schottland), Präbram. Kirlibaba in der Bukowina. Friedensville Pa. Auch künstlich.

Millerit. Haarkies. Nickelkies. NiS. Hexag.-rhomboedr.

$\times\times$ meist haarförmig dünn, zuweilen gedreht; ∞P_2 und R; zu regellos gruppirten oder radial-strahligen Krystallbüscheln verbunden.

Spröd. $H = 3\frac{1}{2}$. $G = 5,26-5,30$. Mgl., messinggelb.

64,5 Ni, 35,5 S. — v. d. L. zur magnet. Kugel schmelzend.

Nickelperle! Grüne Lösung!

Niemals in grösserer Menge. Auf Ni- und Co-Erzgängen neben Silbererzen im Erzgebirge (Johann-Georgenstadt, Joachimsthal); auf eben solchen im Kupferschiefer (Riechelsdorf, Kamsdorf, Bieber); auf Spatheisensteingängen mit Kupferkies im Siegenschen (Wissen an der Sieg); Nanzenbach im Steinkohlengebirge (Saarbrücken, Dortmund, Bochum). Sehr schöne $\times\times$ bei St.-Louis in Missouri.

Rothnickelkies. Arsennickel. Kupfernickel. Nickelin. NiAs. Hexag.-rhomboedr.

$\times\times$ selten, hexagonale Pyramiden als flache Hervorragungen auf derben Stücken. — Derb und eingesprengt, in kleinen Trümmern, gestriekt, traubig, nierenförmig.

Br. muschlig bis uneben; spröde. $H = 5\frac{1}{2}$. $G = 7,4-7,7$. Mgl., licht kupferroth, grau und matt anlaufend; oft von grüner Nickelblüthe bedeckt. Str. licht bräunlich schwarz.

43,9 Ni, 56,1 As; jedoch mit wesentlicher Vertretung von As durch Sb (bis zu 28%), auch durch S. — v. d. L. auf Kohle As-Rauch, abgeröstet Nickelperle. In concentr. Säuren löslich.

Wichtiges Nickelerz! Mit anderen Ni- und Co-Mineralien auf Silbererzgängen in den krystallinischen Schieferen des sächsischen Erzgebirges (Schneeberg, Annaberg, Marienberg, Joachimsthal, Freiberg) und analog zu Wolfach. Auf Gängen (Kobaltrücken) im Kupferschiefer zu Riechelsdorf, Bieber, Sangerhausen. Ferner zu Andreasberg und Allemont. In Menge auf der Grube La Rioja in Argentinien.

Aehnliche Mineralien sind ged. Wismuth, Breithauptit, Linneit, Danait.

Antimonnickel, Breithauptit. NiSb. Hexag.-rhomboedr.

$\times\times$ sehr selten, flach tafelförmig verbreitert nach der Basis mit hexag. Streifung auf derselben. — Auf Klüften und eingesprengt. Br. uneben, spröde. $H = 5$. $G = 7,5-7,6$. Mgl., licht kupferroth; zuweilen bläulich anlaufend. Str. röthlichbraun. — 32,9 Ni, 67,1 Sb mit etwas Fe. — v. d. L. schwer schmelzbar, Sb-Beschlag. In Königswasser löslich. Andreasberg.

Arit aus dem Dép. Basses Pyrénées ist Ni(AsSb) mit 28% Sb; auch von Wolfach.

Isodimorphe Gruppe der Bisulfide
 von der Formel RS_2 . $R = Fe, Co, Ni, Mn, Pt, Rh, Ru, Os$. $S = S, As, Sb$.
 Theils regulär, pent.-hem. (Pyritreihe), theils rhombisch (Markasitreihe).

α. Pyritreihe (regulär, pent.-hem.).

Pyrit. Schwefelkies. Eisenkies. Kies. FeS_2 . Reg. pent.-hem.

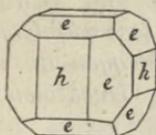


Fig. 266.

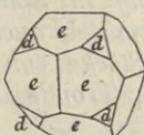


Fig. 267.



Fig. 268.

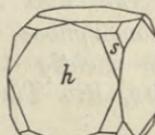


Fig. 269.

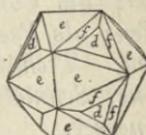


Fig. 270.

×× ein- und aufgewachsen, erstere oft ideal ausgebildet, aber auch stark verzerrt und meroedrisch ausgebildet. (Schöne und flächenreiche ×× nicht selten, namentlich von Traversella und Brosso in Piemont, Elba, Cornwall etc.; über 60 verschiedene Formen) $h = \infty O \infty$, $e = \left[\frac{\infty O 2}{2} \right]$ sehr häufig, seltener $d = O$ und $s = \left[\frac{4 O 2}{2} \right]$ für sich allein; ebenso häufig aber auch in Combination mit einander, z. B. $\left[\frac{\infty O 2}{2} \right]$, O (sogen. Ikosaeder. Fig. 268), ausserdem mit $x = \infty O$, $f = \left[\frac{3 O \frac{3}{2}}{2} \right]$, $p = \left[\frac{\infty O \frac{2}{3}}{2} \right]$, $l = 2 O_2$ etc. Sehr häufig axiale Streifung und Furchung auf Würfel und Pyritoeder; die Oktaederfläche zuweilen mit dreieckiger Streifung || den Combinationskanten mit dem Pyritoeder, häufig aber auch besonders glänzend und glatt. Ergänzungszw. zweier sich durchkreuzender Pyritoeder (sogen. Zw. des Eisernen Kreuzes, Vlotho bei Minden im Keupermergel Fig. 271), auch Zw. nach O , wobei sich 2 Würfel durchkreuzen. — Derb, eingesprengt, kugelig, knollig, nierenförmig, wie der Markasit strahlige Aggregate bildend, körnig und dicht, als Harnisch, in Dendriten und Pseudomorphosen.

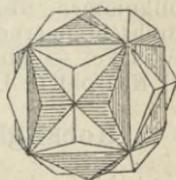


Fig. 271.

$\infty O \infty$ undeutlich und nur in Spuren, Br. muschlig, spröde. $H = 6\frac{1}{2}$. $G = 4,9-5,2$. Mgl., undurchs.; speisgelb mit Stich ins Graue; auch wohl goldgelb; vielfach braun, seltener bunt angelaufen, Str. bräunlich schwarz. Beim Anschlagen funkend unter Schwefelgeruch. Thermoelektrisch, sehr schwach magnetisch.

46,6 Fe, 53,4 S, öfters mit Beimengungen von Ni, Co, Cu, Zn, As, lokal auch mit Au und Ag. — v. d. L. mit bläulicher Flamme unter Entwicklung von SO_2 brennend und zu einer schwarzen magnet. Kugel schmelzend. In Salpetersäure, nicht in Salzsäure löslich.

Weit verbreitet und überall („Hanns in allen Gassen“ Henckel, Kieshistorie 1725), auf allen Lagerstätten und von mannigfacher Genesis. Auf Lagern, Lagerstöcken und in Fahlbändern, sowie auf Gängen neben sulfidischen Erzen: Kupferkies, Magnetkies, Blende, Bleiglanz, auch neben oxydischen Erzen, wie Magnetit, Haematit, Zinnstein, Spatheisen. Accessorischer Gemengtheil vieler Eruptivgesteine. Als feinste Imprägnation in Schiefeln und Kalksteinen, denselben eine grau-blaue Farbe verleihend. Eingewachsen in Spatheisenstein (z. B. Waldenstein in Kärnten), in Talk-, Chlorit- und Thonschiefer, Mergel, Gyps; als Concretion und als Ausscheidung in Stein- und Braunkohlen; als Pseudomorphose und Vererzungsmittel, auch lose auf Goldseifen. Technisch wichtig die Lager und Stöcke von Meggen an der Lenne, Schmöllnitz, Rio Tinto und Huelva, Trondhjem, Ducktown in Tennessee.

Verwittert an feuchter Luft und zerfällt zuweilen sehr schnell unter Bildung basisch schwefelsaurer Salze. Auf der leichten Verwitterbarkeit und der dabei frei werdenden Wärme beruht die hohe Temperatur mancher Erzgruben und die Selbstentzündung mancher Kohlenhalden; bei Gegenwart von Carbonaten wird er allmählig in Goethit und Brauneisen, gelegentlich auch in Rotheisen umgewandelt. Verwendung findet er zur Gewinnung von Schwefel (es lässt sich 1 Molekül, d. h. ca. 27% S abdestilliren), Schwefelsäure (oft aber etwas As-haltig), Eisenvitriol und rothem Polirpulver. Abgeröstete Kieshaufen lassen sich zuweilen auf Kupfer verarbeiten. Mit Pyrit fein imprägnirte Thonschiefer, sogen. Alaunschiefer, bei denen sich durch Zersetzung Aluminiumsulfat bildet, werden zur Alaunfabrikation benutzt. Aehnliche Mineralien: Markasit (im derben Zustand oft ununterscheidbar), Kupferkies, Magnetkies und gediegenes Gold.

Hauerit (Mangankies) MnS_2 . Regul. pent.-hem. $\times\times$ z. Th. schön ausgebildet, namentlich O, daneben und in Combination wohl noch $\infty O\infty$, ∞O , $\left[\frac{\infty O_2}{2}\right]$, $\left[\frac{3 O_{3/2}}{2}\right]$. — Derb in stängligen Aggregaten. — $\# \infty O\infty$ sehr vollkommen. H = 4. G = 3,463. Metallartiger Diamantgl., in dünnen Schichten durchschimmernd; Bräunlich schwarz. Str. röthlichbraun. — 46,1 Mn, 53,9 S, etwas Fe. — Eingewachsen in Thon und Gyps beim Schwefelwerk Kalinka bei Neusohl in Ungarn.

Kobaltglanz. Glanzkobalt. Kobaltin. $CoAsS$. Reg. pent.-hem.

$\times\times$ eingewachsen, oft scharf ausgebildet. O, $\left[\frac{\infty O_2}{2}\right]$, theils für sich, theils in Combination (häufig Ikosaeder), daneben $\infty O\infty$. Auf $\infty O\infty$ Streifung || den abwechselnden Kanten, die übrigen Flächen glatt und glänzend. — Sonst in derben und körnigen Aggregaten, eingesprengt.

$\# \infty O\infty$ vollkommen. Br. muschlig bis uneben; spröde. H = $5\frac{1}{2}$. G = 6,1–6,3. Mgl., undurchs.; silberweiss mit Stich ins Röthliche, gewöhnlich röthlichgrau angelaufen. Str. grauschwarz.

35,5 Co, 45,2 As, 19,3 S, aber regelmässig Fe-Gehalt. — Im Kölbchen kein As-Spiegel, — v. d. L. unter As-Rauch zu grauer, schwach magnetischer Kugel schmelzend.

Wichtiges Co-Erz! Eingesprengt in Gneiss, Glimmerschiefer resp. körnigen Kalken im Gneiss neben sulfidischen Erzen, namentlich Kupferkies, z. B. Tunaberg (Södermanland), Riddarhytta (Westman-

land), bei Håkansbo mit Schwefel- und Magnetkies, bei Vena (Nerike) mit Bleiglanz; Skutterud. Analog im Glimmerschiefer bei Querbach in Schlesien. Auf Erzgängen bei Siegen mit Pyrit und Kupferkies. Iglau in Mähren in quarzigem Gestein. Als Lager bei Daschkessan am Kaukasus.

Aehnliche Mineralien: Danait, Linneit, ged. Wismuth.

Gersdorffit. Arsennickelglanz oder -Kies. Nickelglanz z. Th. NiAsS . Reg. pent.-hem.

XX eingewachsen, selten. $\infty O\infty$ am häufigsten, sonst noch O und ∞O_2 . — Derb, eingesprengt.

$\infty O\infty$, zuweilen deutlich, Br. uneben; spröde. $H = 5\frac{1}{2}$. $G = 6-6,7$. Mgl., undurchs. Silberweiss ins Stahlgrau, dunkelgrau anlaufend. Str. grauschwarz.

35,1 Ni, 45,5 As, 19,4 S mit stetem Fe-Gehalt (2–6%), auch etwas Co. — Im Kölbchen zerknisternd und ein braunes Sublimat von Schwefelarsen gebend. — v. d. L. zur magnetischen Kugel schmelzend.

Nicht häufig. Tanne und Harzgerode, Lobenstein, Müsen, Schlading, Loos in Schweden.

Aehnliche Mineralien cfr. Ullmannit und Speiskobalt.

Korynit (Arsenantimonnickelglanz); isomorphe Mischung von Gersdorffit und Ullmannit. Meist reihenförmig gruppirte Oktaeder oder nierenförmige, faserige Aggregate. Wenig spröd. $H = 4\frac{1}{2}-5$. $G = 5,994$. Silberweiss ins Stahlgrau, aber gern bunt anlaufend. Str. schwarz. Olsa in Kärnten, Gosenbach bei Siegen.

Ullmannit. Antimonnickelglanz oder -Kies. Nickelglanz z. Th. NiSbS . Reg. pent.-hem.

XX selten, $\infty O\infty$ mit O und ∞O , bilden zuweilen Ergänzungszw., wobei die XX parallel den Oktaederkanten gekerbte Ränder erhalten. — Gewöhnlich derbe, körnige Aggregate und eingesprengt.

$\infty O\infty$ vollkommen, Br. uneben; spröde. $H = 5-5\frac{1}{2}$. $G = 6,2-6,5$. Mgl., undurchs. Bleigrau bis stahlgrau und dunkelgrau; zuweilen bunt anlaufend.

27,4 Ni, 57,5 Sb, 15,1 S; häufig etwas As. — v. d. L. auf Kohle unter Sb-Rauch zu magnetischer Kugel schmelzend.

Auf Gängen bei Harzgerode, Lobenstein; Freusburg u. a. Orte im Westerwald, Lölling und Waldenstein. Neuerdings schöne XX im Kalkspath von Montenaarba bei Sarrabus auf Sardinien.

Aehnliche Mineralien: Bleiglanz und cfr. Speiskobalt.

Kallilith (Wismuthantimon-Nickelglanz) von Schönstein bei Siegen stellt die isomorphe Mischung des Ullmannit mit einem Wismuthnickelglanz dar.

Speiskobalt. Smaltin. CoAs_2 . Reg. pent.-hem.

XX meist aufgewachsen, oft verzerrt, namentlich $\infty O\infty$ oft bauchig gekrümmt und wie geborsten erscheinend. Flächen zuweilen glänzend glatt, wie lackirt. O, $\infty O\infty$, ∞O , seltener $2O_2$. Häufigste Combination $\infty O\infty$, O. — Gewöhnlich derb und einge-

sprengt, in körnigen und dichten Aggregaten; strahlig, an den Enden in $\times\times$ -Flächen auslaufend; nierenförmig, gestrickt.

Keine deutliche $\#$, Br. uneben; spröde. $H = 5\frac{1}{2}$. $G = 6,4-7,3$. Mgl., undurchs. Zinnweiss bis licht stahlgrau; dunkelgrau, seltener bunt anlaufend, wird dabei matt und bedeckt sich nicht selten mit pfirsichblüthfarbener Kobaltblüthe. Str. grauschwarz. Beim Anschlagen As-Geruch.

28,2 Co, 71,8 As, jedoch stets mit wesentlicher Beimischung von Ni und Fe, auch etwas S. Manche als Speiskobalt bezeichnete Vorkommnisse z. B. von Schneeberg, enthalten sogar mehr Ni als Co und sind daher richtiger Chloanthit. — Im Kölbchen nur sehr schwer As-Spiegel; v. d. L. mit starkem As-Rauch zu einer weissen oder grauen magnet. Kugel schmelzend; von Salpetersäure leicht gelöst mit röthlicher Farbe.

Vorkommen cfr. Rothnickelkies. Auf den sogen. Kobaltgängen des Erzgebirges neben Silbererzen: Schneeberg, Marienberg, Annaberg, Johannegeorgenstadt, Joachimsthal. Auf den Rücken im Mansfeldischen, bei Bieber und Riechelsdorf neben Schwerspath; in Spatheisen mit Kupfererzen bei Dobschau.

Aehnliche Mineralien: Chloanthit, Gersdorffit, Ullmannit, Arsensulfid, Arseneisen. — Chelutit oder Wismuthkobaltkies von Schneeberg ist ein sehr As-reicher Speiskobalt, dem Bi mechanisch beigemischt ist.

Chloanthit. Weissnickelkies und Arsennickelkies z. Th. $NiAs_2$.
Reg. pent.-hem.

Morphologisch von Speiskobalt in nichts unterschieden.

Br. uneben bis eben, spröde; $H = 5\frac{1}{2}$. $G = 6,4-6,8$. Starker Mgl., undurchs. Zinnweiss, dunkelgrau anlaufend, matt werdend und nicht selten grüner Beschlag von Nickelblüthe. Beim Zerschlagen As-Geruch.

28,1 Ni, 71,9 As, doch stets wesentliche Beimischung von Co und Fe (besonders Fe-reich der Chathamit aus Connecticut). — Im Kölbchen bildet sich As-Spiegel, der Rückstand wird kupferroth; v. d. L. auf Kohle leicht schmelzbar unter starkem As-Rauch, ein sprödes Metallkorn hinterlassend. In Salpetersäure mit grünlicher oder gelblicher Farbe löslich.

Das Vorkommen dasselbe wie das des Speiskobalts.

Aehnliche Mineralien cfr. Speiskobalt.

β. Markasitreihe (rhombisch).

Markasit. Binarkies. Wasserkies. Rhomb. FeS_2 .

$\times\times$ gewöhnlich mit niedrig säuligem oder tafeligem Habitus. $M = \infty P$ ($106^\circ 5'$), $r = \frac{1}{3}P\infty$, $l = P\infty$ ($80^\circ 20'$), $P = oP$, $g = P\infty$ ($64^\circ 52'$), $c = P$. Gewöhnlichste Combination M und r , die scheinbar wie ein Oktaeder aussehen kann, oder M , r , l und P . Die Flächen P und r brachydiagonal gestreift, sodass sie in einander verfließen und gekrümmt sind, l glatt, Fig. 272. — Häufiger als einfache $\times\times$ sind Zwillinge: 1. nach M mit zweifachem Habitus. Durch treppenförmige Wiederholung der M -Flächen, z. Th. auch durch wiederholte Einschaltung von weiteren Zwillinglamellen ent-

stehen gezähnelte Gruppen (Kammkies, Erzgänge von Clausthal, Freiberg etc. Fig. 273) — oder bei cyclischer Verwachsung, bei welcher 4 Individuen unter Verkürzung resp. völliger Unterdrückung der Prismenflächen verwachsen, die sogen. Speerkiese Fig. 274 (aus der böhmischen Braunkohle, Littmitz und Altsattel). Zumeist liegt eine ganze Reihe solcher Speerkieszwillinge in der Richtung der Basis hinter einander. 2. nach g ; die böhmischen Speerkiese durchkreuzen sich zuweilen nach diesem Gesetz. — Zuweilen regel-

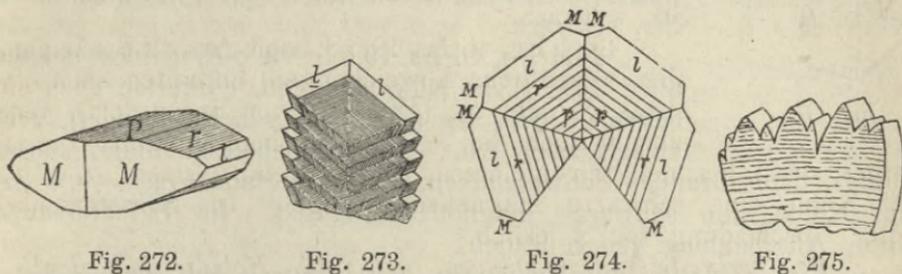


Fig. 272.

Fig. 273.

Fig. 274.

Fig. 275.

mässig mit Pyrit verwachsen, der Pyrit sitzt mit einer Würfelfläche der Basis des Markasits auf und ausserdem fällt eine andere Würfelfläche in die Richtung einer Prismenfläche des letzteren. — Derb und eingesprengt, gern in hahnenkammähnlichen Gruppen (Fig. 275), in Kugeln von radialer Structur (Pomeranzen der haleschen Braunkohle etc.), in dichten Nieren (Leberkies), als Ueberzug und Anflug, in Pseudomorphosen und als Vererzungsmittel.

nach M , selten deutlich. Br. uneben, spröde. $H = 6-6\frac{1}{2}$. $G = 4,65-4,88$. Mgl., undurchs.; speisgelb mit Stich ins Grünliche, theilweise sehr hellgrau; oft bunt, namentlich grünlich angelaufen. Str. grünlichgrau. Beim Anschlagen unter Schwefelgeruch fundend.

Chem. Zus. und v. d. L. wie Schwefelkies.

Allgemein und weit verbreitet, doch nicht in gleichem Maasse wie Schwefelkies, am häufigsten als Ausscheidungen innerhalb Mergel, Kalke, Thone, Kohlen (Littmitz und Altsattel, Kreide von Wollin, Jurakalke von Limmer bei Hannover, Gaultmergel von Folkestone) und auf sulfidischen Erzgängen (Clausthal, Freiberg, Příbram, Schemnitz).

Verwendung und ähnliche Mineralien cfr. Schwefelkies, von dem er sich im derben Zustand in vielen Fällen gar nicht unterscheiden lässt (spec. Gew.), zerfällt oft leichter als der Schwefelkies unter Abscheidung basisch schwefelsaurer Salze.

Kyrosit von Grube Briccius bei Annaberg ist ein etwas Cu- und Ashaltiger Markasit.

Kausinkies (Lonchidit) von Freiberg, Cornwall etc. enthält ca. 4% As, demnach als isomorphe Mischung von Markasit und Löllingit aufzufassen. Sieht wie Arsenkies aus, zinnweiss, bunt anlaufend.

Arsenkies. Arsenopyrit, Arsenikkies, Misspickel. Rhomb. $FeAsS$.

XX meist kurz, seltener lang säulenförmig. $M = \infty P (111^{\circ} 12')$, $r = \frac{1}{4} P \infty (146^{\circ} 28')$, seltener $n = \frac{1}{2} P \infty$, $l = P \infty$, $g = P \infty$

120° 48' vorn); Winkel jedoch etwas schwankend; gewöhnlichste Combination M und r , oft ein Oblongoktaeder bildend. Auf r grobe Streifung \parallel Axe a . Zw. häufig, gewöhnlich nach $g = P\infty$ (sich durchkreuzend), seltener nach $M = \infty P$. — Derb und eingesprengt, in strahligen oder körnigen Aggregaten; auch gestrickt; zuweilen feinfaserig und nierenförmig (Andreasberg).

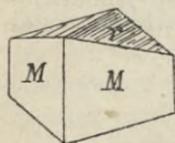


Fig. 276.

M selten deutlich, Br. uneben; spröde. $H = 5\frac{1}{2}$ —6. $G = 6$ —6,2. Mgl., undurchs.; silberweiss bis lichtstahlgrau, gelb oder grau anlaufend. Str. schwarz.

34,4 Fe, 46 As, 19,6 S; viele Arsenkiese zeigen aber wesentliche Abweichungen, enthalten auch oft etwas Co oder Ag (Weisserz von Bräunsdorf), vereinzelt auch Au. — Im Kölbchen sublimirt zuerst

rothes, dann braunes Schwefelarsen, zuletzt metall. Arsen. v. d. L. auf Kohle eine schwarze magnetische Kugel. In Salpetersäure unter Abscheidung von S löslich.

Weit verbreitet auf Erzgängen, gern neben Kobalt- und Nickel-, sowie Silbererzen (Freiberg, Andreasberg etc.; Skutterud in Norwegen), charakteristischer Begleiter des Zinnsteins (Erzgebirge, Cornwall), eingesprengt im Serpentin von Reichenstein, im Kalkstein von Auerbach, im Dolomit des Binnenthal.

Verwendung, soweit er nicht Ag und Co enthält, zur Gewinnung der arsenigen Säure. Aehnliche Mineralien: Arseneisen, Chloanthit, Speiskobalt, Antimonsilber. Verwittert zuweilen zu Pittzit und Skorodit.

Plinian ein verzerrter Arsenkies.

Geierit von Geier in Sachsen, auch von Breitenbrunn ist ein etwas an As reicherer Arsenkies.

Als isomorphe Mischungen von $FeAsS$ und $CoAsS$ sind die nachfolgenden Mineralien 1—3 aufzufassen, die bei zinnweisser Farbe mehr oder minder einen Stich ins Röthliche wahrnehmen lassen und ausserdem einen gewissen Flächenreichtum zeigen.

1. Kobaltarsenikkies. $\times\times$ von Skutterud in Norwegen mit Kobaltglanz und Tesseralkies; grünweiss; ca. 9% Co.

2. Danait. $\times\times$ nach der a -Axe gestreckt. Stich ins Röthliche. 6 bis 7% Co. Im Gneiss von Franconia in New-Hampshire.

3. Glaukodot mit # nach der Basis und ca. 25% Co. Auf Trümmern im Chloritschiefer von Huasco in Chile; Håkansbo in Schweden.

Alloklas, wahrscheinlich ein Kobaltarsenikkies, bei dem ein Theil des As durch Bi ersetzt und dem ausserdem Wismuthglanz und ged. Wismuth mechanisch eingemengt sind. Stahlgraue, breitstänglige und blättrige Aggregate im körnigen Kalk von Oravicza.

Arseneisen. Arsenikalkies. Löllingit. $FeAs_2$. Rhomb.

$\times\times$ klein, selten. $d = \infty P$ (122° 26'), $o = P\infty$ (51° 20'), $P\infty$ (82° 21'). Fast nur Combination d , o . — Derb und eingesprengt in körnigen und stängligen Aggregaten.

oP deutlich, Br. uneben; spröde. $H = 5$ —5 $\frac{1}{2}$. $G = 6,9$ bis 7,4. Mgl., undurchs.; silberweiss, grau anlaufend. Str. schwarz.

27,2 Fe, 72,8 As mit schwankendem As- und stetem S-Gehalt, zuweilen etwas Au (Arsenikabbrände von Reichenstein). — Im Kölbchen sofort As-Spiegel, kein rothes Sublimat. v. d. L. schwer zur unmagnetischen Kugel schmelzend.

Nicht häufig. Im Serpentin von Reichenstein (glänzende Nadeln), im Spath Eisen von Lölling bei Hüttenberg in Kärnten, Schladming in Steiermark, Andreasberg, Geier, Breitenbrunn.

Von dem häufigeren Arsenkies, mit dem er zusammen vorkommt, äusserlich nur selten zu unterscheiden; ähnliche Mineralien cfr. Arsenkies. Verwittert zuweilen zu Skorodit.

Leukopyrit, gewisse Arseneisen von Příbram und Reichenstein, die auf die Formel Fe_3As_4 resp. Fe_2As_3 oder Fe_3As_5 führen sollen.

Glaukopyrit, Arseneisen, in dem ein kleiner Theil Fe durch Co und etwas As durch Sb und S ersetzt sind. Dünnschalige nieriige Aggregate, lichtbleigrau, schwarz oder farbig anlaufend. $H = 4\frac{1}{2}$. $G = 7,181$. Aus blättrigem Kalkspath von Guadalcanal in Andalusien.

Wolfachit $\text{Ni}(\text{AsSSb})_2$, mit etwas Fe, dem regul. Korynit fast ganz entsprechend. $G = 6,372$. Glänzend zinnweiss. Str. schwarz. Wolfach.

Safflorit (Eisenkobaltkies, Spathiopyrit); rhombische Modification des Speiskobalts; vielleicht gehört ein Theil des stängligen Speiskobalts hierher. Zinnweiss, grau anlaufend, z. Th. in kleinen $\times \times$. $H = 4\frac{1}{2}$. $G = 7,1$. Schneeberg (Arsenikkobalt. G. Rose), Wittichen, Bieber.

Weissnickelkies (Arseniknickel, Rammelsbergit); rhombische Modification des Chloanthits; meist derb, z. Th. in radial faserigen Aggregaten. Zinnweiss mit Stich ins Röthliche. $H = 4\frac{1}{2}-5\frac{1}{2}$. $G = 7,1$. Schneeberg, Riechelsdorf.

Durch ihre chemische Zusammensetzung als Mineralien der Eisengruppe mit den vorstehenden Pyrit- und Markasitreihen verknüpft, aber sonst hinsichtlich ihrer Stellung im System, z. Th. auch nach ihrer stöchiometrischen Formel noch nicht hinreichend erkannt, mag hier eine Anzahl Mineralien lose an einander gereiht werden. Bei einigen derselben ist es wahrscheinlich, dass sie zu den Sulfosalzen, speciell zu den Sulfoferriten gestellt werden müssten; der Linneit z. B. ist in morphologischer Beziehung dem als Oxysalz gedeuteten Magnetit ganz analog.

Magnetkies. Pyrrhotin. $\text{Fe}_{11}\text{S}_{12}$. Hexag.

$\times \times$ nicht häufig und gewöhnlich klein; meist tafelige Combination von $P = oP$ mit $M = \infty P$, seltener $r = P$, $\frac{1}{2}P$ und P_2 . Zw. nach $\frac{1}{2}P$, wobei die Individuen nahezu senkrecht stehen. — Derb und eingesprengt in feinkörnigen Aggregaten.

∞P_2 vollkommen, aber sehr selten wahrnehmbar; schaliger, wie # erscheinender Aufbau nach oP ; spröde. $H = 3\frac{1}{2}-4\frac{1}{2}$; $G = 4,54-4,64$. Mgl., undurchs. Licht tombakbraun, dunkler und matt anlaufend; Str. grauschwarz. Wird vom Magneten angezogen, selbst aber selten attractorisch.

Chem. Zus. schwankend von Fe_6S_7 bis $\text{Fe}_{11}\text{S}_{12}$ mit 59,96 bis 61,56 Fe, führt stets zu der Formel $\text{Fe}_n\text{S}_{n+1}$, welche als $n\text{FeS}$, Fe_2S_3 gedeutet werden kann. (Einfach Schwefeleisen FeS cfr. den meteorischen Troilit liegt nicht vor, da dieser unmagnetisch ist und da der Magnetkies im Wasserstoffstrom stets einige Procent S verliert, ehe er in FeS übergeht.) Häufig ein Ni-Gehalt (bis zu 5,6%), sodass er zu einem wichtigen Nickelerz wird; die nickelreichsten Varietäten sollen unmagnetisch sein. — Im Kolben kein Sublimat, löst sich in Säuren unter Abscheidung von S und SH_2 .

Hauptsächlich als fahlbandartige Imprägnation und in derben Lagern und Linsen innerhalb krystallinischer Schiefer, Skandinavien (mehrorts und oft beträchtlich Ni-haltig 3–4%), Snarum, Klefva, Fahlun, Kongsberg, bei Bodenmais, Ducktown in Tennessee. Als accessorischer Gemengtheil in Eruptivgesteinen: Gabbro von Harzburg. Auf Erzgängen: Andreasberg, Kupferberg, Bottino. Eingesprengt in Spath-eisensteinlager: Waldenburg in Kärnten (grössere $\times\times$). In Meteoriten.

Auf frischem Bruch dem Buntkupfererz ähnlich, der jedoch röthlich tombakbraun ist; cfr. auch Horbachit und Silberkies.

Horbachit $(\text{Fe Ni})_2\text{S}_3$. In unregelmässigen Knollen im umgewandelten Gneiss. Tombakfarben, Str. schwarz. $H = 4-5$. $G = 4,43$. Magnetisch, ca. 12% Ni. Horbach im Schwarzwald.

Melonit. Ni_2Te_3 (76,5 Te). Hexag. Sehr kleine tafelige $\times\times$. # basisch ausgezeichnet. Röthlich weiss, Str. dunkelgrau. Mit anderen Te-Mineralien von der Stanislaus-Grube in Californien.

Linneit. Kobaltnickelerz. Kobaltkies. $(\text{Ni Co})_3\text{S}_4$. Reg.

O allein oder in Combination mit $\infty\text{O}\infty$. Zw. nach O (sogen. Spinellzw.). — Derb und eingesprengt in körnigen Aggregaten.

$\infty\text{O}\infty$ unvollk., Br. uneben; spröd. $H = 5\frac{1}{2}$. $G = 4,8-5,0$. Röthlich stahlgrau, kupferroth und gelblich anlaufend. Str. schwärzlich grau.

Co und Ni in wechselnden Verhältnissen; Müsener $\times\times$ 14 bis 58 Co; etwas Fe. — v. d. L. schweflige Säure, giebt abgeröstet eine magnet. Kugel. In Salpetersäure unter Abscheidung von S löslich.

Schöne Oktaeder aus Gängen von Müsen bei Siegen (Siegenit). Im Gneiss von Bastnäs; aus den Kohlenflötzen von Rhonda Valley in Glamorganshire. Mine la Motte in Missouri, Mineral Hill in Maryland.

Aehnliche Mineralien cfr. Kobaltglanz.

Polydymit. Ni_4S_5 . Reg. Entweder regelmässige Oktaeder oder mit tafelförmiger Ausbildung nach einer Fläche O, nach welcher zugleich wiederholte Zwillingsverwachsung stattfindet. # unvollk. $\infty\text{O}\infty$; ziemlich mild. $H = 4\frac{1}{2}$. $G = 4,808-4,816$. Licht grau, dunkler, auch gelb anlaufend. 60 Ni, aber etwas Fe und Co. In Spatheisenstein eingewachsen auf Grube Grüneau in Westfalen, begleitet von Millerit. — Saynit (Nickelwismuthglanz, Grünaut) ist nach Laspeyres ein Gemenge von Polydymit und Wismuthglanz. — Sychnodymit. Co_4S_5 von Eiserfeld bei Siegen enthält neben Co bis 19% Cu.

Beyrichit Ni_5S_7 mit etwas Fe. Schilfrige Viellingsaggregate und Krystallbündel, radial gruppirt, zuweilen gedreht. Mild und zäh. $H = 3,0$ bis $3\frac{1}{2}$. $G = 4,7$. Schwacher Mgl., bleigrau. Mit Spatheisen von Lommerichkauls-Fundgrube im Westerwald.

Tesseralkies. Skutterudit. Arsenikkobaltkies. CoAs_3 . Reg. pent-hem.

O und $\infty\text{O}\infty$ mit ∞O , 2O_2 etc.; ∞O_3 und $3\text{O}^{\frac{3}{2}}$ treten hemiedrisch auf. — Derb.

$\infty\text{O}\infty$ deutlich. Br. muschlig bis uneben; spröd. $H = 6$. $G = 6,48-6,86$. Hoher Mgl., grünweiss, oft etwas röthlich angelaufen.

ca. 20% Co, etwas Fe. — Starkes Sublimat von As_2O_3 , sonst wie Speiskobalt.

Aus den Kobalterzfabrikbändern von Skutterud und Snarum bei Modum in Glimmerschiefern neben Kobaltglanz.

b. Sulfide etc. der Metalle der Blei- und Kupfergruppe.

Pb, Cu, Ag, Hg, Au.

Isodimorphe Gruppe der Sulfüre

von der Formel $R^I S$ resp. $R_2^I S$, wo $R = Pb, Ag_2, Cu_2, Au_2$ und $S = S, Se, Sb, Bi, Te$.

Theils regulär (Bleiglanzreihe), theils rhombisch (Kupferglanzreihe).

a. Bleiglanzreihe (regulär).

Bleiglanz. Galenit. PbS . Reg.

XX zumeist aufgewachsen und z. Th. schön ausgebildet. Hauptsächlich $h = \infty O \infty$ und $o = O$, einzeln und in Combination

(Fig. 277), daneben $d = \infty O$ und seltener $2O, 3O, 2O_2$. Die Flächen oft gekrümmt und facettirt, an den Kanten abgerundet, wie geflossen; auch zerfressen. Zw. nach O, meist als Penetrationszw., wobei die XX nach der Zw.-Fläche verbreitert sind. Derbe Stücke zeigen auch wohl wiederholte Zw.-Lamellen nach $4O$. — Derb und eingesprengt, als Anflug in späthigen, körnigen, striemigen, oft sehr feinkörnigen Aggregaten (Bleischweif); auch traubig, stalaktitisch, gestrickt, mulmig, selten faserig. In Pseudomorphosen.

$\infty O \infty$ sehr vollkommen, ausnahmsweise nach O. Milde. $H = 2\frac{1}{2}$. $G = 7,3-7,6$. Starker Mgl., oberflächlich aber oft matt angelauten; bleigrau mit Stich ins Röthliche. Str. graulich schwarz.

86,6 Pb, 13,4 S mit Einmischung von Fe, Zn, Sb und Ag. Der Ag-Gehalt, gewöhnlich nur zwischen 0,01—0,03% betragend, macht den Bleiglanz wegen seines massenhaften Vorkommens zu einem der wichtigsten Silbererze. — v. d. L. verknisternd, nach dem Verflüchtigen des S ein Bleikorn liefernd, das nach dem Abtreiben ein kleines Silberkorn zurücklässt. — In Salpetersäure löslich unter Abscheidung von S und $PbSO_4$.

Wichtigstes und häufigstes Bleierz! 1. Auf Gängen, zumeist im älteren Gebirge und in krystallinischen Schiefnern, begleitet von Zinkblende, Kupferkies, Bournonit, Quarz, Kalkspath, Baryt etc., zugleich mit grösserem Ag-Gehalt. Erzrevier des Oberharzes, der Gegend von Neudorf am Harz, Holzappeler Gangzug, Freiberg, Příbram, Linares etc.; 2. silberarm auf Klüften und Höhlungen von Kalksteinen und Dolomiten in Gesellschaft von Blende, Galmei und Brauneisen. Aachen, Iserlohn, Lintorf, Oberschlesien, Bleiberg und Raibl in Kärnten, Derbyshire und Cumberland, Mte Ponì auf Sardinien, Sierra Nevada in Spanien, Tunaberg in Schweden, Bleiglanzregion am oberen Mississippi,

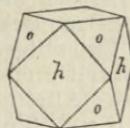


Fig. 277.

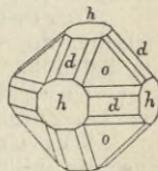


Fig. 278.

Missouri; 3. in rundlichen Concretionen und als Bindemittel des Sandsteins; im Buntsandstein von Commern und Mechernich.

Am Ausgehende von Lagerstätten des Bleis finden sich Umwandlungsproducte desselben: Weissbleierz, Bleivitriol, Pyromorphit, Mimetesit, Phosgenit. Auf Hüttenwerken häufig sehr schöne skeletartige Würfel sublimirten Bleiglanzes.

Bleischweif, sehr dichter Bleiglanz, daher ohne Spaltbarkeit mit schimmerndem muschligem Bruch, bleigrau und Sb-reich.

Blaubleierz. Pseudomorphosen von Bleiglanz nach Pyromorphit. Berncastel, Zschopau bei Freiberg, Rezbanya, Cornwall, Bretagne.

Steinmannit. Bleiglanz, reich an Einmengungen, in ganz kleinen Oktaedern oder in kleinen traubigen Partien. Příbram.

Johnstonit (Ueberschwefelblei). Zersetzungsproduct des Bleiglanzes mit freiem S; brennt an der Kerzenflamme. Müsen; Dufton.

Cuproplumbit ($PbCu_2$) S von Chile und Alisonit (Cu_2Pb) S von Coquimbo (Mina grande) sind isomorphe Mischungen von PbS und Cu_2S von blei- resp. blaugrauer Farbe, derb.

Selenblei. Clausthalit. $PbSe$. Derb, eingesprengt; vom Aussehen des derben Bleiglanzes. Mild, $H = 2\frac{1}{2}-3$. $G = 8,2-8,8$. — 72,4 Pb, 27,6 Se, aber Ag- und auch wohl Co-haltig (Selenkobaltblei, von der alten Grube Lorenz bei Clausthal). Se-Reaction. Auf Kalkspatkrümmern in mit Diabas verbundenen Rotheisensteinlagern zu Lerbach und Tilkerode am Harz; Mendoza.

Lerbachit. Selenquecksilberblei ($HgPb$)Se, dunkelbleigrau mit hexaedrischer $\#$, von Lerbach und Tilkerode ist wahrscheinlich nur ein Gemenge von Selenblei und Selenquecksilber.

Zorgit ist Cu-haltiges Selenblei ($PbCu_2$)Se; mit dem vorigen zusammen bei Zorge und Tilkerode.

Tellurblei. Altait. $PbTe$. Derb, $\#$ der Körnchen nach $\infty O \infty$, Br. muschlig, milde. $H = 3-3\frac{1}{2}$, $G = 8,1-8,2$. Zinnweiss ins Gelbliche, gelb anlaufend. — 61,8 Pb, 38,2 Te mit etwas Ag. — Altai (Grube Sawodinski), Californien (Grube Stanislaus), Colorado (Grube Red Cloud), Coquimbo.

Silberglanz. Glaserz, Argentit. Ag_2S . Reg.

$\times\times$ gewöhnlich verzerrt mit gebogenen Flächen und gerundeten Kanten. $\infty O \infty$, O, daneben ∞O und $2O_2$. Zw. nach O. — Derb und eingesprengt, zahn- und haarförmig, gestrickt, plattig; in Pseudomorphosen nach ged. Silber (daher wohl oftmals die gekrümmte, zahnartige Form) und Rothgültig.

$\#$ wird nach $\infty O \infty$ und ∞O angegeben, aber nur selten wahrgenommen. Br. kleinemuschlig. Geschmeidig und prägar wie Blei (Weichgewächs der ungarischen Bergleute). $H = 2-2\frac{1}{2}$. $G = 7-7,4$. Auf frischer Schnittfläche starker Mgl., läuft aber bald matt an und bedeckt sich mit Silberschwärze, das ist schwarzes, pulveriges Ag_2S . Dunkelbleigrau, Str. glänzend.

87,1 Ag, 12,9 S — v. d. L. leicht Silberkorn. In conc. Salpetersäure unter Abscheidung von Schwefel löslich.

Wichtiges Silbererz! Auf Silbererzgingen, namentlich in krystallinischen Schiefen und Eruptivgesteinen, Freiberg (schöne $\times\times$ besonders von Grube Morgenstern), Schneeberg, Joachimsthal; Schemnitz, Kremnitz, Kongsberg, Comstock-lode in Nevada, vielorts in Mexiko und Südamerika.

Jalpait, ein Cu-haltiger Silberglanz. Jalpa in Mexiko, Chile.

Selensilber. Naumannit Ag_2Se ; nur derb, aber mit hexaedr. $\#$, geschmeidig, $H = 2\frac{1}{2}$, $G = 8$. Eisenschwarz. — Tilkerode am Harz.

Eukairit. $(\text{Cu Ag})_2\text{Se}$ (= Cu Ag Se). Kleinkörnig und derb; zeigt anscheinend hexaedrische $\#$, milde. $H = 2-3$. $G = 7,67$. Mgl., zinnweiss ins Graue. Skrikerum, Chile, Sierra de Famatina in Argentinien. Der Crookesit von Skrikerum ist vielleicht ein Tl-haltiger Eukairit mit der theoretischen Formel $(\text{Cu Tl Ag})_2\text{Se}$.

Tellursilber. Hessit. Ag_2Te . $\times\times$ vom Berge Botés bei Zalathna in verzerrten, stark verlängerten Würfeln, aber auch in anderen Formen des regul. Systems; sonst derb; geschmeidig. $H = 2\frac{1}{2}$, $G = 8,13-8,45$. Bleigrau. Enthält zuweilen etwas Au und Pb. — Botés, Nagyag und Rezbanya in Siebenbürgen, Grube Sawodinskoi, Altai; Stanislaus-Grube in Californien, Red Cloud-Grube in Colorado, Coquimbo in Chile. — Vielleicht ist ein Theil des Tellursilbers der genannten Fundorte rhombisch, insbesondere der Petzit, ein Tellursilber mit Au-Gehalt (bis 26%), also $(\text{Ag Au})_2\text{Te}$. Eisenschwarz mit gleichem Strich, spröde. Nagyag, Stanislaus- und Golden Rule-Grube in Californien, mehrorts in Colorado. Golderz!

β. Kupferglanzreihe.

Kupferglanz. Kupferglas, Chalkosin, Redruthit. Cu_2S . Rhomb.

$\times\times$, gewöhnlich zu Gruppen vereinigt, dicktafelig oder kurz-säulig, in Folge der charakteristischen Winkel und Combinationen pseudohexagonaler Habitus. $o = \infty P$ ($119^\circ 35'$), $p = \infty P\infty$, $s = oP$, daneben oft $a = \frac{1}{3}P$ (Mittelk. $65^\circ 40'$), $e = \frac{2}{3}P\infty$ ($65^\circ 48'$) etc. Streifung \parallel Axe a auf s , e und p . Zw. nach 3 Gesetzen: 1. nach o , häufig, auch Drillinge. Basis gemeinsam. Federartige Zw.-Streifung, 2. nach $\frac{1}{2}P$; die Individuen durchkreuzen sich unter 88° , 3. nach $\frac{4}{3}P\infty$. — Derb, eingesprengt, in Platten, zuweilen auch in Pseudomorphosen und als Versteinerungsmittel (Frankenberger Kornähren, Ullmannia Bronni).

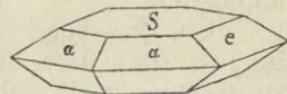


Fig. 279.

$\#$ nach ∞P unvollkommen, Br. muschlig, milde. $H = 2\frac{1}{2}-3$. $G = 5,5-5,8$. Mgl., namentlich auf frischer Schnittfläche, dunkelbleigrau mit glänzendem Strich.

79,8 Cu, 20,2 S, gewöhnlich mit etwas Fe. — v. d. L. Cu-Reaction, leicht Cu-Korn. Von Salpetersäure unter Abscheidung von S löslich.

Seltener als Kupferkies, immerhin eins der gemeineren Kupfererze. Auf Gängen im Siegenschen, bei Freiberg, Kapnik; mehrorts und schon krystallisiert in Cornwall. Als Imprägnation, Platten und gelegentlich $\times\times$ im Kupferschiefer, z. B. Mansfeld, Frankenberg.

Die Substanz des Kupferglanzes ist dimorph, 2Cu und S zusammengeschmolzen liefern reguläre Oktaeder. — Von ähnlichen Mineralien sind zu erwähnen: derbes Fahlerz, Rothkupfererz, Bournonit, Silberglanz, Eisenglanz, Magnetit und Chromit.

Harrisit von Canton Mine in Georgia, besitzt hexaedr. $\#$, ist entweder die reguläre Modification Cu_2S oder eine Pseudomorphose von Kupferglanz nach Bleiglanz.

Silberkupferglanz. Stromeyerit $(\text{Cu Ag})_2\text{S}$. Rhomb. $\times\times$ selten, in Formen und Habitus dem Kupferglanz ähnlich. — Derb und eingesprengt. Br. muschlig, milde. $H = 2\frac{1}{2}-3$. $G = 6,2-6,3$. Starker Mgl., dunkelbleigrau. — 53,1 Ag + 31,1 Cu + 15,8 S. Rudelstadt in Schlesien, Schlangenberg, Südamerika.

Akanthit. Ag_2S . Rhomb. (Die Isomorphie mit Kupferglanz neuerdings in Zweifel gezogen und die $\times\times$ für verzerrte reguläre Formen des Silberglanzes gedeutet.) $\times\times$ spiessig oder dornartig, auch gewunden. P (Mittelk. $120^\circ 36'$), ∞P ($110^\circ 54'$). Geschmeidig. $H = 2$. $G = 7,192-7,296$. Starker Mgl., dunkelbleigrau. Freiberg, Annaberg, Joachimsthal.

Selenkupfer. Cu_2Se , geschmeidig, zinnweiss, schwarz anlaufend. Skrikerum in Schweden, Zorge am Harz.

Antimonsilber. Diskrasit. Ag_3Sb (?). Rhomb.

$\times\times$ säulig (zumeist cylindrisch gekrümmt) oder plattig, mit auffällig pseudohexagonalem Habitus, mehr noch als der im Habitus ähnliche Kupferglanz. $m = \infty\text{P}$ (ca. 120°), $a = \infty\text{P}\infty$, $c = o\text{P}$, $y = \text{P}$, $z = \frac{1}{2}\text{P}$, $p = 2\text{P}\infty$. Auf der Basis zuweilen Streifung \parallel Axe a. Wohl ausnahmslos wiederholte Zw. nach ∞P , und zwar zumeist cyclische, nach Art der Aragonitzwillinge, mit eingelagerten Lamellen. Durch die Zw.-Bildung kommen stark geriefte und cylindrisch gekrümmte pseudohexagonale Säulen mit Basis, ferner auch scheinbar hexagonale Pyramiden nach Art des Witherits zu Stande. — Derb, eingesprengt, spähig.

$\text{P}\infty$ vollkommen, weniger nach $o\text{P}$, spröde. $H = 3\frac{1}{2}$, $G = 9,4-10$. Silberweiss, stark glänzend, zuweilen goldigbraun angelaufen.

Ch. Zus. sehr schwankend zwischen Ag_3Sb (mit 64,3 Ag) und Ag_{18}Sb (mit 94% Ag). — v. d. L. auf Kohle leicht schmelzend, Sb-Beschlag und schliesslich Ag-Korn liefernd.

Auf Silbererzgingen. Bei Andreasberg eins der gewöhnlichsten Silbererze (hier zuweilen als Kern in derbem Scherbenkobalt), zu Altwolfach in Baden, Allemont. Chañarcillo.

Wismuthsilber. Chilenit. Kleine Blättchen von der Farbe des Diskrasits mit ca. 84 Ag und 16 Bi. etwa der Formel Ag_{10}Bi entsprechend.

Wismuthgold. Maldonit. Au_2Bi . Silberweiss, schwarz anlaufend, eingesprengt im Granit von Maldon, Victoria.

Gruppe der Sulfide der Metalle der Kupfergruppe.

$R^{\text{II}}\text{S}$, wo $R^{\text{II}} = \text{Hg}$ und Cu , $\text{S} = \text{S}$, Se und Te ist. Wahrscheinlich isodimorph: hexag.-rhomboedr. (Zinnoberreihe) und regulär.-tetr.-hem. (Metacinnabaritreihe).

a. Zinnoberreihe (rhomboedr.)

Zinnober. Cinnabarit. HgS . Hexag.-trapez.-tetart.

$\times\times$ auf Drusenräumen, durchweg klein, mit nach der Basis dicktafeligem oder mit rhomboedr. Habitus. $o = o\text{R}$; $n = \text{R}$ ($71^\circ 48'$); $i = \frac{2}{5}\text{R}$; $m = \infty\text{R}$; dazu $a = \frac{1}{2}\text{R}$ ($92^\circ 37'$) und auch negative Rhomboeder. Die Tetartoedrie durch trapezoedr. Ausbildung von Skalenoedern $\frac{3}{7}\text{P}^{\frac{3}{2}}$ und $\frac{2}{7}\text{P}^{\frac{3}{2}}$ (Seravezza, Almaden) selten zu beobachten. Ergänzungszw. nach $o\text{R}$. — Derb und eingesprengt, erdig, als Anflug, auch in Pseudomorphosen.

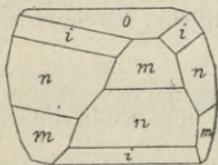


Fig. 280.

∞R ziemlich deutlich. Br. uneben, splittig; milde. $H = 2-2\frac{1}{2}$. $G = 8-8,2$. Diamantgl., in dünnerer Schicht durchsichtig. Farbe und Strich cochenilleroth, aber in

Folge von Beimengungen und Strukturunterschieden scharlachroth, braun, schwarz, metallisch stahlfarben (Stahlerz), auch Härte und Gewicht sind aus demselben Grunde sehr veränderlich. D.-Br. +, $\omega = 2,854$, $\varepsilon = 3,201$ (roth). Circularpolarisation S. 129.

86,2 Hg, 13,8 S, aber oft stark durch Bitumen (cfr. Idrialin) verunreinigt. Völlig flüchtig und im Kölbchen sublimirbar; mit Soda: Hg; löslich nur in Königswasser.

Einziges Quecksilbererz! Als Ausscheidung und in Lagern in Sandsteinen bei Almaden, in Thonschiefern und Dolomit bei Idria, in und neben Serpentin bei San José (Neu Almaden, Californien); auf Gängen bei Moschellandsberg, Horzowitz in Böhmen, Rosenau, Szlana in Ungarn. Auf den Spatheisensteinlagerstätten in Kärnten (Reichenau und Windisch Kappel); in Sinter heisser Quellen (Sulphur-Banks in Californien).

Der Zinnober von Idria ist oft derartig von Bitumen (Idrialin) und Kalkphosphat durchtränkt, dass er dadurch wesentlich andere Eigenschaften erlangt: Lebererz, oder wenn krummschalig, Korallenerz. — Aehnliche Mineralien: Realgar, Cuprit, Rotheisen, Rothgültig.

Kupferindig. Covellin. CuS . Hexag.-rhomboedr.

×× sehr selten, klein, dünntafelig; gewöhnlich nur oR und ∞ R. — In derben, feinkörnigen Partien, als Oberflächenschicht, plattig und pulverig, zuweilen in stängligen Aggregaten, selten in Pseudomorphosen.

♯ oR sehr vollkommen, derbe Stücke haben ebenen Bruch; milde; in dünnen Plättchen biegsam. $H = 1\frac{1}{2}$ —2. $G = 3,8$ —3,85. Fettgl., beim Reiben glänzend und halbmetallisch. Undurchs., blauschwarz, gerieben indigblau. Str. schwarz.

66,4 Cu, 33,6 S mit etwas Pb und Fe. — v. d. L. leicht schmelzend und mit blauer Flamme brennend; in Salpetersäure unter Abscheidung von S löslich.

Im Kupferschiefer von Sangerhausen, zu Leogang in Salzburg; Vesuv; auf Luzon (Tafeln bis 5 cm); massenhaft auf der Insel Kawan bei Neuseeland.

Cantonit von der Cantongrube in Georgia und aus Cornwall mit ♯ nach $\infty O \infty$, wahrscheinlich Pseudomorphose von Kupferindig nach Bleiglanz.

β. Metacinnabaritreihe. Reg., tetraedr.-hemiedr.

Metacinnabarit HgS aus Lake Co. in Californien, erscheint daselbst als schwarzes scheinbar amorphes Mineral mit $G = 7,7$ und ist ident mit dem künstlichen Schwefelquecksilber. Neuerdings ×× bekannt geworden.

Gualdalcazarit aus Mexiko, ein zinkhaltiger Metacinnabarit.

Selenquecksilber. Tiemannit. HgSe . ×× nicht bekannt. Derb in feinkörnigen Aggregaten. Br. uneben, spröde. $H = 2\frac{1}{2}$. $G = 7,10$ —7,37. Mgl., dunkelbleigrau. 24,75 Se, 75,25 Hg. Liefert im Kölbchen ein schwarzes, in grösserer Entfernung ein braunes Sublimat; nur in Königswasser löslich. Grube Charlotte bei Clausthal; bei Zorge und Tilkerode mit Rotheisenstein verwachsen.

Onofrit. Selenschwefelquecksilber Hg(SSe) ; von fahlerartigem Aussehen. Milde, $H = 2$ —3. San Onofre in Mexiko.

Tellurquecksilber. Coloradoit. HgTe . Nur derb, Br. uneben. $H = 3$. $G = 8,627$. Mgl., eisenschwarz, oft bunt angelaufen, enthält meist etwas Au und Ag (Sylvanit). Sehr selten. Colorado.

Nachstehend sind noch einige seltene Kupferminerale, die sich, weil sie entweder selbständig oder nach ihrer chem. Constitution noch nicht sicher erkannt sind, in vorstehende Reihen nicht unterbringen lassen, besonders aufgeführt.

Digenit Cu_6S_5 ($= \text{Cu}_2\text{S} + 4 \text{CuS}$). Derb, schwärzlich bleigrau, sehr mild. $H = 2-2\frac{1}{2}$. Chile, Sangerhausen und einige andere Orte. — Carmentit von der Insel Carmen an der californischen Küste hat dieselbe Zusammensetzung. Vielleicht handelt es sich nur um Gemenge von Kupferglanz und Kupferindig.

Umangit Cu_3Se_2 ($= \text{Cu}_2\text{S} + \text{CuS}$). Derb, dicht, sieht aus wie Buntkupfererz. $H = 3$. $G = 5,62$. Br. feinkörnig; wenig spröde. Str. schwarz. Neben Eukairit von der Sierra de Umango im nordwestlichen Argentinien.

Arsenkupfer (Domeykite) Cu_3As (71,7 Cu). Derb, traubig, spröde. $H = 3-3\frac{1}{2}$. Zinnweiss, gelblich oder bunt anlaufend. Coquimbo und Copiapo in Chile; aus dem Zwickauer Porphy. Lake Superior. Ein analoges Ag-Mineral ist Arsenargentit oder Huntillith Ag_3As in kleinen Nadeln, wahrscheinlich von Freiberg. Selbständigkeit fraglich.

Whitneyit Cu_9As (88,18 Cu). Derb, $H = 3-3\frac{1}{2}$. Röthlich silberweiss, braun und schwarz anlaufend. Houghton Co., Michigan. Gleich zusammengesetzt ist der Darwinit von Potrero grande bei Copiapo.

Sylvanitgruppe. Telluride von Au, Ag und Pb.

Sylvanit. Schrifttellur. Schriftez. $(\text{Au Ag})\text{Te}_2$. Monokl. $\beta = 90^\circ 25'$.

×× sehr klein, kurzadelig, längsgestreift, reihen sich in einer Ebene zu schriftähnlichen Gruppen (Zw. nach $P\infty$, bei denen sich die Individuen unter $69^\circ 44'$ und $55^\circ 8'$ durchkreuzen) an einander. — Derb und eingesprengt.

nach 2 Richtungen deutlich; mild. $H = 1\frac{1}{2}-2$. $G = 7,99$ bis 8,33. Stahlgrau bis silberweiss und lichtgelb.

Chem. Zus. nicht constant; ca. 25–27 Au, 11–13 Ag, 56–60 Te, daneben etwas Sb, Pb und Cu. — In der Glasröhre Sublimat von telluriger Säure; v. d. L. auf Kohle weisser Beschlag und mit Soda ein Korn Silbergold. In Salpetersäure scheidet sich Gold; in Königswasser Chlorsilber aus.

Auf Golderzgängen in jüngeren Eruptivgesteinen in Ungarn (Offenbanya und Nagyag), in Californien (Calaveras Co.).

Krennerit (Bunsenin). Formel wie Sylvanit, aber etwas Au-reicher. Rhomb. ×× klein, säulig und längsgestreift. # basisch. $G = 5,598$. Silberweiss. — v. d. L. zerspringend. Mit Antimonit von Nagyag.

Calaverit, undeutlich krystallisirt, körnig; wohl derber Sylvanit oder derber Krennerit, aber Au-reicher (ca. 41 Au). $H = 2\frac{1}{2}$. Bronze- gelb. Stanislaus- und Red-Cloud-Mine in Calaveras Co.

Nagyagit. Blättertellur. Blättererz. $(\text{Pb Au})(\text{STe})_2$. Rhomb.

×× tafelig nach $\infty P\infty$; gewöhnlich nur dünne eingewachsene Lamellen oder derb und eingesprengt in blättrigen Aggregaten.

$\infty P\infty$ ausgezeichnet; mild und biegsam. $H = 1-1\frac{1}{2}$. $G = 6,85-7,20$. Dunkelbleigrau; Str. graulich schwarz.

Chem. Zus. nicht constant, in der Hauptsache goldhaltiges (6–13 Au) Bleitellur, daneben aber auch wesentliche Mengen von S, Sb und Cu. — v. d. L. Goldreaction und Bleibeslag; in der offenen Glasröhre Fe- und Sb-Reaction.

Nagyag und Offenbanya.

Weisstellur oder Gelberz von Nagyag ist derbes Sb-haltiges Au, Ag und Pb-Tellurid.

3. Abtheilung. Sulfosalze.

a. Sulfoferrite.

Die wenigen hierhergehörigen Mineralien lassen sich deuten als Sulfosalze, bei denen als Säure $\text{Fe}(\text{SH})_3$ oder häufiger daraus durch Austritt von SH_2 -Gruppen ableitbare Eisensulfosäuren erscheinen. Ausserdem sind noch einige mehr oder minder analog aufgebaute Mineralien angereicht.

Kupferkies. Chalkopyrit. $\text{CuFeS}_2 (= \text{Cu}_2\text{S}, \text{Fe}_2\text{S}_3)$. Tetrag. sphen.-hem.

XX theils mit ho-
loedr.-pyram., theils mit
sphen. Habitus, gewöhn-
lich verzerrt u. schwie-
rig zu deuten; die Flä-
chen oft geknickt und
gestreift. $p = \frac{P}{2} (71^\circ 20')$,
zumeist gerieft od. matt).

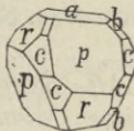


Fig. 281.

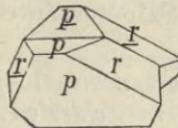


Fig. 282.

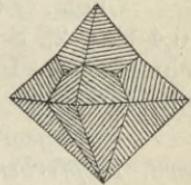


Fig. 283.

$r = -\frac{P}{2}$ (glatt und glänzend). $p \vee r$ in den Polkanten $109^\circ 53'$, in den Mittelkanten $108^\circ 40'$, daher dem regul. Oktaeder ähnlich; das tetrag. Syst. erst 1832 von Haidinger erkannt. $c = 2P\infty$, oft parallel $+\frac{P}{2}$ gestreift; $b = P\infty$; $a = 0P$; $m = \infty P$, daneben noch stumpfere und schärfere Pyramiden, auch $+$ Skalenoeder, worunter $+\frac{P_3}{2}$ selbständig. — Zw. häufiger als einfache XX, zumeist nach $\frac{P}{2}$ nach Art der Spinellzw. Fig. 282, auch in Wiederholung mit eingelagerten Zw.-Lamellen, ferner cyclische Fünflinge Fig. 283 an XX von der Form $c = 2P\infty$ nach demselben Gesetz, dadurch wie Pyramiden mit geknickten Kanten erscheinend. Seltener Zw. nach $b = P\infty$; bei hemiedr. Ausbildung auch wohl Ergänzungszw. — Derb, eingesprengt, angeflogen; auch in traubigen, nierförmigen Massen (Nierenkies, Cornwall).

$\# 2P\infty$ selten wahrnehmbar; Br. muschlig bis uneben. $H = 3\frac{1}{2}$ bis 4, $G = 4,1-4,3$. Messinggelb mit Stich ins Grünliche, auch schwarz, auf verschiedenen Flächen zuweilen verschieden angelaufen. Str. grünlich schwarz.

34,6 Cu; 30,5 Fe; 34,9 S. — v. d. L. auf Kohle leicht zu einer grau schwarzen magnet. Kugel schmelzend; in Salzsäure nicht, in Salpetersäure unter Abscheidung von S löslich.

Weit verbreitetes, in allen Erzrevieren neben anderen geschwefelten Erzen vorherrschend oder untergeordnet auftretendes Erz. Lager-

und linsenartig in krystallinischen Schiefen und palaeozoischen Schichten. Fahlun, Røraas, Rammelsberg, Schmöllnitz. — Fahlbandartig (Skandinavien vielorts) und als Imprägnation des Kupferschiefers im Mansfeldischen. Sehr häufig auf Gängen neben Bleiglanz und Zinkblende (Clausthal, Neudorf, Freiberg etc.); neben Zinnstein in Cornwall, Erzgebirge; neben Spatheisen im Siegenschen etc.

Als Neubildung in kupfernen Leitungsröhren der Thermalwasser der Margaretinsel bei Pest gefunden; als gelegentliches Hüttenproduct; auch künstlich dargestellt. — Aehnliche Mineralien: Schwefelkies, Markasit, Cuban, Magnetkies, Gold, wenn schwarz angelauten und sphenoidisch auch mit Fahlerz und Zinkblende zu verwechseln.

Buntkupfererz. Bornit. FeCu_3S_3 (= $3\text{Cu}_2\text{S}$, Fe_2S_3). Reg.

XX selten, verzerrt mit unebenen Flächen und zu traubigen Gruppen gehäuft. $\infty\text{O}\infty$, O. Derb, eingesprengt.

O sehr unvollkommen; Br. muschlig bis uneben; spröd. $\text{H} = 3$. $\text{G} = 4,9\text{--}5,1$. Röthlich tombakbraun, schnell bunt anlaufend; Str. schwärzlich grau.

Chem. Zus. schwankend, selten der Formel mit 55,6 Cu; 16,4 Fe; 28 S entsprechend. — v. d. L. zu grauer magnet. Kugel schmelzend. In Salpetersäure und conc. Salzsäure löslich unter Abscheidung von S.

Untergeordnet neben Kupferkies bei gleichem Vorkommen. Freiberg, Kupferberg in Schlesien, Siegen, Rammelsberg, Mansfeld, Dognacza. Cornwall (reichlich, z. Th. in XX; horseflesh-ore). Bristol, Conn. in guten XX. In grösseren Mengen in Chile, Peru, Bolivia.

Aehnliche Mineralien: Magnetkies, erinnert auch an Kupfernickel.

Homichlin von Plauen etc. und Barnhardtit von Nordcarolina sind Cu-ärmer als Bornit und entweder als Cu-ärmere Bornite oder als Gemenge aufzufassen. Beide sind bronzegeb. — Castillit von Guanésivi in Mexiko ist Ag-haltiger und auch sonst vermengter Bornit.

Cuban CuFe_2S_4 (= CuS , Fe_2S_3). Reg. Derb. # $\infty\text{O}\infty$ deutlich. $\text{H} = 4$. $\text{G} = 4$. Speisgelb bis messinggelb. Str. schwarz. — v. d. L. sehr leicht schmelzbar. Cuba; Tunaberg. — Carrollit ist Cuban, in dem Co an Stelle von Fe tritt. Carrol Co. in Maryland.

Gruppe der Silberkiese. Ag_2S , $m\text{Fe}_n\text{S}_{n+1}$. Rhombisch.

Sternbergit, Argyropyrit, Frieseit, Argentopyrit (Silberkies). XX klein, z. Th. fächerförmig aggregirt oder Drillinge von hexagonalem Habitus. Magnetkiesähnliches Aussehen. Joachimsthal; Marienberg; Andreasberg.

b. Sulfarsenite, Sulfantimonite und Sulfbismutite.

Livingstonit. $\text{Hg}_2\text{Sb}_8\text{S}_{13}$ (= Hg_2S , $4\text{Sb}_2\text{S}$) mit 14% Hg. In rhombischen, antimonitähnlichen Nadeln mit rothem Strich. Huitzuco und Guadalcázar in Spanien.

Guejarit. $\text{Cu}_2\text{Sb}_4\text{S}_7$ (= Cu_2S , $2\text{Sb}_2\text{S}_3$) mit 16% Cu. Rhomb., in prismatischen XX mit deutlicher # $\infty\text{P}\infty$. $\text{H} = 3\frac{1}{2}$. $\text{G} = 5,03$. Stahlgrau, Guejar in der Sierra Nevada, Spanien.

Chiviatit. $\text{Pb}_2\text{Bi}_6\text{S}_{11}$ (2PbS , $3\text{Bi}_2\text{S}_3$). Blättrig, # nach 3 tautozonalen Flächen. Bleigrau, bismutitähnlich. Chiviatito in Peru.

Isomorphe Gruppe des Zinckenits.

$R\text{S}$, $R_2\text{S}_3$. Rhomb., $R = \text{Pb}$, Ag_2 , Cu_2 , Fe ; $R_2 = \text{Sb}$, As , Bi .

Zinckenit (Bleiantimonglanz). $\text{PbSb}_2\text{S}_4 (= \text{PbS}, \text{Sb}_2\text{S}_3)$. 36% Pb. Rhomb. Strahlige, spiessige $\times\times$ der Comb. ∞P ($120^\circ 39'$), $\text{P}\infty$, die stets sechsseitige, mit Längsfurchen versehene Drillinge nach ∞P mit flach pyramidalen Endigung bilden. Büschlig, radial- und verworrenfaserig, auch derb. — Milde, Br. uneben. $H = 3-3\frac{1}{2}$. $G = 5,3-5,35$. Dunkel- bis bleigrau, zuweilen bunt anlaufend. — Auf Kohle Pb- und Sb-Beschlag; geringer Rückstand. — Auf Gängen bei Wolfsberg im Harz mit Antimonit; Hausach im Schwarzwald.

Skleroklas vom Rath (Sartorit, Bleiarsenglas, Arsenomelan). $\text{PbAs}_2\text{S}_4 (= \text{PbS}, \text{As}_2\text{S}_3)$. 42,6% Pb. Rhomb. Dünne, nadelige und längsgestreifte kleine $\times\times$. $\#$ oP deutlich; spröde. $H = 3$, $G = 5,39$. Bleigrau, Str. rothbraun. Im Dolomit des Binnenthal mit Binnit und Dufrenoyisit.

Galenobismutit. Bleiwismuthglanz. $\text{PbBi}_2\text{S}_4 (= \text{PbS}, \text{Bi}_2\text{S}_3)$. 27,6% Pb. Nur derb. $H = 3-4$, $G = 6,88$. Zinnweiss, Str. grauschwarz. Mit Bismutit von der Ko-Grube in Wermland. — A l a s k a i t aus Colorado ist ein Galenobismutit, bei dem ein Theil des Pb durch Ag (8%) und Cu (3%) ersetzt ist. Kleinblättrig und spaltbar, mild; licht bleigrau.

Silberwismuthglanz. $\text{Ag}_2\text{Bi}_2\text{S}_4 (= \text{Ag}_2\text{S}, \text{Bi}_2\text{S}_3)$. 23% Ag. Derb, grau mit grauem Str. Morococha in Peru. — Chemisch gleich, aber sonst verschieden und vielleicht isomorph mit dem Miargyrit ist der eisenschwarze und spröde Plenargyrit aus dem Schapbachthal.

Wolfsbergit (Kupferantimonglanz, Chalkostibit). $\text{Cu}_2\text{Sb}_2\text{S}_4 (= \text{Cu}_2\text{S}, \text{Sb}_2\text{S}_3)$. 25,6% Cu. Meist an den Enden verbrochene $\times\times$; tafelförmig und mit vollkommenen $\#$ nach oP. Auch derb in feinkörnigen Aggregaten, eingesprengt. $H = 3\frac{1}{2}$. $G = 4,7-4,8$. Br. muschlig bis eben; bleigrau bis eisenschwarz, zuweilen bunt anlaufend; v. d. L. zerknisternd und leicht schmelzbar. Wolfsberg im Harz

Emplektit (Kupferwismuthglanz z. Th.). 19% Cu. $\text{Cu}_2\text{Bi}_2\text{S}_4 (= \text{Cu}_2\text{S}, \text{Bi}_2\text{S}_3)$. Rhomb. Undeutliche nadelige und längsgestreifte $\times\times$. Derb, eingesprengt. $\#$ oP vollkommen, Br. uneben; mild. $H = 2$. $G = 6,23-6,38$. Zinnweiss bis stahlgrau, gelb und auch dunkler anlaufend. Str. schwarz. — v. d. L. leicht schmelzbar. Schwarzenberg im Erzgebirge, Wittichen im Schwarzwald; Rezbanya, Copiapo.

Berthierit. Krystallform?; umfasst im Habitus gleichartige, in der chem. Zus. nicht ganz übereinstimmende, z. Th. nach der Formel $\text{FeS}, \text{Sb}_2\text{S}_3$ zusammengesetzte, strahlige oder faserige Aggregate. $\#$ nach mehreren Richtungen undeutlich. Br. uneben. $H = 2-3$; $G = 4-4,3$. Dunkel stahlgrau, oft bunt anlaufend. Str. schwarz. — v. d. L. leicht zu schwarzer magnet. Schlacke schmelzend. Chazelles, Auvergne; Bräunsdorf bei Freiberg; Arany-Idka, Ungarn. Cornwall.

Miargyrit. Silberantimonglanz. $\text{AgSbS}_2 (= \text{Ag}_2\text{S}, \text{Sb}_2\text{S}_3)$. Monoklin. $\beta = 98^\circ 37'$.

$\times\times$ klein, dicktafelig, kurz prismatisch oder pyramidal; Streifung \parallel der b-Axe auf einigen Flächen; aufgewachsen oder zu Drusen vereinigt.

$\#$ wenig deutlich, Br. kleinmüschlig bis uneben; mild. $H = 2$ bis $2\frac{1}{2}$. $G = 5,18-5,4$. Dunkel bleigrau bis eisenschwarz; Str. kirschroth. Diamantartiger Metallgl., in dünnen Splintern blutroth durchscheinend.

36,97 Ag, 41,07 Sb, 21,96 S; etwas Cu und Fe. — v. d. L. sehr leicht zur schwarzen Schlacke schmelzend; beschlägt die Kohle weiss und hinterlässt ein Silberkorn.

Auf Silbererzgängen neben dem häufigeren ähnlichen Rothgültig. Bräunsdorf; Příbram; Felsöbanya (hier etwas Pb-haltig: Kenngottit); Guadalajara in Spanien; Mexiko; Potosi.

Aehnliche Mineralien: Rothgültig. — Manche Rothgültigkrystalle von Andreasberg sind mit kleinen spitzen, scheinbar rhomboedr. $\times\times$, dem sogen. fahlen Rothgültig (z. Th.), überzogen. Dieselben sind von Breithaupt als Hypargyronblende, angeblich von Clausthal, bezeichnet, sind aber wahrscheinlich Miargyrit.

Der Miargyrit weist durch die Constitution seiner Formel auf eine Dimorphie der Zinckenitreihe. Wahrscheinlich schliesst sich hier der auf voriger Seite erwähnte Plenargyrit an.

Plagionit $Pb_5Sb_8S_{17}$ (= 5PbS. 4Sb₂S₃). ca. 42% Pb. Monoklin. $\beta = 107^\circ 10'$. Kleine, zu Drusen vereinigte, dicktafelige $\times\times$ der Combination oP, -P, P, -₂P, $\infty P\infty$. Auf -P, P, -₂P Combinationsstreuung mit oP; oP glatt. — Derb, körnig, auch traubig. $\#$ -₂P deutlich. Br. uneben, spröd. $H = 2\frac{1}{2}$. $G = 5,4$. Dunkel bleigrau, Str. grau. — v. d. L. stark zerknisternd, sehr leicht schmelzbar. Wolfsberg am Harz.

Binnit vom Rath (Dufrenoyzit v. Waltershausen) $Cu_6As_4S_9$ (= 3Cu₂S. 2As₂S₃). Reg., tetraedr.-hem. $\infty P, 2O_2$; zumeist derb und eingesprengt. Br. muschlig, sehr spröd. $H = 2-3$. Stahlgrau, Str. kirschroth. Im Dolomit des Binnenthales.

Klaprothit $Cu_6Bi_4S_9$ (= 3Cu₂S. 2Bi₂S₃). Rhomb. $\infty P, \infty P\infty$; säulenförmig mit querer $\#$. $H = 2\frac{1}{2}$. Gelblich stahlgrau, bunt anlaufend. Str. schwarz. Wittichen u. a. O. im Schwarzwald; Sommerkahl im Spessart.

Schirmerit. $(Ag_2Pb)_3Bi_4S_9$ (= 3(Ag₂Pb)S. 2Bi₂S₃). Derb, feinkörnig, bleigrau; leicht schmelzbar. In Quarz eingewachsen. Colorado.

Domingit $Pb_3Sb_4S_9$ (= 3PbS, 2Sb₂S₃). Nadelförmige $\times\times$. System?. Colorado.

Isomorphe Gruppe des Jamesonits.

$2RS, R_2S_3$. Rhomb.

Jamesonit $Pb_2Sb_2S_5$ (= 2PbS, Sb₂S₃). Rhomb. ∞P ($101^\circ 20'$), $\infty P\infty$, ohne gute Endbegrenzung, gewöhnlich zu parallel- oder divergent strahligen $\times\times$ -Gruppen vereinigt. Auch faserig und derb.

$\#$ oP vollkommen, ∞P und $\infty P\infty$ unvollk.; mild. $H = 2-3$. $G = 5,5-5,8$. Mgl. Stahlgrau bis dunkel bleigrau; Str. grau.

50,8 Pb, 29,5 Sb, 19,7 S mit etwas Fe, Cu oder Ag. — v. d. L. wie Zinckenit.

Auf Erzgängen. Mehrorts in Cornwall; Ungarn; Nertschinsk, Estremadura.

Aehnliche Mineralien: die Bleispiessglanze, im Besonderen der Zinckenit. — Federerz, oder Plumosit, auch Heteromorphit ist zum grössten Theil sehr feinnadeliger, verfilzter, lockerer oder dichter Jamesonit; Pfaffenberg und Meiseberg bei Neudorf am Harz; Freiberg, Felsöbanya. — Aber auch verfilzter Antimonit, z. B. von Andreasberg, wird mit jenem Namen belegt. Bei dem als Zundererz bezeichneten rothbraunen lappigen Federerz von Clausthal und Andreasberg ist noch Rothgültig und Arsenkies mechanisch eingemengt. — Brongniartit hat die Zusammensetzung eines Ag-haltigen (26% Ag) Jamesonits, soll aber in reg. Oktaedern krystallisiren. Grauschwarz. Mexiko.

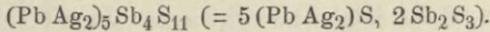
Dufrenoyzit vom Rath. $Pb_2As_2S_5$ (= 2PbS, As₂S₃). Rhomb. Dicktafelige oder breitsäulige, nach der b-Axe gestreckte und gestreifte $\times\times$. —

Derb. $\#$ nach ∞P vollk., spröd. $H = 3$. $G = 3,5-3,6$. Dunkel bleigrau; Str. röthlich braun. — Aus dem Dolomit des Binnenthal.

Cosalit $Pb_2Bi_2S_5$ ($= 2PbS, Bi_2S_3$). Längsgestreifte, wahrscheinlich rhombische, bleigraue Prismen von Cosala in Mexiko. — Bjelkit in stahlgrauen strahligen Aggregaten aus Wermland ist damit identisch; Kobellit, derb von Vena in Mexiko ist Cosalit, bei dem ein grösserer Theil von Bi durch Sb ersetzt wird.

Schappachit (Wismuthsilbererz) ist ein Ag-haltiger (bis 22% Ag) Cosalit, in kleinen basisch $\#$ Täfelchen oder derb. Licht bleigrau. $H = 3\frac{1}{2}$. $G = 6,43$. Schappachthal.

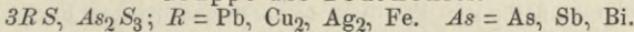
Dimorphe Gruppe des Freieslebenit — Diaphorit.



Freieslebenit (Schilfgläserz). Monoklin. $\beta = 92^\circ 14'$. Flächenreiche (namentlich in der Zone der c- und a-Axe), prismatische $\times\times$ mit Verticalstreifung in Folge oscillatorischer Wiederholung von Prismenflächen. Zw. nach mehreren Gesetzen, hauptsächlich nach $\infty P\infty$. — Derb, eingesprengt. $\# \infty P$ vollk., Br. muschlig. $H = 2-2\frac{1}{2}$. $G = 6,19-6,38$. Blei- bis licht stahlgrau, schwarz anlaufend; Str. grau. — Freiberg; Příbram; Kapnik, Felsöbanya; Hiendelaencina in Spanien.

Diaphorit. Chemisch wie Freieslebenit, aber rhombisch. Flächenreiche $\times\times$. Auch in sonstigen Eigenschaften dem Freieslebenit ähnlich. Příbram, Bräunsdorf.

Gruppe des Bournonits.



Rhombisch, wahrscheinlich isomorph.

Boulangerit. $Pb_3Sb_2S_6$. ($= 3PbS, Sb_2S_3$). Rhomb.

$\times\times$ nicht bekannt, derbe, feinkörnige Massen oder faserige Aggregate, die dichtem Federerz gleichen.

Etwas spröde, $H = 2\frac{1}{2}-3$. $G = 5,8-6$. Dunkel bleigrau, oft seidenartig glänzend, undurchs., nicht selten mit gelben Flecken von Antimonocker.

58,9 Pb, 22,8 Sb, 18,3 S. v. d. L. leicht schmelzbar. Pb- und Sb-Reaction.

In Masse zu Molières, Dép. du Gard, sonst spärlich. Ober-Lahr, Wissen an der Sieg, Wolfsberg, Bottino in Toscana, Nasafeld in Lappland; Nertschinsk.

Bournonit. Spiesglanzbleierz. $CuPbSbS_3$ ($= 2PbS, Cu_2S, Sb_2S_3$). Rhomb.

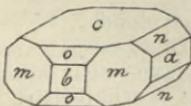


Fig. 284.

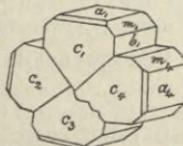


Fig. 285.

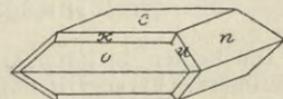


Fig. 286.

$\times\times$ dicktafelig durch Vorherrschen der Basis, seltener nach einer Axe säulenförmig gestreckt. $m = \infty P$ ($93^\circ 40'$), $c = \infty P$, $a = \infty P\infty$, $n = P\infty$ ($96^\circ 13'$), $b = \infty P\infty$, $o = P\infty$ ($92^\circ 34'$), $x = \frac{1}{2} P\infty$,

$u = \frac{1}{2}P$. Zw. nach ∞P häufig, theils Juxtapositionszw. und dann bei der ungefähren Rechtwinkligkeit von ∞P einfachen Individuen ähnlich, theils kreuzförmige Penetrationszw.; auch wiederholte polysynthetische und cyclische Zwillingsbildung, welche im Verein mit der häufigen reihenförmigen Parallelverwachsung charakteristische, an Zahnräder erinnernde Gestalten (Rädelerz) Fig. 285 erzeugt. — Derb, körnige bis dichte Massen, auch eingesprengt.

$\infty P \infty$ selten deutlich, Br. muschlig; spröde. $H = 2\frac{1}{2}-3$, $G = 5,7-5,9$. Starker fettartiger Mgl. auf frischem Bruch; stahl- bis bleigrau und eisenschwarz, Str. grau.

42,6 Pb, 13 Cu, 24,6 Sb, 19,8 S. Im reinen Bournonit niemals Silber! — v. d. L. leicht zu schwarzer Kugel schmelzbar; Blei- beschlag; der Rückstand mit Soda Kupferkorn.

Wichtiges Blei- und Kupfererz! Auf Gängen neben Blei- und Antimonerzen. Neudorf, Wolfsberg, Clausthal. Bräunsdorf; Horhausen; Příbram; Kapnik; Nagyag; Servoz in Piemont; Cornwall (mehrorts z. B. St.-Endellion, Liskeard); Pontgibaud und Alais; Mexiko; Bolivia; Chile; Peru.

Aehnliche Mineralien neben Fahlerz die sogen. Bleispiessglanze. — Wölchit von Wölch und Olsa bei Friesach in Kärnten sind theilweise zersetzte Bournonitkrystalle genannt.

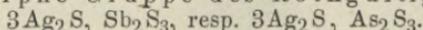
Stylotyp, Fe- und Ag-haltiger Bournonit (ca. 8% Ag) von Copiapo, Chile; bündelartig gruppirte Prismen. Tief eisenschwarze Farbe und Strich. v. d. L. zur magnetischen Kugel schmelzend.

Nadel erz (Patrinit), $Cu Pb Bi S_3 (= 2Pb S, Cu_2 S, Bi_2 S_3)$, also ein Wismuth-Bournonit. Nadelförmige, längs gefurchte und quer geknickte oder gebogene $\times\times$ ohne deutliche Enden. # nach einer Verticalfläche. Br. muschlig, spröd. $H = 2\frac{1}{2}$. $G = 6,7-6,8$. Mgl., blei- bis stahlgrau; oft bunt, namentlich bräunlich angelaufen und mit gelblich-grünem Ueberzug. — v. d. L. leicht schmelzbar. Neben Gold auf Quarzgängen im Granit von Beresowsk und im Staate Georgia.

Wittichenit (Kupferwismuthglanz), $Cu_3 Bi S_3 (= 3Cu_2 S, Bi_2 S_3)$. Rhomb. $\times\times$ tafelförmig, selten. Derb und eingesprengt. Br. uneben, feinkörnig; milde. $H = 2\frac{1}{2}$. $G = 4,3-4,5$. Bleigrau, Str. schwarz. 38,4 Cu, 42,1 Bi, 19,5 S; mehr Bi rührt von Einmischung her. — v. d. L. mit Aufschäumen schmelzend, Bi-Beschlag, mit Soda Kupferkorn. Wittichen im Schwarzwald.

Dieser Reihe Mineralien gehören auch wohl die derben, fahlerzartig aussehenden und fahlbandartig vorkommenden Studerit und Annivit aus Wallis an, die etwas Fe und Zn enthalten. Im Annivit ist auch Bi vorhanden; nur durch grösseren Sb- und kleineren Bi-Gehalt vom Annivit unterschieden ist der Falkenhaynit von Joachimsthal.

Isomorphe Gruppe des Rothgültigerzes.



Hexagonal (Rothgültig) und monoklin (Feuerblende).

Die beiden in ihren krystallographischen Verhältnissen sehr ähnlichen Rothgültigerze (Pyrargyrit und Proustit) sind chemisch gut charakterisirt. Eine wesentliche Mischung beider kommt nicht vor, vielmehr liegt in den Fällen, wo die Analyse einen beträchtlichen Procentsatz von As neben Sb und umgekehrt nachweist, nicht isomorphe Mischung, sondern erkennbare Verwachsung vor. — Auf Grund der dunkleren oder lichtereren Farbe sind beide mit Sicherheit nicht immer zu unterscheiden, wohl aber mit Hülfe ihres Strichpulvers, daneben durch den Rhomboederwinkel und das spec. Gew.

Pyrargyrit. Antimonsilberblende, Dunkles Rothgültig. Ag_3SbS_3 ($= 3\text{Ag}_2\text{S}, \text{Sb}_2\text{S}_3$). Rhomboedr. hemimorph. $a : c = 1 : 0,7892$.

Flächenreich; die Flächen nach der Häufigkeit geordnet: $n = \infty P_2$; $z = -\frac{1}{2}R$ ($137^\circ 55'$, längs gestreift); $q = -\frac{5}{5}R^{\frac{7}{5}}$; $k = \infty R$ (als trigonales Prisma ausgebildet); $h = R_3$ ($144^\circ 48'$, $105^\circ 35'$, || den Seitenkanten von P gerieft); $l = \frac{1}{4}R_3$; $P = R$ ($108^\circ 38'$); $\frac{2}{3}P_2$; $f = R_5$; $s = \frac{1}{4}R$; $c = oP$ (selten, rau und

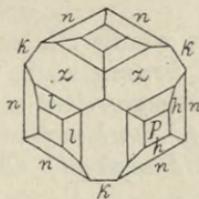


Fig. 287.

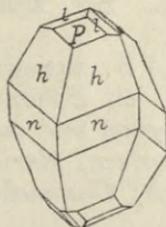


Fig. 288.

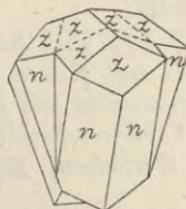


Fig. 289.

drusig). Die typischen Rhomboeder und Skalenoeder sind entweder nur positiv oder nur negativ und treten niemals in beiden Stellungen auf. Habitus: gewöhnlich prismatisch durch Vorwalten von n , und mit stumpfer Endbegrenzung durch z und P (Fig. 287) oder skalenoedrisch durch Vorherrschen von h (Fig. 288). Die Hemimorphie äussert sich am auffälligsten in der Ausbildung von ∞R als trigonales Prisma. — Häufig Zwillinge und Zwillinggruppierung (z. Th. bouquetartig) nach $s = \frac{1}{4}R$, wo je 2 Flächen z und deren Endkanten in dieselbe Richtung fallen müssen; auch cyclische Vierlinge Fig. 289; seltener nach P , n und z . — Derb, eingesprengt, als Anflug und dendritisch.

P , ziemlich vollk., nach z unvollkommen. Br. muschlig bis splittrig; etwas spröd. $H = 2\frac{1}{2}$, $G = 5,85$, wenn As-haltig $5,77-5,85$. Metallartiger Diamantgl., durchscheinend bis undurchs. Im auffallenden Licht schwarz bis grauschwarz, im durchfallenden röthlich bis purpurfarben.

59,8 Ag, 22,5 Sb, 17,7 S; gewöhnlich ein wenig As enthaltend. — v. d. L. leicht schmelzend, die Kohle weiss beschlagend unter Hinterlassung eines Silberkorns.

Wichtiges Silbererz! Auf Gängen in Gesellschaft anderer Silbermineralien neben Bleiglanz; Kalkspath die gewöhnliche Gangart. Andreasberg; Freiberg; Gonderbach in Westfalen; Příbram; Schemnitz, Kremnitz; Guadalcanal in Spanien; Cornwall. Mexiko (häufig, Zacatecas, Guanozuato); Idaho; Chile.

Aehnliche Mineralien sind Cuprit, Miargyrit, Rotheisen, Zinnober.

Proustit. Arsensilberblende. Lichtes Rothgültig. Ag_3AsS_3 ($= 3\text{Ag}_2\text{S}, \text{As}_2\text{S}_3$). Rhomboedr. hemimorph. $a : c = 1 : 0,8038$.

Krystallographische Entwicklung wie beim Pyrargyrit, doch die Hemimorphie noch nicht direct beobachtet und nicht so flächenreich. $h = R_3$ ($144^\circ 42'$, $105^\circ 21'$); $n = \infty P_2$; $z = -\frac{1}{2}R$ ($137^\circ 14'$);

— R_2 ; $P = R (107^\circ 48')$; $k = \infty R$. Basis mit Sicherheit noch nicht beobachtet. Zumeist skalenoedrischer Habitus durch R_3 . Auch hier entweder nur positive oder negative Rhomboeder und Skalenoeeder. Zw. am häufigsten nach $s = \frac{1}{4}R$; seltener nach P , c und z . — Derb, eingesprengt, als Anflug und dendritisch.

P unvollk., Br. muschlig; etwas spröde. $H = 2\frac{1}{2}$; $G = 5,57$, wenn Sb-haltig 5,58—5,64. Diamantgl., halbdurchs. bis durchscheinend. Im reflectirten Licht schwarz bis röthlichschwarz, im durchfallenden zinnoberroth. Str. und Pulverfarbe scharlach- bis zinnoberroth.

65,5 Ag, 15,1 As, 19,4 S; zuweilen ein wenig Sb enthaltend. — v. d. L. auf Kohle leicht ein Silberkorn; Arsengeruch.

Vorkommen wie Pyrargyrit und meist untergeordnet neben demselben. Vorherrschend: Annaberg, Marienberg, Joachimsthal im Erzgebirge; Wittichen; Markkirch; Chalanches im Dauphiné; Chañarcillo in Chile.

Grosse Analogie der krystallographischen Verhältnisse zwischen Rothgültig und Calcit.

Feuerblende (Pyrostilpmit), monokl., $\times\times$ klein und zart, meist Zw. nach $\infty P\infty$, dünntafelig nach $\infty P\infty$, gewöhnlich büschelig gruppirt. # $\infty P\infty$. $H = 2$, $G = 4,2-4,3$. Perlmutterartiger Diamantgl., durchscheinend, hyacinthroth. Begleiter des Pyrargyrits, aber selten und nur in zierlichen $\times\times$. Andreasberg, Wolfach, Freiberg, Příbram, Chañarcillo.

Rittingerit. Formel und Stellung im System fraglich. Wesentlich Ag As mit etwas Se. Monoklin. $\beta = 90^\circ 34'$. Sehr kleine, nach oP tafelige $\times\times$ von dunkelbrauner bis schwarzer Farbe. Str. orange. Hyacinthfarbig durchscheinend. Joachimsthal, Kupferberg in Schlesien, Felsöbanya, Chañarcillo.

Gruppe der Fahlerze.

Auf Grund der chemischen Zusammensetzung zerfallen die in ihren krystallographischen und physikalischen Merkmalen durchaus übereinstimmenden und daher früher als eine Art betrachteten Fahlerze in mehrere, jedoch als Folge isomorpher Mischung nicht scharf getrennte Glieder; im Besonderen liegt nicht eine solche scharfe Trennung vor wie beim Rothgültig zwischen dem Antimon- und dem Arsenfahlerz. Sie sind aufgebaut nach der allgemeinen Formel $4RS, As_2S_3$ ($R = Cu_2, Ag_2, Fe, Zn, Hg_2$; $As = As, Sb, Bi$) und lassen sich in der Mehrzahl als isomorphe Mischung von $\left\{ \begin{array}{l} 4(Cu_2FeZn)S, As_2S_3 \\ 4(Cu_2Ag_2FeZn)S, Sb_2S_3 \end{array} \right\}$ auffassen. Alle sind wichtige Kupfererze (26—55% Cu), haben gewöhnlich auch einen Silbergehalt, sehr selten jedoch Blei, das in den meisten Fällen von mechanischer Verunreinigung herrührt. — Die Krystallform ist ausgezeichnet regulär, tetraedrisch-hemiedrisch.

Tetraedrit. Fahlerz. Reg., tetraedr.-hem.

$\times\times$ oft flächenreich und schön ausgebildet; Habitus gewöhnlich ausgeprägt tetraedrisch, seltener rhombendodekaedrisch (Tennantit, Schwazit). $P = \frac{O}{2}$ (gewöhnlich glänzend und oft || den Kanten gestreift); $o = \infty O$; $l = \frac{2O_2}{2}$; diese 3 Flächen treten wohl allein auf, dazu häufiger in Combination $e = -\frac{O}{2}$ (oft rauh); $f = \infty O\infty$;

$n = \frac{30}{2}$; $r = -\frac{20_2}{2}$; $s = \infty O_3$. — Sehr selten Ergänzungszw., dagegen häufig Penetrationszw. nach O, wodurch nasenartige Vorsprünge auf den Tetraederflächen erzeugt werden. Die $\times\times$ mehrerer Fundorte (Clausthal; Wolfach; Cornwall) tragen zuweilen einen feinkrystallinischen Ueberzug von Kupferkies, seltener von Zinkblende (Kapnik), wobei die Axen der aufsitzenden Kryställchen \parallel den Axen des Fahlerzes orientirt sind. — Derb, eingesprenzt, körnig oder dicht.

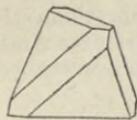


Fig. 290.

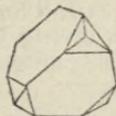


Fig. 291.

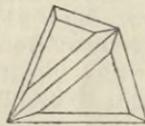


Fig. 292.

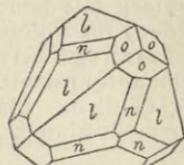


Fig. 293.

O sehr unvollkommen und selten wahrnehmbar. Br. muschlig bis uneben. H = 3–4; G = 4,36–5,36. Mgl., undurchs. Stahlgrau bis eisenschwarz, nicht selten bunt angelaufen. Str. schwarz, in den Zn-reichen Varietäten röthlichbraun.

Chem. Zus. mannigfach, s. unten. — v. d. L. leicht zu einer grauen Kugel schmelzend, welche abgeröstet auf Cu und Fe reagirt. Von Königswasser vollständig zersetzt; sonst chem. Verhalten je nach der Zusammensetzung verschieden.

Vorkommen selten fahlbandartig und als Imprägnation des Kupferschiefers; am häufigsten auf Gängen in krystallinischen Schiefen und im paläozoischen Gebirge neben sulfidischen Erzen (Kupferkies, Blende, Bleiglanz, Bournonit) und Quarz, Spatheisen, Schwefelspath als gewöhnlichen Begleitern: Clausthal, Freiberg, Siegen, Dillenburg, Horthausen, Příbram; zu Kapnik auf Gängen in Trachyt; vielorts in Cornwall auf Gängen neben Zinnstein, Kupferkies, Kupferglanz. Californien; Mexiko; Chile; Bolivia etc.

Es lassen sich unterscheiden:

1. Arsenfahlerz (Lichtes Fahlerz). $4(Cu_2Fe, Zn)S, As_2S_3$ mit ca. 38 bis 55% Cu, 2–8 Fe, 0–9 Zn, 18–20 As, 25–28 S; nur mit Spuren von Sb, frei von Ag und Hg. Gewöhnlich von lichterer Farbe. — Hierher Tennantit, besonders kupferreich, Cornwall, Skutterud; Julianit, fast reines Cu-Fahlerz, geringe Härte, kleine traubige $\times\times$ -Gruppen in und auf Kalkspath von Rudelstadt in Schlesien, Kupferblende, Zn-reich (ca. 9%) von Freiberg; Sandbergerit, Zn-reich und etwas Sb-haltig von Morococha in Peru.

2. Antimonfahlerz (Dunkles Fahlerz, Schwarzerz). $4(Cu_2Ag_2FeZn)S, Sb_2S_3$; mit ca. 30–38 Cu, 1–4 Fe, 1–4 Zn, 20–29 Sb, 22–25 S und etwas As; häufig Ag-haltig (bis zu 32%) und dann wichtiges Silbererz (Silberfahlerz, dunkles Weissgültigerz, Freibergit. Licht stahlgrau bis eisengrau. Bräunsdorf, Neudorf, Clausthal, Wolfach). — Hierher auch das Quecksilberfahlerz (Schwatzit, Spaniolit), bis zu 17% Hg. Mit Soda sublimirt Hg. Auf Gängen. Kotterbach und Igló in Ungarn; früher bei Schwatz in Tyrol, Moschellandsberg; durch Umwandlung kann sich Zinnober bilden. — Aptonit ist derbes Silberfahlerz von Wernskog in Wermland.

3. Antimonarsenfahlerz. Isomorphe Mischung von 1 und 2 in den verschiedensten Verhältnissen, wobei auch etwas Co und Bi eintreten kann. Ag gewöhnlich nur in geringer Menge. Neben 2 das gewöhnlichste Vorkommen.

Als Anhang: Lichtes Weissgültigerz, derbes bleigraues Mineral von Freiberg, vorwiegend Pb und fast gar kein Cu, dagegen Ag-haltig; ist entweder ein besonderes Bleifahlerz oder ein Gemenge. —

Polytelit ist z. Th. lichtiges, z. Th. dunkles Weissgültigerz (Silberfahlerz). Malinowskit ist ein Silberbleifahlerz mit verhältnissmässig geringem Cu-Gehalt. Fournetit, Rionit (von Cremenz in der Schweiz, Bi-haltig) und Clayit sind wahrscheinlich Gemenge von Fahlerz mit anderen Mineralien.

Jordanit. $Pb_4As_2S_7$ (= 4PbS, As_2S_3). Rhomb. In Folge von Zwillingbau nach ∞P hexagonaler Habitus mit zahlreichen Pyramiden neben vorherrschender Basis. $\# \infty P \infty$ vollk. Dunkelbleigrau; Str. schwarz. Selten zusammen mit dem sehr ähnlichen Binnit und Dufrenoyisit (durch Strich unterschieden) im Dolomit des Binnenthals. Nagyag.

Meneghinit. $Pb_4Sb_2S_7$ (= 4PbS, Sb_2S_3). Rhomb. Wahrscheinlich isomorph mit Jordanit. Längsgestreifte Nadeln, faserig und derb; dem Antimonglanz ähnlich. Starker Mgl., bleigrau. Im Smirgel zu Schwarzenberg in Sachsen; Bottino in Toscana; Goldkronach.

Sprödglasserz. Melanglanz, Stephanit, Schwarzgültig. Ag_5SbS_4 (= 5 Ag_2S , Sb_2S_3). Rhomb.

XX mit hexagonalem Habitus, dick tafelig oder säulig, oft rosetten- oder treppenartig gruppirt. $o = \infty P$ ($115^\circ 39'$); $c = oP$; $p = \infty P \infty$; $P = P$ ($130^\circ 16'$ vorn, $104^\circ 20'$ Mittel.); $i = 2P \infty$; $a = \frac{1}{2}P$; $n = \infty P \infty$. Die Combinationen und Zwillinge erinnern an Kupferglanz. Zw. sehr häufig nach ∞P , gewöhnlich zu Drillingen verbunden wie am Aragonit. — Derb, eingesprengt, als Anflug.

Deutliche $\#$ fehlt. Br. muschlig bis uneben; milde (Sprödglasserz, Röschgewächs im Gegensatz zu dem geschmeidigen Silberglanz, Weichgewächs). $H = 2-2\frac{1}{2}$. $G = 6,2-6,3$. Bleigrau bis eisenschwarz; durch Anlaufen mattschwarz, selten bunt.

68,4 Ag, 15,4 Sb, 16,2 Sb, etwas isomorph. As, Fe und Cu. — v. d. L. decrepitirend, Sb-Beschlag und dunkelgraue Kugel liefernd, welche mit Soda ein Silberkorn giebt. Von heisser verdünnter Salpetersäure unter Abscheidung von S und Sb_2O_3 gelöst.

Wichtiges Silbererz! Neben anderen Silbermineralien auf Silbererzgängen, z. B. Erzgebirge (Freiberg, Joachimsthal etc.); Andreasberg; Wolfach; Příbram; Schemnitz, Kremnitz, Comstock-lode; Zacatecas. Peru etc.

Ähnliche Mineralien cfr. Kupferglanz.

Geokronit. $Pb_5Sb_2S_8$. Rhomb. Wahrscheinlich isomorph mit Stephanit. XX sehr selten; meist derb; $\#$ prismatisch, Br. muschlig. Mild. $H = 2-3$. $G = 6,43-6,54$. Licht bleigrau, schwarz anlaufend. Sala; Meredo in Galicien (Spanien), Pietrosanto in Toscana.

Kilbrickenit. $Pb_6Sb_2S_9$ (= 6PbS, Sb_2S_3). Derb, körnig blättrige bis dichte Massen. $H = 2-2\frac{1}{2}$. $G = 6,4$. Bleigrau. Kilbricken in Irland.

Beegerit. $Pb_6Bi_2S_9$. Reg. XX sehr klein, O, $\infty O \infty$, prismatisch verlängert. Derb $\# \infty O \infty$ vollkommen; $G = 7,273$. Starker Mgl., dunkelbleigrau. Löst sich schnell in heisser Salzsäure. Baltic-lode, Park Co, Colorado.

Polybasit. Eugenglanz. Mildglanz. (Ag_2Cu_2)₉ Sb_2S_{12} (= 9(Ag_2Cu_2)S, Sb_2S_3). Rhomb.

Hexagonaler Habitus, sechsseitige Tafeln mit charakteristischer Dreiecksstreifung. ∞P (fast 120°); $\circ\text{P}$; P. — Derb und eingeprengt.

$\circ\text{P}$ unvollk., Br. uneben; milde. $\text{H} = 2-2\frac{1}{2}$. $\text{G} = 6$ bis 6,25. Eisenschwarz, in dünner Schicht roth durchscheinend. Str. schwarz.

64—72 Ag, 3—10 Cu, 16—17 S mit isom. As und auch etwas Fe. — v. d. L. decrepitirend und sehr leicht schmelzbar; giebt eine metallische Kugel, die mit Phosphorsalz auf Cu reagirt und mit Blei abgetrieben ein Silberkorn liefert.

Auf Silbererzgängen neben anderen Ag-Mineralien. Freiberg; Andreasberg; Příbram; Schemnitz; Mexiko; Tres Puntos in Chile.

Aehnliche Mineralien cfr. Kupferglanz.

Polyargyrit. $\text{Ag}_{24}\text{Sb}_2\text{S}_{15}$ (= 12 Ag_2S , Sb_2S_3). Reg. $\times\times$ sehr klein und verzerrte Combinationen von \circ , $\infty\text{O}\infty$, ∞O . # $\infty\text{O}\infty$. Geschmeidig. $\text{H} = 2\frac{1}{2}$. $\text{G} = 6,974$. Dunkelbleigrau bis eisenschwarz. 78% Ag. Schmilzt leicht zur schwarzen Kugel, die ein Silberkorn liefert. Wolfach.

c. Sulfarseniate und Sulfantimoniate.

Die wenigen hierher gehörigen Mineralien leiten sich von der normalen Sulfarsen-, resp. Sulfantimonsäure AsS_3 und SbS_3 ab.

Gruppe des Enargit.

Enargit. Cu_3AsS_4 (= 3 Cu_2S , As_2S_5). Rhomb.

$\times\times$ gewöhnlich nach der Verticalaxe gestreckt und parallel derselben gestreift. ∞P ($97^\circ 53'$); $\infty\text{P}\infty$; $\circ\text{P}$; dazu $\text{P}\infty$ ($100^\circ 58'$). Durchkreuzungszwillinge zuweilen nach $\infty\text{P}\sqrt[3]{2}$ nach Art des Alexandrits; Zw. nach ∞P ? — Gewöhnlich derb, in körnigen, strahligen bis späthigen Aggregaten, auch feinkörnig.

∞P ausgezeichnet, ausserdem noch nach $\infty\text{P}\infty$ und $\infty\text{P}\infty$ deutlich, $\circ\text{P}$ undeutlich; spröde. $\text{H} = 3$. $\text{G} = 4,36-4,47$. Blendeartiger, nicht ganz vollkommener Mgl., stahlgrau bis eisenschwarz; Str. schwarz.

48,3 Cu, 19,1 As, 32,6 S mit etwas Fe und Zn statt Cu und etwas Sb statt As. — v. d. L. As-Geruch und auf Kohle mit Soda Kupferkorn; in Salpetersäure unter Abscheidung von S löslich.

Auf Gängen. In Europa selten, bei Parad in Ungarn, Briaxlegg in Tirol. In Amerika stellenweise in Menge und ein wichtiges Kupfererz bildend; es lässt sich von Californien über Mexiko, Neugranada und Peru bis nach Chile verfolgen; ebenso wird es auch noch in Argentinien wichtig. In Masse von Morococha in Peru, Cerro de Mejicana und Las Capillitas in Argentinien. An letzteren Orten auch schöne $\times\times$. Ausserdem bei Mancayan auf Luzon.

In den $\times\times$, wie in strahligen Partien Aehnlichkeit mit in Pyrolusit umgewandelten Manganit.

Luzonit, genau wie Enargit zusammengesetzt. Derb, feinkörnig, ohne Andeutung von $\#$, röthlich stahlgrau; schwarzer Str. $H = 3\frac{1}{2}$. $G = 4,42$. Mancayan auf Luzon. Neben Enargit und Famatinit von der Sierra de Famatina.

Clarit, ebenfalls wie Enargit zusammengesetzt, soll aber monoklin sein. In bleigrauen Nadeln büschelartig in Schwerspathtafeln der Grube Clara bei Schapbach eingewachsen. Vollkommen $\#$ nach einer Richtung. $H = 3\frac{1}{2}$. $G = 4,46$. Str. schwarz.

Famatinit. $Cu_3SbS_4 (= 3Cu_2S, Sb_2S_5)$, also das dem Enargit entsprechende Sulfantimoniat. Nach *vom Rath* isomorph mit Enargit, aber da er im Aussehen (röthlich stahlgraue Farbe und Mangel an $\#$ etc.) dem Luzonit völlig gleicht, so diese Isomorphie fraglich. $G = 4,57$. Enthält isomorph beigemengtes As bis zu 9%. Sierra de Famatina.

Epiboulanzorit. $Pb_3Sb_2S_8 (= 3PbS, Sb_2S_5)$, also chemisch ein Blei-Famatinit; in nadelförmigen, dem Antimonit ähnlichen Aggregaten mit pinakoidaler $\#$. Altenberg in Schlesien.

Xanthokon. $Ag_3AsS_4 (= 3Ag_2S, As_2S_5)$. Hexag. rhomboedr. $\times \times$ sehr dünne hexagonale Täfelchen mit rhomboedr. Abstumpfungen und kleine nierige Aggregate. $\#$ R und oR; etwas spröde. $H = 2-2\frac{1}{2}$. $G = 5-5,2$. Diamantgl., durchs., orange bis gelblich braun. 64% Ag. Grube Himmelsfürst bei Freiberg, Kupferberg in Schlesien, Grube Sophie bei Wittichen.

Epigenit. $(Cu_2)_4Fe_3S_7. As_2S_5?$ Rhomb. $\times \times$ klein, kurz säulenförmig. $\infty P (110^\circ 50')$. Br. körnig, $H = 3\frac{1}{2}$. Stahlgrau, schwarz und blau anlaufend. Str. schwarz. Auf Baryt aufsitzend von der Grube Neuglück bei Wittichen.

d. Sulfostannate und Sulfogermanate.

Zinnkies (Stannin). Cu_2FeSnS_4 . Reg. tetr. hem. $\times \times$ sehr selten. $\infty O \infty$ und $\infty O \infty, \frac{O}{2}$; bei Tambillo in Peru auch grössere $\frac{2O_2}{2}$. — Derb, eingesprengt, feinkörnig und dicht. Spröd. $H = 4$. $G = 4,3-4,5$. Mgl., stahlgrau ins Gelbe. Str. schwach. Formel nicht sicher gestellt, da Kupferkies, mit dem er zusammen vorkommt, in kleinen Partikeln eingesprengt ist; ca. 29 Cu, 13 Fe, 28 Sn, 30 S; Fe wird z. Th. durch Zn ersetzt. Durch Salpetersäure unter Abscheidung von SnO_2 und S zersetzt. Selten, in kleinen Mengen mehrorts in Cornwall; Tambillo in Peru. — Plumbostannit, vielleicht Gemenge der dem Zinnkies analogen Verbindung $Pb(FeZn)SnS_4$ mit Antimonit oder isomorphe Mischung derselben mit Fahlerz.

Argyrodit. Ag_6GeS_5 . Monoklin. $\beta = 110^\circ$. $\times \times$ sehr klein, zu warzigen Gruppen dicht vereint. $H = 2\frac{1}{2}$. $G = 6,085$. Spröd ins Milde. Mgl., stahlgrau, auf frischem Br. ins Röthliche. 75 Ag, 7 Ge, 18 S. Sitzt auf Markasit auf. Grube Himmelsfürst bei Freiberg.

III. Klasse. Oxyde.

Sauerstoffverbindungen.

In dieser Klasse sind alle diejenigen Mineralien aufgeführt, die ihrer chemischen Constitution nach Verbindungen

1. der Elemente mit Sauerstoff allein (einfache Oxyde),
2. zweier Oxyde mit einander (zusammengesetzte Oxyde) und
3. Oxyde mit Hydroxylgruppen resp. Wasser (Hydroxyde)

darstellen. — Nach ihrer chemischen Rolle sind darunter Oxysäuren und Oxybasen, häufiger noch deren Anhydride und auch gewisse, als Oxysalze zu deutende Verbindungen begriffen.

1. Abtheilung. Einfache Oxyde. (Anhydride von Oxysäuren und Basen.)

Eis (Wasser). H_2O . Hexag. rhomboedr.

Sechseitige Tafeln, Nadeln, Krystalskelete und Zwillingsbildungen. Als Schneeflocken und Reif meist sechs-, selten vierstrahlig; körnig als Gräupel, Hagel und Firn; in compacten Schichten und Krusten als Eis der Seen und Flüsse, sowie als Gletschereis; als Wasser bei Temperaturen über 0° . Homogen und in körnigen, faserigen und stängligen Aggregaten. Stalaktiten (Eiszapfen).

Keine ausgesprochene $\#$. Br. muschl. $H = 1\frac{1}{2}$. $G = 0,9175$. Farblos, in dicker Schicht bläulich oder grünlich. Homogene Eisplatten zeigen das Interferenzbild opt. 1-axiger $\times\times$.

Vorkommen bekannt.

Isodimorphe Gruppe der Sesquioxyde des Arsens und Antimons; wahrscheinlich auch des Wismuths.

α . Arsenitreihe (regulär).

Arsenit. Arsenolith. Arsenblüthe. As_2O_3 . Reg.

Künstliche $\times\times$ bilden Oktaeder mit oktaedr. $\#$. In der Natur als weisser, mehlig oder haarförmiger Ueberzug und Anflug auf verwitternden As-Erzen.

$\#$ O unvollk. $H = 1\frac{1}{2}$. $G = 3,69-3,72$. Farblos und weiss, durchs. bis durchschein.

75,78 As; sublimirt bei 220° vollständig ohne zu schmelzen (Hüttenrauch, Arsenikmehl) und geht dabei in amorphes weisses Arsenikglas über; letzteres verwandelt sich beim Liegen in ein

porzellanartiges, kryptokrystallines Aggregat. — Auf Kohle As-Geruch; löslich in Salz- und Salpetersäure.

Verwitterungsproduct, namentlich des Arsenkieses. Andreasberg, Joachimsthal, Markkirch etc. — Wird beim Rösten von As-Erzen als Nebenproduct gewonnen.

Senarmontit. Sb_2O_3 . Reg.

In Oktaedern, deren Flächen zuweilen gekrümmt sind. Derb, körnig und dicht.

O unvollk. Br. uneben, wenig spröd. $H = 2 - 2\frac{1}{2}$. $G = 5,22$ bis $5,30$. Ausgezeichneter Diamant- und Fettgl. Farblos, weiss und grau, durchs. bis durchschein. Abnormes opt. Verhalten.

83,32 Sb. — v. d. L. Sb-Reaction, sublimirt vollständig; in Salzsäure löslich.

Sansa in Constantine; Perneck in Ungarn, Southham in Canada.

β. Valentinitreihe (rhombisch, bezw. monoklin).

Valentinit. Antimonblüthe. Weissspiessglanzerz. Sb_2O_3 . Rhomb.

XX einzeln oder zu Büscheln vereinigt; prismatisch nach der Brachy-, seltener nach der Verticalaxe oder tafelig nach $\infty P\infty$. ∞P ($137^\circ 15'$ im Mittel), $\frac{5}{4} P\infty$. — Derb, in stängligen, auch schaligen Aggregaten; in Pseudomorphosen nach Antimon, Antimonit und Antimonblende.

$\infty P\infty$ vollk., mild, zerbrechlich. $H = 2\frac{1}{2} - 3$. $G = 5,6$. Diamantgl., auf Spaltflächen Perlmgl., weisslich und grau in verschiedenen Tönen, selten roth; durchs. bis durchschein.

83,32 Sb. — Schmilzt leicht und sublimirt vollständig. Sb-Reaction; in Salzsäure löslich.

Verwitterungsproduct, namentlich des Antimonits. Wolfsberg am Harz, Horhausen, Bräunsdorf, Příbram, Perneck, Felsöbanya, Allemont, Sansa.

Claudetit. As_2O_3 . Früher für rhomb. und isomorph mit Valentinit gehalten, dessen Winkel sich wiederfinden. Die XX sind jedoch monoklin und die beobacht. rhomb. Symm. erklärt sich durch Zwillingbildung. Daher bedarf das System des Valentinitis ebenfalls noch der Revision. — Selten, in dünnen Blättchen auf Arsenkies der San Domingo-Gruben in Portugal. — Vielleicht gehört auch der haarförmige Arsenit hierher; künstlich bei Hüttenprocessen und Grubenbränden.

Wismuthocker. Bi_2O_3 mit 89,66 Bi. Wahrscheinlich sehr feine rhomb. Nadelchen, die feinerdige zerreibliche, strohgelbe bis graue und grüne Anflüge und Ueberzüge auf Bismutit und Emplektit bilden; auch eingesprengt. In Salpetersäure leicht löslich. Johann-Georgenstadt, Joachimsthal, Schneeberg.

Cervantit. SbO_2 mit 79 Sb. Rhomb. (?). Sehr feine nadelige XX; derb und als Ueberzug. Gelb bis weiss. $H = 4 - 5$. $G = 4,08$. Unschmelzbar; im Kölbchen nicht flüchtig. Cervantes in Galicien; Pereta in Toscana. Borneo.

Tellurit. TeO_2 mit 80 Te. Rhomb. Sehr kleine prismat. XX, einzeln oder büschelig aggregirt, gewöhnlich aber in kugeligen und halbkugeligen Aggregaten von radialfaseriger Structur. # oP vollk. Gelblich bis graulich-weiss; auf der Spaltfläche Diamantgl., sonst wachsartiger Glasgl. — Sehr selten; mit ged. Tellur zu Facebay und Zalathna. Colorado.

Molybdänocker. MoO_3 mit 66,7 Mo. Künstliche $\times\times$ rhomb. Eingeprengt, als Anflug. Feinerdig, matt, undurchs. Citron- bis orange gelb. Neben Molybdänit zu Pfisch, Lindås in Schweden, Nummedal in Norwegen. Wolframocker. WO_3 mit 79,3 W. Künstliche $\times\times$ rhomb. Eingeprengt, als Anflug; erdig, grünlichgelb oder gelblichgrün. Huntington, Conn.

Gruppe der säurebildenden Dioxyde.

Theils heteromorph wie SiO_2 und TiO_2 , theils isomorph wie Tridymit und Brookit oder Rutil, Zirkon und Zinnstein.

Quarz. SiO_2 . Hexag. trapez.-tetart. $a : c = 1 : 2,0999$.

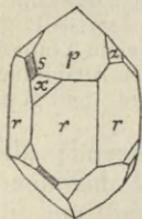


Fig. 294.

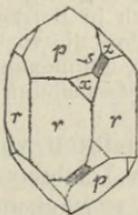


Fig. 295.

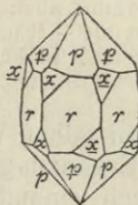


Fig. 296.



Fig. 297.

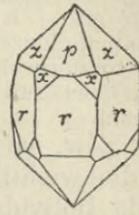


Fig. 298.

$\times\times$ zeigen am gemeinen Quarz holohexagonalen, entweder pyramidalen oder prismatischen Habitus durch gleichmässiges Auftreten von $+R$ und $-R$ in Combination mit ∞R ; am Bergkrystall und am Amethyst ist dagegen nicht selten durch ungleiche Ausbildung von $+R$ und $-R$ rhomboedrischer Habitus oder durch die Ausbildung der Pyr. II O . als trigonale Pyramide (sogen. Rhombenfläche) und der dihexag. Pyr. als Trapezoeder (sogen. Trapezfläche), seltener durch das Prisma II O . der tetartoedrische Habitus ausgeprägt. — Bergkrystalle zuweilen reich an Flächen, namentlich aus der Reihe der positiven spitzeren Rhomboeder und der Trapezoeder; die gewöhnlichsten sind: $p = R$ ($94^\circ 15'$, an den $\times\times$ aus dem Dauphiné selbstständig vorkommend), $z = -R$ ($p^\vee z = 133^\circ 44'$, d. i. der Pyramidenwinkel; zuweilen matt im Gegensatz zu den stets glänzend glatten Flächen von $+R$, was für die Zw. wichtig) $r = \infty R$ ($p^\vee r = z^\vee r = 141^\circ 47'$; ganz allgemein horizontal gestreift und daher die Orientierung mancher stark verzerrter $\times\times$ erleichternd; in Folge des Auftretens spitzerer Rhomboeder in Combination mit r erscheinen dessen Verticalkanten convergent). — Spitzere Rhomboeder, gewöhnlich horizontal gestreift und matt sind: $o = 3R$; $t = 4R$; $v = -\frac{7}{2}R$; $l = -11R$; selten ist das stumpfere $\alpha = -\frac{1}{2}R$. — Tetartoedrisch ausgebildete Formen II O . sind: $s = {}_2P_2$ und $s' = -{}_2P_2$ (beide liegen in den Zonen $[p r]$ und $[z r]$; ihre häufige Streifung läuft stets \parallel der Comb.-Kante mit $+R$); seltener ist $i = \infty P_2$ (Carrara). Von Trapezoederflächen sind am häufigsten solche, die in der Zone $[s r]$ unter $+R$ liegen, also selbst $+R$ sind, während Trapezoeder unter $-R$ weit seltener auftreten, dagegen erscheinen rechte und linke in gleicher Häufigkeit, am gewöhnlichsten sind: $x = 6P^{6/5}$; $u = 4P^{4/3}$. — Basis mit Sicherheit noch nicht beobachtet; wo sie vorkommt, scheint sie eine Abdruckfläche zu sein.

Wie namentlich G. Rose näher ausgeführt, giebt es hinsichtlich ihrer Ausbildung 2 Arten Quarzkrystalle:

1. rechte Qu., bei ihnen treten neben + und - Rhomboedern und der Säule die Flächen s nur rechts von p , positive Trapezoeder unter p rechts, daneben seltener und untergeordnet negative Trapezoeder unter z , diese aber links auf (Fig. 295);

2. linke Qu., neben + und - Rhomboedern, sowie der Säule, erscheint hier s nur links von p , positive Trapezoeder unter p links, daneben seltener und untergeordnet negative Trapezoeder unter z , diese aber rechts (Fig. 294).

Um demnach zu erkennen, ob man es mit rechten oder linken Qu. zu thun hat, ist eine Fläche von + R aufzusuchen. Dieselbe wird am sichersten an der Streifung auf s , falls diese vorhanden ist, erkannt, welche || der Comb.-Kante mit + R verläuft; sonst kommt auch noch in Betracht, dass + R gewöhnlich glänzender ausgebildet ist als - R und dass die vorhandenen Trapezoeder vorzugsweise unter + R auftreten. In Fällen holohexagonaler Ausbildung bedarf es zur Entscheidung der optischen Untersuchung oder der Aetzfiguren.

Zw. sehr häufig, bei den edlen Varietäten vorwiegend; aber da die wichtigsten Gesetze (Ergänzungszw.) solche sind, bei denen beide Individuen in und durch einander gewachsen sind und die Rhomboeder- wie Säulenflächen zusammenfallen, so erscheinen sie auf den ersten Blick als einfache Krystalle, zu deren Erkennung als Zw. entweder die Ausbildung von + R und - R mit glänzenden, resp. matten Flächen oder die Anordnung der Trapezoederflächen oder gar optische und pyroelektrische, resp. Aetzversuche nothwendig werden.

1. Dauphinéer Gesetz. — 2 Individuen gleichen Drehungsinnes sind so durch einander (selten nur an einander) gewachsen, dass die positiven Rhomboederflächen des einen mit den negativen des anderen Krystalls und ebenso die Säulenflächen zusammenfallen. Fig. 296; 2 linke Qu; Fig. 297; 2 rechte Qu.

Für einen Zwilling, der nur von den genannten Flächen begrenzt wird, würde somit ∞R die Zwilling-, d. h. die Symmetrieffläche des Zwillings sein; das gilt aber nicht mehr, sobald auch die Trapezflächen auftreten, denn diese würden sich zu einem Trapezoeder der Hemiedrie, das keine S.-E. hat, ergänzen.

Dieses Zw.-Gesetz findet sich namentlich an den Bergkrystallen der Alpen und des Dauphiné.

2. Brasilianer Gesetz. — 2 Individuen verschiedener Drehung sind so durch einander gewachsen, dass die positiven Rhomboeder beider unter sich, wie auch die negativen Rhomboederflächen zusammenfallen, Fig. 298.

Hier ist ∞P_2 auch für den Fall Zw.- oder Symmetrie-Fläche des Zwillings, dass die Trapezflächen auftreten, denn diese ergänzen sich zu einem Skalenoeder. Oft sind die hierher gehörigen Zwillinge nur aus rechten und linken, parallel der + R-Fläche gelagerten Lamellen aufgebaut, deren Richtung zuweilen auf den Flächen als Streifung hervortritt. Decken sich derartige Lamellen, so lässt sich die Airy'sche Spirale, cfr. S. 130, wahrnehmen.

Brasilianer Zw. sind charakteristisch für den Amethyst; sie finden sich auch an den Schillerquarzen vom Weisselberg bei St.-Wendel.

3. Zw. mit geneigten Hauptaxen ($84^\circ 33'$) nach P_2 mit herzförmigen Habitus; seltener, z. B. am Quarz von Traversella.

Eine eigenthümliche, aber nicht Zw.-Verwachsung findet sich

an manchen windschief gebogenen alpinen Rauchtopen. Mehrere Individuen sind in der Richtung einer Horizontalaxe annähernd parallel mit einander verbunden und zwar derart, dass auch ihre sämtlichen Hauptaxen in gleichem Sinne etwas geneigt sind.

Die $\times\times$ zeigen oft sehr ungleichmässige Flächenausdehnung und Verzerrung, wobei dann die horizontale Streifung der Prismenflächen zur Orientirung dient. Vielfach umschliessen sie auch andere Mineralien (Rutil, Chlorit, Epidot, Asbest, Eisenglanz etc.), ferner enthalten sie Flüssigkeits- und Gaseinschlüsse. Sie erscheinen in Gruppen und Drusen oder sind einzeln ein- und aufgewachsen. — Die Aggregate sind körnig, dicht, stänglig und faserig. Pseudomorphosen.

nach \pm R nur selten ebenflächig und vollk., zumeist undeutlich und nicht wahrnehmbar. Br. muschlig und splittrig; spröde. $H = 7$. $G = 2,5-2,8$ (Bergkrystall $2,65-2,66$). Farblos und mannigfach gefärbt; durchs., trübe und undurchs. Glasgl., auf den Bruchflächen des gemeinen Qu. fettartig. D-Br. positiv, schwach. Für Linie D ist $\omega = 1,54418$, $\varepsilon = 1,55328$. Circularpolarisirend (cfr. S. 128-130), daher Platte \perp zur opt. Axe zwischen irgendwie gekreuzten Nicols niemals dunkel, sondern farbig oder bei geringer Dicke (unter 0,05 mm) grau erscheinend. Bei Rechtsquarzen ändert sich durch Rechtsdrehung des Analysators die Farbe in der Reihenfolge der Brechbarkeit, also von Roth über Gelb nach Violett; bei Linksqu. durch Rechtsdrehung des Anal. die Farbe von Violett über Gelb nach Roth. In Folge von Zwillingsbau die Airy'sche Spirale und opt. Anomalien. — Polare Pyroelektricität in der Richtung der Nebenaxen; durch Reiben + elektrisch.

46,73 Si, 53,27 O; durch geringe Beimengungen verunreinigt und gefärbt. Von Säuren nur durch Flusssäure angegriffen und gelöst; von Kalilauge wenig angegriffen.

Wird an intensiver und extensiver Verbreitung von keinem Mineral übertroffen. Tritt für sich gesteinsbildend in allen Formationen auf; erscheint als Gemengtheil von Eruptiv- und Sedimentär-gesteinen und als Constituent von Mineral- und Erzgängen, sowie auf Mandelräumen massiger Gesteine. Ausserdem lose als Sand und Geröll. Vielfach in Pseudomorphosen nach den verschiedensten Mineralien und als Versteinerungsmedium. Ist seiner Genesis nach bald primär, bald secundär und entsteht sowohl aus dem Schmelzflusse wie aus wässriger Lösung und als Sublimationsproduct.

Die Darstellung des Quarzes gelang auf künstlichem Wege. — Aehnlich können unter Umständen sein: Cordierit, Apatit, Nephelin, Phenakit, Spinell, Beryll, Topas, Korund und Diamant.

Nach morphologischen und structurellen Besonderheiten, ferner nach solchen der Farbe werden eine ganze Reihe, im Aeusseren oft sehr abweichender Varietäten unterschieden.

I. Phanerokrystalline (deutlich krystallisirte) Varietäten.

1. Bergkrystall. Reine, gut auskrystallisirte Quarze, häufig mit tetartoedrischer Entwicklung; zuweilen viele Centner schwer; wasserklar und gefärbt, Rauchtopen, wenn rauchbraun, die Farbe verschwindet beim Glühen, Morion, wenn braunschwarz bis pechschwarz, Citrin, wenn gelb (vielfach durch Glühen des Amethyst künstlich dargestellt). Verwendung als Halb-

edelsteine und zu optischen Gegenständen. — Auf Klüften und Drusenräumen (Krystallkeller), namentlich in krystallinischen Schiefen und Graniten, eingewachsen in körnigen Kalken. Alpen: St.-Gotthard, Pfitsch in Tirol, Bourg d'Oisans im Dauphiné. Hirschberg und Järschau. Baveno, Elba. Ural, Ceylon Madagaskar. Kleine wasserklare und rundum ausgebildete $\times\times$ aus dem Marmor von Carrara; aus dem Sandstein von Herkimer in New-York. Lose im Flusssand: Marmaroscher Diamanten, Rheinkiesel.

2. Amethyst. Derbstrahlig und stänglig, in Pyramiden auslaufend; auf den Verwachsungsflächen meist festungsartig gestreift; zu Drusen verbunden. Optisch charakterisirt durch lagenartigen Aufbau aus rechtem und linkem Quarz. In den reinen und zu Schmucksteinen verwendeten Vorkommnissen violett und durchsichtig, sonst auch wohl ungleich gefärbt, pflaumenblau, nelkenbraun, grünlichweiss. Vorkommen ausgezeichnet auf Mandelräumen (Achatmandeln), namentlich des Melaphyrs: Oberstein, Ilfeld, Kosakow in Böhmen; auf Gängen und Klüften in krystallinischen Schiefen und im Granit: Zillerthal (Scepterquarze), Mursinsk. Auf Erzgängen: Schemnitz, Guanoxuato. Als Geschiebe: Spanien, Ceylon, Brasilien.

3. Gemeiner Quarz. Holohehexagonaler Habitus der Combination $+R$, $-R$, ∞R . $\times\times$ ein- und aufgewachsen. Durchsichtig, häufiger trübe. Derb, eingesprengt und lose. Vork. sehr mannigfach. Als Gemengtheil von Eruptivgesteinen: Granit, Quarzporphyr (Stollberger Diamanten), Quarztrachyt; von krystallinischen Schiefen: Gneiss, Glimmerschiefer etc.; ferner als alleiniger oder vorherrschender Gemengtheil vieler Sedimentgesteine: Quarzit, Sandstein. Auf selbständigen Gängen und als wesentliches Gangmineral der meisten Erz- und Mineralgänge. Als Geschiebe in vielen Conglomeraten und lose, namentlich als Sand jüngerer Formationen, des Meeres, der Seen und der Flüsse. In Pseudomorphosen nach zahlreichen Mineralien, nach Flussspath, Kalkspath, Baryt etc. — Abgesehen von den Unterschieden des geologischen Vorkommens (Eruptiv- und Gangquarz) unterscheidet man beim gemeinen Qu wohl noch

1. nach der Structur:

Kappenquarz, Schlaggenwald. — Festungsquarz, Clausthal. — Babylonquarz, treppenartig aufgebaut. Beeralstone in Devonshire. Faserquarz, wenn feinfaserig, wohl nur Pseudomorphosen nach Gyps, Calcit. Hierher das Katzenauge, grünlichgrau, Quarz pseudomorph nach und z. Th. noch erfüllt mit Asbest. Ceylon, Treseburg, Fichtelgebirge, und das Tigerauge, braun bis blau, dünnplattige Schichten bildend, am Cap; Quarz pseudomorph nach Krokydolith. — Sternquarz, radial strahlig. Starckenbach in Böhmen. — Zellquarz, zellig, zerhackt, meist in Folge von Pseudomorphosenbildung und partieller Auslaugung: Andreasberg.

2. nach der Farbe:

Eisenkiesel, durch Eisen gelb, roth oder braun, meist krystallisirter Quarz. Roth von Oviedo in Asturien (Hyacinthen von Compostella), in Gyps eingewachsen, ockergelb aus Eisenerzgängen von Sundwig bei Iserlohn. Derb auf vielen Eisenerzlagern, Harz, Nassau. — Rosenquarz, licht rosaroth; derb, aus Granit von Zwiesel; Katharinenburg. — Sapphirquarz (Siderit), bläulich, in manchen skandinavischen Graniten; tiefblau in Adern des körnigen Gypses von Mooseck bei Golling in Salzburg. — Prasem, krystallisirt oder derb, lauchgrün, weil innig mit Strahlstein durchzogen. Breitenbrunn in Sachsen. — Milchquarz, rein weiss, derb, vielfach auf Erzgängen, als Bestandtheil von Conglomeraten und von tertiären Geröllen und Sanden. — Avanturin, bräunlich roth, flimmernd in Folge vieler eingelagerter Glimmerblättchen oder Haarrisse. Derb, als Lager im Glimmerschiefer von Miask, als Geschiebe von Mariazell in Steiermark; in Spanien und Aegypten.

II. Kryptokrystalline (dichte) Varietäten.

Völlig dicht erscheinende Quarze, die aus mikropischen Fasern zusammengesetzt sind, senkrecht zu welchen wohl eine schwache Doppelbrechung wahrnehmbar wird. Häufig sind sie auch durchtränkt mit Opalsubstanz, sodass bei manchen eine scharfe Abgrenzung gegen Opal nicht möglich ist. Bruch splittrig bis ausgezeichnet muschlig; auf demselben wachsartig schimmernd. Werden von

Kalilauge weit leichter gelöst als der grobkristalline Quarz. Man unterscheidet im Einzelnen:

1. **Chalcedon**, durchscheinende oder schön gefärbte Varietäten, die bei freier Ausbildung traubige oder glaskopffartige Oberfläche erlangen. Derb und in ausgezeichneten Pseudomorphosen nach Datolith (sogen. Haytorit von Haytor in Devonshire), nach Flussspath (schöne Würfel von Trestyan in Siebenbürgen). Hierher gehören der gelblich- bis blutrothe Carneol, besonders schön aus Arabien und Indien, ferner Plasma (lauchgrün), Heliotrop (ein Plasma mit rothen Flecken), Chrysopras (durch NiO apfelgrün gefärbt, in Serpentin von Kosemitz in Schlesien), Sarder (braun, blutroth durchscheinend), Mokkastein oder Moosachat (dendritenartige Einschlüsse von Mangan- oder Eisenhydroxyd enthaltend).

2. **Achat**, sehr dünne Lagen von verschieden gefärbtem und struirtem Quarz, die Innenwände von Melaphyr- etc. -Mandeln erfüllend. Sind die Lagen dicker und zum Cameenschnitt geeignet, so Onyx und Sardonyx. Die Enhydros aus Uruguay sind mit Wasser angefüllte Chalcedonmandeln.

3. **Jaspis**, trüber, intensiv gefärbter Chalcedon mit dichtem, muschligem Bruch; in abgerollten Kugeln. Kandern in Baden, Nil. Das meiste, was als Bandjaspis, Porcellan-, Basaltjaspis bezeichnet wird, gehört zu den Adinolen, gefritteten Thonen oder silificirten Quarzporphyrtuffen.

4. **Hornstein**, undurchsichtig, unrein gefärbt, hornartig schimmernder Bruch; in Nieren und Knollen innerhalb Kalksteinen, auf Erzgängen; häufig aus der Verkieselung von Quarzporphyren, Trachyten und deren Tuffen hervorgegangen, in Pseudomorphosen und besonders als Versteinerungsmittel von Hölzern.

5. **Kieselschiefer**, dicht, gesteinsbildend in paläozoischen Formationen auftretend; gewöhnlich durch intensive Imprägnation mit Kohle schwarz gefärbt, sogen. Lydit oder Probirstein.

6. **Feuerstein**, Knollen- oder plattige Concretionen, namentlich in der Schreibkreide; schwarz, roth, gelb; innig mit Opal gemengt, durch deren Wasserverlust die weisse Verwitterungsrinde entsteht.

Tridymit. SiO_2 . Rhomb.

Die kleinen tafelförmigen $\times\times$ wurden ursprünglich als hexagonal und zwar als die Combination oP , ∞P , ∞P_2 und P gedeutet. Sie treten in charakteristischen Zwillingen, namentlich aber in cyclischen Drillingen auf und bilden durch weitere Wiederholung der Zwillingsverwachsung auch wohl kugelige Gruppen. Spätere Untersuchungen haben aber die scheinbar einfachen Tafeln als mimetische Zwillinge erkennen lassen, welche durch cyclische Verwachsung nach einem Prisma von sehr nahe 60° hexagonalen Habitus erlangt haben. Nach dem optischen Verhalten müssten diese Primärindividuen eigentlich in das trikline System verwiesen werden, allein nach den isomorphen Beziehungen derselben zum Brookit sind sie wahrscheinlich rhombisch. — Von Bedeutung ist auch die Beobachtung, dass Tridymitafeln bei erhöhter Temperatur in der Richtung der senkrechten Axe einfach brechend werden. — Mikroskopisch in vielen Trachyten und Andesiten in Form dachziegelartig gruppirter Schuppen.

Schalige, an # erinnernde Ablösung nach oP . $H = 6\frac{1}{2}$ —7. $G = 2,282$ — $2,336$. Ggl., auf oP Perlmgl. Farblos oder weiss, gelblich, grau; durchs. bis durchschein.

SiO_2 mit geringen Verunreinigungen. — Löst sich in heisser gesättigter Sodalösung. Bildet das Kieselskelet der Phosphorsalzperle.

Zuerst auf Klüften des Trachyts vom Berge San Christobal bei

Pachuca in Mexiko beobachtet, dann mehrorts auf Drusenräumen und Poren von Trachyten, Porphyren, Basalten etc. aufgefunden. Trachyt vom Drachenfels, im Porphyrit von Waldböckelheim; in den Trachyten von Mont Dore; im Augitandesit des Guttiner und Aranyer Berges in Ungarn.

Der meteorische Asmanit von Breitenbach ist mit Tridymit identisch, erscheint aber nur in einfachen, rhomb. $\times\times$. — Granulin vom Vesuv entspricht wohl nur einem feinerdigen Tridymit, der Wasser absorbirt hat. — Christobalit vom Berge San Christobal und anscheinend reguläre SiO_2 ist wahrscheinlich eine Pseudomorphose oder eine pseudoreguläre Zw.-Verwachsung von Tridymit.

Brookit. TiO_2 . Rhomb.

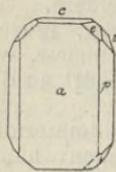


Fig. 299.

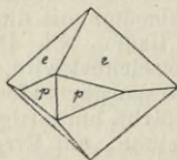


Fig. 300.

$\times\times$ von tafeligem (durch *a*, Fig. 299), seltener von säuligem oder pyramidalem (durch *e* und *p*, sogen. Arkansit Fig. 300) Habitus. $a = \infty P\infty$ (gewöhnlich vertical gestreift), $p = \infty P$ ($99^\circ 50'$), $c = oP$, $e = P\frac{1}{2}$, $t = \frac{1}{2}P\infty$, $x = \frac{1}{2}P\infty$. Nur in einzeln aufgewachsenen oder losen $\times\times$ und in Pseudomorphosen nach Titanit.

$\infty P\infty$ undeutlich; spröde. $H = 5\frac{1}{2}$ –6. $G = 3,8$ –4,1 (dasselbe geht durch Glühen in das des Rutils über). Metallartiger Diamantgl., durchscheinend bis undurchs. Farben wie beim Rutil, namentlich rothbraun bis röthlich schwarz. Str. braun. A.-E. für Na-Licht in oP , für grün und blau in $\infty P\infty$ liegend.

Chem. Zus. wie Rutil und Anatas mit etwas Fe_2O_3 , ebenso das Löthrohrverhalten.

Auf Klüften in Silicatgesteinen. Tremadoc in Wales, Bourg d'Oisans, St.-Gotthard, Miask, Magnet-Cove in Arkansas (Arkansit Fig. 300), zuweilen paramorph in Rutil umgewandelt. Auch als mikroskopischer Gemengtheil von zersetzten Silicatgesteinen.

Edisonit, ebenfalls rhomb. TiO_2 , ist aber durch Axenverhältniss, # etc. von Brookit unterschieden.

Anatas. TiO_2 . Tetrag. $a : c = 1 : 1,7844$.

Nur in $\times\times$ bekannt, klein; gewöhnlich spitzpyramidal durch Vorwalten von P ($136^\circ 36'$ M.-K.) oder dicktafelig entwickelt; die gelben und braunen, fälschlich Wiserin genannten Anatasen zeigen auch säuligen und stumpfpyramidalen Habitus. Gewöhnliche Flächen $P = P$ und $c = oP$, daneben $v = \frac{1}{7}P$, $\frac{1}{3}P$, $r = \frac{1}{5}P$; $P\infty$, $d = \frac{1}{2}P\infty$, $\infty P\infty$ etc.

vollk. nach P und oP ; spröde. $H = 5\frac{1}{2}$ –6. $G = 3,83$ –3,93 (durch Glühen geht dasselbe in das des Rutils über). Metallartiger, z. Th. fettartiger Diamantgl.; durchschein. bis halbdurchs. Indigblau, schwarz; gelb, braun, hyacinthroth, selten farblos. D.-Br. negativ.

Auf Klüften in Silicatgesteinen, einzeln aufgewachsen. Tavetsch, Gotthard, Binnenthal; Bourg d'Oisans. Lose in Goldsanden von Carolina und am Ural. Paramorphosen von Rutil nach Anatas sind die charakteristischen Begleiter der Diamanten (sogen. Captivos) in

den brasilianischen Seifen; mikroskopischer Gemengtheil mancher Porphyre und verwitterter Massen- und Schichtgesteine.

Rutil. $TiO_2 (= TiTiO_4)$. Tetrag. $a : c = 1 : 0,6440$.

XX säulenförmig durch $g = \infty P$ und $l = \infty P\infty$, oder durch ditetrag. Prismen wie ∞P_2 , ∞P_3 , $\infty P^{3/2}$; daher auch längsgestreift oder walzenförmig. Die Endbegrenzung bildet $s = P$ ($84^\circ 40'$), allein oder in Comb. mit $e = P\infty$. — Zw. sehr häufig, nach $P\infty$, wobei die Individuen sich unter $114^\circ 25'$ schneiden, mit sehr verschiedenem Habitus: 1. Einfache knie- oder herzförmige Zw. 2. Polysynthetische Viellinge mit eingeschalteten Lamellen. 3. Cyclische Viellinge, wobei die Haupttaxen aller Individuen in einer Ebene bleiben. 6 Individuen bilden einen geschlossenen Ring. 4. Cyclische Viellinge, wobei die Haupttaxen in verschiedenen Ebenen (durch Veränderung der Indicesvorzeichen der Zw.-Fläche) liegen. 8 Individuen bilden einen geschlossenen Ring. Graves'-Mount in Georgia und Magnet-Cove in Arkansas. 5. Gitterartig sich durchkreuzende Nadeln (Sagenit), wobei aber neben $P\infty$ auch noch $sP\infty$ als Zwillingfläche auftritt. Die Individuen schneiden sich unter $65^\circ 35'$, resp. 55° . — Derb und eingesprengt, in Körnern, Geröllen und in Paramorphosen nach Anatas und Arkansit.

♯ ∞P vollk., $P\infty$ weniger vollk. Br. muschlig bis uneben; spröd. $H = 6-6\frac{1}{2}$. $G = 4,2-4,3$. Metallartiger Diamantgl., zuweilen durchschein.; braunroth in verschiedenen Nüancen, namentlich fuchsroth, selten gelblich und gelbbraun; eisenschwarz (Nigrin). Strich gelblich. Starke + D.-Br.

60 Ti, aber gewöhnlich Fe_2O_3 . Die schwarzen, Fe-reichen ($11-14\%$ Fe_2O_3) Vorkommen sind Nigrin (im bayr.-böhm. Wald, Fichtelgebirge, Erzgebirge, Olahpian in Siebenbürgen, Norwegen) oder Ilmenorutil (Miask) genannt worden. — v. d. L. unschmelzbar, mit Phosphorsalz oder Borax Ti-Reaction; in Säuren unlöslich.

Das häufigste Titanoxyd! Gemengtheil vieler krystallinischer Schiefer; auf den Apatitgängen Norwegens; in mikroskopisch feinen Nadelchen in Phylliten und Thonschiefern. In langen, sehr dünnen Nadeln im Bergkrystall eingewachsen. Lose als Geröll in Sanden und Seifen.

Regelmässige Verwachsung mit Eisenglanz von Cavradi im Tavetsch. cfr. S. 80. — Aehnliche Mineralien: Rothzinkerz, Titaneisen.

Zirkon (und Hyacinth). $ZrSiO_4 (= ZrO_2 + SiO_2)$. Tetrag.

XX säulenförmig oder pyramidal, meist ein-, seltener aufgewachsen. $p = P$ ($84^\circ 20'$), $l = \infty P$, $s = \infty P\infty$; daneben $x = sP_3$ (sogen. Zirconoeder, charakteristisch für die norweg. Z.), $v = sP$, $u = sP$; Basis sehr selten. Zw. nach $P\infty$ auffälligerweise selten (Renfrew in Canada). — Auch in abgerundeten Körnern.

♯ P und ∞P unvollk. Br. muschlig bis uneben. $H = 7\frac{1}{2}$.

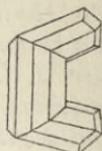


Fig. 301.

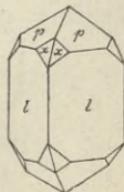


Fig. 302.

$G = 4,4-4,7$. Lebhafter Glasgl., auf Bruchflächen Fettgl. Ohne Charakterfarbe, gewöhnlich braun und rothbraun; auch gelb, grün, grau, farblos; die durchs. hyacinthfarbenen Z. geben die als Edelstein geschätzten Hyacinthen. D.-Br. positiv. Für rothes Licht $\omega = 1,92$, $\epsilon = 1,97$.

67,12 ZrO_2 , 32,88 SiO_2 mit etwas Fe_2O_3 als Pigment; v. d. L. unschmelzbar, wird durch heisse Schwefelsäure schwer zersetzt.

Als Gemengtheil des Zirkonsyenits in braunen $\times\times$ der Comb. ∞P , P von der Südküste Norwegens und von Miask; im Granit von Haddam Conn., im Basalt des Siebengebirges, im körnigen Kalk von Hammond in New-York; auf Klüften im Chloritschiefer von Pfitsch, hier z. Th. wasserhell. Als mikroskop. Gemengtheil vieler Massengesteine, namentlich des Quarzporphyrs, auch krystallinischer Schiefer und secundär in Sandsteinen etc. Lose in Edelsteinseifen neben Spinell und Korund, besonders auf Ceylon; im Goldsande von Beresowsk; Olahpian in Siebenbürgen; neben Pyrop zu Meronitz in Böhmen und Sebnitz in Sachsen.

Von ähnlichen Edelsteinen, namentlich im abgerollten oder geschliffenen Zustand, durch das hohe spec. Gew. unterschieden; am Vesuvian ist gewöhnlich ∞P vorhanden; Zinnstein ist schwerer.

Ostranit, ein in Verwitterung begriffener Zirkon von Brevig. — Malakon, ein verwitterter und daher wasserhaltiger und weniger harter ($H = 6$) Zirkon von Hitteroe, Miask, Plauenscher Grund, Chanteloube. — Das Gleiche gilt vom Cystolith (Anderbergit) von Rockport, Mass., und Ytterby, sowie vom Tachyaphalit von Krageroe. — Auerbachit, wahrscheinlich ebenfalls nur verwittert, soll die Formel $2ZrO_2 + 3SiO_2$ haben. Mariapol im Gouv. Jekatherinoslaw. — Oerstedtit scheint ein Titan-Zirkon zu sein, der wasserhaltig, also auch wohl verwittert ist. Arendal.

Thorit und Orangit sind verwitterte und wasserhaltige Mineralien, die im ursprünglichen Zustande wahrscheinlich eine dem Zirkon analoge Formel $ThSiO_4$ gehabt haben; damit steht auch die zirkonähnliche Form in Einklang. Gewöhnlich nur derb mit muschl. Bruch. Selten, auf syenitischen Gängen in Norwegen. Thorit, schwarz mit braunem Str., Glasgl., undurchs. Durch Salzsäure zersetzt. Insel Låven bei Brevig. Orangit, $\#$ prismatisch, orange, durchschein. Brevig. — Andere amorphe Umwandlungsproducte der ursprünglichen Thoritsubstanz und vom selben Vorkommen sind Auerlith mit Gehalt an Phosphorsäure, Uranothorit mit UO_2 an Stelle eines Theils ThO_2 , Calciothorit mit CaO , Eukrasit mit Oxyden des Ce, La, Y, Fe und Ca, endlich Freyalith.

Zinnstein. Zinnerz. Kassiterit. SnO_2 . Tetrag.

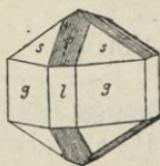


Fig. 303.

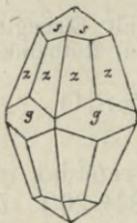


Fig. 304.

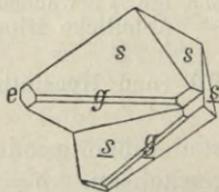


Fig. 305.

$\times\times$ gewöhnlich kurz und dicksäulig und meist zu Zw. verbunden. $s = P$ ($87^\circ 7'$), $p = P\infty$ (oft mit starker Riefung, Fig. 303), $g = \infty P$, $l = \infty P\infty$; seltener $r = \infty P^{3/2}$ und sehr selten die Basis.

An den einfachen spitz nadelförmigen $\times\times$ von Cornwall (Nadelzinn) sind $z = 3P^{3/2}$, auch $5P$ und $5/2P$ entwickelt; sonst sind einfache $\times\times$ selten, z. B. noch zu Pittkäranda, wo oP , $\infty P^{3/2}$, $1/4P$ auftreten. — Knieförmige Zw. nach $p = P\infty$ (sogen. Visirgrauen der sächs. und böhm. Bergleute, Fig. 305), wobei die Individuen um $112^\circ 10'$ geneigt sind, polysynthetische und cyclische (bouquetartige) Zw. wie beim Rutil, wenn auch weniger häufiger und weniger vollk. ausgebildet. — Derb und eingesprengt; in fein faserigen Aggregaten (Holzzinn); in abgerollten Körnern; in Pseudomorphosen nach Orthoklas (St.-Agnes in Cornwall).

$\# \infty P\infty$ und ∞P unvollk., spröd. $H = 6,7$. $G = 6,8-7$. Diamantgl. auf den $\times\times$ Flächen, Fettgl. auf dem muschligen Bruch. Durchschein. bis undurchs.; keine Charakterfarbe; am häufigsten kolophoniumbraun und schwarz, seltener gelb, grau, hyacinthroth etc. Str. ledergelb bis farblos. D.-Br. positiv.

78,6 Sn, 21,4 O, aber durchweg Fe und SiO_2 , auch Ta. Stannit, ein Gemenge von Zinnstein und Quarz, Cornwall. — v. d. L. unschmelzbar; mit Soda auf Kohle Sn-Flitterchen. Nur im schmelzenden Kalihydrat aufschliessbar.

Alleiniges Sn-Erz! (cfr. Zinnkies). Eingesprengt in Graniten (Zinnstockwerke) oder auf Gängen und Trümmern, die in ihrem Auftreten ebenfalls abhängig von Graniten oder Porphyren sind. Charakteristische Begleiter sind fluorhaltige Mineralien wie Flussspath, Apatit, Topas, Zinnwaldit, nicht minder Wolframit und Scheelit. Auf dem Rücken des sächs.-böhm. Erzgebirges (Altenberg, Marienberg, Geyer, Zinnwald; Schlaggenwald, Graupen); in Cornwall und westl. Devonshire (mit Kupferglanz und Cuprit auf Gängen). Aehnlich in der Bretagne und in Galicien (Spanien). In Skandinavien und den Ver. Staaten selten. Mexiko, Bolivia. Merkwürdig das Vorkommen von Zinnstein im Kalk von Campiglia marittima im jurassischen Kalkstein. — Die Hauptproduction liefern gegenwärtig die Seifen von Hinterindien (Malacca, Inseln Banka und Bilitong) und Australien.

Aehnliche Mineralien: Brauner Vesuvian, Zirkon, Turmalin, Granat, Zinkblende, Wolfram. Durch das Löthrohr ist Zinnstein immer leicht zu erkennen.

Polianit. MnO_2 . Tetrag.

Früher für rhombisch gehalten, da ∞P anscheinend $92^\circ 52'$ misst. $\times\times$ kurzsäulig und oft vertical gestreift. ∞P , $\infty P\infty$, oP . — Derb, körnig, in stalaktitischen und nieren Formen. Pseudomorphosen nach anderen Manganmineralien und nach Kalkspath (cfr. Pyrolusit).

$\# \infty P\infty$. Br. uneben. $H = 6\frac{1}{2}-7$. $G = 4,7-5,0$. Mgl. Licht stahlgrau, Str. grauschwarz.

In Brauneisengeoden von Peine; auf Gängen zu Platten, Schneeberg, Johannegeorgenstadt. Cornwall.

Pyrolusit (Weichmanganerz, Braunstein), ist kein selbständiges Mineral, sondern eine Pseudomorphose von Polianit nach anderen Manganerzen, namentlich nach Manganit. Alle Manganmineralien neigen sehr zur Umwandlung in Pyrolusit. In Folge der damit verbundenen Auflockerung ist der Pyrolusit

scheinbar weich ($2-2\frac{1}{2}$) und auch etwas wasserhaltig. Während der eigentliche Polianit relativ selten ist, tritt er im pseudomorphen Zustand überaus häufig auf; er bildet sich ferner auch bei der Verwitterung manganhaltigen Spath- und Brauneisens und durch metasomatische Umwandlung von Kalksteinen und Dolomiten. Oehrenstock, Elgersburg, Friedrichroda, Ilfeld. — Siegen. — Neuerdings in grösster Menge im Kaukasus.

Dimorphe Gruppe der Monoxyde
der zweiwerthigen Metalle Mg, Zn, Mn, Ni. Regulär und hexagonal.

α . Reguläre Reihe.

Periklas. MgO. Reg. $\times\times$ sehr klein. O und $\infty O\infty$. Derb. $\# \infty O\infty$ vollk. H = 6. G = 3,674–3,75. Durchs., grünlich grau bis dunkelgrün (durch FeO). Glasgl. v. d. L. unschmelzbar; gepulvert in Säuren löslich. Monte Somma; auch künstlich.

Manganosit. MnO. Reg. Mikroskopisch kleine $\times\times$ und derbe Partien. $\# \infty O\infty$. Auf frischem Br. smaragdgrün, sich an der Luft schwärzend. Långban und Moss-Grube.

Bunsenit. NiO. Reg. $\times\times$ sehr klein, O. Durchschein; pistaziengrün. Glasgl. In Säuren fast unlöslich. Johann-Georgenstadt mit Nickelocker; auch künstlich.

β . Hexagonale Reihe.

Rothzinkerz. Zinkit. ZnO. Hexag. hemimorph.

Als Mineral nur derb; künstliche $\times\times$ des Ofenbruches mit ∞P , oP, P. — In körnigen, grobspäthigen und schaligen Aggregaten.

$\# oP$ vollk.; ∞P zuweilen deutlich, nach oP oft schalige Absonderung. Br. muschl., spröd. H = 4–4 $\frac{1}{2}$. G = 5,4–5,7. Blut- bis hyacinthroth, wahrscheinlich allein Folge des steten Mn-Gehalts. Str. röthlichgelb; diamantartiger Gl.; in dünner Schicht durchschein. D.-Br. +. Bis 12% MnO. — v. d. L. unschmelzbar; auf Kohle Zn-Beschlag; löslich in Säuren.

Neben Franklinit in Lagern körnigen Kalkes von Sterling, Franklin, Sparta in New-Jersey. Häufig künstliche $\times\times$ mit hemimorpher Ausbildung im Ofenbruch. Aehnlich: Rutil.

Isomorphe Gruppe der Sesquioxyde des Al und Fe (Korundgruppe).
 $R_2 O_3$. Hexag. rhomb.

Korund. $Al_2 O_3$. Hexag. rhomboedr.

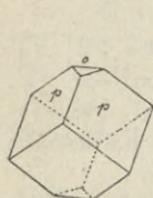


Fig. 306.

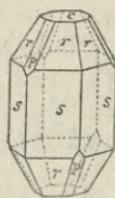


Fig. 307.



Fig. 308.

$\times\times$ eingewachsen oder lose, mit säuligem, rhomboedrischem oder pyramidalem Habitus. $P = R$ ($86^\circ 4'$), $s = \infty P_2$, $o = oR$; charakteristisch und häufig horizontal gestreifte oder gekrümmte Pyramiden II O., wie $r = \frac{4}{3}P_2$, $l = 4P_2$, $\frac{8}{3}P_2$, $t = 9P_2$, wodurch tonnenartige $\times\times$ entstehen. Grössere $\times\times$ gewöhnlich rauhfächig. — Zw. nach R, durch Zwillingslamellen nach allen R-Flächen entsteht auf oR wohl eine dreieckige Streifung; ferner wiederholte lamellare Zwillingsbildung nach R.

$\# R$ oft vollk., ist aber wohl nur Absonderung in Folge von

Zwillings-Verwachsung; auch $\#$ oR mehr oder minder deutlich. Br. muschl. bis splittrig. $H = 9$. $G = 3,9-4$. Farblos, häufiger roth, blau, gelblich, braun, grau, auch mehrfarbig durch isomorphe Schichtung. Glasgl., auf oR zuweilen Asterismus (6-strahliger Stern). D.-Br. —, $\omega = 1,768$, $\varepsilon = 1,760$ für roth, zuweilen opt. 2-axig und daher nach Mallard monoklin.

53,04 Al, nur pigmentirt (durch Fe etc.); unschmelzbar; in Borax schwierig, aber völlig auflösbar; von Säuren nicht angegriffen, wohl aber von Kaliumbisulfat gelöst. Das mit Kobaltsolution befeuchtete und geglühte Pulver färbt sich blau.

Lose auf Edelsteinseifen, eingewachsen in körnigen Kalken und Dolomiten, in Granit, Gneiss, Glimmer- und Chloritschiefer. Umgewandelt zu Glimmer, Spinell; auch künstlich dargestellt.

Varietäten: Sapphir (Salamstein), die reinen, durchsichtigen, oft schön gefärbten Abänderungen; blau = Sapphir im engeren Sinn, grün = orient. Smaragd, roth = orient. Rubin, violett = orient. Amethyst, gelb = orient. Topas. Meist lose in den Seifen neben Zirkon von Ceylon, Birma, Hindustan, China, vom Ural (Miask, Slatoust, Kossoibrod); Unionville, Pa.; als Einschluss im Basalt am Rhein.

Gemeiner Korund (Demantspath), weniger rein und durchsichtig; gewöhnlich blättrig; meist grau im auffallenden, bläulich oder grünlich im durchfallenden Licht. Mehrorts, z. B. im Dolomit vom St.-Gotthard, mit Magnetit trumartig im Glimmerschiefer bei Chester, Mass., auch auf der Magnetitlagerstätte von Gellivara; auf der Contactlagerstätte von Warwick und Amity in New-York; in sehr grossen $\times\times$ im westlichen N.-Carolina.

Smirgel, krystallinisch-körnig bis dicht, verwachsen mit Magnetit und Eisenglanz und einem Eisenerz ähnlich. Blaugrau und blau. Lagerartig im Glimmerschiefer am Ochsenschopf bei Schwarzenberg in Sachsen, im körnigen Kalk der Insel Naxos und von Gummuchdagh in Kleinasien; in Chloritschiefer von Mramorskoi, Ural.

Aehnliche Mineralien: Smaragd, Diamant, Turmalin, Cordierit, Apatit etc. Im geschliffenen Zustand dienen Härte, spec. Gew. und opt. Verhalten zur Unterscheidung.

Rotheisenerz. Eisenglanz. Hämatit. Fe_2O_3 . Hexag. rhomboedr.

$\times\times$ (besonders schön von Elba, Traversella, Cavradi im Tavetsch, St.-Gotthard) meist zu Drusen und Gruppen verbunden mit pyramidalem ($\frac{4}{3}P_2$, Elba, Fig. 309), rhomboedrischem (R, Altenberg in Sachsen) oder tafeligem (oR, St.-Gotthard) Habitus. $P = R$ ($86^\circ 10'$), $s = \frac{1}{4}R$ (143°), $n = \frac{4}{3}P_2$, $o = oR$, $u = \frac{3}{5}R$, $v = -\frac{1}{2}R$, $-2R$, $-\frac{1}{8}R$, $z = \infty P_2$. Fläche s ist gewöhnlich horizontal gestreift durch Combination mit u oder, wie auch $-\frac{1}{8}R$, convex gekrümmt, wodurch flach linsenförmige $\times\times$ entstehen. Auf oR häufig dreieckige, auf R Längs-Streifung. Ergänzungs-Zw. nach oR resp. ∞R , entweder als Durchkreuzungszw. (Elba) oder mit ∞R verwachsen (tafelige $\times\times$ der Alpen). Sonst Zw. nach R, wobei $oR \vee oR = 115^\circ 14'$; ausserdem gesetzmässige Verwachsung tafelig $\times\times$ mit Rutil. cfr. S. 80. — Derb, in groben, blättrigen, schuppigen, körnigen, faserigen und sehr dichten Aggregaten; glaskopffartig und erdig. In Pseudomorphosen nach Kalkspath (z. B. Sundwig), Spatheisen, Pyrit etc. Martit, aus Rotheisen bestehende Oktaeder von Rittersgrün in Sachsen und Brasilien sind sehr wahrscheinlich Pseudomorphosen nach Magnetit.

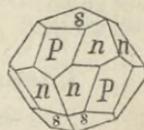


Fig. 309.

R meist undeutlich, nach oR zuweilen schalige Absonderung, beides wohl in Folge von Zwillingsbildung. Br. muschl., spröd. $H = 5\frac{1}{2} - 6\frac{1}{2}$, in den erdigen Abänderungen bis auf 1 herabsinkend. $G = 5,19 - 5,28$. Mgl., manches Rotheisen matt; in sehr dünnen Blättchen, wie es die Einschlüsse in Carnallit, Heulandit, Orthoklas etc. sind, roth durchschein. Stahlgrau bis eisenschwarz, zuweilen (Elba) prächtig bunt angelaufen; die derben Aggregate roth bis braun. Str. roth bis braun; sehr schwach magnetisch.

70 Fe, 30 O, jedoch häufig etwas TiO_2 (bis 7%), FeO, MgO, SiO_2 und Thonerde. — Unschmelzbar; wird auf Kohle magnetisch; färbt die Boraxperle; gepulvert sich langsam in Säuren lösend.

Wichtiges und weit verbreitetes Eisenerz, unter den verschiedensten Verhältnissen vorkommend.

Nach der Structur lassen sich 2 wesentlich verschiedene Abarten unterscheiden.

1. Eisenglanz (Glanzeisenerz), in $\times\times$ und körnigen Aggregaten mit metallischem Habitus. $H = 6 - 6\frac{1}{2}$. Stahlgrau. — Auf selbständigen Lagern in krystallinischen Schieferen, zusammen mit Magnetit, untergeordnet mit Pyrit; vielorts in Skandinavien: Gellivara, Grängesberg, Norberg, Långbanshyttan etc.; bei Rio auf Elba, bei Framont etc.; als Vertreter des Glimmers im Glimmerschiefer (Eisenglimmerschiefer, Itabirit in Brasilien und Nord-Carolina). — Auf Klüften und Hohlräumen von Silicatgesteinen und derbem Rotheisen in $\times\times$ (Eisenrosen z. Th. mit 8–9 Ti vom St. Gotthard und Binnenthal) und als Eisendrahm (schuppig, fettig anzufühlen). — Auf Laven und an Vulkanen: Eifel, Auvergne, Vesuv, Aetna, Insel Ascension. — Auch lose auf Seifen am Ural.

2. Rotheisenstein, derb, in faserigen, dichten und erdigen Aggregaten; durchweg fehlt der metallische Habitus. $H = 1 - 6$. Roth. — Auf Gängen und dann nicht selten glaskopfförmig ausgebildet (Rother Glaskopf, Blutstein, mit faserig-strahliger Structur und oft ganz glatten Zusammensetzungsflächen). Harz, Erzgebirge etc. Stockartig im Melaphyr von Iron Mountain in Missouri. — Häufig auf Lagern und Flötzen, die meist nicht direct, sondern aus der Umwandlung von Braun- und Magneteisen oder durch metasomatische Ersetzung von Kalksteinen hervorgegangen sind; daher auch verunreinigt mit Kalk, Thon (Thoneisenstein z. Th.), Kieselsäure (kieseliger R.) und mannigfacher Structur: dicht, erdig (ockeriger R.), mild und weich (Röthel). Harz, Westfalen, Nassau, Böhmen. — In Pseudomorphosen nach Calcit, Pyrit, Magnetit (Martit) und als Versteinerungsmittel. Färbendes Pigment von Gesteinen und ganzen Formationen. Aehnliche Mineralien: Magnetit, Chromit, Rothkupfer, Rothgültig.

Titaneisen. Ilmenit. $(FeTi)_2O_3$. Hexag. tetart.-rhomboedr.

$\times\times$ meist eingewachsen, wenn aufgewachsen oft rosettenartig gruppirt; mit tafeligem oder rhomboedr. Habitus. $P = R$ (im Mittel 86°), $o = oR$, $- \frac{1}{2}R$, $d = -_2R$. Die Formen $n = {}_2/3P_2$ und ${}_2P^{5/8}$ sind als Rhomboeder II resp. III O ausgebildet. Ergänzungszwillinge und polysynthetische Zw. nach R. — Derb und eingesprengt, in körnigen und schaligen Aggregaten, sowie lose in abgerollten Körnern und als Sand.

R, nicht immer wahrnehmbar und wohl nur schalige Zwillings-Ablösung; Br. muschl. bis uneben. $H = 5 - 6$, $G = 4,56 - 5,21$, um so höher, je mehr Fe_2O_3 . Mgl. auf frischem Br., sonst gewöhnlich matt; undurchs. Eisenschwarz bis schwärzlich braun. Str. gewöhnlich schwarz, in seltenen Fällen auch braun bis braunroth. Schwach magnetisch.

Wechselnde Mengen von Fe und Ti, daher werden wohl noch Uebergangsglieder zwischen Titaneisen und Eisenglanz unterschieden, wie Washingtonit und Hystatit. Enthält zuweilen bis zu 14% MgO, sodass die Zusammensetzung auch als $\text{FeTiO}_3 + \text{MgTiO}_3$ gedeutet wird. — V. d. L. unschmelzbar; von Säuren sehr schwer gelöst; von Kaliumbisulfat zersetzt.

Vorkommen. 1. *Eingewachsen als accessorischer Gemengtheil von basischen Eruptivgesteinen; im Dünnschliff an den zerhackten Formen und an der Umwandlung in faserigen Titanit (sogen. Leukoxen und Titanomorphit) kenntlich. Derbe Partien am Egersund; ferner eingewachsen im Miascit vom Ilmengebirge; mehrorts im Granit, z. B. Aschaffenburg, als Hystatit von Tvedstrand bei Arendal, als Kibdelophan im Talkschiefer von Gastein; auf den Apatitgängen Norwegens (Kragerö) und Canadas.* 2. *Aufgewachsen auf Klüften am St. Gotthard (Eisenrosen z. Th. = Basanomelan, am schwarzen Str. kenntlich), bei Bourg d'Oisans (sogen. Crichtonit).* 3. *Lose als Geröll (Iserin) von der Iserwiese, und als Titaneisensand (Menaccanit) in Cornwall und Nord-Amerika; auf den Goldwäschen von Ohlapian in Siebenbürgen.*

Aehnliche Mineralien: Magnetit, Eisenglanz, Nigrin.

Hydroilmenit, wasserhaltiges Verwitterungsproduct des Titaneisens. Alsheda in Småland. — Pseudobrookit. Rhomb., dunkelbraun; in kleinen, völlig Brookit ähnlichen $\times\times$, hat eine dem Titaneisen nahezu entsprechende Zusammensetzung, ist aber vielleicht ein Eisen-Titanat. Neben Szaboit auf Klüften des Andesits vom Aranyer Berg und auch sonst in jung-vulkanischen Gesteinen.

Oxyde der Metalle Cu und Pb.

Rothkupfererz. Cuprit. Cu_2O . Reg. plag.-hem.

$\times\times$ aufgewachsen, zuweilen eingewachsen und dann schön ausgebildet (Chessy bei Lyon); manchmal haarförmig verlängert. O, ∞O , daneben $\infty\text{O}\infty$, 2O , 2O_2 ; die seltene Fläche $2\text{O}^{3/2}$ erscheint plagiedrisch. — Derb, körnig, dicht in haarförmigen Aggregaten (Kupferblüthe, Chalkotrichit, carminroth, namentlich von Rheinbreitbach), in Pseudomorphosen, häufiger selbst umgewandelt, gewöhnlich in Malachit (sehr schön bei Chessy).

O deutl., Br. muschl. bis uneben, spröd. H = $3\frac{1}{2}$ —4. G = 5,7—6. Metallartig. Diamantgl. Durchschein. bis undurchs. Cochenillroth, ins metallisch Bleigraue; derb roth- bis schwarzbraun. Str. braunroth. n für roth = 2,849.

88,8 Cu. v. d. L. erst schwarz werdend, giebt leicht Cu-Korn; in Säuren und in Ammoniak löslich.

Wichtiges Kupfererz! Am Ausgehenden sulfidischer Kupfererz-lagerstätten, vielfach neben Brauneisen: im Siegenschen, Rheinbreitbach, Kamsdorf, Dobschau, Moldowa; auf Gängen neben Zinnstein vielorts in Cornwall; trumartig und eingewachsen in Thonen und Letten: Chessy, Gumeschewsk, Nischne Tagilsk, Bogoslowsk; Schlangenberg im Altai in Thonschiefer. Chile, Peru, Bolivia. Südaustralien. Auf Vesuvbomben von 1835.

Aehnliche Mineralien: Rothgültig, Rotheisen, Zinnober, zuweilen Blende; Malachit-Durchsprengung oft charakteristisch. — Ziegelerz, Gemenge von Cuprit und Brauneisen, röthlichbraun bis ziegelroth; erdig. Verwitterungsproduct des Kupferkieses und auf dessen Lagerstätten; Kupferpecherz, braun bis schwarz, zu einem Theil ein durch SiO_2 verunreinigtes und pechartig schimmerndes, dichtes Ziegelerz. Cuprocalcit wahrscheinlich ein unreines Gemenge von Cuprit und Calcit.

Tenorit. CuO , monoklin oder triklin. Kleine scheinbar hexagonale Tafelchen von stahlgrauer bis schwarzer Farbe, in sehr dünnen Blättchen braun durchscheinend. Feinschuppige und erdige Aggregate. Als Sublimationsproduct ($\text{Cu Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{CuO} + 2\text{ClH}$) auf Vesuvlaven. — Malacanit, Kupfer-schwärze z. Th., ein pulveriger oder erdiger Tenorit, als Verwitterungsproduct auf Kupfergruben. Harz, Ducktown, Oberer See.

Bleiglätte (Massicot). PbO . Künstliche $\times\times$ rhomb., in der Natur derb; unrein; wachs- bis orange-gelb. Badenweiler. Mexiko.

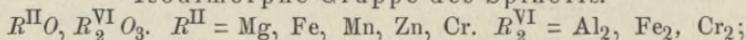
Mennige. Pb_3O_4 mit 90,65 Pb. Derb, eingesprengt, als Anflug; in Pseudomorphosen nach Bleiglanz und Cerussit. Br. eben und erdig. $\text{H} = 2-3$. $\text{G} = 4,6$. Undurchs., matt oder schwach fettglänzend. Morgenroth, Str. orange-gelb. Badenweiler; Bleialf und Kall in der Eifel; Insel Anglesea; Leadhills; Schlangenberg; Bolanos in Mexiko.

Plattnerit (Schwerbleierz). PbO_2 mit 68,6 Pb. Hexag. ∞P , oP , P . Br. uneben. $\text{G} = 9,3-9,4$. Eisenschwarz. Str. braun. Metallartiger Diamantgl.; undurchs. Leadhills, vielleicht nur Pseudomorphose nach Pyromorphit.

2. Abtheilung. Zusammengesetzte Oxyde.

Verbindungen von Monoxyden mit Sesquioxyden und Dioxyden, die insgesamt in neuerer Zeit auch als Salze gedeutet worden sind.

Isodimorphe Gruppe des Spinells.



nach neuerer Deutung Aluminate und Ferrate, d. h. Salze der Säuren AlO.OH und FeO.OH mit zweiwerthigen Metallen; wohl mit den Boraten zu einer besonderen Klasse vereinigt. Reg. holoedr.

Die einzelnen Glieder dieser ausgezeichnet isomorphen Reihe sind gegen einander nicht scharf abgegrenzt; zwischen den Endpunkten derselben, Spinell und Magnetit liegen alle möglichen Uebergangsglieder resp. Mischungsverhältnisse. Die dem Spinell nahestehenden Glieder, die Aluminate, sind durch geringeres spec. Gew., fehlenden Metallgl., höhere Härte und nur wenig gefärbten Strich gegen die dem Magnetit verwandten Mineralien, die Ferrate, unterschieden.

Spinell. $\text{MgO}, \text{Al}_2\text{O}_3$. Reg.

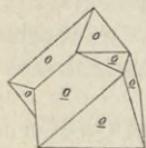


Fig. 310.

$\times\times$ gewöhnlich klein und scharf ausgebildet, bei grösseren sind die Flächen von O , der charakteristischen und häufigsten Form dieser Gruppe, auch wohl gekrümmt. Ausser O noch ∞O , 3O_3 , seltener $\infty\text{O}\infty$. Zw. häufig nach O (sog. Spinellgesetz) unter Verkürzung der Individuen Fig. 310; auch Zw.-Lamellen. Einzeln eingewachsen oder lose in zerbrochenen und gerundeten Körnern.

O unvollk., Br. muschl. $\text{H} = 8$. $\text{G} = 3,5-4,1$. Glasgl., durchs. bis undurchs., farblos und in allen Farben, namentlich roth gefärbt. Str. weiss.

28,13 MgO , 71,87 Al_2O_3 , wobei in den gefärbten Varietäten MgO durch etwas FeO , Al_2O_3 durch etwas Fe_2O_3 vertreten werden

kann. — v. d. L. unschmelzbar; in Borax schwierig auflöslich, von Säuren kaum angegriffen, dagegen von Kaliumbisulfat aufgelöst; das geglühte Pulver färbt sich mit Co-Solution blau.

Typisches Contactmineral. Namentlich in körnigen Kalken und den Sommaauswürflingen; in Granit, zumeist aber als Geschiebe lose in Sanden der Flüsse und Seifen.

Varietäten: 1. Edler Spinell; durchs., roth in verschiedenen Tönen (blassroth: Rubin-Balais; dunkelroth: Rubin-Spinell; gelblichroth: Rubicell; bläulichroth: Almandin). Meist lose auf Seifen neben Zirkon, Granat, Magnetit. Ceylon, Indien, Siam.

2. Blauer Spinell enthält bis 3,5 FeO. In körnigen Kalk eingewachsene $\times\times$ mit rauher Oberfläche. Äker in Södermanland; Amity in New-York; Bolton, Mass. Straschkau in Mähren.

3. Grüner Spinell (Chlorospinell) mit 9–15 Fe₂O₃, auch etwas Cu O. Grasgrün; neben Magnetit im Chloritschiefer von Slatoust im Ural.

4. Schwarzer Spinell (Pleonast, Ceylanit); dunkelgrün, dunkelbraun und schwarz; oft flächenreich; mit höherem Gehalt an FeO und Fe₂O₃. Monzoni, Vesuv, Albaner Gebirge. Lose auf Ceylon, auf der Iserwiese und im böhmischen Pyropensande. Aehnliche Mineralien: Zirkon; Granat und einzelne Silikate.

Hercynit. FeO, Al₂O₃, also ein Spinell, dessen Mg durch Fe ersetzt ist. $\times\times$ undentlich, in feinkörnigen Aggregaten. H = 7½–8. G = 3,9. Schwarz mit graugrünem Str. Auf dem muschl. Br. glasglänzend, sonst matt. Unschmelzbar. Eingesprengt in feinkörn. Gemenge von Hornblende und Granat in losen Blöcken von Ronsberg in Böhmen (Ronsberger Smirgel).

Chromspinell (Picotit). (FeMg)O, (AlCrFe)₂O₃. Steht dem Ceylanit nahe, ist aber durch hohen Gehalt an FeO (über 24%) und Cr₂O₃ (8%) unterschieden. H = 8. G = 4,08. Schwarz mit hellbraunem Strich. In olivinreichen Gesteinen, namentlich im Lherzolith und Serpentin.

Zinkspinell. Gahnit. Automolit. ZnO, Al₂O₃. Reg.

$\times\times$ ein- oder aufgewachsen. O, zuweilen in Comb. mit ∞ O. Zw. nach O. — Auch in körnigen Aggregaten.

O vollk. Br. muschl., spröde. H = 8. G = 4,33–4,35. Schwach fettartiger Glasgl.; kantendurchschein. bis undurchs. Schwärzlich grün, ins Graue und Blaue. Str. grau.

44,22 ZnO, 55,78 Al₂O₃, doch stets mehr oder weniger FeO und MgO an Stelle von ZnO. — v. d. L. unschmelzbar; mit Soda auf Kohle Zn-Beschlag; von Säuren und Alkalien nicht angegriffen.

Bei Fahlun im Talkschiefer, bei Franklin im körnigen Kalk, bei Haddam, Conn., im Granit. Mit Arsenikerzen bei Querbach in Schlesien. Auf Diamantseifen in Minas Geraës. Künstlich in den Muffeln bei der Zink-Destillation.

Kreittonit, grünlich bis sammetschwarz von Bodenmais, Ornavaro in Piemont und Dysluit, gelblich- bis dunkelbraun von Sterling in New-Jersey sind Zinkspinelle mit beträchtlichem Gehalt an Fe₂O₃, resp. Fe₂O₃ und MnO.

Franklinit. (ZnMn)O, Fe₂O₃. Reg.

$\times\times$ oft mit gerundeten Ecken und Kanten. O und O, ∞ O. — Derb und eingesprengt.

O unvollk. Br. muschl. H = 6–6½. G = 5,0–5,1. Unvollk. Mgl., undurchs., eisenschwarz. Str. braun bis rothbraun.

In chem. Beziehung ein Magneteisen, bei dem FeO zum grössten Theil durch ZnO (17–25%) und MnO (10–16%) ersetzt

wird. — v. d. L. unschmelzbar; auf Kohle Zn-Beschlag, mit Soda Mn-Reaction. In heisser Salzsäure unter Cl-Entwicklung löslich.

Neben Rothzinkerz im körnigen Kalkstein von Sterling und Franklin in New-Jersey. Bei Eibach in Nassau.

Chrom Eisenstein. Chromit. FeO , Cr_2O_3 . Reg.

XX selten, O; gewöhnlich derb, eingesprengt und in Körnern.

O unvollk. Br. uneben bis muschl. $H = 5\frac{1}{2}$. $G = 4,4-4,6$.

Unvollk. fettartiger Mgl., undurchs. Eisen- bis bräunlichschwarz. Str. braun; unmagnetisch.

Zus. schwankend; FeO wird z. Th. durch MgO (Magnochromit von Frankenstein), Cr_2O_3 (40—65%) theilweise durch Al_2O_3 ersetzt; ausserdem findet sich wohl CrO und Fe_2O_3 . — v. d. L. unschmelzbar, aber magnetisch werdend. Mit Borax Fe-Reaction wenn heiss, Cr-Reaction wenn kalt. In Säuren unlöslich; die Schmelze mit Salpeter giebt eine gelbe Lösung.

Kommt als Chromerz allein in Betracht. Fast immer an Serpentin geknüpft, bei dessen Entstehung aus Olivin der Chromit abgeschieden wird. Frankenstein in Schlesien, Kraubat in Steiermark, Hrubschitz in Mähren; im Banat, am Ural; Röraas in Norwegen; Shetlands-Insel Unst; Wooded Peak auf Neu-Seeland. Weit verbreitet im Serpentin der Ver. Staaten (Baltimore, Hoboken, Milford). — Charakteristisch für Platinseifen am Ural, Altai und in Brasilien.

Magneteisenerz. Magnetit. FeO , Fe_2O_3 (= Fe_3O_4). Reg.

XX (Traversella, Binnenthal) meist eingewachsen, häufig verzerrt und bei mikroskop. Kleinheit oft skeletartig aggregirt. O sehr häufig, weniger häufig ∞O , das vielfach der längeren Diagonale parallel gestreift ist; seltener $\infty\text{O}\infty$, 2O_2 , 2O und auch $m\text{O}n$. Zw. nach O, ganz nach Art der Spinellzw. — Derb und eingesprengt in körnigen, schaligen und dichten Aggregaten; in losen Körnern als Magneteisensand; in Pseudomorphosen nach Rotheisen, Spatheisen.

O unvollk., aber häufig oktaedrische Absonderung in Folge lamellarer Zw.-Bildung. Br. muschl., spröd. $H = 5\frac{1}{2}-6\frac{1}{2}$. $G = 4,9$ bis 5,2. Mehr oder minder ausgeprägter Mgl., undurchs., nur die ganz dünnen Häute im Glimmer von Pennsburg, Pa, scheinen braun durch. Eisenschwarz. Str. schwarz. Stark magnetisch; im angewitterten Zustand zuweilen polarmagnetisch.

68,97 Fe_2O_3 , 31,03 FeO mit insges. 72,41 Fe; öfters Titanhaltig (Titanmagneteisen, s. unten). — v. d. L. sehr schwer schmelzbar. Mit Borax oder Phosphorsalz Fe-Reaction; gepulvert in conc. Salzsäure löslich.

Wichtiges und weit verbreitetes Fe-Erz! zuweilen sogen. Eisenberge bildend. — 1. Fahlbandartig in krystallinischen Schieferen, zu selbständigen Lagern und Stöcken anschwellend und daher geradezu gesteinsbildend. Sehr häufig in Skandinavien, den Ver. Staaten und in Canada. Theilweise mit Mineralien wie Hornblende, Augit, Granat, Glimmer verknüpft: Arendal, Gellivara und Kirunavara, Dannemora etc. in Skandinavien, Schmiedeberg in Schlesien, Breitenbrunn und Berggies-

hübel in Sachsen, Kirlibaba in der Bukowina. Schöne $\times\times$ in Chlorit- und Talkschiefer eingewachsen: Zillerthal. — 2. Gemengtheil besonders von basischen Eruptivgesteinen, von Diabas, Gabbro, Melaphyr, Basalt. Die dunkle Farbe dieser Gesteine rührt im Wesentlichen von dem fein eingemengten Magnetit her. Durch lokale Concentration des Magnetitgehaltes entstehen Erzlagerstätten: Taberg am Wetteren; dahin werden gewöhnlich auch die Magnetitberge des östlichen Urals, Katschkanar, Blagodat, Wissokaja Gora, Magnetnaja Gora gerechnet. — Das Magnet-eisen der Eruptivgesteine ist oft stark Ti-haltig und nimmt ein schlackiges, glasflussartiges Aussehen an, sogen. schlackiges Magnet-eisen, Trappeisen; typisch im Basalt von Unkel am Rhein. — 3. Auf Contactlagerstätten im Kalkstein: Morawitza etc. im Banat. — 4. Auf Gängen und Klüften; nicht häufig; dahin vielleicht die trümerstockartige Lagerstätte von Traversella in Piemont. — 5. Als vulkanisches Product. — 6. Lose als Magnet- und Titanmagneteisensand an Meer-, See- und Flussufern. Norddeutsche Seen, Ostsee, Lake Superior etc. Als Begleiter auf Edelsteineisen; zuweilen auch in wieder verkitteten grösseren, breccienartigen Massen: Tapanhoacanga und Cataobirit in Brasilien.

Rotheisenstein des Spitzenberges bei Altenau im Harz ist durch Berührung mit dem Okergranit in compactes, Spatheisen auf Siegenschen Gängen im Contact mit Basalt in mulmiges Magneteisen umgewandelt. — Zufälliges Hüttenproduct, auch künstlich dargestellt. — Alle ähnlichen Mineralien, wie Chrom-eisen, Titaneisen, Hausmannit etc. durch mangelnden Magnetismus unterschieden.

Jacobsit. MnO, Fe_2O_3 . Reg., ein Manganmagnetit, bei dem FeO durch MnO und auch etwas MgO ersetzt ist; auch für Fe_2O_3 tritt etwas Mn_2O_3 ein. In oktaedrischen $\times\times$ und in abgerundeten Körnern eingesprengt, häufiger in körnigen Aggregaten. $G = 4,75$. Mgl., undurchs., eisenschwarz. Str. röthlich schwarz; stark magnetisch. Im körnigen Kalk von Jacobsberg in Wermland.

Magnesioferrit (Magnoferrit) MgO, Fe_2O_3 . In kleinen schwarzen und lebhaft glänzenden Oktaedern auf vesuvischen Laven, in regelmässiger Verwachsung mit Eisenglanztafeln. $G = 4,65$. Str. dunkelroth.

Chrysoberyll. Cymophan. BeO, Al_2O_3 . Rhomb.

$\times\times$ stets eingewachsen, gewöhnlich dick tafelartig nach der vertical gestreiften Querfläche. Im Habitus und in den Winkeln dem Olivin ähnlich. Die häufigsten Formen sind $M = \infty P\infty$, $T = \infty P\infty$, $i = P\infty$ ($129^\circ 46'$), $s = \infty P\checkmark$ ($93^\circ 33'$), daneben $o = P$ (Polk. $139^\circ 53'$ und $86^\circ 16'$), $n = \checkmark P\checkmark$. Zw. sehr häufig, nach $\checkmark P\infty$, sowohl in Juxtaposition wie in Penetration, wobei die Vertical-axen resp. die derselben \parallel laufende Streifung auf M Winkel von $59^\circ 46'$ einschliessen. Treten 3 Individuen nach demselben Gesetz cyclisch zusammen, so entstehen scheinbar hexagonale Formen. cfr. Fig. 311 u. 312. Da die Fläche $P\infty$ fast genau senkrecht auf $\checkmark P\infty$, so wird das zu Grunde liegende Gesetz auch wohl ausgedrückt: Zw.-Fläche $P\infty$, Verwachsungsfläche $\checkmark P\infty$. Derartige Drillinge mit hexagonalem Habitus heissen

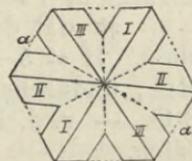


Fig. 311.



Fig. 312.

Alexandrit. — Auch in $\times\times$ -Bruchstücken, in losen Körnern und Geschieben.

∞P deutl., Br. muschl. $H = 8\frac{1}{2}$. $G = 3,65-3,8$. Glasgl., auf dem Br. fettartig; durchs. bis durchschein. Grünlichweiss oder grünlichgelb, spargelgrün bis smaragdgrün; häufig pleochroitisch (bei Lampenlicht colombinroth); manche zeigen einen wogenden Lichtschein, der sie dem Katzenauge ähneln lässt.

19,72 BeO, 80,28 Al₂O mit etwas Fe. — v. d. L. und von Säuren nicht verändert. Borax löst ihn schwer zu klarem Glase auf; von Alkalien und Kaliumbisulfat zersetzt.

Eingewachsen im Gneiss von Marschendorf mit Granat und Spinell, im Glimmerschiefer an der Takowaja am Ural (Alexandrit), bei Haddam, Conn., in Granit mit Beryll und Granat. Lose auf Edelsteinseifen von Ceylon, Pegu, Brasilien.

Verbindungen von Manganoxyden unter sich oder mit CuO, die gleich der Spinellgruppe als Salze aufgefasst werden können.

Als Säureanhydrid erscheint MnO₂ oder Mn₂O₃.

Braunit. MnO, MnO₂ (= Mn₂O₃). Tetrag. Gewöhnlich sehr kleine $\times\times$, krustenartig in Drusen. $P(108^{\circ}39')$ mit oP , auch $4P_2$. Körnige Aggregate. Zw. nach $P\infty$. — # P ziemlich vollk. $H = 6-6\frac{1}{2}$. $G = 4,73-4,9$. Metallartiger Fettgl., undurchs., eisen- bis bräunlichschwarz; Str. schwarz. — 69,6 Mn, 30,4 O, daneben wohl Baryt und (Marcelin von St.-Marcel in Piemont) 7–15% SiO₂; daher ist der Braunit auch wohl als manganigsaures Mangan gedeutet. — v. d. L. unschmelzbar; Mn-Reaction; mit HCl Chlorentwicklung. — Elgersburg, Oehrenstock; Ilfeld, St.-Marcel, Botnedal in Norwegen.

Hausmannit. 2 MnO, MnO₂ (= Mn₃O₄). Tetrag., vielleicht sphenoid-hem.

$\times\times$ ein- und aufgewachsen, mit pyramidalem Habitus. $P(116^{\circ}59')$ oft horizontal gestreift; selten tritt $\frac{1}{3}P$ hinzu, noch seltener ∞P .

Häufig Zw. nach $P\infty$, vielfach sind wie beim Kupferkies 5 Individuen cyclisch mit einander verbunden. Fig. 313. Diese Zw. erscheinen dann wie grössere Pyramiden mit einwärts geknickten Kanten. — Derb, körnig, in Pseudomorphosen.

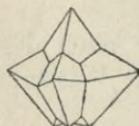


Fig. 313.

oP deutlich, P und $P\infty$ undeutlich. Br. uneben. $H = 5-5\frac{1}{2}$. $G = 4,7-4,8$. Unvollk. fettiger Mgl., undurchs. Eisenschwarz, Str. braun.

72 Mn, 28 O. — v. d. L. unschmelzbar; in Salzsäure unter Cl-Entwicklung löslich.

Auf Gängen von Oehrenstock und Friedrichsroda im Thüringer Wald, Ilfeld am Harz. Massenhaft in Dolomiten von Pajsberg, Nordmark, Långban, Grythyttä in Schweden.

Aehnliche Mineralien: Magnetit, Braunit. — Hetairit, vielleicht ein Zn-haltiger Hausmannit, in nierigen, halbmetallisch bis metallisch glänzenden Krusten. Schwarz. $H = 4$. $G = 4,93$. Sterling Hill in New-Jersey.

Crednerit, Mangankupfererz. 3 CuO. 2 Mn₂O₃. Monoklin. Derb in blättrigen und körnigen Aggregaten. # nach Basis und Prisma. Br. uneben,

etwas spröd. $H = 4\frac{1}{2}$ –5. $G = 4,9$ –5. Mgl., undurchs. Eisenschwarz, Str. schwarz. — ca. 43% CuO , etwas BaO . — v. d. L. unschmelzbar. Unter Cl-Entwicklung in Salzsäure löslich. Friedrichsroda.

3. Abtheilung. Hydroxyde.

Opal. $SiO_2 + aq.$ Amorph.

Derb und eingesprengt, in nierigen, traubigen Partien; auf Klüften und andere Gesteine durchtrümernd. In Pseudomorphosen und als Versteinigungsmittel.

Br. muschl., $H = 5\frac{1}{2}$ – $6\frac{1}{2}$ (im erdigen, verwitterten oder noch nicht erhärteten Zustand bis auf 1 herabsinkend). $G = 2,1$ – $2,3$. Glas- bis Fettgl. Durchs. bis undurchs. Farblos, gewöhnlich gefärbt. In Folge von Spannungen oft doppelbrechend.

SiO_2 mit wechselndem Wassergehalt (3–13%), seltener wasserfrei; öfters Beimengungen von CaO , Al_2O_3 , MgO , Fe_2O_3 , so Alu-mocalcit von Eibenstock und Rezbanya vermenget mit CaO und Al_2O_3 , Forcherit von Knittelfeld in Steiermark mit As_2S_3 . — v. d. L. allein nicht, wohl aber mit Soda schmelzbar; giebt im Kölbchen Wasser. Löslich in heißen Laugen.

Geht aus der Zersetzung von Silicaten hervor, scheidet sich aus heißen Quellen ab und theiligt sich am Aufbau von Thier- und Pflanzenkörpern.

Varietäten: 1. Edler Opal, bläulich- bis gelblichweiss, durch bunte Farbenreflexe im Innern ausgezeichnet. Edelstein. Auf Trümmern in einem zersetzten Trachyt von Czerwenitza, wo er bergmännisch gewonnen wird. An anderen Orten, wie Frankfurt, Färöer, Mexiko, selten. — Hydrophan, trüb in Folge von Wasserverlust. Hubertusburg in Sachsen.

2. Feueropal, bernsteinfarben bis hyacinthroth, durchs.; auf Trümmern. Zimapan in Mexiko, Färöer, Telkibanya.

3. Hyalit, traubig, nierig, wasserhell und glasgl. Auf Klüften, Hohlräumen und als Ueberzug. Waltch in Böhmen, Kaiserstuhl. — Perlsinter, matt in Folge des Wasserverlustes. Santa Fiora in Toscana.

4. Gemeiner Opal, gelblichweiss, braun, grün, roth etc.; halbdurchs. bis durchschein. Fettgl. Auf Trümmern und Hohlräumen; in Pseudomorphosen. Freiberg, Telkibanya, Eperies; im Serpentin von Kosemitz von Böhmen, in Mandelsteinen von Island und Färöer etc. Chloropal, durch Ni apfelgrün gefärbt, aus Serpentin. Jaspopal, durch Fe intensiv roth, braun und grün gefärbt. Kascholong durch partiellen Wasserverlust matt. Holzopal, durch Opalsubstanz versteinertes Holz.

5. Kieselsinter, in Krusten und Stalaktiten, als Ausscheidung von heißen Quellen und Geysirn. Island, Neuseeland, Yellowstone-Gebiet.

6. Polirschiefer, Tripel, Kieselguhr, Randanit sind aus Opalsubstanz bestehende und in Schichten abgelagerte Panzer von Protozoen und Diatomeen. Menilit von Menilmontant bei Paris und Schwimmkiesel sind concretionäre Knollen innerhalb solcher Schichten. —

Melanophlogit in kleinen, pseudoregulären $\times\times$ auf Kalkspath und Coelestin von Girgenti ist vielleicht nur eine Pseudomorphose von Opalsubstanz mit Beimengung von 5% Schwefelsäure und ca. $1\frac{1}{2}$ % Kohlenstoff.

Stiblich (Stibiconit, Antimonocker z. Th.). $H_2Sb_2O_5 (= 2SbO_2 + H_2O)$. Verwitterungsproduct von Antimonit und Antimonmineralien (Fahlerz). In derben fettglänzenden Partien ($H = 5$) oder in erdigen Krusten und Anflügen. Schwefelgelb bis rostgelb. Vielorts. — Partzit und Corongit sind wahrscheinlich Gemenge von Antimonhydroxyd mit Oxiden des Cu , Pb und Ag . Peru.

Brucit. MgO, H_2O . Hexag. rhomboedr. Grosse, nach oR tafelige $\times\times$, deren Seiten von mehreren Rhomboedern begrenzt werden. $+R$ ($82^\circ 22'$). Derb, in schuppigen, selten (sogen. Nematolith von Hoboken) in asbestartigen, feinfaserigen Aggregaten. $\#$ oR sehr vollk.; mild. $H = 2$. $G = 2,3-2,4$. In dünnen Blättchen gemein biegsam. Auf der Spaltfläche Perlmgl. sonst Glasgl. Durchs. bis durchschein. Farblos, weiss, grünlich. Optisch $+$. 69 MgO, doch zuweilen Mn-haltig (Manganbrucit von Jacobsberg), und Fe-haltig. Wandelt sich in Hydromagnesit um. Auf Gängen und Trümmern im Serpentin, namentlich bei Texas, Pa, Insel Unst; derb im Kalkstein zu Filipstad, im Contact bei Predazzo. — Aehnlich: Talk.

Predazzit. Gemenge von Kalkstein und Brucit. Predazzo.

Pyrochroit. MnO, H_2O , isomorph mit Brucit. Gewöhnlich körnig und blättrig. Frisch weiss wie Brucit, färbt sich aber braun und schwarz; dünne Blättchen durchschein. Opt. —. Pajsberg bei Filipstad in schmalen Trümmern im Magneteisen.

Völknerit (Hydrotalkit). $6 MgO, Al_2O_3 + 15 H_2O$. Hexag. $\times\times$ tafelig, meist in krummblättrigen und faserigen Aggregaten. $\#$ oP sehr vollk.; mild, etwas biegsam und fettig anzufühlen. $H = 2$. $G = 2,04-2,09$. Weiss, Perlmgl., dünne Blättchen durchschein.; enthält gewöhnlich etwas CO_2 , wohl durch Verwitterung. Slatoust und Snarum.

Houghtit dürfte ein dem Völknerit ähnliches Verwitterungsproduct von Spinell sein; in körnigen Kalk von Somerville, New-York. — Pyroaurit, ein Fe_2O_3 statt Al_2O_3 enthaltender Völknerit, in goldgelben hexag. Blättchen von Långban. — Namaqualit enthält CuO statt MgO.

Isomorphe Gruppe des Goethits von der Formel $R_2O_3, H_2O (= RO, OH)$, wo $R = Al, Fe, Mn$. Hierher gehören Diaspor, Goethit, Manganit, die trotz grösserer Winkelunterschiede (vergl. die Prismenwinkel) doch alle charakteristischen Merkmale (Form, Spaltbarkeit) der Isomorphie zeigen. An- resp. eingefügt sind ausserdem noch einige von den eigentlichen Gliedern der Gruppe durch ihren Wassergehalt abweichende, sonst aber qualitativ ähnliche Verbindungen.

Diaspor. Al_2O_3, H_2O . Rhomb.

$\times\times$ klein und nicht häufig, nach $\infty P \infty$ tafelig verbreitert und an den Enden meist durch gekrümmte Pyramiden und Längsdomen begrenzt. ∞P ($129^\circ 54'$). — Gewöhnlich in blättrigen Aggregaten.

$\# \infty P \infty$ sehr vollk.; sehr spröde. $H = 6$. $G = 3,3-3,46$. Auf der Spaltfläche Perlmuttergl., sonst Glasgl.; durchs. bis durchscheinend. Farblos, gelblich, grünlich, violett und äusserlich oft braun gefärbt. Trichroitisch!

85,1 Al_2O_3 , 14,9 H_2O . Unschmelzbar und nur nach starkem Glühen in Schwefelsäure löslich. Mit Co-Solution geglüht schön blau.

Im Chloritschiefer bei Kossoibrod am Ural; in Dillnit (thonartiges, wohl aus einem Gemenge von Kaolin und Diaspor bestehendes Mineral) eingewachsen zu Schemnitz, mit Korund im Dolomit von Campolongo, mit Cyanit am Greiner in Tyrol; mit Smirgel auf Naxos, mit Margarit zu Unionville, Pa. etc.

Beauxit. $Al_2O, 2H_2O$, durch Kieselsäure, Eisenoxyd etc. stark verunreinigt, sodass die Formel nur hypothetisch. Nur derb in thon- oder bolusartigen Massen. $H = 2-3$. Weisslich, roth, braun. Beaux bei Arles; Feistritz in der Wochein in Krain (daher auch Wocheinit). Dient zur Herstellung von feuerfesten Steinen und von Aluminium, resp. Aluminiumlegierungen.

Hydrargillit (Gibbsit). $Al_2O_3, 3H_2O$ (65.43 Al_2O_3). Monoklin. $\beta = 85^\circ 29'$. Kleine scheinbar hexagonale Tafeln, zu Zwillingen verwachsen, zumeist aber radialfaserig und schuppig in sphäroidischer oder stalaktitischer

Form, daher auch leicht mit Wavellit und Chalcedon zu verwechseln. # oP glimmerartig vollk. Zäh. $H = 2\frac{1}{2}$ –3. $G = 2,34$ –2,39. Auf der Spaltfl. Perlmuttergl., sonst Glasgl. Farblos und weiss in verschiedenen Tönen. Unschmelzbar, in heissen Säuren schwierig löslich. Mit derbem Natrolith von Arö im Langesundfjord, Slatoust im Ural, Villa rica in Brasilien, Unionville, Pa., Richmond, Mass.

Sassolin. $B_2O_3, 3H_2O (= BH_3O_3)$ mit 56,5 B_2O_3 . Triklin, in weissen perlmutterglänzenden Blättchen. $H = 1$, $G = 1,45$, fettig anzufühlen. Fumarolen der Insel Volcano; Absätze heisser Quellen bei Sasso in Toscana, und aus Soffionen bei Volterra und Massa maritima.

Manganit. Braunmanganerz. Mn_2O_3, H_2O . Rhomb.

XX (Ilfeld!) zu Drusen und Gruppen vereinigt, gewöhnlich lang prismatisch und stark vertical gestreift, seltener kurz prismatisch, flächenreich und dann stets zu Zwillingen verbunden. Die Begrenzung bilden in beiden Fällen entweder die (quergestreifte oder löcherige) Basis oder zahlreiche makrodiagonale Pyramiden. $m = \infty P (98^\circ 40')$, $d = \infty P\bar{2}$, $k = \infty P\bar{3}/2$, $l = \infty P\bar{2}$, $a = \infty P\infty$, $u = P\infty$, $c = oP$, $e = P\infty$, $p = P$, $s = P\bar{2}$, $n = 2P\bar{2}$. Zw. nach $e = P\infty$. — Strahlige und stänglige, oft radial angeordnete Aggregate und Bündel, selten körnig.

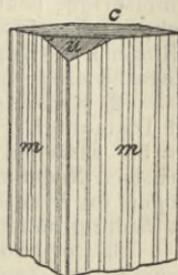


Fig. 314.

$\infty P\infty$ sehr vollk., ∞P vollk.; Br. uneben; spröd. $H = 3\frac{1}{2}$ –4. $G = 4,3$ –4,4. Unvollk. Mgl. Eisenschwarz mit deutlichem Stich ins Braune. Str. braun.

89,8 Mn_2O_3 , 10,2 H_2O . Das Wasser entweicht erst über 200° . — v. d. L. in der Boraxperle Mn-Reaction. In concentr. Salzsäure unter Cl-Entwicklung löslich.

Besonders schön auf Gängen des Porphyrits von Ilfeld. Elgersburg und Oehrenstock bei Ilmenau. Udenäs in Schweden, Christiansand in Norwegen. Cornwall.

Ist sehr geneigt in Pyrolusit, der in der Hauptsache vom Manganit herührt, überzugehen (Varvicit ein solches Zwischenmineral), sodass frische Manganit-XX relativ selten sind; dabei ändern sich Glanz, Farbe, Strich und Härte. Derartige Umwandlungsproducte ähneln wohl strahligem Bleiglanz und Antimonit. Findet als Braunstein Verwendung.

Neukirchit, nadelförmig, ist vielleicht eine isom. Mischung von Manganit und Göthit. Neukirchen im Elsass, auf Rotheisen.

Göthit. Pyrrhosiderit. Nadeleisenerz. Fe_2O_3, H_2O . Rhomb.

XX durchweg klein, prismatisch (nadel- und haarförmig) nach der Verticalaxe oder tafelig nach $\infty P\infty$. $m = \infty P (94^\circ 52')$, $d = \infty P\bar{2}$, $b = \infty P\infty$, $e = P\infty$, $a = \infty P\infty$, $x = 4P\infty$, $p = P$, $s = P\bar{2}$. Die Prismenflächen oft längs gestreift. — Derb, blättrig, schuppig, strahlig; in häufigen Pseudomorphosen nach Pyrit.

$\infty P\infty$ sehr vollk. $H = 5$ – $5\frac{1}{2}$, $G = 3,8$ –4,3. Unvollk. Diamantgl. Nelken- bis schwärzlichbraun; auch gelblich und röthlich. Dünne Blättchen hyacinthroth durchscheinend. Str. roth- bis braungelb.

89,9 Fe₂O₃ mit 63 Fe, gewöhnlich etwas SiO₂ und Mn. Schmilzt nur an den Kanten und wird magnetisch, verliert im Kölbchen Wasser und färbt sich roth. Schwer in Salz-, leicht in Salpetersäure löslich.

In Verbindung mit Brauneisenstein und Rotheisenstein neben Manganerzen. Eiserfeld, Hollerter Zug im Siegenschen, Iberg am Harz, Obernkirchen, Zwickau, Příbram, Hüttenberg, Clifton bei Bristol; Botallack und Lostwithiel in Cornwall (hier XX von Nadeleisen), Oberer See, Californien, Oregon.

Man unterscheidet folgende Abänderungen:

1. Nadeleisenstein, haar- und nadelförmig, oft radial gruppirt. Feinfaserige, ockergelbe bis kastanienbraune Kugeln mit sammetartiger Oberfläche und seidenartigem Bruch heissen Sammetblende oder Příbramit (Příbram). Onegit oder Fullonit sind in Quarzgeröllen der Wolfsinsel im Onegasee eingewachsene XX genannt.

2. Rubinglimmer, Göthit. Blättchen und Schüppchen nach $\infty P\infty$ mit Diamantgl.; röthlichbraun bis schwarz, oft hyacinthroth durchscheinend. H = 5. Eiserfeld und Hollerter Zug bei Siegen. Westerwald, Raschau in Sachsen, Nadabala in Ungarn. — Die mikroskopischen, färbenden Einlagerungen im Avaturinfeldspath, Carnallit, Heulandit bestehen in der Hauptsache aus Rubinglimmer.

3. Lepidokrokit, derbe rothbraune Stücke mit schuppig faseriger Structur und schimmerndem Bruch. Siegen, Cornwall.

4. Derber und dichter Göthit; wachsartig glänzend, innen matt, muschlig-Bruch, oft stalaktitisch und in Pseudomorphosen nach Pyrit.

Bei grösserer Verbreitung zur Eisengewinnung verwendet.

Limonit. Brauneisenstein. $2\text{Fe}_2\text{O}_3, 3\text{H}_2\text{O}$.

Krystallform unbekannt, doch oft in krystallinischen Massen von faseriger oder radialstrahliger Structur, Glasköpfe, Stalaktiten und Oolithe bildend. Häufig auch in dichten derben und in lockeren, erdigen (ockerigen) Partien. Physik. Eigenschaften in Folge der mannigfachen Structur und der häufigen Verunreinigung verschiedenartig. Br. muschlig bis erdig. H = 1–5½. G = 3,4–4. Zuweilen seidenartig, auch halbmetallischer Gl., undurchs., braun in allen Tönen, schwarz und ockergelb. Str. stets rostbraun.

85,6 Fe₂O₃ mit 60 Fe, entspricht jedoch kaum je ganz der Formel, sondern es findet sich durchweg ein grösserer oder geringerer Gehalt an Kiesel- und Phosphorsäure, an Mangan und Thonerde. Wasserärmere Limonite, den Uebergang zu Rotheisen bildend, sind wenn faserig und glaskopffartig Hydrohämait, wenn derb Turjit genannt. — Giebt im Kölbchen Wasser und verhält sich v. d. L. wie Göthit.

Wichtiges und weit verbreitetes Eisenerz! Flötzartig, theils als primäres Mineral (oolithischer Brauneisenstein, Minette, Raseneisenstein, Sumpf- und Morasterz) oder secundär als Umwandlungsproduct von Spatheisen (Blau- und Schwarzeisenerz), von Rotheisen, Thuringit etc. Gangförmig zumeist als secundäres Verwitterungsmineral anderer Eisenerze, besonders auch des Pyrits (Eiserner Hut); als Ausfüllung unregelmässiger Hohlräume im Kalkstein wie am Iberg und in Oberschlesien.

Man kann eine Reihe Abarten unterscheiden:

1. Brauner Glaskopf. Faserig mit muschligem, seiden- bis wachsglänzendem Br. und glänzend glatter, gewöhnlich tief schwarzer, Mn-reicher Oberfläche. Sonst braun, auch wohl bunt angelauten. In nieren-, traubenförmigen und stalaktitischen Massen als Ausfüllung von Hohlräumen und Geoden. Siegen, Lautenthal, Schneeberg, Hüttenberg.

2. Stilpnosiderit (Eisenpecherz) derb; auf dem flachmuschligen Br. pech- oder opalglänzend in Folge einer wesentlichen Beimengung von Kieselerde oder Phosphorsäure. Dunkelbraun bis schwarz. Siegen u. a. O. Hierher gehört auch der meist etwas hellere, vielfach löcherige und knollige Raseneisenstein aus den Niederungs- und Marschländereien, der besonders reich an Phosphorsäure ist; ferner das leberbraune bis schwarze, Cu_2O -haltige Kupferpecherz, das aus Verwitterung von Kupferkies etc. hervorgeht.

3. Dichter Brauneisenstein. Derb, mit matter oder nur wenig schimmerndem Br. Vielfach mit oolithischer Structur (hierher die wichtigsten Jura-Eisenerze Mitteleuropas, Minette in Lothringen, Luxemburg etc., das Cleveland-ore in England); ferner die Bohnerze z. B. von Kandern. Sphäroidische Stücke heissen Eisenniere. Oft reich an Thon (thoniger Brauneisenstein). In Pseudomorphosen nach Spatheisen und Pyrit; solche nach Arsenkies sind Crucilith oder Crucit genannt.

4. Erdiger Brauneisenstein (Brauneisenocker). Erdiger Br., zerreiblich, abfärbend; gewöhnlich lichter gelb. Meist sehr stark verunreinigt, mit Thon (Hypoxanthit, Terra die Siena) mit etwas SiO_2 (cyprische Umbra), mit CuO (Kupferbraun). Auch das aus den Seen Skandinaviens sich niederschlagende Seeerz ist erdig. Ortstein ist ein mehr oder minder durch Limonit verfestigter Sand.

Xanthosiderit. Gelbeisenstein. $\text{Fe}_2\text{O}_3, 2\text{H}_2\text{O}$ mit 81,6 Fe_2O_3 , aber stark verunreinigt durch Thon etc.; vielleicht handelt es sich nur um einen Limonit, der etwas Wasser verloren hat. Derb, in goldgelben bis braunrothen radialfaserigen Partien (Ilmenau) oder in gelben ockerigen Massen in Begleitung von Limonit und als Quellabsatz.

Hieran schliessen sich einige seltene, nach Selbständigkeit und Formel noch nicht sicher gestellte Mineralien:

Winklerit, ein Hydroxyd von Co und Ni, vielleicht von der Constitution des Xanthosiderits; dunkelblau, derb. Almeria in Spanien.

Heterogenit, wesentlich Kobalhydroxyd, amorph, traubig und derb. Schwarz bis röthlichbraun; wahrscheinlich Verwitterungsproduct des Speiskobalts. Schneeberg in Sachsen.

Heubachit, Hydroxyd von Co, Ni, Fe, Mn. Schwarze russartige Anflüge und Dendriten. Heubach im Schwarzwald.

Hydroxyde zusammengesetzter Manganverbindungen; durchweg ohne sicher gestellte Formel.

Chalkophanit. $(\text{ZnMn})\text{O} \cdot 2\text{MnO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$. Hexag. rhomboedr. — Drusen sehr kleiner tafeliger $\times\times$ mit basischer $\#$ und in stalaktitischen Aggregaten. H = $2\frac{1}{2}$. G = 3,9. Mgl. Bläulichschwarz mit braunem Str. — Färbt sich v. d. L. bronze- bis kupferfarben. Sterling Hill in New-Jersey.

Psilomelan. Schwarzer Glaskopf. Hartmanganerz.

Kryptokrystallin mit faseriger Structur, oft auch ganz dicht und amorph erscheinend in traubigen, stalaktitischen, glaskopf-ähnlichen Formen; zuweilen eingesprengt und in Pseudomorphosen nach Calcit.

Br. muschl. bis eben. H = $5\frac{1}{2}$ —6. G = 4,13—4,33. Schimmernd bis matt; undurchs. Bläulichschwarz. Str. bräunlichschwarz und glänzend.

Chem. Zus. schwankend; keine einheitliche Formel. Wesentlich eine wasserhaltige (1—6%) Verbindung von MnO_2 und MnO , wobei aber ein beträchtlicher Theil des letzteren durch BaO (bis 17%) oder K_2O (bis 5%) ersetzt wird; daneben noch CaO , MgO , CoO , CuO , Al_2O_3 und SiO_3 . Li-haltiger Psilomelan wurde Lithiophorit (Breitenbrunn) und Kakochlor (Rengersdorf bei Görlitz) genannt. — v. d. L. unschmelzbar; giebt im Kolben Wasser, löst sich leicht unter HCl -Entwicklung in Salzsäure und giebt dann mit Schwefelsäure einen Niederschlag von $BaSO_4$.

Gern neben Baryt auf Gangklüften in Eruptivgesteinen und Hohlräumen im Brauneisenstein. Johanngeorgenstadt, Schneeberg, Breitenbrunn; Ilmenau, Friedrichsroda; Siegen; Horhausen. Romaneche etc.

Wad. Manganschaum. Amorph.

Derb, in knolligen, nierigen, stalaktitischen Formen, als Ueberzug, russartiger Anflug und dendritisch. In compacten und in lockern, schaumigen Aggregaten.

Br. muschl. bis erdig. $H = 1/2 - 1 1/2$ (zuweilen bis 3). $G = 2,3$ bis 3,7; die porösen Abarten sind scheinbar viel leichter. Matt, undurchs. Braun bis pechschwarz. Str. braun und glänzend; abfärbend.

Chem. Zus. schwankend, weil Gemenge. Vorwiegend MnO_2 , MnO und 10—15 H_2O ; daneben Ba , Ca , K , Co , Cu , Fe und Si . — L.-V. wie bei Psilomelan.

Vork. häufig, wenn auch nirgends in grosser Masse; geht überall aus der Zersetzung von Mn-haltigen Spath- und Brauneisensteinen, sowie von Silicaten hervor. Harz, Thüringer Wald, Nassau, Siegen etc. etc.

Nach der Vermengung, event. auch chem. Verbindung werden noch besondere Mineralien unterschieden: Grorolith von Groroi im Dép. de la Mayenne u. a. O., enthält etwa 6—9% Fe_2O_3 , Al_2O_3 und SiO_2 . — Lepidophaeit von Kamsdorf, zart, schuppig, röthlichbraun, enthält bis 11 1/2% CuO . — Kupfermanganerz, compact und traubig, mit 4—16% CuO von Kamsdorf und Schlaggenwald. Hierher auch die Kupferschwärze von Lauterberg, Siegen, Freiberg und der Pelokonit von Remolinos in Chile. — Kobaltmanganerz (schwarzer Erdkobalt, Asbolan) mit 19% CoO und 4% Cu . Neben Co - und Cu -Erzen von Kamsdorf, Riechelsdorf, Schneeberg, Joachimsthal. — Rabdionit, chem. wie Kobaltmanganerz, aber mit herrschendem Gehalt an Fe_2O_3 (bis 45%). Nischne Tagilsk.

IV. Klasse. Haloidsalze.

Zu dieser Klasse gehören die Chlor-, Jod-, Brom- oder Fluor-Verbindungen der Elemente, ausserdem sind hier (cfr. 3 Abth.) noch eine Anzahl Mineralien eingereiht, deren Constitution als Verbindung von Haloidsalzen mit Oxyden und Oxysalzen zu deuten ist. Metallischer Habitus fehlt ganz allgemein; die meisten sind farblos oder zufällig gefärbt; geringe Härte zeichnet fast sämmtliche, Löslichkeit in Wasser viele aus. Nach Vorkommen und Entstehung sind viele secundäre Mineralien, andere Sublimationsproducte der Vulkane oder Auskrystallisationen des Meeres resp. salinischer Gewässer.

1. Abtheilung. Einfache Chloride etc.

Isodimorphe Gruppe des Steinsalzes. Reg. und hexag.

α. Reguläre Reihe.

Sylvin. Chlorkalium. Hövellit. Leopoldit. KCl . Reg.

$\infty O\infty$, häufig in Combination mit O . — Körnig-späthige, selten stänglige Aggregate.

♯ $\infty O\infty$ sehr vollk., Br. muschl. $H = 2$. $G = 1,9-2$. Farblos und gefärbt. Glasgl., durchs. $n = 1,4903$; diatherman; zerfliesslich; unangenehm bitter schmeckend.

52,46 K, 47,54 Cl; gewöhnlich etwas Na enthaltend; färbt die Löthrohrflamme violett, verflüchtigt sich in der Glühhitze; sehr leicht löslich in Wasser.

Secundär aus Carnallit hervorgegangen im Hangenden der Steinsalzlagerstätten nördlich des Harzes; auch bei Kalusz. Früher nur als vulkanisches Sublimationsproduct bekannt. Vesuv. — Sylvinit, ein etwas Sylvin haltiges Steinsalz von Stassfurt etc.

Steinsalz. Kochsalz. Halit. $NaCl$. Reg.

XX ein- und aufgewachsen, zumeist nur $\infty O\infty$, selten in Comb. mit O oder wie bei Kalusz mit ∞O_2 . Künstliche XX bilden treppenartige Würfelskelete. — Derb und eingesprengt in körnigen und faserigen Aggregaten; zuweilen auch haarförmige Ausblühungen und in Stalaktiten.

♯ $\infty O\infty$ sehr vollk., Schlagfigur und Gleitfläche parallel ∞O . Br. muschl., etwas spröd. $H = 2$. $G = 2,1-2,2$. Farblos, aber verschiedentlich gefärbt: roth und gelb durch Eisen, blau durch Kohlenwasserstoff, grau durch Bitumen; zuweilen auch grün. Glasgl.

ins Feuchte, wenn, wie häufig, Spuren zerfliesslicher Salze zugegen; $n = 1,5442$; diatherman.

39,36 Na, 60,64 Cl; nicht selten mit Beimischung von etwas CaCl_2 , MgCl_2 und KCl und gemengt mit Gyps, Anhydrit, Bitumen, welche letztere beim Auflösen in Wasser zurückbleiben; eingeschlossene Gase entweichen dabei mit Knistern (Knistersalz von Wieliczka). 1 Theil Salz in 2,8 aq. löslich. Färbt die Löthrohrflamme gelb; verflüchtigt sich in Glühhitze.

Vorkommen 1. auf besonderen Steinsalzlagerstätten aller geologischen Formationen (Näheres cfr. Anhang unter Steinsalzlagerstätten), 2. Ausblühung des Bodens von Steppen und Wüsten: Kaspi, Nordafrika, Chile, 3. Sublimationsproduct der Vulkane (kalihaltig), 4. gelöst im Meer und salinischen Wassern.

Huantayit, ein 3–5% AgCl haltendes Steinsalz, in kleinen, wasserklaren Würfeln und rindenartig auf ockerigem Gestein mit Chlorsilber, Embolit, Atacamit; zersetzt sich mit Wasser unter Abscheidung von AgCl (daher Lechedor, milchgebend) genannt. Huantaya in Peru.

Salmiak. Chlorammonium. NH_4Cl . Reg.

Gewöhnlich nur O oder 3O_3 ; letztere Form oft gestreckt und daher quadrat. oder rhomboedr. Combinationen ähnlich, Künstliche $\times\times$ zeigen neben 2O_2 noch plagiédrische Ausbildung eines 48-Flächners, wahrscheinlich $\frac{8}{5}\text{O}^{\frac{8}{7}}$. — Krusten, traubig, stalaktitisch, faserig, erdig und mehlig.

O unvollk., Br. muschl., sehr mild; zäh. $H = 1\frac{1}{2}$ –2. $G = 1,5$ –1,6. Farblos, gelb und braun durch Fe_2Cl_6 . Stechend salziger Geschmack.

66,26 Cl; leicht löslich in Wasser, verflüchtigt sich leicht und vollständig; mit Soda Entwicklung von Ammoniak.

Sublimationsproduct von Vulkanen und auf brennenden Kohlenhalden und Flötzen, z. B. Duttweiler, Oberhausen bei Ruhrort, Hainichen in Sachsen. Zuweilen auf Braunkohle. In grösserer Menge im Innern Asiens.

Kerargyrit. Silberhornerz. Hornsilber. Chlorsilber. AgCl . Reg.

$\times\times$ klein, meist reihenweise gruppirt, $\infty\text{O}\infty$, seltener O und ∞O . — Derb und eingesprengt, in Rinden und Drusenhäuten, als Ueberzug, Anflug, auch stalaktitisch und dendritisch.

fehlt, Br. muschl.; geschmeidig. $H = 1$ – $1\frac{1}{2}$. $G = 5,5$ –5,6. Perlgrau, grünlich, gelblich, blaulich. Diamantart. Fettgl. Durchscheinend; Str. glänzend.

75,27 Ag. — Schmilzt unter Aufsieden zu einer grauen, braunen oder schwarzen Perle und reducirt sich leicht zu Ag. Säuren fast ohne Wirkung, dagegen allmählich in Ammoniak löslich.

Wichtiges Silbererz! In oberen Teufen von Silbererzgängen als Umwandlungsmineral. Freiberg, Johann-Georgenstadt. Kongsberg. Schlangenberg. Vielorts in den mittel- und südamerik. Anden. Stellenweise als Imprägnation von Sandstein: Silbersandstein von Utah.

Embolit. Chlorbromsilber. $\text{Ag}(\text{Cl Br})$. Reg.

$\times\times$ und Aggregate wie beim Hornsilber; $\infty\text{O}\infty$, O , ∞O . Geschmeidig. $\text{H} = 1-2$. $\text{G} = 5,8-6$. Olivengrün bis gelb, oft in Glanz und Farbe dem Bernstein ähnlich; läuft grau an. Str. zeisiggrün.

Die einzelnen Mischungen von AgCl und AgBr sind wohl noch mit besonderen Namen belegt: Megabromit $4\text{AgCl} + 5\text{AgBr}$; Mikrobromit $3\text{AgCl} + \text{AgBr}$; Embolit im engeren Sinn $3\text{AgCl} + 2\text{AgBr}$. — Das reine Bromsilber (Bromargyrit) kommt kaum vor.

Mexico und Chile mehrorts und nicht selten, wie bei Charñar-cillo, wichtiges Silbererz.

Jodobromit. $\text{Ag}(\text{Cl Br J})$. Reg. Isomorphe Mischung des Jodsilbers mit Embolit und die Dimorphie des ersteren beweisend. $1-2$ mm grosse $\times\times$: O und O , $\infty\text{O}\infty$. Schwefelgelb bis olivengrün. In Höhlungen eisenschüssigen Quarzits von Grube Schöne Aussicht bei Dernbach in Nassau.

 β . Hexagonale (rhomboedrische?) Reihe.

Jodsilber (Jodit, Jodyrit). AgJ . Hexag. (hemimorph). ∞P , P , oP , an Mimetesit erinnernd. Gewöhnlich in dünnen biegsamen Blättchen und Platten, auch derb und eingesprengt, blättrig; $\#$ oP deutl.; mild. $\text{H} = 1-1\frac{1}{2}$. $\text{G} = 5,707$. Perlgrau, gelb bis citronengelb. Fettgl., glänzender Str.; durchschein. — $45,97\text{Ag}$; schmilzt leicht und geht bei 146° in die regul. rothe Modification über. — Grube Schöne Aussicht bei Dernbach. Mazapil in Mexico, Arqueros und Chañarcillo. Guadalajara in Spanien. Auch künstlich.

Der vorstehenden Gruppe stehen chemisch nahe:

Quecksilberhornerz (Chlorquecksilber, Kalomel). HgCl . Tetrag.

In kleinen $\times\times$ und krustenartig. $\times\times$ prismatisch ($\infty\text{P}\infty$ oder ∞P) mit pyramidaler oder basaler Endigung; ausserdem nicht selten noch verschiedene Pyramiden. $\#$ $\infty\text{P}\infty$ und P ; mild. $\text{H} = 1-2$. $\text{G} = 6,4-6,5$. Graulich und gelblichweiss, auch gelblich grau. Diamantgl. $84,96\text{Hg}$. Sublimirt, giebt mit Soda met. Hg . Löslich in Königswasser, dagegen nicht oder nur theilweise in Salz- resp. Salpetersäure. — Moschellandsberg, Horowitz in Böhmen, Idria, Almaden, El Doctor in Mexico. — Coccinit, scharlachroth, von einigen Punkten Mexicos, soll Jodquecksilber sein.

Cotunnit. PbCl_2 . Rhomb. Kleine weisse nadelige $\times\times$. ∞P (ca. 118°). — Geflossene Partien. $\#$ ∞P vollk., $\text{H} = 2$. $\text{G} = 5,238$. Diamantgl., leicht schmelzbar, Fumarolenproduct des Vesuvs.

Nantokit. CuCl . Reg. tetraedr.-hem. Das natürliche Mineral findet sich derb und eingesprengt. $\text{H} = 2-2\frac{1}{2}$. $\text{G} = 3,93$. Wasserhell und weiss. An der Luft in Atakamit übergehend. Nantoko in Chile. — Eriochalcit und Melanothallit sind Hydrate des Kupferchlorürs, letzteres wahrscheinlich ein basisches Salz; beide vom Vesuv.

Chloride und Fluoride von Ca, Mg und Al.

Flussspath. Fluorit. Fluss. CaF_2 . Reg.

$\times\times$ meist aufgewachsen, nicht selten verzerrt. Am häufigsten $\infty\text{O}\infty$ für sich oder in Comb. mit O und ∞O . Auch O tritt allein auf, seltener ∞O . Ferner finden sich, zumeist in Comb. mit $\infty\text{O}\infty$, verschiedene Ikositetraeder (2O_2 und 3O_3), Pyramidenwürfel, z. B. ∞O_3 und namentlich auch Hexakisoktaeder, z. B. 4O_2 . Die Flächen von $\infty\text{O}\infty$ gewöhnlich glänzend glatt, von O rauh und matt,

häufig erscheinen diese Formen auch wie aufgebaut (parquettirt) aus würfeligen Subindividuen. Zw. nach O nicht selten, gewöhnlich als einander durchdringende Würfel. — *Derb*, in grobkristallinischen bis völlig dichten, chaledonartigen Aggregaten; selten stänglig und erdig. Pseudomorphosen vereinzelt.

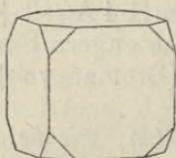


Fig. 315.

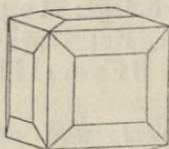


Fig. 316.

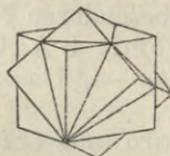


Fig. 317.

O vollk.; der selten wahrnehmbare Br. muschl., spröd. $H = 4$. $G = 3,1-3,2$. Farblos, aber meist in überaus mannichfacher Weise gefärbt (durch Kohlenwasserstoff, daher beim Erhitzen entfärbt), selbst am selben $\times\times$ verschiedenartig; namentlich violett, grün und honiggelb. Feuchter Glasgl.; $n = 1,435$; erhitzt phosphorescirend; die schönen blauen $\times\times$ aus Cumberland zeigen die Fluorescenz besonders deutlich.

51,15 Ca, 48,85 F. — v. d. L. verknisternd und phosphorescirend; selbst in Splittern schwer schmelzbar; schmilzt mit Gyps zu einer in der Hitze klaren, in der Kälte trüben Perle zusammen. Mit Schwefelsäure entweicht glasätzende Flusssäure.

Charakteristisches Gangmineral! Zuweilen vorherrschend, wie zu Stolberg am Harz, Liebenstein im Thüringerwald, Wölsendorf in Bayern (hier der dunkelviolette, beim Anschlagen Kohlenwasserstoff abgebende Stinkfluss). Schöne Krystalle auf den Zinnerzgängen Sachsens, Böhmens und Cornwalls; neben Silbermineralien bei Andreasberg, Freiberg, Schwarzwald, Kongsberg; auf den Bleiglanzlagerstätten von Cumberland (violette $\times\times$), von Derbyshire (grüne $\times\times$); ausserdem auf Klüften und Hohlräumen im Quarzporphyr, in Tuffen Campaniens, in krystallinischen Schieferen am St.-Gotthard, im körnigen Kalk: Wunsiedel, Pargas.

Aehnliche Mineralien: Baryt, Apatit, Orthoklas. — Verwendung als Flussmittel bei Hüttenprocessen; in der Glasfabrikation; der von Derbyshire auch zu geschliffenen Sachen. — Chlorophan sind phosphorescirende Fluorite, besonders die von Nertschinsk, Ratofkit mit Mergel etc. verunreinigter Flussspath vom Bache Ratofka, Gouv. Moskau genannt worden.

Chlorocalcit. CaCl_2 . Reg. Vom Vesuv.

Sellaït. MgF_2 . Tetrag. Farblos, glasgl., durchschein. $H = 5$. $G = 2,972$. Im Anhydrit von Gerbulaz bei Moutiers in Savoyen.

Bischofit. $\text{MgCl}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$. Wahrscheinlich hexag. Körnig, blättrig, zuweilen faserig. $H = 1\frac{1}{2}-2$. $G = 1,65$. Weiss; sehr zerfliesslich. Als secundäres Mineral in der Carnallitregion von Stassfurt.

Molysit (Eisenchlorid). FeCl_3 . Hexag. Als Ueberzug und eingesprengt. Gelb bis braun. Fumarolenmineral des Vesus.

Tysonit $(\text{Ce La Di})\text{F}_3$. Hexag. # oP. $H = 4\frac{1}{2}-5$. $G = 6,13$. Hellwachs-gelb; Glasgl. bis Harzgl. Aus der Pike's Peak-Region; zumeist in Bastnäsit umgewandelt.

Fluellit. $\text{AlF}_3 + \text{H}_2\text{O}$. Rhomb. Kleine spitze Pyramiden. P, oP. H = 3. G = 2,17. Durchs. bis durchschein. Sehr selten; früher bei Stenna Gwyn in Cornwall mit Uranglimmer und Wavellit auf Quarz.

2. Abtheilung. Doppel-Chloride und -Fluoride.

Carnallit. $\text{KCl} + \text{MgCl}_2 + 6 \text{H}_2\text{O}$. Rhomb.

XX selten, mit hexagonalem Habitus. P ($107^\circ 20'$), $2P\infty$ ($108^\circ 27'$), ∞P ($118^\circ 37'$), $\infty P\infty$ etc. — Schichtbildend in derben grobkörnigen Aggregaten.

Br. muschl., H = 1. G = 1,60. Farblos, zumeist aber gefärbt, namentlich roth durch massenhaft eingemengte Eisenglimmerschuppen, die auch metallischen Schiller hervorbringen können; Glasgl., durch Wasseranziehung stumpf werdend. Zerfliesslich.

26,8 KCl (mit 14 K), 34,2 MgCl₂, 36 H₂O; oft etwas K durch Na ersetzt. — v. d. L. leicht schmelzbar; in Wasser leicht löslich, wobei der Carnallit in Sylvin und MgCl₂ (resp. Bischofit) zerfällt.

Wichtigstes der primären Kalisalze auf den Lagerstätten nördl. des Harzes, bildet selbständig oder mit Steinsalz gemengt die oberste, sogen. Carnallitregion; Hauptmaterial für die Verarbeitung. Auch bei Kalusz. In Concretionen bei Maman in Persien.

Douglasit. $2\text{KCl}_2 + \text{FeCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$. Primäres Mineral der Kalisalz-lagerstätten, aber nur in Spuren gefunden, da es sich zersetzt und bei Gegenwart von Magnesia in Fe₂O₃, KCl, MgCl₂ und H zerfällt, welcher letztere auf den Gruben oft eine monatelang währende Flamme liefert.

Erythrosiderit. $4\text{KCl} + \text{Fe}_2\text{Cl}_6 + 2\text{H}_2\text{O}$. Roth, leicht zerfliesslich, Sublimationsproduct der Vesuv-Lava von 1872. Kremersit bildet rothe, leicht zerfliessliche regul. (?) Oktaeder am Krater des Vesuvs, unterscheidet sich vom vorigen Mineral, dass die Hälfte des K durch NH₄ zersetzt ist. — Pseudocotunnit. $2\text{KCl} + \text{PbCl}_2$. Vesuv.

Tachyhydrit. $2\text{MgCl}_2 + \text{CaCl}_2 + 12\text{H}_2\text{O}$. Rhomboedrisch und rhomboedr. spaltbar. Wachs- bis honiggelb, schnell zerfliessend. Gehört zu den secundären Salzen der Kalisalzlagerstätten und bildet Knollen im Anhydrit.

Kryolith. $6\text{NaF} + \text{Al}_2\text{F}_6$. Monoklin. $\beta = 90^\circ 11'$.

Der würfelige Habitus der früher auch als rhomb. und triklin angesehenen XX wird durch ∞P ($91^\circ 58'$) und oP ($\beta = 90^\circ 11'$) bedingt, wonach auch #. Daneben oft noch $P\infty$ und $P\infty$. Auf ∞P dreifache Streifung, polygonale Zeichnungen erzeugend. Zw. nach ∞P , wobei oP unter $179^\circ 44'$ geknickt erscheint, auch mit lamellarer Wiederholung; ferner nach $-\frac{1}{2}P$ und oP. — Derbe Aggregate, an deren Oberfläche die Krystallenden flach (parquet-artig) hervorragen, umschliessen Quarz, Spatheisen, Pyrit, Bleiglanz, Kupferkies, Columbit, Zinnstein.

oP sehr vollk., ∞P vollk., $P\infty$ deutlich; daher auch späthiger Br.; spröde. H = $2\frac{1}{2}$ —3. G = 2,95—2,97. Schneeweiss, auch röthlich, bräunlich, selbst schwarz. Auf oP Perlmgl., sonst eigenthümlich feuchter Glasgl. Durchschein.

32,79 Na, 12,85 Al, 54,36 F. Schmilzt sehr leicht und hinterlässt eine weisse Kruste; in der offenen Glasröhre geglüht, entwickelt sich glasätzender FH. Löst sich vollständig in conc. Schwefel-

nur theilweise in Salzsäure. Wird durch Aetzkalk zersetzt, worauf die Verarbeitung beruht.

In grösster Menge gangartig in zinnsteinführendem Granit bei Evigtok am Arksutfjord in Westgrönland, vereinzelt auf Gängen von Miask und am Pike's Peak.

Aehnliche Mineralien: Anhydrit und Schwerspath. — Verwendung zur Aluminium- und Sodafabrikation, auch für porcellanartiges Glas.

Elpasiolith, reg., soll ähnlich wie Kryolith zusammengesetzt, aber wesentlich kalihaltig sein.

Chiolith. $10 \text{ Na F} + 3 \text{ Al}_2 \text{ Fe}_6$ mit 17,75 Al und 24,85 Na. Tetrag. Kleine pyramidale, meist nach P verzwilligte $\times \times$; gewöhnlich derb in feinkörnigen Aggregaten. $\#$ P zieml. vollk., H = 4. G = 2,84–2,9. Weiss, glasgl. Noch leichter schmelzbar als Kryolith, Miask. — Chodnewit, Nipholith, Arksutit sind durch Beimengungen, hauptsächlich durch Kryolith, verunreinigter Chiolith.

Prosopit. $\text{Al}_2(\text{F.OH})_6 + \text{Ca}(\text{F.OH})_2$. Monoklin. $\beta = 93^\circ 52'$. $\infty \text{ P}$ ($76^\circ 15'$), $\infty \text{ P} \infty$ (oft vorwaltend), P. H = $4\frac{1}{2}$. G = 2,894. Farblos, glasgl., durchs. Früher in Gesellschaft von Zinnstein, Fluss- und Eisenspath von Altenberg, gewöhnlich in Kaolin oder Flussspath umgewandelt; neuerdings auf Quarzgängen in der Pike's Peak-Region. — Gearksutit (Evigtokit), in kaolinähnlichen Aggregaten von Evigtok, kann als Hydrat der Prosopitsubstanz aufgefasst werden. — Der farblose bis gelblichweisse regul. Ralstonit ist ein ähnliches Hydrat, das aber Na und Mg statt Ca enthält. Evigtok.

Pachnolith und Thomsenolith haben gleiche Zusammensetzung, $\text{Al}_2 \text{ F}_6 + 2 \text{ Na F} + 2 \text{ Ca F}_2 + 2 \text{ H}_2 \text{ O}$, sind beide monoklin ($\beta = 90^\circ 20'$ resp. $93^\circ 12'$) und auch sonst äusserlich und in ihrem Vorkommen ähnlich. Sie bilden dünne Prismen oder grobkristallinische bis feinkörnige und chalcidonartige farblose Ueberzüge auf Kryolith, aus dem sie durch Wasser- und Kalkaufnahme hervorgegangen sind. Grönland und Pike's Peak-Region. — Hagemannit, ocker- bis wachsgelbe Nester im Kryolith bildend, ist durch kieseliges Brauneisen verunreinigter Thomsenolith.

Ytrocercit. Wasserhaltige Verbindung der Fluoritsubstanz mit $(\text{Y Er Ce})_2 \text{ F}_6$, bildet feinkörnige Aggregate und Ueberzüge. H = 4–5. Violblau ins Graue und Weisse. Finbo und Broddbo bei Fahlun. Amity in New-York.

Hieratit. $2 \text{ KF} + \text{Si F}_4$. Sehr kleine Oktaeder. Fumarolen von Volcano. Kryptohalit, die analoge, NH_4 statt K enthaltende Verbindung.

3. Abtheilung. Chloride etc. in Verbindung mit Oxyden (Oxychloride etc.) und Oxysalzen¹⁾.

Kainit. $\text{KCl} + \text{MgSO}_4 + 3 \text{ H}_2 \text{ O}$. Monoklin. $\beta = 94^\circ 54'$.

$\times \times$ selten, auf Drusenräumen derben Kainits, mit tafeligem Habitus nach oP, dazu — P, P, $\infty \text{ P} \infty$ u. a. Fl. — Derb, in feinkörnigen Aggregaten.

$\#$ $\infty \text{ P} \infty$ vollk., $\infty \text{ P}$ deutlich. H = 2. G = 2,1. Farblos, namentlich aber gelblich und grau; auch roth. Schimmernde Bruchflächen der Aggregate. Nicht hygroskopisch.

30 KCl (mit 15,7 K), 48,3 Mg, SO_4 , 21,7 $\text{H}_2 \text{ O}$, oft etwas KCl durch NaCl ersetzt und gewöhnlich mit grösseren Mengen von NaCl verwachsen. — Leicht löslich in Wasser, aber dadurch zersetzt; beim Wiederauskristallisiren scheidet sich Pikromerit aus.

¹⁾ Ausschliesslich der Cl- und F-haltigen Phosphate und Silicate.

In selbständigen Schichten auf den Kalisalzlagerstätten nördlich des Harzes, wie auch bei Kalusz. Wichtigstes und in bedeutendster Menge vorkommendes secundäres Salz, aus Carnallit hervorgegangen.

Kommt in vermahlenem Zustand als Kalidünger in den Handel.

Sulfohalit. $2\text{NaCl} + 3\text{Na}_2\text{SO}_4$. Reg.

Nocerin. $2(\text{CaMg})\text{F}_2 + (\text{CaMg})\text{O}$, ausserdem noch Al, K und Na enthaltend. Hexagonale nadelige $\times\times$ und faserig; weiss, seidengl. Im Trachyt von Tiano bei Nocera in Campanien.

Fluocerit. $(\text{CeLaDi})_2\text{OF}_4 (= 2(\text{CeLaDi})_2\text{F}_6 + (\text{CeLaDi})_2\text{O}_3$. Hexagonale Tafeln, in Platten und derb. Br. uneben bis splittig. $H = 4-5$. $G = 4,7$. Licht ziegelroth bis gelblich; kantendurchschein. Aus Granitgängen von Broddbo und Finbo bei Fahlun. — Hydrofluocerit von demselben Fundort, wahrscheinlich nur wasserhaltiges Zersetzungsproduct des vorigen. — Bastnäsit (Hamartit) $(\text{CeLa})_2\text{F}_6 + (\text{CeLa})_2\text{O}_3 \cdot 3\text{CO}_2$ mit etwas Di. Hexagonale Prismen, derb. $H = 4-4\frac{1}{2}$. $G = 4,93-5,18$. Wachsgelb bis röthlich braun, glas- bis harzglänzend. In kleinen Partien zwischen Allanit eingewachsen aus der Bastnäsitgrube bei Riddarhyttan; in Feldspath von Pike's Peak in Colorado. — Parisit. $\text{CaF}_2 + \text{Ce}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{CO}_2$; ein Drittel des Cers ist durch Di und La ersetzt. Hexag. $\#$ oP sehr vollk. Br. kleinmuschl. $H = 4-5$. $G = 4,35$. Bräunlichgelb; kantendurchschein. Smaragdgruben des Muzothals in New-Granada. — Kischtimit aus den Kischtimiskischen Goldseifen am Ural, mit vorwiegendem La, ohne Ca, aber etwas H_2O , wahrscheinlich aus Parisit umgewandelt.

Matlockit. $\text{PbCl}_2 + \text{PbO}$. Tetrag. Kleine, dünntafelige $\times\times$ der Comb. oP.P.P. Br. uneben bis muschl.; $H = 2\frac{1}{2}$. $G = 7,21$. Gelblich oder grünlich; durchs. bis durchschein.; diamantgl. Aus Bleiglanz hervorgegangen. Cromford bei Matlock in Derbyshire. — Laurionit, rhomb., enthält noch 1 Mol. H_2O , von Laurium; damit zusammenvorkommend der monokline Fiedlerit, ebenfalls ein Bleioxychlorid von noch nicht festgestellter Formel. — Der rhomb. Caracolit enthält ausser der Laurionitsubstanz noch 2 Mol. Na_2SO_4 . — Mendipit. $\text{PbCl}_2 + 2\text{PbO}$. Rhomb.; derb in strahligen Aggregaten. $\#$ ∞ P sehr vollk., etwas spröd. $H = 2\frac{1}{2}-3$. $G = 7,0-7,1$. Weiss, ins Gelbe und Röthliche geneigt. Mendip-Hills; Grube Kunibert bei Brilon. — Schwartzembergite ist ein jodhaltiger Mendipit von gelber Farbe aus der Wüste Atacama.

Phosgenit (Bleihornorz, Kerasin). $\text{PbCl}_2 + \text{PbCO}_3$ mit 51 Pb Cl. Tetrag. $\times\times$ kurz säulig: ∞ P ∞ . oP. ∞ P, untergeordnet P; oder spitzpyramidal: 8P. $\frac{3}{2}$ P. oP. $\#$ ∞ P und ∞ P ∞ vollk. Br. muschl., mild. $H = 2\frac{1}{2}-3$. $G = 6-6,3$. Fettiger Diamantgl., weiss, grau, gelb; durchs. bis durchschein. Geht aus Bleiglanz hervor. Cromford bei Matlock in Derbyshire; grosse $\times\times$ zu Gibbas und Monte Ponì auf Sardinien; in Pb-Carbonat umgewandelt bei Tarnowitz.

Nadorit. $\text{PbCl}_2 + \text{PbSb}_2\text{O}_4$ mit 52,5 Pb. Rhomb. ∞ P ($132^\circ 51'$). Nach ∞ P ∞ tafelige und spaltbare $\times\times$ von bräunlich bis graugelber Farbe; durchschein. Fett- bis Diamantgl. $H = 3$. $G = 7,02$. Auf der Galmeilagerstätte von Djebel Nador in der Provinz Constantine.

Ekdemit (Heliophyllit). $2\text{PbCl}_2 + \text{Pb}_5\text{As}_2\text{O}_8$. Wahrscheinlich rhomb., durch lamellaren Bau scheinbar quadratisch. Nur derb, in grobkörnigen Aggregaten. $\#$ oP ziemlich vollk. mit Glasgl., sonst Fetgl. $H = 2\frac{1}{2}-3$. $G = 7,14$. Hellgelb ins Grünliche. Kantendurchschein. Långban.

Percylith. Wasserhaltiges Oxychlorid von Pb und Cu. Kleine reg. $\times\times$, himmelblau und glasgl. In Begleitung von Gold. Sonora in Mexico.

Atakamit. Salzkupfererz. $\text{CuCl}_2 + 3\text{Cu}(\text{OH})_2$. Rhomb.

$\times\times$ (schön von Burraburra bei Adelaide) zu Gruppen verbunden, gewöhnlich prismatisch mit ∞ P ($112^\circ 20'$), ∞ P ∞ , P ∞ ($105^\circ 40'$) mit Verticalstreifung. Die Winkel der häufigeren Flächen gestatten nur eine annähernde Messung. Zwillinge und Drillinge nach ∞ P selten. — Derb und nierenförmig, in stängligen, blättrigen,

körnigen und dichten Aggregaten; als Anflug und als Sand. Wandelt sich in Malachit (Beresowsk) und in Kieselkupfer um.

♯ $\infty P \infty$ vollk.; Br. muschl. $H = 3-3\frac{1}{2}$. $G = 3,76$. Lauch-, gras- bis schwärzlichgrün. Str. apfelgrün. Glasgl., halbdurchs. bis durchschein.

59,43 Cu, 16,64 Cl, 11,26 O, 12,67 H_2O ; das Wasser entweicht erst bei 200° ; färbt die Flamme v. d. L. blaugrün und löst sich leicht in Salzsäure und Ammoniak.

In Deutschland selten, bei Schwarzenberg in Sachsen und Braubach in Nassau; in grösserer Menge auf Kupfererzgingen der Algodon-Bay und auf Silbererzgingen von Tarapaca in Peru; ferner von Remolinos und Copiapo in Chile.

Aehnliche Mineralien: die meisten der phosphor- und arsensauren Kupfer-salze, ferner Malachit.

Atelit. $CuCl_2 + 2Cu(OH)_2 + aq.$ Grün, Umwandlungsproduct des vesuvischen Tenorits.

Tallingit. $CuCl_2 + 4Cu(OH)_2 + aq.$ Dünne Rinden von blauer Farbe. Botallak-Grube, Cornwall. — Der hexagon. Connellit ist wahrscheinlich Cu-Chlorid, verbunden mit basischem Cu-Sulfat.

Sarawakit, wahrscheinlich Antimonoxychlorid; sehr kleine $\times \times$ auf ged. Antimon von Borneo.

Daubreit. $Bi_2Cl_6 + 4Bi_2O_3 (?)$. Krystallinische perlmuttergl. Blättchen; erdig und faserig. Gelblichgrau. $H = 2\frac{1}{2}$. $G = 6,4$. Grube Constanca in Bolivien.

V. Klasse. Borate.

Borsaure Salze.

Dieser Klasse, die neuerdings wohl mit den Mineralien der Spinellgruppe vereinigt ist und dann einen Theil der Klasse der Aluminate, Ferrate und Borate ausmacht (cfr. S. 250), gehören theils wasserfreie, theils wasserhaltige Salze der Borsäure $\text{BO} \cdot \text{HO}$ ($= \text{B}_2\text{O}_3, \text{H}_2\text{O}$), und zwar von verschiedenem Sättigungsgrade derselben an. Einige der im Nachfolgenden als wasserhaltige Borate aufgeführten Mineralien, Sussexit und Boromagnesit werden auch als basische Salze, der Wasserstoff somit als Vertreter von Basen aufgefasst. — Es sind durchweg farblose bis weisse Mineralien von geringer Verbreitung. — Ihrem Vorkommen nach finden sie sich zum kleineren Theil in eruptiven und metamorphischen Gesteinen, die meisten werden auf Gyps- und Salzlagerstätten oder als junge Bildungen in Boraxseen und in den Lagunen Toscanas angetroffen.

1. Abtheilung. Wasserfreie Borate.

Boracit. $\text{Mg}_7\text{B}_{16}\text{O}_{30}\text{Cl}_2$ ($= 2(3\text{MgO} \cdot 4\text{B}_2\text{O}_3) + \text{MgCl}_2$). Dimorph, rhomb. und reg.

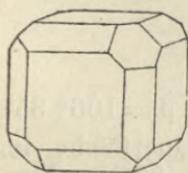


Fig. 318.

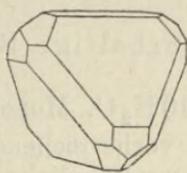


Fig. 319.

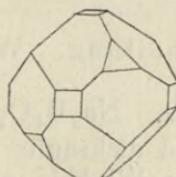


Fig. 320.

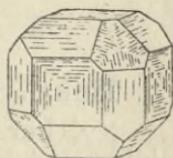


Fig. 321.

XX, klein, fast stets eingewachsen, zeigen scheinbar typisch regulär-tetraedrische Entwicklung, namentlich $\infty\text{O}\infty$, ∞O und $\frac{\text{O}}{2}$, daneben wohl noch $-\frac{\text{O}}{2}$ (matt), $\frac{2\text{O}_2}{2}$, $\frac{5\text{O}^{5/3}}{2}$. Je nach dem Vorherrschen von $\infty\text{O}\infty$, ∞O , $\frac{\text{O}}{2}$ entsteht würfliger, dodekaedrischer oder tetraedrischer, zuweilen auch durch $\pm \frac{\text{O}}{2}$ oktaedrischer Habitus. — Wie aber durch die opt. Zweiaxigkeit und durch die Aetzfiguren bewiesen wird, stellen die reg. Formen und Combinationen mimetische Zwillingstöcke dar: 12 rhomb. Individuen sind nach der scheinbaren ∞O -Fläche, d. i. $\infty\text{P}\infty$ jedes rhomb. Individ., cyclisch um einen gemeinsamen Mittelpunkt gruppiert, mit einander verwachsen. Fig. 321. Durch Einschaltung zahlreicher Zw.-Lamellen wird der Zwillingbau in Wirklichkeit noch complicirter.

Keine $\#$. Br. muschl., spröd. $H = 7$. $G = 2,9-3$. Glasgl., durchs. bis durchschein.; oberflächlich oft in eine trübe faserige Substanz (Parasit) umgewandelt. Farblos bis leicht bläulich oder grünlich; auch grau und gelblich. Stark pyroelektrisch, wobei $\frac{0}{2}$ den antilogen, — $\frac{0}{2}$ den analogen Pol abgiebt. — Wird bei 265° und darüber hinaus einfach brechend, indem das Mineral in die reguläre Modification übergeht und verliert dabei die Pyroelektricität; beim Erkalten tritt der frühere Zustand wieder ein.

26,9 MgO, 10,6 MgCl₂, 62,5 B₂O₃; doch ist wahrscheinlich Cl an B, nicht an Mg gebunden; ausserdem wohl noch etwas CaO, FeO (Eisenboracit) und H₂O. — v. d. L. schwer schmelzbar, Bor-Reaction; von Salzsäure langsam gelöst.

Im Gyps von Lüneburg und Segeberg; im Carnallit von Stassfurt. An letzterem Ort vereinzelt auch in Drusen aufgewachsen, häufiger derb mit feinfaseriger Structur in faustgrossen Knollen und Linsen (Stassfurtit) hier und auf den übrigen subhercynischen Salzlagerstätten.

Jeremejewit. Al₂O₃, B₂O₃. Hexagonale, bis 50 mm lange Prismen (∞P_2), die aus einer dünnen Hülle eines opt. einaxigen Minerals (Jeremejewit im engern Sinn) und aus einem chemisch gleich zusammengesetzten rhombischen Drillings-Kern (Eichwaldit) bestehen. $H = 5\frac{1}{2}$. $G = 3,28$. Lose im granitischen Schutt am Sektuj-Berg im Aduntschilon-Gebirge.

Rhodizit. 2 Al₂O₃, K₂O, 3 B₂O₃. In kleinen pseudoregulär-tetraedr., dem Boracit ähnlichen $\times\times$. ∞O , $\frac{0}{2}$. $H = 8$. $G = 3,3$. Auf rothem Turmalin und Quarz bei Mursinsk.

Ludwigit. FeO.Fe₂O₃.3MgO, B₂O₃. Rhomb., in stängligen bis faserigen Aggregaten. $H = 5$. $G = 3,9-4,1$. Glas- bis seidenglänzend. Rabenschwarz. Neben Magnetit von Morawitza.

2. Abtheilung. Wasserhaltige Borate.

Tinkal. Borax. Na₂B₄O₇ + 10 H₂O. Monoklin. $\beta = 106^\circ 35'$.

$\times\times$ kurz- und dicksäulig mit vorherrschender Querfläche, im Habitus und in den Winkeln ganz augitähnlich. $\infty P (87^\circ)$, $\infty P\infty$, $\infty P\infty$, oP , P . Zw. nach $\infty P\infty$ selten.

$\#$ $\infty P\infty$ und ∞P . Br. muschl., etwas spröd. $H = 2-2\frac{1}{2}$. $G = 1,7-1,8$. Fettgl.; farblos bis trüb, graulich oder gelblichweiss, auch grünlich und bräunlich. Gekreuzte Dispersion!

36,7 B₂O₃, 16,2 Na; häufig durch fettige Substanz verunreinigt. — Schmilzt v. d. L. zur klaren Perle, die Metalloxyde löst. In 14 Theilen kalten Wassers löslich; schmeckt süsslich-salzig.

Am Ufer und im Bodenschlamm sogen. Borax-Seen, gewöhnlich neben Steinsalz und Soda: im westlichen Tibet, in Californien (grosse $\times\times$ vom Clear-Lake), in Nevada (Columbus Marsh). Der in den Handel kommende Borax wird z. Th. auch aus Sassolin und Stassfurtit hergestellt.

Borocalcit (Bechilith). CaB₄O₇ + 4 H₂O. Incrustationen aus den Borsäure-Lagunen Toscanas. Der Borocalcit von Iquique in Peru (Hayesin) ist wahrscheinlich Boronatrocalcit.

Boronatrocalcit (Ulexit, Tinkalcit). $\text{CaNaB}_5\text{O}_9 + 6\text{H}_2\text{O}$. Weisse knollige Aggregate mit feinfaseriger, filziger Structur. Iquique (hier unter dem Namen Tiza), Südafrika, Neuschottland.

Pandermit (Priceit). $\text{Ca}_2\text{B}_6\text{O}_{11} + 3\text{H}_2\text{O}$. Derb, in feinkörnigen, marmorähnlichen Knollen im Gyps von Panderma am Schwarzen Meer, kreideähnlich aus Süd-Oregon und San Bernardino Co. in Californien.

Colemanit. $\text{Ca}_2\text{B}_6\text{O}_{11} + 5\text{H}_2\text{O}$. Monoklin. $\beta = 110^\circ 17'$. Datolith-ähnliche flächenreiche $\times \times$. $\# \infty P \infty$ sehr vollk. $H = 3\frac{1}{2}-4$. $G = 2,39-2,42$. Glas- bis Diamantgl. Mit Quarz von Death Valley in Californien.

Franklandit. $\text{Na}_2\text{CaB}_6\text{O}_{11} + 7\text{H}_2\text{O}$. Verfilzte weisse Massen von langfaseriger Structur. Tarapaca in Peru.

Hydroboracit. $\text{CaMgB}_6\text{O}_{11} + 6\text{H}_2\text{O}$. Derb, in strahlig-blättrigen Aggregaten, Gyps-ähnlich. Weiss bis lichteröthlich. Kaukasus, Stassfurt.

Boromagnesit (Szajbelyit). $2\text{Mg}_5\text{B}_4\text{O}_{11} + 3\text{H}_2\text{O}$. In sehr kleinen radialfaserigen, weissen Kugeln im körnigen Kalk von Rezbanya.

Sussexit. $(\text{MnMg})_2\text{B}_2\text{O}_5 + \text{H}_2\text{O}$. Derb, in asbestartigen Trümmern in Kalkspath. $H = 3$. Seidengl., gelblichweiss bis fleischroth. Neben Rothzinkerz von der Franklin-Grube in New-Jersey.

Pinnoit. $\text{MgB}_2\text{O}_4 + 3\text{H}_2\text{O}$. In derben dichten Knollen mit schimmerndem Bruch und von gelber, seltener grüner, röthlicher oder grauer Farbe. $H = 3-4$. Verwachsen mit Stassfurtit aus der Kainitregion von Stassfurt.

Lagonit. $\text{Fe}_2\text{B}_6\text{O}_{12} + 3\text{H}_2\text{O}$. Gelb und erdig. Borsäure-Lagunen Toscanas.

Larderellit. $(\text{NH}_4)_2\text{B}_8\text{O}_{13} + 4\text{H}_2\text{O}$. Borsäure-Lagunen Toscanas.

Lüneburgit. $\text{MgB}_2\text{O}_4 + 2\text{MgHPO}_4 + 7\text{H}_2\text{O}$, in flachen Knollen von feinfaseriger Structur im Gyps von Lüneburg.

VI. Klasse. Nitrate, Carbonate, Selenite.

Mit den kohlen-sauren Salzen, dem Hauptbestandtheil dieser Klasse, sind die Nitrate, der isomorphen Beziehung des Kali- und Natronsalpeters zur Calcit-Aragonitgruppe wegen, vereinigt; ausserdem sind die wenigen, in der Natur bekannten selenigsauren Salze angefügt. Ihrer chemischen Constitution nach sind die Mineralien theils wasserfrei, theils wasserhaltig; unter den ersteren finden sich theils neutrale, theils basische Salze, welche letztere jedoch, resp. ihre Hydroxylgruppen nach der älteren Deutung als Wasser aufgefasst werden und im Nachstehenden auch mit den wasserhaltigen Mineralien zu einer gemeinsamen Abtheilung gezogen sind.

Der Habitus ist durchweg salinisch; soweit nicht Verbindungen von Co und Cu vorliegen, sind die Mineralien farblos, weiss oder nur gefärbt; Härte nicht über 5. Die Carbonate sind an der Entwicklung von CO_2 bei der Behandlung mit Säuren leicht kenntlich. Vorkommen mannigfach.

A. Nitrate.

Kalisalpeter. Salpeter. KNO_3 . Rhomb.

In der Natur nur in nadel- und haarförmigen Aggregaten, in mehligem Ausblühungen und in körnigen Krusten. Künstliche $\times\times$ haben prismatischen Habitus und sind isomorph mit Aragonit. ∞P ($118^\circ 49'$), $\infty P\infty$, ${}_2P\infty$ ($70^\circ 55'$), P. Zw. nach ∞P .

$\infty P\infty$ und ∞P , wenig vollk. Br. muschl. H = 2. G = 1,9 bis 2,1. Farblos, weiss, grau. Opt. —, Axen in $\infty P\infty$, Axenwinkel sehr klein, Bisectrix = Verticalaxe.

46,6 K_2O , 53,4 N_2O_5 . In Wasser leicht löslich.

In Kalkhöhlen (Salpeterhöhlen): Leonhardshöhle bei Homburg, in Calabrien, auf Ceylon; als Bodenausblühung (Kehrsalpeter) in der Nähe von Ortschaften in Ungarn, Aragonien, Ostindien etc. — Vereinzelt auf Lagern innerhalb der Natronsalpeterlagerstätten in Peru.

Verwendung mannigfach, heute zumeist aus dem Natronsalpeter hergestellt.

Natronsalpeter. Chilesalpeter. Nitratin. NaNO_3 . Rhomboedr.

Krystallinische Aggregate und Körner. Künstliche $\times\times$ sind mit Calcit isomorph. R ($106^\circ 33'$), Zw. nach $-\frac{1}{2}R$.

R ziemlich vollk.; Gleitfläche nach $-\frac{1}{2}R$. Br. muschl. H = $1\frac{1}{2}$ –2. G = 2,1–2,2. Farblos oder licht gefärbt. Hygroskopisch; starke negat. D.-Br.

36,5 Na, 63,5 N_2O_5 , aber stark verunreinigt mit NaCl, Na_2SO_4 . Leicht löslich in Wasser.

In Schichten, gemengt mit Steinsalz, auch wohl mit Guano und wechsellagernd mit Gyps, Sanden und Thonen mehr als 1000 m über dem Meer im regenlosen, ca. 40 km ausgedehnten Gebiet bei Iquique und Tarapaca im Dép. Arequipa in Peru und ferner bei Arané in Bolivia.

Die Ausfuhr erfolgt durch chilenische Häfen, daher Chilesalpeter. Verwendung zu Herstellung von Kalisalpeter, von Salpeter- und Schwefelsäure. Bei seiner hygrosk. Beschaffenheit lässt er sich nur für Steinsalzgruben zum Sprengpulver verwenden.

Barytsalpeter (Baryumnitrat). $Ba N_2 O_6$. Reg. Künstliche $\times \times$ ausgezeichnet tetartoedr. entwickelt, in der Natur in kleinen oktaedrischen $\times \times$ der Comb. $+\frac{O}{2}$, $-\frac{O}{2}$. Chile.

Kalksalpeter (Nitrocalcit). $Ca N_2 O_6 + H_2 O$ und
Magnesiasalpeter (Nitromagnesit). $Mg N_2 O_6 + H_2 O$ finden sich in weissen oder grauen Ausblühungen in Kalksteinhöhlen von Kentucky.
Gerhardtit. $Cu_4 N_2 O_9 + 3 H_2 O$. Rhomb., dunkelgrün. Arizona.

B. Carbonate.

1. Abtheilung. Wasserfreie Carbonate.

Isodimorphe Gruppe des Kalkspath-Aragonit von der Formel $R CO_3$, wo $R = Ca, Mg, Zn, Mn, Fe, Co, Sr, Ba, Pb$. Theils hexagonal rhomboedr. (Kalkspathreihe), theils rhombisch (Aragonitreihe).

α . Kalkspathreihe (hexag. rhomboedr. hemiedr.).

Kalkspath. Calcit. $Ca CO_3$. Hexag. rhomboedr.

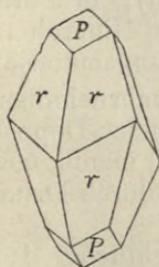


Fig. 317.

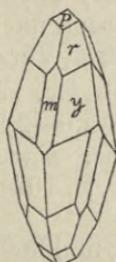


Fig. 318.

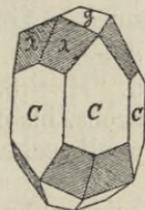


Fig. 319.

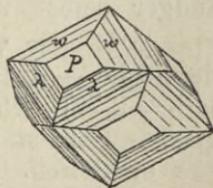


Fig. 320.

$\times \times$ fast stets aufgewachsen und mannigfach gruppirt; sehr flächenreich, ca. 200 verschiedene Formen; das flächenreichste Mineral! Die gewöhnlichsten, für sich oder in Combination auftretenden Formen sind: $g = -\frac{1}{2}R$ ($134^\circ 57'$), $c = \infty R$, $f = -\frac{1}{2}R$ (79°), $r = R_3$ (Polk.: $144^\circ 24'$ und $104^\circ 38'$), $o = oR$. Das Haupt-(Spaltungs-)Rhomboeder $P = +R$ ($105^\circ 5'$) ist nicht so häufig, wie die genannten Formen. Von den ca. 50 Rhomb. treten häufiger auf: $m = \frac{1}{4}R$, $\frac{5}{4}R$ ($95\frac{1}{2}^\circ$), $\frac{1}{6}R$, $-R$, $-\frac{3}{2}R$ (würfelähnlich, $88^\circ 18'$), $-1\frac{1}{4}R$; zahlreiche Skalenoeder (über 100), neben R_3 namentlich:

$\lambda = R_2$, $w = \frac{2}{5}R_2$, $\frac{1}{4}R_3$, R_5 ; $-_2R_2$, $-\frac{4}{5}R_3$. — Das Prisma ΠO ist nicht selten, dagegen gehören Pyramiden ΠO ($\frac{2}{3}P_2$) und dihexag. Prismen zu den seltenen Formen. — Die Zahl der Comb. ist überaus gross (mehr als 750); die Orientirung an ihnen wird erleichtert durch die Lage des Spaltungsrhomb. und die Beschaffenheit einzelner Flächen; R ist häufig matt und rau, $-\frac{1}{2}R$ nicht selten parallel der kürzeren Diagonale zart gestreift, oR perlmutterglänzend oder matt und weiss, ∞R glasglänzend und glatt. ∞P_2 , desgl., die Skalenoeder sind häufig den Mittelkanten von R parallel gestreift. — Combinationen, in denen oR besonders vorherrscht, liefern den Tafel- oder Papierspath, bei vorwaltendem ∞R den Kanonenspath. Der Zweckenspath wird von $-\frac{1}{2}R$, das auf einer Seite dornartig ausgezogen ist, gebildet. — Zw.: 1. Ergänzungszw. nach oR ;

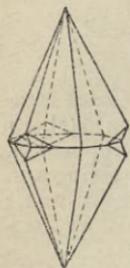


Fig. 321.

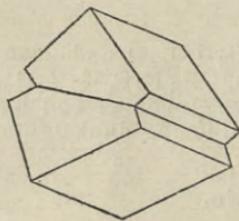


Fig. 322.

gewöhnlich mit oR als Verwachsungsfläche Fig. 321, zuweilen aber auch durch einander gewachsen. 2. nach $-\frac{1}{2}R$ Fig. 322; oft vielfach lamellare Wiederholung, wodurch auf den Spaltstücken eine Riefung parallel der langen Diagonale von R entsteht. Wenn die Zwillinglamellen nach abwechselnden Flächen von $-\frac{1}{2}R$ eingelagert sind, sich also durch-

kreuzen, so können hohle Canäle entstehen. Zw. nach diesem Gesetz können auch durch Druck (cfr. S. 90) erzeugt werden, weshalb lamellare Zwillingbildung in stark gepressten (durch tektonische Prozesse, Krystallisationskraft) körnigen Kalken (Marmor etc.) eine charakteristische Erscheinung sind. 3. nach R (herzförmig; seltener) und 4. nach ${}_2R$ (sehr selten). — In späthigen, körnigen, stängligen, faserigen, dichten und erdigen Aggregaten; in Kugel- und Zapfenform (Pisolithe, Rogensteine; Stalaktiten, Stalagmiten); in Paramorphosen nach Aragonit, in Pseudomorphosen nach vielen Mineralien; häufiger selbst umgewandelt. Gemeinstes Versteinerungsmaterial.

$\# R$ sehr vollk., daher der muschl. Br. selten wahrnehmbar. Gleitfläche $-\frac{1}{2}R$; spröd. $H = 3$. $G = 2,6-2,8$ (Isländer Doppelspath = 2,72). Glasgl., durchs. bis undurchs. Farblos und mannigfach gefärbt. Sehr starke Doppelbrechung (cfr. S. 104), wird durch Druck stark elektrisch.

56 CaO , 44 CO_2 mit mehr oder minder beträchtlicher isomorpher Beimischung von Mg (dolomitischer Kalkspath), Fe , Mn (Spartait, enthält 6–14 MnO , roth. Matrix des Rothzinkerzes von Sparta in New-Jersey), von Zn , Co , von Sr (Strontianocalcit von Girgenti), Ba (Neotyp von Cumberland), Pb (Plumbocalcit mit 2,3–7,8 $PbCO_3$. Wanlockhead und Leadhills; Bleiberg). Gemengt mit vielen Substanzen: mit Brauneisen (Siderokonit), mit Rotheisen (Hämatokonit) mit Kohle (Anthrakonit), mit Sand (bis zu 80%, krystallisirter Sandstein). — v. d. L. unschmelzbar, brennt sich unter Aufleuchten kaustisch. In kalten Säuren unter lebhaftem Brausen leicht löslich. Wird auch von CO_2 -haltigem Wasser gelöst, aus dem der Calcit, wenn die Lösung nur $CaCO_3$

enthielt, zumeist in der Form $+R$, bei nicht ganz reiner Lösung in mehrfachen Combinationen wieder auskrystallisirt; bei höherer Temperatur bildet sich in der Lösung Aragonit.

Vorkommen. Ueberaus weit verbreitet und nach dem Quarz das gemeinste Mineral; auf den mannigfachsten Lagerstätten und unter verschiedenartigster Genesis. Als selbständiges Gebirgsglied aller Formationen, theils aus Lösungen sedimentirt, theils mechanischer Absatz, zumeist unter Beihülfe von Organismen. Als Gemengtheil anderer Gesteine. Auf Erz- und Mineralgängen; auf Hohlräumen von Eruptivgesteinen. Als Contactmineral, als concretionäres und überaus häufiges Verwitterungsproduct von Silicatgesteinen. Als Quellabsatz und Sinterbildung.

Die zahlreichen Varietäten lassen sich in 2 Gruppen sondern:

I. Krystallisirter Kalkspath. Hierher die schönen $\times\times$ der Erzgänge, namentlich von Andreasberg, Iberg und Ilfeld am Harz, von Freiberg und Bräunsdorf; von Příbram, Kapnik, Schemnitz, Derbyshire, Cumberland, Cornwall; vom Oberen See in Nordamerika. Hierher auch der Doppelspath von Island (aus einem Hohlraum im „Dolerit“ von Helgastad am Eskifjord); ferner der krystallisirte Sandstein, der in den Formen $-2R$ an verschiedenen Orten, Fontainebleau, Brilon, Sievering bei Wien auftritt.

II. Krystallinischer Kalkspath (Kalkstein). Die Abarten desselben werden am besten nach ihrer Structur übersehen. 1. Körniger Kalkspath, mit körnigem bis späthigem Bruch. Hierher Marmor (Statuenmarmor; parischer, pentelischer Marmor, von Carrara, Schlanders in Tyrol), ferner viele Kalklager in den krystallinischen Schieferen (Auerbach a. d. Bergstrasse, Wunsiedel in Bayern, Pargas in Finnland, Åker in Södermanland, New-York, Massachusetts), die häufig ebenso wie solche im Contact metamorphosirten körnigen Kalke durch eigenthümlich blaugraue Farbe und durch grossen Mineralreichtum ausgezeichnet sind; auch Anthrakonit, Siderokonit, Hämakonit gehören hierher. — 2. Schieferspath, krummschalig, auf Gängen im Gneiss zu Schwarzenberg in Sachsen und zu Kongsberg; ferner auf unregelmässigen Höhlungen im Phonolith von Aussig in Böhmen. — 3. Faserkalk, durch faserige Structur und Seidenglanz (daher Atlasspath, satinpar) charakterisirt. Alston Moor in Cumberland, Gröber faserige Structur zeigen sehr häufig die Stalaktiten und Kalksinter. — 4. Oolithischer Kalk. Dahin die Pisolithe und Erbsensteine von Laibach, Ofen, Vichy; die oft durch sandiges Bindemittel verkitteten, ausgedehnte Flötze bildenden Rogensteine mancher Formationen, namentlich des unteren Buntsandsteins in der Umgebung des Harzes. — 5. Dichter Kalk, mit muschligem bis splittrigem Br. und in jeglicher Färbung; in ausgedehnten Schichtengliedern aller Formationen, meist verunreinigt durch Thonerde (Mergel), Kieselsäure (Kieselkalk), Bitumen (Stinkkalk) etc. Schön gefärbte, geaderte und geflammte Varietäten, wie sie im deutschen Devon (Harz, Westfalen etc.) verschiedentlich vorkommen, finden als „Marmor“ Verwendung. Lumachell oder Muschelmarmor von Bleiberg in Kärnten giebt durch eingelagerte Muschelschalen farbige Reflexe. Florentiner Ruinenmarmor ist ungleichmässig durch infiltrirtes Eisenhydroxyd gefärbt. Der lithographische Stein stellt eine gleichmässige und feinkörnige Abart dar. Hierher auch der kegelig abgesonderte Nagelkalk und Tutenmergel. — 6. Poröser, zelliger Kalk. Kalktuff, Duckstein, Travertin; Absatz und Inkrustation von kalkhaltigen Quellen und Bächen. — 7. Erdiger Kalk, zerreiblich, mager anzufühlen, flockig. Berg- oder Montmilch, Bergmehl; ferner die Schreibkreide.

Calcit ist meistens sehr leicht (an der vollk. rhomboedr. $\#$) zu erkennen; von ähnlichen Mineralien kommen in Betracht; die übrigen rhomboedr. Glieder der Kalkspathreihe, Aragonit, Anhydrit, Gyps, Schwerspath.

Dolomit. Bitterspath z. Th. Braunspath. Perlspath. $(CaMg)CO_3$. Hexag. rhomboedr.

XX ein- und aufgewachsen, z. Th. sattel-, auch linsenförmig gekrümmt; gewöhnlich nur + R; an den in Gyps eingewachsenen XX von Hall in Tyrol 4R, 0R; an einigen Fundorten (Binnenthal, Kapnik, Leogang) auch flächenreichere XX mit $- \frac{1}{2}R$, $- 2R$, ∞P_2 , R_3 . Zuweilen treten Formen wie R_5 und $1\frac{1}{2}P_2$ nur mit der Hälfte ihrer Flächen, also rhomboedr.-tetartoedr. auf; demnach würden die hemiedr. XX bereits Ergänzungszwillinge darstellen, worauf auch die Aetzfiguren hinweisen. Zw. nach 0R (Ergänzungszw.) sind nicht selten und finden sich z. B. bei Traversella; nach $- 2R$ sind gelegentlich Zw.-Lamellen eingeschaltet; durch Druck wird keine Zw.-Umstellung erhalten; daher fehlen sie auch durchweg im Dünnschliff (Unterschied vom Calcit). — Körnige, stänglige, auch zerreibliche Aggregate; in Pseudomorphosen.

R vollk. Br. muschl., spröd. $H = 3\frac{1}{2}-4$. $G = 2,85-2,95$. Wasserhell bis durchschein.; Glasgl., farblos und unrein gefärbt: gelb, braun, schwarz. Für Na-Licht $\omega = 1,6817$, $\epsilon = 1,5026$.

Gewöhnlich (Normaldolomit) 1 Mol. $CaCO_3$ (54,35%) + 1 Mol. $MgCO_3$ (45,65%), doch auch andere Mischungsverhältnisse mit weniger, seltener wie im Konit von Freiberg mit mehr $MgCO_3$; ferner häufige Beimischungen von Fe und Mn (Braunspath). Co-haltig bei Příbram. — v. d. L. unschmelzbar, sich kaustisch brennend. Von kalter Säure nur wenig angegriffen, dagegen von heisser Säure leicht und mit lebhaftem Brausen gelöst.

Dolomit ist nicht gerade selten auf Erz- und Mineralgängen und findet sich in grosser Ausdehnung als contactmetamorphisches oder metasomatisches Gestein.

Man kann auch hier wie beim Calcit gliedern:

I. Krystallisirter Dolomit.

Eingewachsene XX: im Gyps von Hall in Tyrol und Terruel in Spanien (in beiden Fällen von schwarzer Farbe), ferner in den Chlorit- und Talkschiefern der Alpen, Pfitsch, St. Gotthard. Aufgewachsene XX im derben Dolomit und auf Erzgängen: Binnenthal, Lugano, Fassathal, Traversella, Leogang, Kapnik, Diez, Tharand (Tharandit). Sehr häufig in kleinen perlmutterglänzenden sattligen XX (Perlspath) als jüngste Bildungen auf Erzgängen: Clausthal, Freiberg, Schemnitz.

II. Krystallinischer Dolomit.

Körnige Dolomite mehrorts in den Alpen: Binnenthal, Campolongo im Tessin, am Brenner. Als dolomitische Kalksteine, namentlich in paläozoischen, nicht mehr in den jüngeren Formationen (Devon der Eifel, Zechsteindolomite, im Muschelkalk). — Miemit ist ein kugelig oder ästig gruppirter Dolomit aus dem Gyps von Miemo in Toscana. — Gurhofian, völlig dicht, auf Trümmern im Serpentin von Gurhof in Niederösterreich.

Aehnliche Mineralien: cfr. Calcit.

Ankerit heissen die Braunspäthe, d. h. Fe- und Mn-haltigen Dolomite, welche mehr $FeCO_3$ (32–35%) als $MgCO_3$ (8–16%) und $MnCO_3$ (3–5%) enthalten. In XX (Admont in Steiermark, Dobschau in Ungarn), weit häufiger derb. Bildet oft die Uebergangszone zwischen Kalkstein und den in diesen eingelagerten Spatheisensteinen; daher Rohwand der steierischen Bergleute.

Magnesit. Talkspath. Bitterspath z. Th. Giobertit. $MgCO_3$. Hexag. rhomboedr.

XX fast stets eingewachsen; gewöhnlich nur R ($107^{\circ} 10'$ bis $107^{\circ} 30'$), selten ∞R , ∞P_2 , oR . — In körnigen, stängligen und ganz dichten Aggregaten.

R sehr vollk. H = $4-4\frac{1}{2}$. G = 2,9–3,1. Glasgl., durchs. bis durchschein. Farblos, weiss, gelb, braun, auch schwärzlich.

47,6 Mg O, 52,4 CO₂; oft etwas isomorphes Fe, auch Mn und Ca. — v. d. L. unschmelzbar, wenn Fe-haltig magnetisch werdend. Nur als Pulver in warmer Säure löslich.

Man kann 2 Abarten unterscheiden:

1. Krystallisirter und grob krystallinischer Magnesit. In Talk- und Chloritschiefer der Alpen: St. Gotthard, Zillerthal, Pfitschthal, Ulenthal. Im Serpentin von Snarum. Als Lager und Linsen in Thonschiefern von Steiermark.

2. Dichter Magnesit. Kryptokrystallin, derb mit muschl. Br. H = 3–5. Schneeweiss bis gelblich weiss; zuweilen mit Opal durchtränkt. Im Serpentin, bei dessen Umwandlung hervorgehend. Baumgarten und Frankenstein in Schlesien, Hrubschitz in Mähren, Kraubat in Steiermark, Baldissero (sogen. Baudisserit) in Piemont. — Verwendung: zur Gewinnung reiner CO₂, von Bittersalz und zu feuerfesten Ziegeln.

Breunerit, isomorphe Mischungen von Magnesit und Eisenspath; darunter werden noch besonders unterschieden: Mesitinspath $2MgCO_3 + FeCO_3$, gelbe linsenförmige Rhomboeder von Traversella. — Pistomesit, $MgCO_3 + FeCO_3$, derb, körnig, von Flachau bei Radstadt in Salzburg. — Weniger $MgCO_3$ (11–12% Mg O) enthält der Sideroplesit von Böhmisdorf bei Schleiz, bei Dienten in Salzburg und von Traversella.

Zinkspath. Smithsonit. Galmei z. Th. Kohलगalmei. $ZnCO_3$. Hexag. rhomboedr.

XX klein, oft gerundet und rauh, dicht neben einander gruppiert auf der Oberfläche von derben Krusten und Stalaktiten. Gewöhnlich nur R ($107^{\circ} 40'$), daneben — $\frac{1}{2}R$, $4R$, selten ∞P_2 , oR , — $2R$. — Derb, in nierigen, stalaktitischen Formen, in zelligen, schaligen Krusten von körniger, faseriger oder dichter Structur. In Pseudomorphosen nach Calcit (z. B. am Rammelsberg), als Versteinigungsmittel.

R vollk. Br. uneben bis splitterig; spröd. H = 5. G = 4,1 bis 4,5. Glasgl. bis Perlmggl., durchschein. bis undurchs. Farblos, doch meist gelblich, braun, grau, auch grün gefärbt.

64,8 ZnO; gewöhnlich etwas Fe, Mn, Ca und Mg isomorph eingemischt. Zinkspath von Wiesloch enthält ca. 3% CdCO₃. Verunreinigt mit SiO₂, Al₂O₃, Fe₂O₃, Kalk und Dolomit. Durch 3 bis 4% CuCO₃ pigmentirter, grün gefärbter Z. von Albarradon in Mexico ist Herrerit genannt worden. — v. d. L. unschmelzbar, Zn-Reaction. In warmer Säure leicht löslich.

Wichtigstes Zinkerz! Auf metasomatischen Lagerstätten in Kalksteinen und Dolomiten aller Formationen, neben Kieselsinkerz, Bleiglanz, Blende, Brauneisen. Altenberg bei Aachen; Brilon, Iserlohn, Bergisch Gladbach; Wiesloch in Baden, Oberschlesien, Olkucz in Polen; Bleiberg, Laurion, Sardinien, massenhaft im nördlichen Spanien, Mendip Hills und Matlock in England; Region des oberen Mississippi, Missouri, Arkansas, Pennsylvania, Virginien.

Theilweise in Galmei umgewandelte Kalksteine und Dolomite, die durch Eisenoxyde gefärbt werden, heissen wohl rother und gelber Galmei.

Aehnlich können Krusten von Kieselgalmei und auch von Phosphorit werden.

Eisenzinkspath (Monheimit, Kapnit), isomorphe Mischungen zwischen Zink- und Eisenspath. Schmutzig olivengrün bis grünlichgelb. Altenberg bei Aachen.

Eisenspath. Spatheisenstein. Siderit. Sphärosiderit z. Th. FeCO_3 . Hexag. rhomboedr.

XX aufgewachsen, z. Th. schön ausgebildet (Neudorf am Harz), häufig aber verzerrt; meist nur R (107° , oft sattel- oder linsenförmig gekrümmt), daneben $2R$, $4R$, $-\frac{1}{2}R$, oR , ∞P_2 , ∞R . — Derb, in körnigen Aggregaten, in radial struirten Kugeln und Nieren (Sphärosiderit), in dichten, stark mit Thon vermengten, runden und linsenförmigen Concretionen (thoniger Sphärosiderit, Thoneisenstein z. Th.); ferner in Pseudomorphen, häufiger selbst umgewandelt.

R vollk. Br. muschl. bis splittrig; spröd. $H = 3\frac{1}{2} - 4\frac{1}{2}$. $G = 3,7 - 3,9$. Gelblich weiss, gewöhnlich erbsengelb, gelblichbraun, haarblond; durch Verwitterung (Reifen des Spatheisens) braun (Braunerze), wenn Mn-haltig braun- bis blauschwarz (Blauerze). Glas- bis Perlmgl., durchschein. bis undurchs. Wirkt schwach auf die empfindliche Magnetsadel.

62,1 FeO, 37,9 CO_2 , gewöhnlich aber mit Beimischungen von CaCO_3 und MnCO_3 . Besonders Ca-reiche Varietäten werden als Siderot (Radstadt in Salzburg), Mn-reiche Varietäten als Oligonspath (Ehrenfriedersdorf) bezeichnet. Gemengt mit Thonerde und Kieselsäure, zu denen dann noch Kohle (bis 35%) hinzutreten kann (Thoneisenstein, Kohleneisenstein, Blackband). — v. d. L. unschmelzbar, wird magnetisch. Mit Borax Fe-Reaction. Braust mit Säuren.

Wichtiges Eisenerz, namentlich für die Spiegeleisen- und Stahlbereitung. 1. Auf Gängen für sich und neben sulfidischen Erzen: Siegen, Neudorf und Stolberg am Harz, Lobenstein, Příbram, Cornwall; 2. auf Lagern und Stöcken innerhalb von Kalksteinen archaischer und altpaläozoischer Schiefer. Spatheisenstein-Zonen der Ostalpen: Gegend von Friesach und Hüttenberg in Kärnten und Eisenerz in Steiermark; 3. in zusammenhängenden oder aus dicht gehäuften Nieren und Linsen bestehenden Flötzen als Thon- und Kohleneisenstein in allen Formationen, namentlich im Carbon: Spatheisensteinflötz in Westfalen, Thoneisensteine von Südwaales, im Becken des Aveyron und von St.-Etienne, bei Zwickau, in Oberschlesien; Blackband in England, Westfalen, Banat, Nordamerika. Ferner im Silur Böhmens, im Keuper und braunen Jura Oberschlesiens, im Lias des nordwestlichen Deutschlands, in der unteren Kreide am Nordabhang der Karpathen etc.; 4. Als Sphärosiderit auf Höhlungen und Klüften von Basalt: Steinheim, Bilin, Kolosoruk.

Manganspath. Himbeerspath. Rhodochrosit. Dialogit. MnCO_3 . Hexag. rhomboedr.

XX meist klein, aufgewachsen in Drusen, oft sattel- oder linsenförmig gekrümmt; gewöhnlich nur R (im Mittel 107°); die schönen XX der Grube Eleonore bei Horhausen mit herrschendem R_3 ; daneben — $\frac{1}{2}R$; seltener oR , ∞P_2 , $4R$. — Derb, in körnigen Aggregaten und radial struirten Kugeln und Nieren; in Pseudomorphosen.

R vollk. Br. muschl. bis uneben; spröd. $H = 3\frac{1}{2} - 4\frac{1}{2}$. $G = 3,3 - 3,6$. Himbeer- bis licht rosenroth, durch Verwitterung schwarz. Glasgl., durchschein.

61,7 MnO; 38,3 CO₂, gewöhnlich mit isomorpher Beimischung von Ca (bis 25%, Manganocalcit), von Mg und Fe. — v. d. L. unschmelzbar, grünlich grau bis schwarz werdend. Mn-Reaction. In warmer Säure leicht löslich.

Auf Erzgängen. Horhausen, Oberneisen und Hambach bei Diez in Nassau, Freiberg, Kapnik, Nagyag, Vieille in den Pyrenäen.

Kobaltspath (Sphärocobaltit). CoCO₃. Hexag. rhomboedr. Grobstrahlige Kugeln, deren sammetschwarze Oberfläche in winzige Rhomboeder endigt. Im Innern pfrsichblüthroth. 63 CoO; Schneeberg in Sachsen.

β. Aragonitreihe (rhombisch).

Aragonit. CaCO₃. Rhomb.

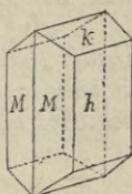


Fig. 323.

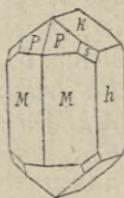


Fig. 324.

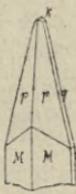


Fig. 325.

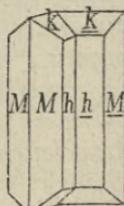


Fig. 326.



Fig. 327.

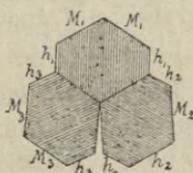


Fig. 328.

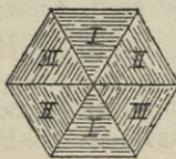


Fig. 329.

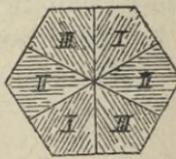


Fig. 330.

XX gewöhnlich nach der c-Axe langgestreckt mit sechsseitigem Umriss durch Combination des Prismas mit der Längsfläche, mit domatischer oder spitzpyramidaler Endigung; häufig spiessig und nadelförmig Fig. 325. $M = \infty P (116^{\circ} 10')$, $h = \infty P_{\infty}$, $k = P_{\infty} (108^{\circ} 26'$ oben), $i = 2P_{\infty}$, $P = P$, $s = 2P_2$, $p = 6P_{\frac{2}{3}}$, $o = oP$, ausserdem noch steilere Pyramiden und Längsdomen. — Zw. nach ∞P , weit häufiger als einfache XX, meist wiederholt, und zwar polysynthetisch, wobei einzelne Individuen oft lamellenartig werden (Fig. 326 u. 327, schöne XX von Horschenz bei Bilin), oder cyclisch

als Drillinge mit mannigfacher Verwachsung, auch Durchwachsung und hexagonalem Habitus, aber charakterisirt durch Längsfurchen (Fig. 328, 329 u. 330, schöne $\times\times$ von Molina). — Derb in strahligen, stängligen und faserigen Aggregaten, stalaktitisch und ästig; auch als kugeliger Erbsenstein. Pseudomorphosen z. B. nach Gyps (sogen. Schaumkalk, Aphrit).

$\# \infty P \infty$ nicht sehr deutlich, nach ∞P noch weniger deutlich. Br. muschl., spröd. $H = 3\frac{1}{2} - 4$. $G = 2,9 - 3$. Farblos, weiss, weingelb, röthlich, grünlich, bläulich, grau und schwarz. Ggl., auf den Bruchflächen Fettgl.; durchs. bis durchschein., sonstiges opt. Verhalten cfr. S. 126. Chem. Zus. wie Kalkspath mit isomorpher Beimischung von Sr, was nach früherer Annahme die rhombische Form bedingen sollte; ferner von Fe und Mn. — In Säuren unter Brausen leicht, aber doch schwerer als Calcit löslich; zerfällt v. d. L. zu pulverförmigen Kalkspathkörnern.

Weniger häufig als Calcit. 1. Auf Klüften und Hohlräumen neben Zeolithen in jüngeren Eruptivgesteinen, namentlich Basalt und Basalttuff, Horschenz in Böhmen, Blaue Kuppe bei Eschwege, Salsbach am Kaiserstuhl. 2. Auf Erzlagerstätten, und zwar auf metasomatischen Brauneisenlagern, Kamsdorf, Iberg; auf Spatheisenlagern zuweilen als korallenartige Auswitterung: Eisenblüthe von Hüttenberg in Kärnten; auf Erzgängen nicht häufig: Leogang in Salzburg, Herrengrund in Ungarn, Dognazka im Banat, Alston Moor. 3. Im Thon mit Gyps. Molina in Aragonien, Bastennes bei Dax im Dép. des Landes. 4. In den Schwefellagern Siciliens. 5. Auf Klüften im Serpentin, Baumgarten in Schlesien. 6. Als Absatz heisser Quellen in concentrisch schaligen und radialstrahligen Kugeln. Sprudel- und Erbsenstein von Karlsbad. 7. Als Perlmutterschicht mancher Molluskenschalen.

Aehnliche Mineralien: Kalkspath (verschieden nach $\#$, spec. Gew., Löthrohrverhalten, Löslichkeit und u. d. Mikrosk.), Strontianit, Coelestin, Baryt und Natrolith.

Tarnowitzit, isomorphe Mischung von $\text{CaCO}_3 + \text{PbCO}_3$ (bis zu 9%); weisse rhombische Prismen mit pyramidalen Begrenzung und strahlige, weisse oder grünliche Aggregate. Friedrichsgrube bei Tarnowitz.

Witherit. BaCO_3 . Rhomb.

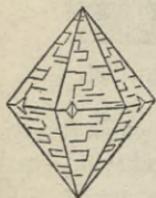


Fig. 331.

$\times\times$ bilden in Folge cyclischer Drillingsverwachsung nach ∞P scheinbare hexagonale Pyramiden Fig. 331. ∞P ($117^\circ 48'$), $2P\infty$, oP und P . — Derb in traubigen, nierenförmigen und kugeligen Formen mit strahliger, faseriger, auch blättriger Structur.

$\# \infty P$ unvollk., Br. uneben; spröd. $H = 3 - 3\frac{1}{2}$. $G = 4,2 - 4,3$. Farblos, weiss, grau- und gelblichweiss. Glasgl. oder matt, auf dem Br. Fettgl. Durchschein. Opt. A.-E.: $\infty P \infty$. Axenwinkel = $26^\circ 30'$.

77,68 BaO , 22,32 CO_2 . — v. d. L. leicht schmelzend, die Flamme gelblichgrün färbend. Lösungen werden durch Schwefelsäure gefällt.

Auf Bleiglanzlagerstätten des Kohlenkalks im nordwestl. Eng-

land: *Fallowfield bei Hexham in Northumberland, Dufton in Westmoreland, Alston Moor in Cumberland; sonst selten, z. B. noch zu Peggau in Steiermark. Giftig!*

Alstonit, isomorphe Mischung von BaCO_3 (66,4%) + CaCO_3 . Farblos bis graugelb. Bromley Hill bei Alston und Fallowfield.

Strontianit. SrCO_3 . Rhomb.

XX nadelig, spiessig. ∞P ($117^\circ 19'$), $P\infty$, $2P\infty$ und mehrere Pyramiden, scheinbar hexagonale Formen bildend. Zw. nach ∞P und cyclische Verwachsungen wie am Aragonit. — Büschelig aggregirt und derb mit faseriger, strahliger Structur.

∞P undeutlich, Br. muschl., spröd. $H = 3\frac{1}{2}$. $G = 3,6-3,8$. Farblos, weiss, graulich, gelblich, häufig grünlich. Glasgl., auf dem Br. fettartig. Durchs. bis durchschein. Opt. Verhalten wie Aragonit; Axenwinkel = 12° .

70,17 SrO, 29,83 CO_3 mit etwas CaCO_3 . Mehr CaCO_3 enthält der Calciostrontianit (Emmonit). — v. d. L. nur an den Kanten schmelzend, die Flamme roth färbend. In Säuren unter Brausen leicht löslich und noch bei starker Verdünnung Niederschlag mit Schwefelsäure.

Auf Erzgängen als jüngere Bildung auf Baryt. Clausthal, Grund am Harz, Freiberg, Strontian in Argyleshire, Leogang in Salzburg. Auf selbständigen Gängen im senonen Mergel des Münsterschen Beckens: Hamm. Zuckergewinnung aus der Melasse!

Aehnliche Mineralien: cfr. Aragonit.

Cerussit. Weissbleierz. PbCO_3 . Rhomb.

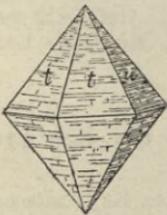


Fig. 332.

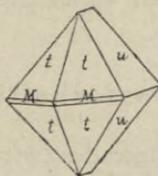


Fig. 333.

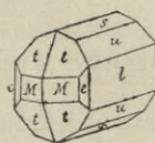


Fig. 334.



Fig. 335.

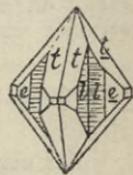


Fig. 336.

XX einzeln aufgewachsen oder seltener zu Gruppen verbunden, mit pyramidalem, scheinbar hexagon. Habitus durch Combination von t und u (Fig. 332 u. 333) oder längsdomatisch (Fig. 334) und auch tafelig nach l (Fig. 335); zuweilen nadelig. $t = P$ (130° vorn, $108^\circ 28'$ Mittelk.), $u = 2P\infty$ ($69^\circ 20'$), $M = \infty P$ ($117^\circ 14'$), ferner $l = \infty P\infty$ (gewöhnlich horizontal gestreift), $e = \infty P\check{3}$, $s = \frac{1}{2}P\infty$, $g = \infty P\infty$. — Zw. sehr häufig, nach ∞P ; cyclische Drillinge, die bei tafeliger Ausbildung der XX, je nachdem sie sich durchdringen oder nur an einander legen, stern-, fächer-, auch wabenartige Verwachsungen liefern. Seltener Zw. nach $\infty P\check{3}$. — Derb, nierenförmig, stänglig, cylindrisch oder bündelförmig aggregirt.

girt; als dünner Ueberzug (sogen. Bleiglimmer); in Pseudomorphosen, namentlich nach Bleiglanz.

♯ ∞P und $2P\infty$, wenig auffällig, Br. muschl., spröd. $H = 3$ bis $3\frac{1}{2}$. $G = 6,4-6,6$. Farblos, weiss, grau, gelb, zuweilen durch Kohle oder Bleiglanzpartikel schwarz gefärbt (sogen. Schwarzbleierz). Str. weiss. Fettiger Diamantgl. Durchs. bis durchschein. Opt. A.-E. = $\infty P\infty$. Erste Mittellinie = c; opt. —; Axenw. = 18° , wird beim Erwärmen grösser.

83,5 PbO, 16,5 CO₂. — v. d. L. zerknisternd, gelb werdend; auf Kohle Pb-Beschlag und zu metall. Blei reducirt. In Salpetersäure unter Brausen löslich.

Werthvolles Bleierz! Am Ausgehenden von Bleiglanzlagerstätten, namentlich von Gängen. Früher zu Clausthal und Zellerfeld; — Siegen mehrorts, Friedrichsregen bei Braubach, Ems, Johann-Georgenstadt, Tarnowitz, Příbram und Mies in Böhmen, Kirlibaba in der Bukowina; Leadhills, Nertschinsk etc. Als Umwandlungsmineral des Knottenerzes und Bindemittel von Sandstein bei Commern; auch als Neubildung.

Aehnliche Mineralien: Scheelit, Cölestin, Baryt, Anglesit; die charakteristische Zwillingsbildung macht den Cerussit meist leicht kenntlich.

Bleierde, erdiger, durch Thon, Kalk, Eisenoxyd etc. verunreinigter und etwas Wasser haltender Cerussit, bildet rundliche Massen. Vielorts; Kall in der Eifel, Olkucz, Nertschinsk, Phönixville, Pa.

Iglesiasit, ca. 7% ZnCO₃-haltiger Cerussit vom Monte Poni bei Iglesias auf Sardinien.

Barytocalcit, BaCO₃ + CaCO₃. Monoklin. $\beta = 102^\circ 26'$.

×× klein, prismatisch nach ∞P ($84^\circ 52'$), auf Drusen und in stänglig-körnigen Aggregaten. ♯ P vollk., $H = 4$. $G = 3,63-3,66$. Gelblich weiss, Glasgl., durchschein. Vom Alstonit chemisch durch gleiche Moleküle beider Carbonate unterschieden. Alston. Långban.

2. Abtheilung. Basische und wasserhaltige Carbonate.

Bei einer Reihe der nachstehenden Mineralien wird das Krystallwasser unserer Formeln als basisches Wasser aufgefasst.

Thermonatrit (Urao z. Th.). Na₂CO₃ + H₂O mit 14,5 H₂O. Rectanguläre rhombische Tafeln, gewöhnlich aber nur krystallinisch, in mehlig-flockiger Ausbildung. ♯ $\infty P\infty$. $H = 1\frac{1}{2}$. $G = 1,5$. Farblos, weiss. Schmilzt nicht in der Wärme. Natronseen Aegyptens und Ostindiens; Lagunilla von Merida in Neu-Granada. Bodenausblüfung bei Debreczin.

Natron. Kohlensaures Natron. Soda. Na₂CO₃ + 10 H₂O. Monoklin. $\beta = 122^\circ 20'$.

In der Natur nur als körnig-stänglige Krusten oder mehlig Ueberzüge, als Ausblüfung des Bodens.

♯ $\infty P\infty$. Br. muschl., milde. $H = 1-1\frac{1}{2}$. $G = 1,4-1,5$. Farblos, graulich oder gelblich weiss. Glasgl., durchsichtig bis durchscheinend.

54,5 H₂O. Schmilzt im eigenen Krystallwasser. Löst sich leicht im Wasser und verwittert an der Luft zu Thermonatrit.

Scheidet sich aus den Natronseen Aegyptens und Südamerikas ab; Efflorescenz des Bodens bei Szegedin und Debreczin, in der Araxes-Ebene in Armenien, recenter Laven am Vesuv, Aetna, auf Teneriffa, selten auf älteren Gesteinen wie auf Gneiss bei Bilin.

Trona (Urao z. Th.). Na₃H. 2CO₃ + 2H₂O (= 3Na₂O. 4CO₂ + 5H₂O) mit 17,4 H₂O. Monoklin. β = 102° 37'. XX tafelig oder querdomatisch, gewöhnlich krystallinische Krusten. # ∞P∞. H = 2½. G = 2,1. Farblos, weiss, gelb. Verwittert nicht an der Luft. Fezzan (hier als Baustein dienend); Natronseen Aegyptens und Ostindiens; Lagunilla von Merida in Columbien.

Gaylussit (Natrocalcit). Na₂CO₃ + CaCO₃ + 5H₂O mit 30,4 H₂O. Monoklin. β = 101° 33'. XX eingewachsen mit vorherrschender Hemipyramide und verzerrt. # ∞P unvollk. Br. muschl. H = 2½. G = 1,9. Farblos, weiss, grau, gelb. Durchsichtig. In Wasser nur theilweise löslich; schmilzt v. d. L. und färbt die Flamme röthlich gelb. Lagunilla bei Merida und in Nevada. Als Pseudomorphosen von Calcit (Pseudogaylussit, Thinolith, Gerstenkörner) in Thonen von Sangerhausen; Amt Gehren und Königsee im Thüringerwalde; im Marschboden von Schleswig und am Dollart. Nach Des Cloizeaux sollen dies jedoch Pseudomorphosen nach Cölestin, nach Groth solche nach Anhydrit sein. Bildet sich auch künstlich in Sodafabriken beim Leblanc-Process.

Dawsonit. Na₂O. Al₂O₃. 2CO₂ + 2H₂O. Monoklin? Weiss, dünnblättrig und faserig. Montreal in Canada. Solfatara. Monte Amiata mit Zinnober.

Uranothallit (Urankalkcarbonat). Ca₂CO₃ + UC₂O₉ + 10H₂O. Rhomb. Zeisiggrün, in sehr kleinen sechsseitigen Blättchen und Prismen und als Anflug auf Uranpecherz von Joachimsthal. — Schröckingerit von Joachimsthal, rhomb., in sechsseitigen Tafeln ist wasserhaltiges Urancarbonat. — Etwas qualitativ abweichend vom Uranothallit, aber sonst ähnlich sind Liebigit von Adrianopel und Randit von Frankford bei Philadelphia, ferner der kupferhaltige Voglit von Joachimsthal.

Hydromagnesit. 2MgCO₃. H₂Mg₂CO₃ + 3H₂O mit 19,78 H₂O. Monoklin. β = 97–98°. XX klein, undeutlich, nadelig, stänglig; derb, als Ueberzug und in platten Knollen. Br. erdig. H = 1½–2. G = 2,15. Weiss, abfärbend, fühlt sich etwas fettig an. v. d. L. unschmelzbar. Im Serpentin. Kumi auf Negroponte. Hoboken, New-Jersey. Hrubschitz in Mähren. Kraubat in Steiermark. — Durch höheren Wassergehalt unterschieden ist der Lansfordit. Wahrscheinlich Gemenge des Hydromagnesits mit anderen Substanzen sind Baudisserit z. Th. (mit Kieselsäure; Baldissero, Piemont), Lancasterit (mit Brucit; Lancaster, Pa), und Hydromagnocalcit (Hydrodolomit; mit dolomit. Kalk; Vesuv). — Hydrogiobertit MgCO₃ + 3H₂O.

Lanthanit (früher Hydrocerit) La₂O₃. 3CO₂ + 9H₂O. Rhomb., in kleinen quadratischen Tafeln; derb, in körnig-blättrigen Aggregaten und erdig. # oP vollk., H = 2. G = 2,6. Weiss ins Gelbe und Graue; auch rosenroth, Perlmuttergl. oder matt. Durchschein. v. d. L. unschmelzbar, sich bräunend. In Säuren löslich. Mit Cerit auf der Bastnäs-Grube bei Riddarhyttan; Bethlehem, Pa; Canton-Grube, Georgia.

Tengerit, soll Yttriumcarbonat sein, als Beschlag auf Gadolinit von Ytterby.

Zinkblüthe. Hydrozinkit. ZnCO₃. 2Zn(OH)₂. (= 3ZnO. CO₂ + 2H₂O). Krystallform?

Derb, erdig (kreideartig) oder dicht, in schaligen, zonaren und löcherigen Krusten, nierenförmig und stalaktitisch. Etwas spröde; H = 2–2½. G = 3,25. Schneeweiss und blassgelb. Str. glänzend.

Basisches Zinkcarbonat, dessen Formel noch nicht sicher gestellt ist; ca. 75 ZnO, 11 H₂O. — v. d. L. unschmelzbar.

Auf metasomat. Galmelagerstätten: Raibl und Bleiberg; Ober-

schlesien; Wiesloch; Provinz Santander (bes. von Cumillas). Sardinien etc. — Rei Ramsbeck in Westfalen weisse erdige Ueberzüge auf zinkblendehaltigem Ganggestein.

Aurichalcit. Im Wesentlichen eine Zinkblüthe, bei der ein Theil Zn durch Cu ersetzt ist; ca. 28 Cu O. Undeutliche nadelige $\times\times$. H = 2; spangrün; perlmggl., durchschein. Auf Brauneisen und Kalkspath bei Loktewsk im Altai. Messingblüthe, in lichtgrünlichblauen, faserigen Aggregaten enthält ca. 18 Cu O. Santander. Buratit enthält ausserdem noch Ca O. Nadelige $\times\times$, faserige und krystokrySTALLINE Aggregate. Himmelblau, auch spangrün; perlmuttergl. Neben Aurichalcit von Loktewsk; Framont; Chessy; Volterra.

Wiserit, wasserhaltiges $MnCO_3$; gelblich weisse bis röthliche faserige Aggregate, seidengl., auf Klüften von Hausmannit. Bei Sargans in der Schweiz.

Nickelsmaragd (Zaratit, Texasit). $3NiO \cdot CO_2 + 6H_2O$ mit 59,6 Ni O. Als smaragdgrüne Rinde auf Chromeisen von Texas, Pa. Cap Ortegale in Spanien; Insel Unst; Tasmanien.

Remingtonit, wasserhaltiges Kobaltcarbonat. Finksburg, Md.

Malachit. $CuCO_3 \cdot Cu(OH)_2$. (= $2CuO \cdot CO_2 + H_2O$). Monoklin. $\beta = 118^\circ 10'$.

$\times\times$ meist nadelig und haarförmig, mit verbrochenen Enden; zu Büscheln und Bündeln vereint. $M = \infty P (104^\circ 20')$, $s = \infty P\infty$, $P = oP$. Zw. nach $\infty P\infty$, mit einspringenden Basisflächen sehr gewöhnlich. — Derb in nierigen, traubigen, stalaktitischen Aggregaten, oft mit glaskopfförmiger Oberfläche, mit blättriger, häufiger radialfaseriger, auch dichter Structur und schaliger Zusammensetzung; als Beschlag und Anflug. Pseudomorphosen nach oxydischen und sulfidischen Kupfererzen (Cuprit, Chessy; Atakamit, Bogoslowsk; Kupferglanz, Redruth; Fahlerz, Bieber), nach Azurit, Calcit, Cerussit etc.

oP und $\infty P\infty$ vollk. Br. muschl. Spröd. H = $3\frac{1}{2}$ —4. G = 3,7—4,1. $\times\times$ schwärzlich grün, Glasgl.; Aggregate smaragdgrün, seidengl. oder matt, Str. lichter grün. Durchscheinend bis undurchsichtig.

Einfach basisches Salz. 71,9 Cu O, 19,94 CO_2 , 8,16 H_2O . Giebt im Kolben Wasser und wird schwarz; schmilzt v. d. L. auf Kohle und reducirt sich zu Kupfer. In Säuren und Ammoniak löslich.

Häufiges Cu-Erz, selten aber in grösserer Masse, wie am Ural, von wo ein Stück von 1500 kgr in Petersburg aufbewahrt wird. An Ausgehenden von Gängen (im eisernen Hut), namentlich in Höhlungen von Brauneisenerzen. Im Siegenschen (bei Betzdorf schöne $\times\times$), Rheinbreitbach, Dillenburg. Lauterberg am Harz; Saalfeld; Olsa in Kärnten; Rezbanya; Chessy; Cornwall. Nischne-Tagilsk und Gumeschewsk im Ural; vielorts in Amerika und Australien. — Als Imprägnation im Buntsandstein von St.-Avoild und Wallerfangen bei Saarlouis und im permischen Kupfersandstein Russlands.

Kalkmalachit, Gemenge mit Kalkspath und Gyps, traubig, nierig; früher von Lauterberg am Harz. Atlasit, derb, dünnstänglich, ein in Malachit übergelender Atacamit. Chañarcillo.

Aehnliche Mineralien: Phosphorchalcit und einige andere Kupferphosphate und -arsenate; Kupferuranit.

Kupferlasur. Azurit. Chessylith. $2(\text{Cu CO}_3) \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2 (= 3 \text{Cu O} \cdot 2 \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O})$. Monoklin. $\beta = 92^\circ 24'$.

XX meist kurzsäulig und nach der b-Axe gestreckt oder dicktafelig; ein- und aufgewachsen; zu kugeligen Gruppen verbunden. Zw. nach $\frac{1}{2}P\infty$, vereinzelt bei Chessy. — Derb und eingesprengt, dicht, erdig, strahlig in nierigen, traubigen Formen und als Anflug. Pseudomorphosen nach Cuprit, Fahlerz, Dolomit.

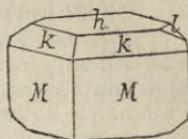


Fig. 337.

$P\infty$ ziemlich vollk., Br. muschl. bis uneben; spröd. $H = 3\frac{1}{2}$ –4. $G = 3,7$ –3,8. XX lasurblau, derb und im Strich smalteblau; Glasgl., durchschein.

69,19 CuO, 25,58 CO₂, 5,23 H₂O. Löthr.-Verh. wie Malachit.

Vork. wie Malachit, in den die Lasur sich leicht durch Aufnahme von Wasser und Verlust von Kohlensäure umwandelt. (2 Mol. Lasur + 1 Mol. H₂O – 1 Mol. CO₂ = 3 Mol. Malachit.) Besonders schöne XX von Chessy. Moldowa im Banat; Kolywan und Nischne Tagilsk; Burraburra-Grube bei Adelaide. Als Imprägnation im Buntsandstein von St.-Avoird und Wallerfangen, in den permischen Kupfersandsteinen Russlands.

Aehnliche Mineralien: Linarit (scheidet beim Betupfen mit Salzsäure weisses PbCl₂ aus), Vivianit, Lasurstein.

Hydrocerussit. $2(\text{Pb CO}_3) \cdot \text{Pb}(\text{OH})_2$. Farblose bis weisse Blätter mit vollk. #, auf ged. Blei von Långban. — Plumbonacrit scheint ein Gemenge mit PbO zu sein.

Selbit (Grausilber) von Real de Catorce in Mexico, grau, pulverförmig, ist wahrscheinlich kein Silbercarbonat, sondern ein Gemenge von Silberglanz, Dolomit, Braunspath. Das Gleiche gilt auch für das Vorkommen von Altwolfach in Baden.

Wismuthspath (Bismutit z. Th.) umfasst mehrere wasserhaltige Bi-Carbonate mit noch nicht sicher gestellten Formeln von derber oder erdiger Beschaffenheit. — Der Bismutit von Ullersreuth, Schneeberg und Johann-Georgenstadt findet sich als Ueberzug und in Pseudomorphosen nach ged. Wismuth; sehr spröd. $H = 4$ –4 $\frac{1}{2}$; gelblichgrau, strohgelb bis zeisiggrün. — Der Wismuthspath aus den Goldgruben Süd-Carolinas ist galmeiähnlich, porös und zellig. — Bismutosphärit, basisches Bi-Carbonat Bi₂CO₅, kam früher zu Neustädte bei Schneeberg in feinfaserigen braunen Kügelchen vor.

3. Abtheilung. Carbonate in Verbindung mit Sulfaten.

Hanksit. $\text{Na}_2\text{CO}_3 + 4\text{Na}_2\text{SO}_4$. Hexag.

Caledonit. $(\text{Pb Cu})\text{CO}_3 + (\text{Pb Cu})\text{SO}_4$. Monoklin. $\beta = 90^\circ 38'$.

XX gewöhnlich längsdomatisch nach $\infty P\infty$, $P\infty$ und oP ; andere Flächen sind $\infty P(95^\circ)$, $2P\infty$ etc. Sonst nadelige, zu Büscheln gruppirte XX. — # $\infty P\infty$ deutlich. $H = 2\frac{1}{2}$ –3. $G = 6,4$. Spangrün. Leadhills; Red Gill in Cumberland; Rezbanya; Beresowsk.

Leadhillit. $2\text{Pb CO}_3 + \text{Pb SO}_4 + \text{Pb}(\text{HO})_2$ mit ca. 82% PbO. Monoklin. $\beta = 90^\circ 12\frac{1}{2}'$, scheinbar hexagon. Täfelchen nach oP ; Zwillinge und Drillinge, ferner in schaligen Aggregaten. # $\infty P\infty$ sehr vollk. $H = 2\frac{1}{2}$. $G = 2,26$ –6,55. Diamantartiger Perlmuttergl. und Fettgl. Weiss ins Gelbe, Grüne und Graue; durchs. bis durchschein. Leadhills, Red Gill in Cumberland; Taunton in Somerset; Iglesias auf Sardinien (hier Maxit genannt). — Susannit, von Leadhillit und Nertschinsk, chemisch wie Leadhillit, soll aber rhomboedr. sein, was vielleicht nur die Folge lamellarer Verwachsung ist.

C. Selenite.

Chalkomenit $\text{CuSeO}_3 + 2\text{H}_2\text{O}$. Monoklin. $\beta = 90^\circ 51'$. $\times\times$ sehr klein, zu Krusten gehäuft. $\infty P (108^\circ 20')$, $\infty P\bar{\infty}$, $P\bar{\infty}$, oP ; ausserdem mehrere vordere Hemipyramiden. $G = 3,76$. Durchs. $\times\times$ blau, sonst blaugrün. Auf einem buntkupfererzähnlichem Mineral (Umangit?) im Cerro de Cacheuta und in schmalen Trümmern im Umangit der Sierra de Umango in Argentinien. — In Begleitung des Chalkomenit von Cacheuta finden sich noch Molybdomenit, wahrscheinlich Bleiselenat in weissen perlmutterglänzenden Blättchen und Cobaltomenit in kleinen monoklinen, pfirsichblüthfarbenen Kryställchen.

VII. Klasse. Sulfate, Chromate, Molybdate, Wolframate.

Mineralien von verschiedenem, nicht metallischem Habitus, die durch die gleichartige Structur ihrer dihydrischen Säure $RO_2.(HO)_2$ wie durch häufige Isomorphie ihrer analogen Salze zusammengehalten werden.

A. Sulfate einschl. Selenate und Tellurate.

Abgesehen von den Sulfaten des Eisens, Kupfers und wenigen anderen farblose oder zufällig gefärbte Mineralien mit nicht metallischem Habitus und geringer Härte (bis 4). Ein grösserer Theil ist in Wasser löslich; reagiren auf Schwefelsäure. Vorkommen mannigfach; einzelne treten gesteinsbildend auf, andere sind Gangminerale; viele finden sich als Absätze des Meeres, salinischer Gewässer, als Ausblüfung und als Producte vulkanischer Thätigkeit.

1. Abtheilung. Wasserfreie Sulfate.

Glaserit (Arcanit, Kaliumsulfat). K_2SO_4 , kommt in der Natur nur mit Na_2SO_4 (bis 40%) gemischt vor, ist dimorph: hexag. rhomboedr. als Glaserit, (Aphtalose), tafelig nach ∞P als vulkanisches Salz, ferner secundäres Salz bei Stassfurt; und rhombisch als Arcanit mit pseudo-hexagonalem Habitus von Roccaluto bei Girgenti im tertiären Steinsalz und sehr häufig als künstliches Salz.

Thenardit (Natriumsulfat). Na_2SO_4 . Rhomb., gilt wohl als isom. mit Arcanit, aber doch wesentliche Winkelunterschiede. $\times\times$ zu Drusen gruppiert, häufiger krustenartig. Scheidet sich im Sommer aus den Salinen von Espartinas bei Aranjuez ab; aus den Wüsten von Peru, Bolivia, Arizona; vom Balkasch-See und im Kaukasus.

Mascagnin. $(NH_4)_2SO_4$, isom. mit Arcanit. Gewöhnlich in Krusten und stalaktitisch. Mild. Auf Laven des Vesuvus und Aetnas; in den Suffionen Toscanas; bei Steinkohlenbränden. —

Misenit, wahrscheinlich Kaliumbisulfat. Weisse seidenglänzende Ausblüfung im vulkanischen Tuff der Grotte von Miseno bei Neapel. Das künstliche Salz ist dimorph: rhomb. und monoklin.

Glauberit. $Na_2SO_4 + CaSO_4$. Monoklin. $\beta = 112^\circ 10\frac{1}{2}'$.

$\times\times$ dick tafelig. oP , $-P$ (\parallel der Kante mit oP gestreift), ∞P ($83^\circ 20'$). Nierige und schalige Aggregate.

oP vollk. Br. muschl. $H = 2\frac{1}{2}-3$. $G = 2,7-2,8$. Ggl. bis Fettgl.; durchschein. Farblos, meist aber weiss, grau, gelb, fleisch- bis ziegelroth. Geschmack salzig-bitter.

51 Na_2SO_4 , 49 CaSO_4 . Scheidet beim Auflösen in Wasser Gyps ab; an feuchten Luft bildet sich eine mehligte Rinde von Glaubersalz.

In schönen $\times\times$ im Steinsalz zu Villarubia in Spanien, in knotigen Concretionen zu Vic in Lothringen, als secundäres Salz bei Stassfurt, als fleischrothe blättrige Aggregate von Berchtesgaden, Ischl; ferner im Pendschab, in Peru. Wird zur Sodafabrikation benutzt.

Isomorphe Gruppe des Schwerspaths.
 RSO_4 , wo $R = \text{Ca, Ba, Sr}$ und Pb . Rhomb.

Die Sulfate von Ba, Sr und Pb zeigen alle charakteristischen Merkmale der Isomorphie, dagegen ist das analog aufgebaute und manchem Coelestin beigemischte Ca-Sulfat (Anhydrit) sowohl hinsichtlich seiner Formentwicklung wie nach seinem physik. Verhalten ($\#$) wesentlich verschieden. Der Anhydrit gilt daher gewöhnlich nicht als isomorph mit den übrigen Gliedern der Reihe. Die $\times\times$ der letzteren werden von verschiedenen Autoren verschieden aufgestellt; neben der nachstehenden (Naumann'schen) Aufstellung, bei der die vorhandenen $\#$ -Flächen gleich $\infty P\infty$ und $P\infty$, ist namentlich die ältere Haüy'sche Aufstellung im Gebrauch, nach welcher die $\#$ -Flächen oP und ∞P sind.

Anhydrit. Karstenit. Muriacit. CaSO_4 . Rhomb.

$\times\times$ nicht häufig, ein- und aufgewachsen mit ungenügend messbaren Winkeln; gewöhnlich nur die 3 Pinakoide und dadurch dicktafelig (alpine $\times\times$, besonders Aussee, Fig. 338) oder prismatisch nach $P\infty$ resp. ∞P

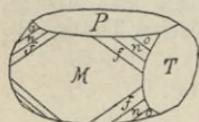


Fig. 338.

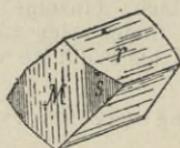


Fig. 339.

(Stassfurt, Fig. 339). $P = oP$, $M = \infty P\infty$, $T = \infty P\infty$, $s = \infty P$ ($90^\circ 4'$), $r = P\infty$ ($96^\circ 30'$ oben), bei Aussee auch noch andere Flächen z. B. $o = P$; $n = 2P\bar{2}$, $f = 3P\bar{3}$. Die Stassfurter $\times\times$ sind stark vertical gestreift und s und M gehen an ihnen oft in eine einzige gerundete Fläche über. — Zw. häufig nach ∞P , vielfach als lamellare Einlagerungen ausgebildet und auch durch Druck und Erhitzen erhaltbar. — In Spaltungsstücken; am häufigsten derb in körnigen, späthigen, dichten, zuweilen auch in stängligen und faserigen Aggregaten.

$\#$ nach den 3 Pinakoiden vollk., aber mit physik. Unterschieden auf denselben; auf der Längsfläche T Perlmggl., zuweilen Querstreifung; auf der Querfläche M Glasgl., ebenfalls zuweilen feine Streifung $\parallel r$; auf der Basis P Fettgl. Br. muschl., spröde. $H = 3-3\frac{1}{2}$. $G = 2,8-3$. Glasgl., durchs. bis durchschein. Farblos und weiss, gern bläulich und bläulichgrau; auch dunkler blau, röthlich und schwärzlich. Opt. +, Axenw. = $71\frac{1}{2}^\circ$, A.-E. = $\infty P\infty$; Spaltungsstücke nach oP zeigen das Interferenzbild.

41,2 CaO , 58,8 SO_3 ; nicht selten bituminöse Verunreinigungen. — Schmilzt v. d. L. schwer zu weisser Perle; mit Borax oder Flussspath klare Perle, die beim Erstarren weiss wird. Als feines Pulver von conc. Schwefelsäure gelöst; das Pulver nimmt in Berührung mit Wasser 2 Mol. des letzteren auf und wird zu Gyps.

In allen Formationen und Gegenden verbreitetes, schichtartig auftretendes Mineral, theils selbständig neben Gyps und Steinsalz, theils in dünnen, vielfach wiederholten Lagen im Steinsalz (Anhydrit-region = Basis der Kalisalzagerstätten von Stassfurt); häufig fehlt auch das Steinsalz. Namentlich im deutschen Zechstein (Umgebung des Harzes) und Muschelkalk (Anhydritgruppe Württembergs); auf den alpinen Salzlagerstätten im Keuper: Ischl, Hallstadt, Hallein, Aussee, Berchtesgaden, Bex; im Tertiär von Wieliczka und Bochnia (hier der Gekrösestein, schlangenartig gekrümmte Aggregate) und von vielen anderen Orten. Schöne $\times\times$ aufgewachsen auf den alpinen Fundorten, namentlich Aussee, eingewachsen in Kieserit von Stassfurt. — Selten auf Erzlagerstätten z. B. Bleiberg in Kärnten, Fahlun; Lauterberg am Harz, Riechelsdorf, Kapnik; sporadisch auf Laven vom Vesuv, von Santorin etc.

Vulpinit, von Volpino in der Lombardei, hat man einen graubraunen körnigen Anhydrit, der sich zu Bildhauerezwecken (Marmobardiglio di Bergamo) eignet, genannt. — Der Anhydrit geht durch Wasseraufnahme leicht in Gyps über, wobei eine Volumvermehrung von etwa 60% stattfindet, daher die stete Verknüpfung und auch Vermengung von Gyps mit Anhydrit und die gewalt-samen Schichtenstörungen, Faltungen im Hangenden von Anhydrit. Auch die Umwandlung von Gyps in Anhydrit ist beobachtet; sie lässt sich auch künstlich durch Erhitzen in conc. Kochsalzlösung bewirken. — Aehnliche Mineralien: in derben Stücken Kalkstein und Gyps. Letzterer ist weicher, auch sieht man beim derben Anhydrit mit der Lupe die rhombische, beim Gyps die monokline Form der Spaltflächen; ferner Kryolith.

Baryt. Schwerspath. $BaSO_4$. Rhomb.

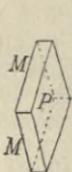


Fig. 340.

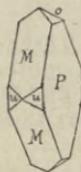


Fig. 341.

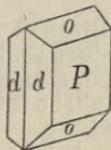


Fig. 342.

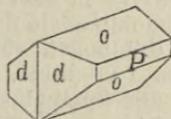


Fig. 343.

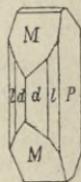


Fig. 344.

$\times\times$ oft sehr schön (Dufton, Wildemann, Felsöbanya) und flächenreich ausgebildet; einzeln oder in Gruppen und Drusen aufgewachsen. $P = \infty P\infty$, $M = P\infty$ ($101^\circ 40'$ vorn), $o = P\infty$ ($74^\circ 38'$ Mittelk.), $d = \infty P\frac{1}{2}$ ($77^\circ 44'$); untergeordnet $u = \infty P$ ($116^\circ 22'$), $l = \infty P\frac{1}{4}$, $z = P$, $k = oP$. Habitus entweder tafelig nach $\infty P\infty$ oder prismatisch nach einem der 3 Prismen M , o und d , namentlich nach d . Nach M gestreckte $\times\times$ aus Ungarn und vom Ural sind Wolnyn genannt worden. — Schalige, krummblättrige, fächer- und hahnenkammartige bis kugelige und nierige Aggregate mit strahliger, faseriger, körniger, dichter und erdiger Structur; auch in Stalaktiten; zuweilen in Pseudomorphosen.

nach $\infty P\infty$ vollk.; in etwas geringerem Grad nach $P\infty$; die Spaltrisse sind oft an den $\times\times$ angedeutet. Br. muschl., wenig spröde. $H = 3-3\frac{1}{2}$. $G = 4,3-4,7$. Glasgl., auf dem Br. Fettgl., klar und durchs., öfters gefärbt und undurchs., weiss, fleischroth,

bläulich, gelblich, braun, grau. Opt. +, sonstiges Verhalten cfr. S. 126.

65,68 BaO, 34,32 SO₃, nicht selten mit grösserem Sr-Gehalt. Eine isomorphe Mischung mit CaSO₃ stellt der krummschalige, nierige und leicht verwitternde Kalkbaryt von Freiberg und Derbyshire dar; ebenfalls CaSO₃, daneben noch CaCO₃ enthält der Dreelit von Beaujeu, der aber rhomboedrisch sein soll. Gemengt mit Bitumen ist der Hepatit von Kongsberg und aus den Alaunschiefern von Schonen. — v. d. L. sehr schwer zur Perle schmelzbar; färbt die Flamme gelblichgrün; unlöslich in Salzsäure, aber als Pulver in warmer conc. Schwefelsäure löslich und dann durch Wasser fällbar.

Selbständig auf Gängen, mehrorts im deutschen Rothliegenden, häufiger und weit verbreitet als Gangart, vielfach in 2 Generationen, neben geschwefelten Erzen wie Bleiglanz (Clausthal), Silbererzen (Freiberg, Ungarn), Kupferkies (Lauterberg), Nickel- und Kobalterzen (Riechelsdorf, Bieber), ferner auf metasom. Brauneisenerzlagern (Iberg am Harz) und neben oxydischen Manganerzen (Ilfeld, Ilmenau). — Seltener findet sich Baryt auf geschichteten Lagerstätten, selbständig in den krystallinischen Schiefern von Villarica in Brasilien, bei Meggen an der Leune, als Gemengtheil von Erzlagern (Rammelsberg bei Goslar), als Imprägnation resp. Bindemittel im Sandstein. Hierher gehören auch die concretionären Ausscheidungen radialstrahligen Baryts aus den Mergeln von Monte Paterno bei Bologna (Bologneser Spath), an dem man zuerst die Beobachtung machte, dass mit organischer Substanz z. B. Tragantschleim, geglühtes Barytpulver im Dunklen leuchtet.

Bemerkenswerth in genetischer Hinsicht ist das Vorkommen von Baryt- $\times\times$, die von Antimonitnadeln durchwachsen sind, zu Schemnitz, Felsöbanya etc., von $\times\times$ in den Höhlungen von Versteinerungen und dichte Krusten in den Pumpensäuzen von Lautenthal. — Aehnliche Mineralien: Coelestin. Aragonit. Beim Calcit sind alle Spaltwinkel schief.

Allomorphit von Unterwibach bei Rudolstadt ist derber Baryt, der nach 3 senkrechten Richtungen spalten soll.

Barytcoelestin (SrBa)SO₄. Rhomb. $\times\times$ selten, isomorph mit Baryt und Coelestin, doch fallen dessen Winkel nicht zwischen die jener beiden Mineralien. $P\infty$ (105° 51/2'); ∞P_2 (79° 25'). Stänglige, schalige Aggregate. $H = 2\frac{1}{2}$. $G = 4,1-4,2$. — Sr: Ba = 2:1 oder 4:3. Imfeld im Binnenthal, Greiner in Tyrol, Drummond-Insel im Erie-See. Im Jurakalk von Nörten in Hannover.

Coelestin. SrSO₄. Rhomb.

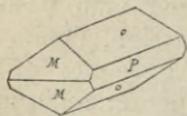


Fig. 345.

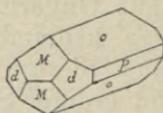


Fig. 346.

$\times\times$ meist aufgewachsen, Gruppen und Drusen, besonders schön von Girgenti, Herrengrund, Leogang, Montecchio Maggiore. $M = P\infty$ (104° 10'), $o = P\infty$ (76° Mittelk.), $d = \infty P_2$ (78° 49'), $P = \infty P\infty$. Ha-

bitus gewöhnlich prismatisch nach $P\infty$ oder tafelig nach $\infty P\infty$. — Körnige, späthige Aggregate, schalig, stänglig, dicht; parallelstrahlige Platten; Nieren, Knollen; auch als Versteinerungsmittel.

$\infty P \infty$ vollk., etwas weniger nach $P \infty$. Br. muschl.; wenig spröd. $H = 3-3\frac{1}{2}$. $G = 3,9-4$. Glasgl., durchs. bis durchschein. Farblos, weiss, blau, bläulichgrau; selten röthlich. Opt. dem Baryt ähnlich, cfr. S. 126.

56,4 Sr, 43,61 SO_3 mit etwas Ca und Ba. — Schmilzt v. d. L. zu weisser Perle und färbt die Flamme carminroth. Gegen Lösungsmittel wie Baryt.

Selten auf *Erzgängen* (*Herrengrund, Leogang*) und auf *Mandelräumen vulkanischer Gesteine* (*Montecchio Maggiore bei Vicenza*); häufiger auf *Coelestintrümmern mit Schwefel, Gyps und Calcit im geschichteten Gebirge* (meist Mergel und Kalksteine), z. B. im Tertiär zu *Girgenti, La Perticara, Pschow bei Ratibor*; im *Muschelkalk von der Dornburg bei Jena* (blaue Platten mit parallel strahliger Structur), *Rüdersdorf etc.* In grösserer Menge von *Clifton bei Bristol, auf der Strontianinsel im Huron-See, zu Mokkatam in Aegypten etc.* In *Knollen aus dem Gyps von Mont-Martre bei Paris*. Aehnliche Mineralien: cfr. Baryt.

Anglesit. Bleivitriol. Vitriolblei. Bleiglas. $PbSO_4$. Rhomb.

XX flächenreich, gewöhnlich einzeln aufgewachsen. $M = P \infty$ ($103^\circ 43'$), $o = P \infty$ ($75^\circ 36'$ Mittelk.), $d = \infty P \frac{z}{2}$ ($78^\circ 47'$), $P = \infty P \infty$, $y = P \frac{z}{2}$, $z = P$. Habitus prismatisch nach $P \infty$, resp. $P \infty$, oder tafelig nach $\infty P \infty$ oder pyramidal nach $P \frac{z}{2}$. — Auch derb; zuweilen in Pseudomorphosen nach Bleiglanz; umgewandelt in Cerussit.

$\infty P \infty$ und $P \infty$ undeutlich. Br. muschl.; spröd. $H = 3$. $G = 6,12-6,35$. Starker Diamantgl., ins Fettige geneigt. Durchs. bis durchschein. Farblos und wasserhell;

getrübt, grau, gelb, braun, grün, blau. Opt. dem Baryt ähnlich, aber grosser Axenwinkel. $\beta = 1,875$ (roth).

73,6 PbO , 26,4 SO_3 , gewöhnlich rein. — v. d. L. auf Kohle im R.-F. Bleikugel, im Ö.-F. heiss eine klare, kalt eine weisse Perle. Gegen Schwefelsäure wie Baryt, völlig löslich in Kalilauge; dagegen nur wenig in Salpetersäure.

Am *Ausgehenden von Bleiglanzlagerstätten, namentlich in kleinen Höhlungen desselben mit Brauneisenerz zusammen, analog dem Weissbleierz, aber nicht ganz so häufig. Früher bei Clausthal, Zellerfeld, Tanne am Harz, auf den Parysgruben von Anglesea. — Grube Friedrich bei Wissen an der Sieg, Badenweiler und Schapbach in Baden, Mies in Böhmen, Schwarzenbach und Bleiberg in Kärnten; Morawicza, Dognacska, Felsöbanya; Monte Poni und Iglesias auf Sardinien, Linares in Spanien, Leadhills und Wanlockhead in Schottland. Nertschinsk, Beresowsk. Missouri, Phoenixville, Pa.*

Aehnliche Mineralien: Weissbleierz, Baryt, Scheelit.

Sardinian, von Monte Poni und auch von Zellerfeld, soll monoklin krystallisirendes, ein schwarzes und erdiges Verwitterungsproduct des Bleiglanzes von Coquimbo amorphes $PbSO_4$ sein.

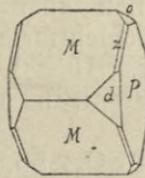


Fig. 347.

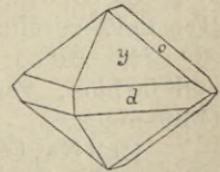


Fig. 348.

Selenbleispath (Glasbachit). PbSeO_4 , wahrscheinlich isomorph mit Anglesit, in kleinen faserigen Kugeln und derb; deutlich $\#$, schwefelgelb. Tannenglasbach bei Hildburghausen.

Zinkosit ZnSO_4 . Kleine mit Baryt isomorphe $\times\times$. $H = 3$. $G = 4,331$. Gelblichweiss bis weingelb. Mit Zinkblende vom Gange Jaroso in der Sierra Almagrera in Spanien.

Hydrocyanit CuSO_4 , blassgrüne bis himmelblaue Prismen, soll Winkel ähnlich denen des Anglesit haben. Sublimationsproduct des Vesuvs von 1868.

Magnolit. Hg_2TeO_4 . Sehr feine, haar- und nadelförmige $\times\times$, weiss und seidenglänzend, auf Tellurquecksilber (Coloradoit). Keystone-Gruben, Magnolia District, Colorado. — Ebendaher Ferrotellurit, wahrscheinlich Eisentellurat, in zarten radialfaserigen Büscheln; gelb.

Lanarkit. $2\text{PbO}\cdot\text{SO}_3$ (mit 84,8 PbO). Monoklin. $\beta = 91^\circ 49'$. In queren Prismen und dünnstängigen Aggregaten. $\#$ oP sehr vollk., mild; etwas biegsam. $H = 2-2\frac{1}{2}$. $G = 6,8-7$. Auf oP Perlmgl., sonst Fettgl. Grünlich- oder gelblichweiss, grau. Leadhills.

Dolerophanit. $2\text{CuO}\cdot\text{SO}_3$. Kleine monokline $\times\times$; braun. Vesuv.

2. Abtheilung. Wasserhaltige Sulfate.

a. Wasserhaltige Sulfate der Alkalien und alkalischen Erden.

Glaubersalz. Mirabilit. Exanthalit. $\text{Na}_2\text{SO}_4 + 10\text{H}_2\text{O}$. Monoklin. $\beta = 107^\circ 45'$.

$\times\times$ meist nach der b-Axe verlängert mit vorwaltenden oP und $\infty\text{P}\infty$; gewöhnlich aber in mehrlartigen Ausblühungen und Krusten, vereinzelt schichtförmig.

$\#$ $\infty\text{P}\infty$ vollk. $H = 1\frac{1}{2}-2$. $G = 1,4-1,5$. Durchsichtig und farblos, verwittert trüb und weiss; kühlender, salzig-bitterer Geschmack.

19,3 Na_2O , 24,8 SO_3 , 55,9 H_2O ; verliert an der Luft 8 Mol. H_2O und wird pulverig. Ein viel MgSO_4 enthaltender Glauberit von Sedlitz und Franzensbad wurde Reussin genannt. — Färbt die Löthrohrflamme gelb, leicht löslich in Wasser.

Auf alpinen Salzlagernstätten: Ischl, Hallstadt etc., ferner in Ungarn, der Schweiz; vielfach als Beschlag auf Gyps und Steinsalz. Schichtartig bei Bompensieri auf Sicilien, am Ebro und im Kaukasus. In Salzseen und als Ausblühung auf Mauerwerk.

Guanovulit = wasserhalt. Kali-Ammoniaksulfat. Lecontit, rhomb., = wasserhalt. Natron-Ammoniaksulfat, aus Fledermaushöhlen von Honduras.

Kieserit. $\text{MgSO}_4 + \text{H}_2\text{O}$. Monoklin. $\beta = 91^\circ 7'$.

In dichten, weissen bis gelblichen, schimmernden Aggregaten, bei Hallstadt auch in grossen pyramidal ausgebildeten $\times\times$.

$H = 3$. $G = 2,569$; die derben Aggregate weniger, bis 2,517.

29 Mg, 58 SO_3 , 13 H_2O ; hygroskopisch und geht allmählich in Bittersalz über. Das Pulver, mit wenig Wasser angemacht, erhärtet wie Gyps. Löst sich langsam in Wasser.

In grossen Massen, innerhalb der sogen. Kieseritregion, auf den Kalisalzlagernstätten von Stassfurt etc.; ferner bei Hallstadt und bei Kalusz. — Das mit Wasser angerührte Pulver erstarrt wie Gyps.

Martinsit von Stassfurt ist ein Gemenge von 10 Kieserit und 90 Steinsalz. Szmikit. $MnSO_4 + H_2O$ ist das dem Kieserit entsprechende Mn-Sulfat. Rötlich weisse stalaktitische Knollen von Felsöbanya.

Syngenit (Kaluszit). $K_2SO_4 + CaSO_4 + H_2O$ (28,8 K_2O). Monoklin. $\beta = 104^\circ$. Kleine, nach der Verticalaxe gestreckte und nach $\infty P\infty$ dünn-
tafelige $\times\times$. # nach $\infty P\infty$ und ∞P . $H = 2\frac{1}{2}$. $G = 2,6$. Farblos; in Steinsalzhöhlungen von Kalusz.

Pikromerit (Schönit). $K_2SO_4 + MgSO_4 + 6H_2O$ (23,4 K_2O). Monoklin. $\beta = 108^\circ 10'$; Stassfurt und Vesuv; isomorph damit Cyanochroit (Cyanochrom) vom Vesuv, bei dem Mg durch Cu vertreten wird.

Gyps. $CaSO_4 + 2H_2O$. Monoklin. $\beta = 98^\circ 55'$.

$\times\times$ ein- und aufgewachsen, einzeln und gruppirt, namentlich zu Rosetten. $f = \infty P$ ($111^\circ 30'$), $l = -P$ ($143^\circ 30'$), $P = \infty P\infty$, $n = P$ ($138^\circ 32'$), $o = \frac{1}{3}P\infty$, $h = \infty P\bar{2}$. Habitus gewöhnlich dicktafelig nach $\infty P\infty$ oder prismatisch entweder nach dem Prisma f oder der Hemipyramide l ; nicht selten linsenförmig mit stark gekrümmten Flächen und Kanten durch Vorherrschen von o und l , während f

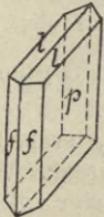


Fig. 349.

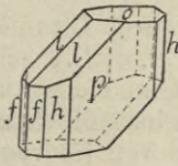


Fig. 350.

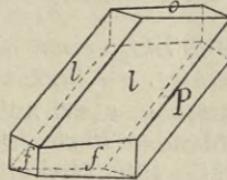


Fig. 351.

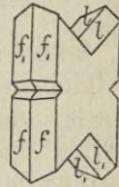


Fig. 352.

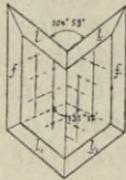


Fig. 353.

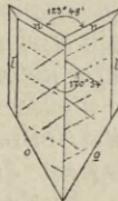


Fig. 354.

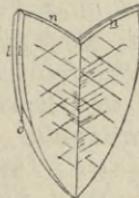


Fig. 355.

und P zurücktreten (Fig. 351), auch ganz fehlen können. Zuweilen (Reinhardtbrunn bei Friedrichroda) sind die $\times\times$ auch haken- oder henkelartig gebogen, doch so, dass die Hauptspaltfläche $\infty P\infty$ eben bleibt. — Zw. häufig, nach 2 Gesetzen. 1. nach $\infty P\infty$ (typische Schwalbenschwanzzw.), namentlich bei tafeligen und prismatischen Individuen. Der Perlm.-Br. ($\infty P\infty$) und der muschlige Br. ($\infty P\infty$) verlaufen in beiden Zw.-Hälften parallel, während die faserigen Brüche (P) einen Winkel von $131^\circ 12'$ einschliessen; der einspringende W. des Zw. = $104^\circ 58'$. Fig. 353. Auch Durchkreuzungszw. Fig. 352. 2. nach $-P\infty$ (typisch aus dem Gyps von Mont-Martre, daher Mont-Martre oder Pariser Zw.), namentlich bei linsenförmigen Individuen, bei denen das Verticalprisma ganz unterdrückt ist, l und o in eine einzige gekrümmte Fläche verfließen und auch die sonst nicht häufige Fläche n gerundet ist. Fig. 354 u. 355. Diese Zw. sehen ebenfalls oft schwalbenschwanzartig aus, aber der muschlige Bruch jeder einzelnen Zw.-Hälfte setzt sich nahezu in der Richtung des faserigen Br. der anderen Hälfte fort. Die Knickung beträgt nämlich nur $9^\circ 26'$. Der einspringende W.

= 123° 48'. — Derb, in grobspäthigen und grosschaligen Aggregaten (Marien- oder Frauenglas), parallel faserig (Fasergyps), schuppig (Schaumgyps), feinkörnig (wenn weiss: Alabaster), dicht, erdig. In Pseudomorphosen nach Anhydrit, Steinsalz und Kalkspath.

nach $P\infty$ sehr vollk. (Perlm.-Br.), nach P weniger vollk. (faseriger, seidengl. Br., die beiden unter 138° 32' geneigten P -Flächen oscilliren beim Spalten stetig mit einander, sodass scheinbar eine einheitliche faserige Spaltfläche resultirt), nach $\infty P\infty$ unvollk. (muschliger, glasgl. Br.). Daneben lassen sich durch die Körnerprobe noch andere Cohäsionsminima als Gleit- und Druckflächen nachweisen. Gewöhnlich in der Richtung des faserigen Br., als einer Gleitfläche, etwas biegsam; in der Richtung des muschl. Br. brechen die $\times\times$ scharf ab. Mild. $H = 1\frac{1}{2}$ —2. $G = 2,2$ —2,4. Auf $\infty P\infty$ Perlmgl. und häufig Newton's Farbenringe, auf den sonstigen $\times\times$ -Flächen Glasgl. Durchs. bis undurchs.; farblos und gefärbt: weiss, grau, wein- bis honiggelb, braun, fleisch- bis ziegelroth, schwarz. Opt. Verhalten cfr. S. 127. Schlechter Wärmeleiter (Unterschied des Alabasters vom Marmor, welch' letzterer sich kalt anfühlt).

32,5 CaO, 46,5 SO₃, aber häufig durch Bitumen (Stinkgyps) und Thon verunreinigt. — Trübt sich v. d. L., schmilzt zu einer weissen, mit Flussspath aber zunächst zu einer klaren, erst beim Erkalten trüb werdenden Perle. Gibt im Kölbchen Wasser. Wird von Wasser (in 380—460 Theilen) und von Säuren schwer gelöst. Kochende Kalilauge löst ihn vollständig.

Wichtiges und mächtiges, lager- und stockartig auftretendes Schichtenglied aller Formationen, namentlich mit Anhydrit, aus dem er hervorgeht, und mit Steinsalz verknüpft; nicht selten mit eingesprengtem Schwefel. Die Permformation Europas ist besonders reich an Gyps (Westl. Harzrand; Friedrichroda, Ural etc.); in der alpinen Trias (Berchtesgaden, Hallstadt, Hallein, Hall, Aussee), im Muschelkalk des südwestl. Deutschlands; im Tertiär des Pariser und Wiener Beckens, Wieliczka, Sicilien etc. Vielfach als linsenartige Concretionen in Lias- und Tertiärthonen, auch in der Braunkohle; ferner als Imprägnation von Sanden (Wüste Sahara, wo auch Gyps- $\times\times$ z. Th. mit Sand erfüllt sind). Auf Erzgängen nicht sehr häufig (Lauterberg) und niemals in grösserer Menge; auf Klüften von Laven am Aetna und Vesuv; Neubildungen in Sinkwerken, im Alten Mann (hier durch Zersetzung von Schwefelkies hervorgegangen), bei Kohlenbränden. — Schöne $\times\times$ vielorts: Reinhardsbrunn, Quedlinburg, Wasenweiler im Breisgau, Mont-Martre, Castellina in Toscana, Gircgenti etc.; Statuenalabaster besonders schön von Volterra.

Die Hauptverwendung des Gypses beruht auf der Eigenschaft, bei etwas über 100° drei Viertel seines Wassergehaltes zu verlieren, der dann von dem Pulver bei Wasserzusatz schnell und unter Erstarren wieder aufgenommen wird. Wird Gyps auf 200° erhitzt, so brennt er sich todt, d. h. er wird zu Anhydrit. Uebrigens verhindert ein Zusatz von Anhydrit zum Gyps bis zur Hälfte des Gewichts die Verwendung des letzteren nicht wesentlich. — Von ähnlichen Mineralien wird Gyps leicht durch die geringe Härte, # und die schiefen Winkel der Spaltplättchen unterschieden.

Polyhalit. $K_2SO_4 + MgSO_4 + 2CaSO_4 + 2H_2O$. Monoklin oder rhomb.

Breite langgestreckte Prismen. $\infty P (115^\circ)$, $\infty P\infty$, oP . Gewöhnlich in derben, faserigen, seltener in stänglig-blättrigen Massen. $H = 3-3\frac{1}{2}$. $G = 2,72-2,77$. Schwacher Fettgl. Fleisch- oder ziegelroth, auch weiss, gelb und grau. Durchscheinend.

Enthält 28,93 K_2SO_4 mit 15,64 K_2O ; lässt beim Auflösen Gyps zurück.

In der Polyhalitregion der Kalisalzlagertstätten von Stassfurt etc.; auf den alpinen Salzlagern; Vic in Lothringen, Stebnik in Galizien.

Krugit, secundäres Salz von Stassfurt etc., enthält 2 $CaSO_4$ mehr als der Polyhalit. System?

Astrakanit (Blödit). $Na_2SO_4 + MgSO_4 + 4H_2O$. Monoklin. $\beta = 100^\circ 38'$. Schöne, grosse und flächenreiche $\times\times$ von Stassfurt, meist aber derb in körnigen und dichten Aggregaten. $H = 2\frac{1}{2}-3\frac{1}{2}$. $G = 2,22-2,28$. Glasgl. Farblos und weiss, hellgrau, gelblich, röthlich, auch bläulichgrün. Verwittert langsam an der Luft. Enthält 18,58 Na_2O ; löst sich leicht im Wasser. Ausser Stassfurt (secundär) in dünnen Krusten (sogen. Simonyit) bei Ischl und Hallstadt, an den Bittersalzseen der Wolgamündung; Mendoza und San Juan in Argentinien; Penschab. — Löweit, wie der vorige zusammengesetzt, aber nur $2\frac{1}{2}$ aq.; tetragonal. Gelblichweiss bis fleischroth. Mit Anhydrit verwachsen bei Ischl.

b. Alumosulfate (Thonerdesulfate).

Bei vielen derselben ist ein Theil des in der Analyse gefundenen Wassers als Hydroxyl anzusehen; neben Thonerde enthalten manche derselben noch Alkalien, alkalische Erden oder Zn, Mn, Fe. Eine charakteristische Gruppe bilden die Alaune. —

Keramohalit (z. Th. Haarsalz und Halotrichit). $Al_2O_3 \cdot 3SO_3 + 18H_2O$. Haar- und nadelförmige $\times\times$; in Krusten und traubigen, nierenförmigen und stalaktitischen Formen von faseriger, schuppiger und körniger Structur. $\#$ nach einer Richtung. Br. uneben. $H = 1\frac{1}{2}-2$. $G = 1,6-1,7$. Seidengl., durchschein., weiss, gelblich und graulich weiss. Auf Braun- und Steinkohlengruben und Halden. Zersetzungsproduct kies- und thonerdehaltiger Gesteine, quillt zuweilen flüssig aus den Kohlenklüften; Kolosoruk in Böhmen; Friesdorf bei Bonn; Freienwalde in der Mark. — Potschappel. — Auch auf Erzgruben (Bodenmais; Königsberg in Ungarn) und als Product der Solfatarenthätigkeit: Solfatara; Quito; Insel Milo. — In grösserer Menge bei Adelaide in Australien. — Tekticit (Braunsalz, Graulit), in kleinen nadeligen, büschelig gruppirten $\times\times$ und derb; nelkenbraun; vom Graul bei Schwarzenberg und Bräunsdorf, ist ein Keramohalit mit ca. 5% Fe_2O_3 an Stelle von Al_2O_3 .

Aluminit (Websterit). $Al_2O_3 \cdot SO_3 + 9H_2O$. In nierigen, traubigen Knollen von erdiger und feinschuppiger Structur; u. d. Mikrosk. aus kleinen doppelbrechenden $\times\times$ mit schiefer Auslöschung bestehend. Br. erdig; mild und zerreiblich. $H = 1$. $G = 1,8$. Weiss; undurchs. In HCl leicht löslich. Bei Halle auf Schichtenfugen tertiären Sandes; Kralup; Auteuil; New-Haven und Brighton. — Werthemannit ist nur durch geringeren Wassergehalt unterschieden.

Felsöbanyit. $2Al_2O_3 \cdot SO_3 + 10H_2O$. Rhomb., die kleinen $\times\times$ zu kugligen Aggregaten vereint. $\#$ oP . $H = 1\frac{1}{2}$; sehr mild. $G = 2,3$. Weiss, mit rauher, durch Fe_2O_3 gelb gefärbter Oberfläche. Bei Felsöbanya auf Baryt. — Paraluminit enthält 5 H_2O mehr. Alumian, ähnlich zusammengesetzt; weisse, glasglänzende mikroskop. $\times\times$. Sierra Almagrera in Spanien.

Alunit. Alaunstein. $3(Al_2O_3 \cdot SO_3) + K_2O \cdot SO_3 + 6H_2O$. Rhomboedr., isomorph mit Jarosit.

Kleine, oft krummflächige, in Drusen sitzende $\times\times$ ($R = 89^\circ 10'$) und körnige, dichte, auch erdige Massen.

basisch ziemlich vollk. Br. muschl., splittrig. $H = 3\frac{1}{2}$ —4. $G = 2,6$ —2,8. Farblos, weiss, ins Röthliche und Gelbliche; Glasgl., auf der Spaltfläche Perlmuttergl. Optisch positiv.

11,37 K_2O , 36,98 Al_2O_3 , 38,62 SO_3 , 13,03 H_2O . In Kalilauge und heisser Schwefelsäure löslich.

Unregelmässig, trum- und gangartig in durch Solfatarenthätigkeit umgewandelten und daher löcherigen trachytischen Gesteinen, insbesondere aus der Zersetzung des Feldspaths hervorgegangen, Tolfa, Bereghszasz, Parád u. Muszay. Mont Dore, Insel Milo. — Im Gyps von Hadji-Kân, Bucharei; als Concretionen in tertiären Sanden bei Wurzen. — Zur Alaunfabrikation!

Ignatiewit ist wahrscheinlich nur ein unreiner Alunit. — Löwigit, amorph, lichtgelb, aus der Steinkohle von Zabrze, auch von Tolfa und Muszay enthält etwas mehr Wasser.

Ettringit, hexagon., sehr feine seidenglänzende Nadeln in Kalksteineinschlüssen aus Laven beim Laacher See, ist bas. Thonerde-Kalksulfat. — Zinkalunit, in sechsseitigen Tafeln, weiss ins Grünliche von Laurion ist bas. Thonerde-Zinksulfat.

Gruppe der Alaune. — Dieselben bilden eine isomorphe, regul. pent. hemiedr. krystallisirende Gruppe. Gewöhnlich zeigen die (in der Natur selten auftretenden) $\times \times$ nur O, daneben wohl $\infty O \infty$ und ∞O u. a. Fl. Chemisch bestehen sie aus neutralen Doppelsalzen ein-, zwei- und dreiwertiger Metalle und 24 aqu. Manche der natürlichen faserigen Alaune haben nur 22 aqu., sind doppelbrechend und wahrscheinlich monoklin.

Kalialaun. (Kalinit). $K_2SO_4 + Al_2O_3, 3SO_3 + 24H_2O$. Gewöhnlich nur als Ausblüfung auf Klüften von Laven, auf brennenden Kohlen und auf schwefelkieshaltigen Mergelschiefern (sogen. Alaunschiefer). Br. muschlig. $H = 2$ — $2\frac{1}{2}$. $G = 1,7$ —1,9. Farblos, Glasgl. Solfatara bei Pozzuoli etc.

Natronalaun (Solfatarit, Mendozit). $Na_2SO_4 + Al_2O_3, 3SO_3 + 24H_2O$. Faserige krustige Aggregate. $H = 2$ —3. $G = 1,8$. Weiss, seidenglänzend. Mit Kalialaun von der Solfatara; Insel Milo. — Der Mendozit von Mendoza in Argentinien ist ein Natronalaun mit 22 aqu.

Ammoniakalaun (Tschermigit). $(NH_4)_2SO_4 + Al_2O_3, 3SO_3 + 24H_2O$. In Platten von faserig-stänglicher Structur. $H = 2$ — $2\frac{1}{2}$. $G = 1,7$. Farblos bis graulichweiss. Glasgl. Tschermig in Böhmen und Tokod bei Gran in Ungarn, auf Trümmern in der Braunkohle; im Krater des Aetna.

Magnesialaun. $(MgMn)SO_4 + Al_2O_3, 3SO_3 + 24H_2O$. Lange dünne schneeweisse Fasern mit Seidengl. Bosjemanfluss in der Cap-Colonie; Utah. — Der Pickeringit von Iquique enthält nur 22 H_2O und ist doppelbrechend; Sonomait, Dumreicherit, Pikroaluminogen und Sesquimagnesialaun besitzen ein anderes Verhältniss von Mg- und Al-Sulfat und auch anderen Wassergehalt. Stüvenit scheint eine Mischung von Magnesia- und Natronalaun zu sein.

Manganalaun (Bosjemanit, Apjohnit). $MnO, SO_3 + Al_2O_3, 3SO_3 + 24H_2O$. Faserig. Weiss, seidenglänzend, durchscheinend. Lagoa-Bai, Südafrika.

Eisenalaun (Halotrichit z. Th., Haarsalz z. Th., Federsalz z. Th., Bergbutter z. Th.), $FeO, SO_3 + Al_2O_3, 3SO_3 + 24H_2O$. Haarförmig, faserig, traubig, als Ueberzug. Graulichweiss, ockergelb, auch apfelgrün; seidenglänzend. Auf Erzlagerstätten: Mörnsfeld, Bodenmais; in Braunkohlenflötzen: Artern; Uttigsdorf in Mähren; Urumia in Persien; an der Solfatara; Ischia. — Hversalt von Island enthält etwas MgO und ist doppelbrechend. — Dietrichit, ein Zn- und etwas Mn-haltiger Eisenalaun mit 22 aqu. und doppelbrechend.

c. Ferrisulfate (Eisensulfate).

Theils reine Ferrisulfate, theils solche verbunden mit FeO , ZnO , MnO , CaO , K_2O , Na_2O , auch mit Al_2O_3 ; meist von basischem Charakter; ein Theil der Elemente H und O ist als Hydroxyl aufzufassen.

Coquimbit. $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{SO}_3 + 9\text{H}_2\text{O}$. Hexag. rhomboedr.-hem. Dicktafelige oder kurzsäulige, kleine $\times\times$ mit oR , ∞R , $+R$, $-R$ u. a. Flächen; zumeist in feinkörnigen Aggregaten. $\# \infty R$ unvollk. $H = 2-2\frac{1}{2}$. $G = 2-2,1$. Farblos, grünlich, bläulich. — Enthält auch etwas isomorphe Thonerde. Löslich in kaltem Wasser. — Copiapo in der Provinz Coquimbo in Chile. — Der monokline **Quenstedtit** enthält $1\text{H}_2\text{O}$, der **Ihleit** $3\text{H}_2\text{O}$ mehr als der **Coquimbit**.

Copiapit (Blättriges schwefels. Eisenoxyd). $2\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{SO}_3 + 18\text{H}_2\text{O}$. Sechsseitige, aber monokline Tafeln mit basischer $\#$; auch körnig. $H = 1\frac{1}{2}$. $G = 2,14$. Gelb; Perlmuttergl., durchschein. Copiapo. — Wahrscheinlich ident damit **Misy**, feinschuppige bis mehligge Aggregate von schwefelgelber Farbe und Perlmuttergl. Als Ueberzug und Beschlag im sogen. Kupferrauch vom **Rammelsberg**.

Stypticit (Strahliges schwefels. Eisenoxyd). $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SO}_3 + 11\text{H}_2\text{O}$ und der wahrscheinlich nur durch Verwitterung etwas abgeänderte **Fibroferrit** bilden rindenförmige, feinfaserige Aggregate von gelblich weisser bis schmutzig gelbgrüner Farbe. Copiapo.

Apatelit. $3\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{SO}_3 + 2\text{H}_2\text{O}$. Nierförmig, erdig, gelb. Im Thon von **Auteuil**.

Glockerit. $2\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{SO}_3 + 6\text{H}_2\text{O}$. Krustenartige und dünnschalige Ueberzüge sowie Stalaktiten. Oberflächlich gelbbraun und wie mit Oel überzogen; auf dem Br. schwärzlich braun bis pechschwarz. **Hackelberger Stolln** bei Obergrund, österr. Schlesien. — **Vitriolocker** wohl nur die erdige Form desselben. **Fahlun**; **Goslar**.

Utahit. $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{SO}_3 + \frac{4}{3}\text{H}_2\text{O}$. Winzige rhomboedr. $\times\times$, schuppig aggregirt und seidenglänzende Ueberzüge bildend. Gelb bis braun. Auf **Quarz** in der **Eureka-Hill-Grube**, **Utah**. — **Raimondit**, ebenfalls rhomboedrische Tafeln, aber anders zusammengesetzt; honiggelb; auf **Zinnstein** von **Ehrenfriedersdorf**.

Pissophan. Amorphes Gemenge, harzähnlich und anfangs auch weich; stalaktitisch. Br. muschl. $H = 2$. $G = 1,9-2$. Olivengrün bis leberbraun. Ggl. bis Fettgl. Wechselnde Zusammensetzung; zuweilen sehr viel Thonerde (bis 35%) enthaltend. **Alaunschiefer** von **Garnsdorf** bei **Saalfeld**; **Reichenbach** in **Sachsen**.

Römerit. $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{SO}_3 + (\text{FeZn})\text{O} \cdot \text{SO}_3 + 12\text{H}_2\text{O}$. Triklin. Sehr kleine dünntafelige $\times\times$ und körnige Aggregate. $H = 2\frac{1}{2}$, $G = 2,1$. Rostbraun bis gelb. Glasgl. **Rammelsberg** im sogen. Kupferrauch; **Madeni Zakh** in **Persien**.

Jarosit. $3(\text{Fe}_2\text{O}_3, \text{SO}_3) + \text{K}_2\text{O}, \text{SO}_3 + 6\text{H}_2\text{O}$. Rhomboedr., isomorph mit **Alunit**. In kleinen tafelligen, zu Drusen verbundenen $\times\times$ (oR , R) und derb in körnigen und schuppigen Aggregaten. $\# oR$ deutlich; spröd. $H = 3-4$. $G = 3,244-3,256$. Glasgl. Nelken- und schwärzlichbraun; durchschein. — **Baranco Jaros** in der **Sierra Almagrera** in **Spanien**; **Schwarzenberg** in **Sachsen**; **Beresowsk etc.** — **Gelbeisenerz**. $4(\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{SO}_3) + \text{K}_2\text{O} \cdot \text{SO}_3 + 9\text{H}_2\text{O}$. Nierenförmig, knollig, plattig, als Anflug, erdig. Br. muschl. $H = 3$. $G = 2,7$ bis $2,8$. Ockergelb. In dünnen Platten und als Ueberzug auf **Braunkohle** bei **Luschitz** und **Kolosoruk**, **Tschermig** in **Böhmen**. — Bei **Modum** ein **Gelbeisenerz**, das **Na** statt **K** enthält. — **Sideronatrit** und **Urusit** sind **Natron-Ferriulfate**.

Botryogen, **Magnesia-Ferriulfat**, ausserdem noch **FeO**, **MnO**, **CaO**. Monoklin. $\beta = 117^\circ 34'$. Die seltenen kleinen $\times\times$ kurz säulenförmig; gewöhnlich kleintraubige und nierige Aggregate. $H = 2-2\frac{1}{2}$. $G = 2-2,1$. **Hyacinthroth** bis pomeranzgelb. Mit **Bittersalz** bei **Fahlun**.

Voltait, enthält neben Fe_2O_3 und Al_2O_3 noch **MgO**, **FeO**, **K₂O** und **Na₂O**. Die seltenen scheinbar regul. $\times\times$ sind tetragonal; spröd. $H = 3\frac{1}{2}$. $G = 2,6-2,79$. Dunkelgrün bis schwarz, an den Kanten grün durchschein. Str. graugrün. Fettgl. **Fumarolen** der **Solfatara**; **Rammelsberg**; **Kremnitz**; **Madeni Zakh** in **Persien**. — **Metavoltin**, Zersetzungsproduct des vorigen mit höherem Wassergehalt; sehr kleine kurze Prismen oder kleine Täfelchen zu einem schuppigen Aggregat verbunden. Ockergelb. **Madeni Zakh**. — **Plagiocitrit** und **Klinophäit**, beide vom **Bauersberg** bei **Bischofsheim** vor der **Rhön**, haben

die qualitative Zusammensetzung des Voltait, enthalten ausserdem auch noch Ni und Co.

d. Vitriole.

Durch ihren Wassergehalt und ihre Krystallform charakterisirte Sulfate von Mg, Zn, Fe, Ni, Co, Cu. Es giebt 2 Gruppen typischer Vitriole, die eine mit $7\text{H}_2\text{O}$, die andere mit $5\text{H}_2\text{O}$. Die erste Gruppe ist dimorph, theils rhomb., theils monoklin, wie es sich deutlich an der Verbindung $\text{MgSO}_4 + 7\text{H}_2\text{O}$ zeigt, die als natürliches Bittersalz rhomb., in künstlichen $\times\times$ auch monoklin krystallisirt; ferner bilden die mannigfachen Mischungen von $\text{MgSO}_4 + 7\text{H}_2\text{O}$ und $\text{FeSO}_4 + 7\text{H}_2\text{O}$ z. Th. rhomb., z. Th. monokline $\times\times$, je nachdem die erste oder die letzte Verbindung vorwiegt. — Die andere Gruppe ist triklin. Die Verknüpfung beider Gruppen ist derart, dass der sonst triklinen (mit $5\text{H}_2\text{O}$) Kupfervitriol in isomorpher Mischung mit Eisenvitriol und Bittersalz monoklin mit $7\text{H}_2\text{O}$ als Pisanit resp. Cupromagnesit krystallisirt; ebenso erhält man die Verbindung MnSO_4 aus wässriger Lösung in triklinen $\times\times$ mit $5\text{H}_2\text{O}$. — Bei allen Vitriolen entweicht die letzte Molekel H_2O erst bei hoher Temperatur und dürfte daher als Hydroxyl zu betrachten sein.

1. Vitriole mit $7\text{H}_2\text{O}$. *α.* Rhombische Reihe.

Bittersalz. Epsomit. $\text{MgSO}_4 + 7\text{H}_2\text{O}$.

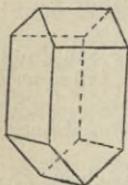


Fig. 356.

Säulenförmige $\times\times$ mit hemiedr. Ausbildung der Pyramide. $\infty\text{P}(90^\circ 38')$. In der Natur fast nur als Ausblüfung in erdigen faserigen Aggregaten oder gelöst.

$\# \infty\text{P}\infty$ vollk., $\text{H} = 2-2\frac{1}{2}$. $\text{G} = 1,7-1,8$.
Farblos.

$16,3 \text{ MgO}, 32,5 \text{ SO}_3, 51,2 \text{ H}_2\text{O}$. In Wasser leicht löslich.

Gelöst im Meere und in den sogen. Bitterwässern (Epsom, Seidschütz, Püllna, Ofen); als Umwandlungsproduct (sogen. Reichardt) des Kieserits auf Kalisalzlagertstätten; als Ausblüfung in den sibirischen Steppen etc.; auf Erzlagertstätten (Herrengrund, Neusohl).

Fauserit von Herrengrund ist Mangan-Magnesia-Vitriol.

Zinkvitriol (Goslarit). $\text{ZnSO}_4 + 7\text{H}_2\text{O}$. $\times\times$ lang säulenförmig; Hemiedrie tritt nicht hervor. $\infty\text{P}(90^\circ 42')$. $\infty\text{P}\infty$. P; gewöhnlich nadel- und haarförmige oder körnige Aggregate von nieriger, stalaktitischer Gestalt; Ueberzüge und Beschläge. — $\# \infty\text{P}\infty$ vollk. $\text{H} = 2-2\frac{1}{2}$. $\text{G} = 2,0-2,1$. Farblos, weiss, gelblich weiss und hellgrau. Glasgl. — $28,23 \text{ ZnO}, 27,88 \text{ SO}_3, 43,89 \text{ H}_2\text{O}$. Leicht löslich in Wasser. — Als Neubildung und Ausblüfung auf Erzgruben. Neben Eisenvitriolen und Misy Bestandtheil des sogen. Kupferrauchs im „Alten Mann“ des Rammelsbergs. Fahlun. Schemnitz etc.

Nickelvitriol. $\text{NiSO}_4 + 7\text{H}_2\text{O}$ (26,61 NiO). Smaragdgrün bis grünlich weiss. Derb und in haarförmigen Ausblühungen. Wallace-Grube am Huron-See; Cap Ortegale in Spanien; Riechelsdorf.

β. Monokline Reihe.

Eisenvitriol (Melantherit), $\text{FeSO}_4 + 7\text{H}_2\text{O}$. $\beta = 104^\circ 15\frac{1}{2}'$. Natürliche $\times\times$ selten, kurz säulenförmig, häufig mit rhomboedr. Habitus der Comb. $\infty\text{P}(82^\circ 12')$, P. Gewöhnlich nadel- und haarförmig, in nierigen und stalaktischen Formen, in Krusten, als Ueberzug und Ausblüfung. — $\# \circ\text{P}$ vollk., ∞P weniger deutlich. Br. muschl. $\text{H} = 2$. $\text{G} = 1,8-1,9$. Grün, gelb verwitternd. Str. weiss. Glasgl., durchsichtig bis durchschein.; tintenartiger Geschmack. — $25,89 \text{ FeO}, 28,79 \text{ SO}_3, 45,32 \text{ H}_2\text{O}$; leicht löslich in Wasser. — Jugendliche Neubildung von Schwefelkies und Magnetkies auf Erzgruben; an Kohlenflötzen und am Alaunschiefer. Früher von der Grube Gieshübel bei Bodenmais. Auf dem Rammelsberg in grossen Stalaktiten. Fahlun. Graul bei Schwarzenberg. Herrengrund, Schemnitz, Idria. In Fumarolen des Vesuv. — Tauriscit, farb-

los bis gelblich, von der Windgälle in Uri, soll die rhomb. Modification des Eisenvitriols sein. Luckit ist ein Mn-haltiger Eisenvitriol, Mallardit, faserig, von Utah, der reine Mn-Vitriol. Pisanit ist ein kupferreicher Eisenvitriol; Cupromagnetit ($\text{Cu Mg} \text{ SO}_4 + 7 \text{ H}_2\text{O}$), grüne Krusten auf der Vesuvlava 1872, ist durch seine Beziehung zum Kupfervitriol interessant.

Kobaltvitriol, gewöhnlich nur in Stalaktiten und als Anflug. Rosa-roth. Bieber.

2. Vitriole mit $5 \text{ H}_2\text{O}$. Triklin.

Kupfervitriol. Chalkanthit. $\text{Cu SO}_4 + 5 \text{ H}_2\text{O}$. Natürliche $\times \times$ selten und klein, hauptsächlich $M = \infty P$, $T = \infty P'$ und $P = P'$, daneben $n = \infty P \infty$ und $s = 2 P \frac{1}{2}$. $M^{\vee} T = 123^{\circ} 10'$, $P^{\vee} T = 127^{\circ} 40'$. — Zumeist stalaktitisch, krustenförmig, in Nieren und als Ausblüfung. $\# \infty P$ und $\infty P'$ unvollk. Br. muschl. $H = 2 \frac{1}{2}$. $G = 2.2-2.3$. Blau. Glasgl., durchschein., widerlich schmeckend. 31,8 Cu O, 32,1 SO_3 , 36,1 H_2O , gewöhnlich FeO-haltig. Sich leicht bildendes Zersetzungsproduct von Kupferkies etc. Mit Eisen- und Zinkvitriol auf dem Rammelsberg; Herregrund; Moldova; Chessy; Rio Tinto; Cornwall. — Vesuv. — Bei beträchtlichem Vorkommen wird Cementkupfer daraus hergestellt.

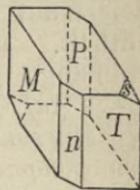


Fig. 357.

e. Kupfer- und Bleisulfate.

Mineralien von basischem Charakter, bei denen das Wasser ganz oder theilweise als basisches angesehen werden muss.

Brochantit. $\text{Cu SO}_4 + 3 \text{ Cu} (\text{OH})_2$ mit 70,36 Cu O. Rhomb. $\times \times$ klein, aufgewachsen, kurzsäulig mit Verticalstreifung. $\infty P (104^{\circ} 32')$, $P \infty (152^{\circ} 37')$, $\infty P \infty$, $P \infty$. — Derb, in faserigen Nieren und körnig. $\# \infty P \infty$ vollk., $H = 3 \frac{1}{2}-4$. $G = 3,78-3,9$. Smaragdgrün, schwärzlich grün. Glasgl. und Perlmuttergl. Durchs. bis durchschein. Str. lichtgrün. — Neben Rothkupfererz, Malachit und Lasur. Gumeschewskische Kupfergruben, Nischne-Tagilsk. Rez-banya, Moldova, Oberhof an der Lahn. — Krisuvig auf Island (sogen. Krisuvigit). — Nur durch den Gehalt an Krystallwasser chemisch unterschieden: Langit, rhomb., sehr kleine, grünlich blaue $\times \times$, krustenartig auf Schiefer von Cornwall und der begleitende Warringtonit in sehr feinkörnigen Aggregaten. Ebenso Arnimit und Herregrundit (Urvölygit) in monoklinen sechsseitigen Täfelchen, dunkelgrün. Der letztere enthält etwas Ca statt Cu.

Linarit. $\text{Pb Cu SO}_5 + \text{H}_2\text{O}$ mit 55,7 Pb O, 19,8 Cu O. Monoklin; $\beta = 102^{\circ} 33'$. Kleine, flächenreiche nach der b-Axe gestreckte $\times \times$ und Zwillinge. $\# \infty P \infty$ sehr vollk., Br. muschl. $H = 2 \frac{1}{2}-3$. $G = 5,3-5,45$. Lasurblau; Str. hellblau. Diamantgl., durchschein. — Scheidet bei der Behandlung mit Salzsäure weisses Pb Cl aus (Unterschied von der sehr ähnlichen Lasur). Linare in Spanien, Caldbeck in Cumberland, Leadhills in Schottland, Rez-banya. Sierra de Capillitas in Argentinien. — Serpierit, basisches Sulfat von Cu und Zn; rhomb., in sehr dünnen Täfelchen, büschelig gruppirt. Blau. Laurion.

Lettsomit (Kupfersammetz, Cyanotrichit), basisches Cu-Al-Sulfat. Rhomb., kurze Härchen, zu Bündeln und Büscheln gruppirt. Smalteblau. Moldova, Grube La Garonne im Dep. du Var. — Aehnlich zusammengesetzt Woodwardit, in kleinen blauen, traubigen Concretionen. Cornwall.

Montanit. $\text{Bi}_2 \text{ TO}_6 + 2 \text{ H}_2\text{O}$; erdiger, weicher Ueberzug auf Tetradymit; matt bis wachsartig glänzend. Gelblichweiss. In Salzsäure löslich. Highland in Montana; Davidson Co., N.-Carolina.

B. Chromate.

Krokoit. Rothbleierz. Chrombleierz. Kallochrom. Pb Cr O_4 . Monoklin. $\beta = 102^{\circ} 33'$.

$\times \times$ gewöhnlich aufgewachsen oder flach aufliegend, langsäulig

oder nadelförmig. Am häufigsten $m = \infty P$ ($93^\circ 42'$) und $t = -P$ ($119^\circ 12'$), daneben $l = {}_4P\infty$, $x = {}_3P\infty$, $f = \infty P_2$. Auf den Verticalprismen Längsstreifung. — Auch derb, eingesprengt, als Anflug.

∞P zieml. vollk. Br. muschl. bis uneben; mild. $H = 2\frac{1}{2}$ bis 3. $G = 5,9-6$. Durchschein. Fettartiger Diamantgl. Gelblichroth, Str. orange.

69 PbO , 31 CrO_3 . Zerknistert stark und schmilzt leicht v. d. L., liefert auf Kohle unter Verpuffen eine Schlacke, die Bleikügelchen enthält. In Salzsäure unter Abscheidung von $PbCl_2$ löslich; in Kalilauge zunächst gebräunt, dann gelöst.

Auf Quarzgängen im Granit mit Bleiglanz bei Beresowsk; ferner bei Mursinsk und Nischne-Tagilsk. Auf Gangquarz in Talkschiefer von Congonhas do Campo in Brasilien. Labo auf Luzon. Früher zu Rezbanya im Letten. Aehnli. Mineralien: Realgar, Zinnober.

Phönicit (Melanochroit, Phönikochroit). $Pb_3Cr_2O_9$ (76,7 PbO). Rhomb. Fächerförmig gruppirte kleine tafelige $\times\times$ von nahezu rechteckulärem Umriss; auch derb. $H = 3-4$. $G = 5,75$. Harzgl., auf der einzigen #-Fläche metallartiger Diamantgl.; kantendurchschein., cochenille- bis kirschroth, Str. ziegelroth. Bei Beresowsk, gewöhnlich vom Rothbleierz umhüllt. — Vauquelinit, ein 10–11% CuO enthaltender Phönicit, derb, dicht und nierenförmig, zeisigrün. Meist verunreinigt mit Pyromorphit, daher wohl Chromphosphorkupferbleispath, Phosphorchromit genannt. Beresowsk. Die ihm aufsitzen den tafeligen, wahrscheinlich monoklinen $\times\times$ von schwarzgrüner Farbe und zeisigrünem Strich hielt man früher für krystallisirten Vauquelinit; sie enthalten aber Phosphorsäure und sind Laxmannit genannt worden.

Jossait soll Zink-Bleichromat und rhomb. sein. Kleine undeutliche $\times\times$. $H = 3$. $G = 5,2$. Orange gelb. Beresowsk.

Tarapacait. K_2CrO_4 . Rhomb., isomorph mit Arcanit. Im Natronsalpeter von Tarapaca.

C. Wolframate und Molybdate.

Isodimorphe Gruppe des Scheelit-Wolframit von der Formel $CaWO_4$, wo Ca durch Pb, Fe, Mn , — W durch Mo ersetzt werden kann.

Die Substanz $FeWO_4$ krystallisirt tetragonal als Reinit, monoklin als Ferberit und beweist dadurch die Isodimorphie der Gruppe.

a. Scheelitreihe (tetragonal, pyram.-hemiedr.).

Scheelit. Scheelspath. Tungstein. $CaWO_4$. Tetrag. pyr.-hem.

$\times\times$ meist aufgewachsen, klein, aber gewöhnlich scharf ausgebildet. Habitus zumeist pyramidal, seltener tafelig. $n = P$ ($130^\circ 33'$ M.-K.), P (meist vorherrschend und häufig mit Streifung \parallel Kante Pa) $= P\infty$ ($113^\circ 52'$), $o = oP$; die Flächen $g = P_3$ und $a = {}_3P_3$ sind hemiedr. ausgebildet. Ergänzungszw., kenntlich an der Streifung auf $P\infty$, nicht selten krystallinisch, körnig, nierenförmig; eingesprengt; in Pseudomorphosen nach Wolframit.

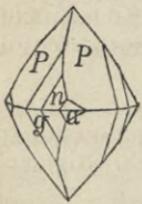


Fig. 358.

$P\infty$ vollk., weniger nach P und oP . Br. muschl. bis uneben; spröd. $H = 4\frac{1}{2}-5$. $G = 5,9-6,2$. Durchschein. Fettgl., oft diamantartig. Graulichweiss ins Gelbe, Braune; selten ganz farblos, gelb, grün, hyacinthroth. Opt. +.

19,45 CaO, 80,55 WO₃. — v. d. L. schwer schmelzbar; die Phosphorsalzperle ist im Red.-Feuer heiss grün oder gelb, kalt blau Salzsäure scheidet gelbe WO₃ ab, die Lösung färbt sich mit Zinn erwärmt blau.

Geht aus der Umwandlung von Wolframit hervor, daher wie dieser charakteristischer Begleiter des Zinnsteins (daher wohl „weisse Zinngrauen“ genannt). Im Erzgebirge, namentlich Zinnwald (kleine braune XX), Schlaggenwald (weisse derbe Stücke), Ehrenfriedersdorf und Fürstenberg; Cornwall vielerorts: Lostwithiel; Tavistock in Devon. In grösserer Menge auf den Zinnerzgruben von Monroe, Conn. — Ohne Zinnerz findet Sch. sich auf den Bleiglanzgängen von Neudorf am Harz und Carrock Fells in Cumberland; auf Brauneisenlagern von Framont in Lothringen und auf Magnetitlagern von Traversella.

Aehnliche Mineralien: Anglesit, Cerussit und Baryt. — Cuproscheelit, ein 6,8% CuO enthaltender Scheelit von La Paz, Californien.

Stolzit (Scheelbleierz). PbWO₄ (49 PbO). Tetrag. pyr.-hem. XX klein, spitzpyramidal (2P) oder kurz säulig; selten deutlich, meist farbenförmig oder kugelig aggregirt. # P∞ undeutlich, Br. muschl. H = 3. G = 7,8–8,2. Durchschein. Fettgl. Grau ins Braune, Gelbe. — v. d. L. leicht schmelzbar; auf Kohle Pb-Beschlag. Scheidet in Säuren WO₃ ab. Auf Quarz oder Glimmer sitzend von Zinnwald und Coquimbo in Chile; in rothbraunen Körnchen im goldführenden Quarz von Domo d'Ossala in Piemont.

Reinit. FeWO₄. Tetrag.; hinsichtlich der Winkel, die der Isomorphie mit Scheelit nicht zu entsprechen scheinen, noch nicht sicher gestellt. H = 4. G = 6,64. Halbmet. Gl., schwarzbraun. Japan.

Wulfenit. Gelbbleierz. Molybdänbleierz. PbMoO₄. Tetrag. pyr.-hem.

XX fast immer aufgewachsen mit pyramidalem oder sehr dünn- tafeligem Habitus; in letzterem Fall zu zelligen Gruppen vereinigt. P = P (131° 43' M. K.), m = ∞P, a = oP; ferner b = 1/3P, e = P∞ (115° 16'), d = 2/3P∞, o = 1/2P∞. Besonders die ditetrag. Prismen wie r = ∞P₂ sind hemiedrisch entwickelt. — Auch derbe, drusige, löcherige Aggregate.

P zieml. vollk. Br. muschl. bis uneben, spröd ins Milde. H = 3. G = 6,3–6,9. Fettgl. ins Diamantartige. Durchs. bis durchschein. Wachs-, honig-, citrongelb, grau; selten roth (die rothe Farbe rührt aber wahrscheinlich nicht immer von Cr her).

61,4 PbO, 38,6 MoO₃; nicht selten etwas isom. Ca, auch Vanadinsäure. — v. d. L. unter heftigem Zerknistern leicht schmelzbar und auf Kohle zu Pb reducirbar, durch Säuren zersetzt; mit Schwefelsäure und Alkohol blaue Lösung.

Auf Bleiglanzlagerstätten nicht häufig. Gelbe XX von Bleiberg und Schwarzenbach in Kärnten (an letzterem Ort eingewachsen in thoniger Gangmasse), graue XX von Příbram, roth von Rezbanya, Kirgisensteppe, Phönixville, Pa. Ausgezeichnete Stufen gelber dünn- tafeliger XX kommen von der Grube Tecoma in Utah.

Eosit, tetrag., besteht aus Wulfenit und vanadinsaurem Blei; gelblich-roth. Leadhills.

Belonosit, kleine tetrag. Nadeln, wahrscheinlich MgMoO₄. — Paterait, ein Gemenge, enthält hauptsächlich CoMoO₄.

β. Wolframitreihe (monoklin).

Ferberit. FeWO_4 . Wahrscheinlich monoklin, derb in länglichkörnigen Aggregaten mit vollkommener monotomer $\#$ der Individuen. Glasgl., schwarz. Str. schwärzlichbraun bis schwarz. Sierra Almagrera in Spanien.

Hübnerit. MnWO_4 . Monoklin. Schwarz, dunkelroth durchschein. Nevada.

Wolframit. Wolfram. $(\text{FeMn})\text{WO}_4$. Monoklin. $\beta = 90^\circ 38'$.

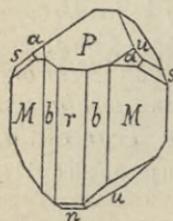


Fig. 359.

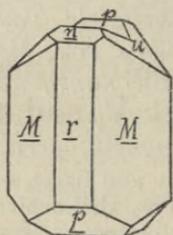


Fig. 360.

Die früher für rhombisch gehaltenen $\times\times$ sind zumeist gross, dicktafelig nach $\infty P\infty$ oder kurzsäulig nach ∞P ; selten sind dünnnadelige $\times\times$. Starke Verticalstreifung und Neigung zur schaligen Aggregirung. $M = \infty P (100^\circ 37')$, $b = \infty P\frac{1}{2}$, $r = \infty P\infty$, $P = -\frac{1}{2}P\infty$, $u = P\infty (98^\circ 6')$, $n = \frac{1}{2}P\infty$, $a = -P$, $s = -2P\frac{1}{2}$; die Längsfläche, ausgezeichnet durch ihre

$\#$, ist recht selten. Zw. nach $\infty P\infty$ ziemlich häufig (Fig. 360); seltener nach $\frac{2}{3}P\infty$, wobei die Querflächen beider Individuen sehr nahe ($178^\circ 54'$) in eine Ebene fallen, während die Verticalaxen und damit die Streifung sich unter $119^\circ 54'$ schneiden. — Derb, in strahligen und schalig-blättrigen Aggregaten; zuweilen in Pseudomorphosen nach Scheelit, z. B. die Aikinit genannten von Lostwithiel.

$\# \infty P\infty$ vollk., Br. uneben, spröd. $H = 5-5\frac{1}{2}$. $G = 7,14$ bis $7,54$. Fettiger Mgl., auf $\infty P\infty$ zuweilen diamantartig. Undurchs., selten (Grube Bajewka bei Katharinenburg) in dünner Schicht durchs. Pech- und eisenschwarz ins Braune und röthlich Braune. Str. dunkelrothbraun (wenn Mn-reich) bis schwarz (wenn Fe-reich).

Isomorphe Mischung von FeWO_4 (Ferberit) und MnWO_4 (Hübnerit) in wechselnden Verhältnissen. Bei einem Gehalt von rund 75 WO_3 , $2-19 \text{ FeO}$, $6-22 \text{ MnO}$. Megabasit von Schlaggenwald ist ein besonders Mn-reicher ($20-23 \text{ MnO}$) Wolframit. Enthält zuweilen etwas Ca, Niob- und Tantsäure. — v. d. L. schwer zur magnet. Kugel schmelzbar. Das mit conc. Schwefelsäure erwärmte Pulver färbt sich blau; der nach der Behandlung mit Salzsäure bleibende gelbe Rückstand löst sich grösstentheils in Ammoniak.

Charakteristischer und steter Begleiter auf Zinnerzlagernstätten, und wie dieses auf Granite und deren Nähe beschränkt cfr. daher Fundorte und begleitende Mineralien beim Zinnstein. Ohne Zinnstein auf den Bleiglangängen von Neudorf am Harz, öfters auf Quarzgängen neben Beryll im Granit, Aduntschilon bei Nertschinsk; Limoges (Chanteloube). Selten, analog dem Zinnstein, in jungen Gesteinen, wie im Trachyt von Felsöbanya als dünne Nadeln.

Aehnlich: Columbit. Verwendung zu Farben und Wolframstahl, zur Herstellung von Na_2WO_4 für unverbrennliche Stoffe.

VIII. Klasse. Niobate, Tantalate, Phosphate, Arseniate, Antimoniate, Vanadate.

Die analoge Constitution ihrer Säuren, die dem trihydrischen Typus $RO.(HO)_3$ entsprechen oder sich davon ableiten, sowie die vielfache Verknüpfung durch Isomorphie bedingen die Zusammenfassung der genannten Salze zu einer Klasse. Eine Anordnung nach der Basicität der Säure: Salze der Orthosäure H_3PO_4 oder der Pyrosäure $H_4P_2O_7$ oder der Metasäure HPO_3 ist im Allgemeinen befolgt, dagegen sind die basischen (und sauren) Salze nicht besonders abgetrennt, sondern zu den wasserhaltigen Verbindungen gezogen, weil es in den meisten Fällen zweifelhaft bleibt, wieviel von dem bei der Analyse gefundenen Wasser auf Krystallwasser, wieviel auf basischen Wasserstoff zu beziehen ist.

A. Niobate und Tantalate.

Spärlich verbreitete Mineralien, deren seltene Säuren häufig noch an seltene Erden (Y, Er, Ce) gebunden sind. Vielfach eisen- oder pechschwarz, manche sehen scheinbar amorph aus. Ihre Verbreitung ist höchst charakteristisch, indem sie durchweg in Granit und granitischen Gängen eingewachsen sind; daher namentlich norwegische, schwedische, uralische Fundorte.

1. Verbindungen der Orthosäuren.

Fergusonit (Brauner Yttrotantalit. Tyrit. Bragit). $Y(NbTa)O_4$. Tetrag., pyr.-hem. und isomorph mit Scheelit. Undeutliche, kornartige $\times\times$ oder sehr spitze Pyramiden. Br. muschl. bis uneben. $H = 5\frac{1}{2}-6$. $G = 5,838$. Auf dem frischen Br. starker fettiger bis halbm. Glanz. Bräunlich- bis pechschwarz, Str. hellbraun. Durchschein. bis undurchs. Cap Farewell in Grönland. Ytterby; Schreiberhau im Riesengebirge. — Kochelit, enthält Nb, Zr, Y, Fe; gelbe Quadratoktaeder und Krusten im Granit. Kochelwiesen bei Schreiberhau. — Sipyilit, wesentlich niobsaures Er., vielleicht isomorph mit Fergusonit; meist in unregelmässigen Partien. $H = ca. 6$. Bräunlich schwarz, metall. Harzglanz. Little Friar Mountain, Virginia.

2. Verbindungen der Pyrosäuren.

Yttrotantalit, wesentlich $Y_4(Ta_2O_7)_3$, Rhomb., eingewachsen, in seltenen und wenig scharfen $\times\times$ von prismat. oder taf. Habitus. In derber Form glasiges amorphes Aussehen. $H = 5-5\frac{1}{2}$. $G = 5,4-5,9$. Br. muschl. bis uneben. Sammet schwarz, Str. grau; halbm. Gl. Ytterby und Fahlun. — Neben diesem schwarzen giebt es noch einen gelben Yttrotantalit von gleicher Zusammensetzung, der wie amorph erscheint und Glas- bis Fettgl. hat. Ytterby und Korarvet.

Hjelmit, im Wesentlichen tantalsaures Ca, Fe, Mn; daneben Sn, W, U, Y, Ce; ähnlich dem schwarzen Yttrotantalit. $H = 5$. Korarvet.

Samarskit (Uranotantalit), in der Hauptsache niob- und uransaures Fe, Y, Ce, Er, daneben Th, Zr und W. Rhomb., die seltenen $\times\times$ prismatisch oder tafelig nach $\infty P\infty$ und $\infty P\infty$. ∞P ($122^\circ 46'$). In platten Körnern und in unregelmässigen Massen von glasigem, amorphem Aussehen, eingewachsen in Feldspath des Granits. $H = 5\frac{1}{2}$ –6. $G = 5,614$ –5,75. Spröd. Auf dem muschl. Br. hoher halbm. Gl. Sammetschwarz, Str. rothbraun. Undurchs. Verglimmt v. d. L. wie Gadolinit; von conc. Schwefelsäure völlig gelöst. Mit Columbit zusammen zu Miask und in grösseren Klumpen in Nord-Carolina. — Yttrilmenit ist ident mit Samarskit, Nohlit von Nohl in Schweden, nur ein wasserhalt. Zersetzungsproduct, ebenso Rogersit.

Änneröedit, enthält etwas Wasser, sonst chemisch nahezu wie Samarskit, der Form nach aber wie Columbit. Br. unvollk. muschl., $H = 6$. $G = 5,7$. Schwarz, fettiger halbm. Gl., undurchs. Pegmatitgang von Änneröd auf Moss.

Pyrochlor, wesentlich niobsaures Ca und Ce, daneben Ti und Th. Reg., gewöhnlich O. $H = 5$ – $5\frac{1}{2}$. $G = 4,2$ – $4,22$. Br. muschl., spröd. Ggl. bis Fettgl. Braun bis dunkelroth-braun oder schwärzlich braun. Str. hell- bis gelblich braun. Durchscheinend bis undurchs. Frederiksvärn und Laurvig. Miask. — Pyrrhit, von Mursinsk, ebenfalls in reg. Oktaedern, orangefarbig, scheint auch chemisch dem Pyrochlor nahe zu stehen. — Hatchettolith, aus Nord-Carolina, in gelbbraunen, harzglänzenden regul. $\times\times$, ist vielleicht nur ein umgewandelter Pyrochlor.

Koppit in regulären Würfeln, braun, durchs., wurde früher mit Pyrochlor vereinigt, enthält aber Alkalien und F, dagegen weder Ti noch Th. Kaiserstuhl.

Mikrolith, chemisch dem Pyrochlor ähnlich, aber mit überwiegender Tantalsäure, ausserdem Alkalien, Fl und Wasser. Kleine gelbe Oktaeder in Albit von Chesterfield, Mass; grössere $\times\times$ aus virginischen Glimmergruben.

3. Verbindungen der Metasäuren.

Columbit (Niobit). $Fe(NbTa)_2O_6$. Rhomb. Sieht ganz wie Wolframit aus. $\times\times$ stets eingewachsen, meist tafelig nach dem vertical gestreiften $\infty P\infty$; am häufigsten die 3 Pinakoide nebst $\infty P\frac{3}{2}$ ($101^\circ 26'$), $2P\infty$ ($62^\circ 40'$) Zw. nach $2P\infty$. — Derb. — $\#$ $\infty P\infty$ ziemlich vollk., weniger nach $\infty P\infty$ und oP. Br. uneben bis muschl. $H = 6$. $G = 5,37$ –39, Mgl., auf dem Br. etwas fettartig. Bräunlich- bis eisenschwarz. Str. röthlich braun bis schwarz. — v. d. L. unschmelzbar, von Säuren nicht angegriffen, wohl aber von Kaliumbisulfat zersetzt.

Tantalit. $Fe(TaNb)_2O_6$. Rhomb. $\times\times$ meist säulig; derb und eingesprengt. $\#$ kaum wahrzunehmen. Br. muschl. bis uneben. $H = 6$ – $6\frac{1}{2}$. $G = 6,3$ –8. Diamant- und fettartiger Mgl. Eisenschwarz, Str. schwarzbraun. Undurchs. v. d. L. und in Säuren unveränderlich. Im Granit von Skogbole (Kirchsp. Kimito) und Härkäsaari (Kirchsp. Tammela) in Finnland. Broddbo und Finbo bei Fahlun. Chanteloube. — Im Manganotantalit ist fast alles Fe durch Mn ersetzt. Ixiolith oder Kassiterotantalit stellt eine an SnO_2 reiche Varietät dar.

Tapiolit. Tetrag. Form der demnach dimorphen Tantalitsubstanz. Merkwürdig die krystallogr. Uebereinstimmung mit Rutil. Sukkula (Kirchsp. Tammela). — Adelpholith, tetrag., wahrscheinlich nur ein wasserhaltiges Zersetzungsproduct des Tapiolit.

4. Niobate und Tantalate in Verbindung mit Titanaten.

Formeln allesamt noch nicht sicher gestellt.

Euxenit, wesentlich niob- und titansaures Y, ferner UO_2 , daneben Er, Ce, Fe, Ca und H_2O . Rhomb., $\times\times$ selten, prismatisch. ∞P (ca. 140°). Gewöhnlich in derben Partien. Br. muschl. $H = 6\frac{1}{2}$. $G = 4,6$ –5. Halbmetall., etwas fettiger Ggl. Pechschwarz, Str. röthlich braun; undurchs. Arendal, Jölster im Bergenstift, Hitteröd.

Polykras, qualit. Zus. und in den Winkeln ähnlich dem Euxenit.

Rhomb., in sechsseitigen dünnen Tafeln. Br. muschl. $H = 5-6$. $G = 5-5,15$. Schwarz, Str. graubraun. Hitterö.

Aeschnit, enthält kein UO_2 , dagegen Th. Rhomb., säulige oder tafelige, meist unvollk. ausgebildete $\times\times$. $H = 5-5\frac{1}{2}$. Eisenschwarz bis braun, Str. gelblich braun. Fettiger halbm. Gl. Miask, Hitterö.

Polymignit, enthält ausser den Bestandtheilen des Aeschnit noch Zr. Rhomb., $\times\times$ lang säulenförmig und längsgestreift. Br. muschl., $H = 6$ bis $6\frac{1}{2}$. $G = 4,77-4,85$. Laurvig; Mähren (?).

Mengit, wahrscheinlich hierher gehörig, enthält wesentlich Zr, Fe, Ti; in kurzen rhomb. Prismen. Eisenschwarz, Str. braun; halbm. Gl. Miask.

Dysanalyt, Titanat und Niobat von Ca, Ce, Fe und Na. Regulär, $\infty 0 \infty$, $\# \infty 0 \infty$. Eisenschwarz. Kaiserstuhl.

B. Phosphate, Arseniate, Antimoniate, Vanadate.

Hierher gehört eine sehr grosse Zahl mit Ausnahme der 2 Abth. wenig wichtiger Mineralien, für die ausser der analogen Constitution ihrer Säuren sich keine anderen gemeinsamen Merkmale hervorheben lassen.

1. Abtheilung. Wasserfreie Phosphate etc.

1. Phosphate.

Triphylin. $(Fe\ Mn)\ Li\ PO_4$. Rhomb., krystallographisch noch ungenügend bekannt; gewöhnlich derb, körnig. $\#$ nach oP in unveränderten $\times\times$ vollk. $H = 4-5$. $G = 3,5-3,6$. Grünlich grau, meist blau gefleckt, äusserlich auch bräunlich schwarz. Str. gratweiss. Fettgl., in dünnen Splintern durchsichtig. Bodenmais; Norwich, Mass.; Grafton, New-Hampshire. — Tetraphylin, gleiche Zus., gelb, wird bei der Verwitterung schwarz, Ketyö (Kirchsp. Tammela in Finnland). — Pseudotriplit, Verwitterungsproduct des Triphylin, wobei sich viel Grüneisenerz gebildet hat. Bodenmais. — Lithiophilit, ein sehr eisenarmer Mn-Li-Triphylin, derb, lachsroth bis gelbbraun. Branchville, Conn.

Xenotim (Ytterspath). $(Y\ Ce)\ PO_4$. Tetrag. Kleine $\times\times$, ein- und aufgewachsen, auch lose, P und P. ∞P . $P : \infty P = 131^\circ 31'$. — Derb und eingeprengt. $\# \infty P$ vollk. Br. uneben, splittrig. $H = 4-5$. $G = 4,45-4,56$. Fettgl., gelblich und röthlich braun, fleischroth, auch hellgrau; in dünnen Splintern durchschein. Gern mit Zirkon verbunden. Hitterö, Ytterby; Schreiberhau und Königshayn in Schlesien; als Wiserin in honiggelben $\times\times$ vom St. Gotthard und im Binnenthal, doch ist ein Theil davon Anatas; als Castelnaudit, lose, in abgerundeten Splintern, in Diamant führenden Sanden von Bahia.

Monazit $(Ce\ La\ Di)\ PO_4$. Monoklin, $\beta = 103^\circ 46'$. $\times\times$ dicktafelig oder kurz prismatisch. $\#$ oP sehr vollk., was ihn vom Titanit unterscheidet; ziemlich spröde. $H = 5-5\frac{1}{2}$. $G = 4,9-5,26$. Fettiger Gl. Bräunlich hyacinthroth, gelblich braun. Kantendurchschein. bis durchs. Eingewachsen in Granit. Miask; Ural. Nöterö in Norwegen. Schreiberhau. Yorktown und Norwich in Nordamerika. — Monazitoid, braun, nur durch etwas geringeres spec. Gew. und geringeren Phosphorsäuregehalt unterschieden. — Turnerit ident mit Monazit, kleine gelbe bis braune $\times\times$. Dauphiné, Tavetsch, Binnenthal, Laacher See; ebenso ident Kryptolith (Phosphocerit), in winzigen Nadelchen krystallisierend und im Apatit eingewachsen. Arendal.

2. Arseniate.

Berzeliit. $3Ca\ MgO, As_2O_5$, ausserdem etwas Mn und Na enthaltend. Regul., nur derb, honig- bis schwefelgelb, fettgl. $H = 5$. Långbanshytta mit Hausmannit in Kalk. — Ebendaher Karyinit, ein vorzugsweise Pb- und Mnhaltiger Berzeliit; derb, wahrscheinlich monoklin, braun. $H = 3-3\frac{1}{2}$. — Pyrrhoarsenit, ein Mn-reicher Berzeliit, in dem etwas As durch Sb ersetzt ist.

Karminspath, Eisen-Bleiarseniat, rhomb., in büscheligen und traubigen Aggregaten von feinnadeligem Aufbau. Karmin- bis ziegelroth. Auf Quarz und Brauneisen von Horhausen, Rheinprovinz.

Nickelarseniat, zwei verschiedene Arseniate, 3NiO , As_2O_5 und 5NiO , As_2O_5 von Johanngeorgenstadt.

Trippkeit, soll arsenigsaures Cu sein, tetrag., kleine glänzende $\times\times$, blaugrün. Copiapo in Chile.

3. Antimoniate.

Atopit. $2(\text{CaNa}_2\text{FeMn})\text{O}$, Sb_2O_5 . Regul., O und ∞O , $\infty\text{O}\infty$. $\text{H} = 5\frac{1}{2}$ –6. $\text{G} = 5,03$. Gelbbraun, Fettgl., halbdurchs. Sehr selten. Långban. — Vielleicht ident Schneebergit, der wesentlich Sb und Ca enthält. Schneeberg in Tirol. — Romeit, vielleicht $\text{Ca}_2\text{Sb}_3\text{O}_8$, d. h. Doppelsalz von Ca-Antimonit und Ca-Antimoniat. Tetrag., $\times\times$ klein; ritzt Glas; honiggelb bis hyacinthroth. St.-Marcel in Piemont.

Manganostibiit. 10MnO , Sb_2O_5 (?), braunschwarze, dem Hausmannit ähnliche Körner in Kalk von Nordmarken; enthält auch etwas As , Ca und Fe . Der Hämatostibiit unterscheidet sich durch größeren Gehalt an FeO .

Monimolith. 3PbO , Sb_2O_5 . Regul. Bleiniere (Bindheimit). Gemenge, Bleiantimoniat mit etwas Wasser. Derb, nierig, knollig; fest bis erdig. $\text{H} = 4$ –1. $\text{G} = 3,93$ –4,76. Br. muschl. bis uneben. Weiss, gelb, braun, grau, grün. Nertschinsk; Lostwithiel in Cornwall; Horhausen.

Trombolith, Umwandlungsproduct von Fahlerz, enthält CuO , Sb_2O_5 und auch etwas Wasser; amorph, Br. muschl., $\text{H} = 3$ –4. Smaragd- bis schwärzlich grün, Ggl. Rezbanya.

4. Vanadinate.

Pucherit. BiVO_4 . Rhomb., sehr kleine röthliche bis bräunliche $\times\times$ von Glas- bis Diamantgl. $\text{H} = 4$. Pucherschacht bei Schneeberg in Sachsen, Grube Arme Hilfe bei Ullersreuth im Voigtland.

Dechenit. PbO , V_2O_5 . Rhomb., wahrscheinlich isomorph mit der Columbitgruppe. Meist nur in mikrokristallinen, kleintraubigen und schaligen Aggregaten; auch pseudomorph nach Bleiglanz. $\text{H} = 3\frac{1}{2}$. $\text{G} = 5,81$ –5,83. Dunkelroth, gelbroth und braun. Str. gelb; fettglänzender Br., kantendurchschein. Trümer in Buntsandsteinletten von Niederschlettenbach in der Pfalz, Zähringen in Baden, Kappel in Kärnten.

2. Abtheilung. Chlor- und Fluorhaltige Phosphate etc.

Isomorphe Gruppe des Apatit. $3\text{Ca}_3\text{O}$, $\text{P}_2\text{O}_5 + \text{CaCl}_2$, wo Ca durch Pb , $-\text{P}_2\text{O}_5$ durch As_2O_5 und V_2O_5 , Cl durch F ganz oder theilweise ersetzt werden kann.

Die chem. Constitution der hierhergehörigen Mineralien wird gewöhnlich als die eines Doppelsalzes (Phosphat und Chlorid) aufgefasst und entsprechend geschrieben, da aber die Verbindung durch Wasser nicht zersetzt wird, so muss das Cl , resp. F als Vertreter von Hydroxyl in der Phosphorsäure angesehen werden, also die Formel des Apatit: $\text{ClCa}_5(\text{PO}_4)_3$.

Apatit. $3\text{Ca}_3\text{P}_2\text{O}_8 + \text{Ca}(\text{ClF})_2$. Hexag., pyram.-hemiedr. $\times\times$ ein- und aufgewachsen, oft sehr gross.

Habitus langsäulig und holohexagonal durch ∞P und oP , öfters auch P oder, wie bei manchen der auf Klüften und neben Zinnstein vorkommenden $\times\times$, dicktafelig mit hemiedrischer Ausbildung der dihexagonalen Säule und Pyramide. $M = \infty\text{P}$, $P = \text{oP}$, $x = \text{P}$ ($Mx = 130^\circ 18\frac{1}{2}'$), $r = \frac{1}{2}\text{P}$, $z = 2\text{P}$, $s = 2\text{P}_2$, $e = \infty\text{P}_2$. Die Flächen $c = \infty\text{P}^{\frac{3}{2}}$,

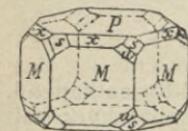


Fig. 361.

und $t = 4\text{P}^{\frac{4}{3}}$ sind zumeist hemiedrisch entwickelt. — Die Hemiedrie ist sonst aber jederzeit durch die Aetzfiguren nach-

zuweisen. — Die Flächen von ∞P sind oft vertical gestreift, nicht selten sind die $\times\times$ rauhfächig und bei den in körnigen Kalk eingewachsenen sind die Ecken und Kanten abgerundet, wie geflossen. — Derb, in dichten, körnigen, faserigen, strahligen Aggregaten; knollig, nierig, traubig und in Krusten, erdig.

Keine $\#$, aber doch recht häufig ebenflächige schalige Ablösung nach oP und ∞P . Br. muschl., spröd. $H = 5$. $G = 3,16$ bis $3,22$. Ggl., auf dem Br. Fettgl. Wasserklar oder trüb und undurchs. Farblos und in jeglichen Farben zufällig gefärbt: gelblichgrün (Spargelstein), entenblau (Moroxit), violett, ziegelroth etc. Zuweilen stark pleochroitisch. D.-Br. negativ und schwach; $n = 1,657$; vielfach optisch zweiaxig und daher nach MALLARD aufgebaut aus Drillingen monokliner $\times\times$. Beim Erhitzen phosphorescirend.

Isomorphe Mischungen von Chlor- und Fluorapatit; der erstere enthält $40,92 P_2O_5$, $6,82 Cl$, der andere $42,26 P_2O_5$ und $3,77 F$. Beimengungen von Mg , Fe , Mn und in Folge von Verwitterung von $CaCO_3$ werden öfters beobachtet. — v. d. L. schwierig und nur an den äussersten Kanten schmelzbar. In Säuren und schmelzendem Kochsalz leicht löslich. Die Phosphorsäure fällt bei Behandlung mit molybdänsaur. Ammoniak als eigelber Niederschlag.

Vorkommen weit verbreitet und in mancherlei Formen. Als Gemengtheil, wenn auch meist mikroskopischer, von Eruptivgesteinen; auf Klüften und Drusenräumen wie auf selbständigen Gängen; eingesprengt in manchen krystallinischen Schiefen; vielfach auf Magnet-eisenlagern etc.

Man unterscheidet:

Apatit im engeren Sinn. Dahin die phanokrystallinen Ausbildungsformen. 1. Als steter Gemengtheil von Eruptivgesteinen und in den Auswürflingen des Laacher Sees und der Somma. Mit blossen Augen sichtbar im Dolerit von Meiches und im Teschenit. 2. Auf Klüften und Drusen im Gneiss und Glimmerschiefer. St.-Gotthard, Val Maggia, Sulzbachthal; im Granit bei Penig in Sachsen. 3. Als charakteristischer Begleiter des Zinnsteins auf Gängen. Ehrenfriedersdorf, Geyer, Schlaggenwald. St.-Austell, Botallack, St.-Agnes in Cornwall; Wheal Franco (hier in nierigen Drusen: sogen. Francolith) und Bovey Tracey in Devon. 4. Auf selbständigen Gängen: im Hornblendeschiefer, Skapolith-Hornblendefels, Gabbro in der Apatitregion zwischen Arendal und Langesundfjord neben Enstatit und Phlogopit. 5. Eingesprengt im Talkschiefer des Greiner im Zillerthal (Spargelstein), im Chloritschiefer bei Pfätsch. 6. Im körnigen Kalk, namentlich in Verbindung mit Magneteisenlagern, eingesprengt, auf Trümmern und in kleinen Lagern. Arendal (Moroxit), Gellivara, Ersby im Kirchspiel Pargas in Finnland, Hammond in New-York, Canada. — Aehnlich: Beryll, Quarz, Nephelin; wenn derb auch Orthoklas und Olivin.

Phosphorit. Hierher die kryptokrystallinen, feinfaserigen, dichten und erdigen Varietäten; häufig schalig, krustenförmig, nierig, kugelig und knollig. Häufig verunreinigt, $CaCO_3$ -haltig und zuweilen ganz chlorfrei. Es werden hierher gerechnet die Vorkommnisse von Logrosan bei Truxillo und von Caceres in Estremadura; diejenigen aus Nassau (Lahnphosphorite), von wo nierige, feinfaserige Krusten als Staffelit bezeichnet werden. Ferner die faserige Varietät von Amberg in Bayern (nesterförmig im Jurakalk), die erdigen Abarten von Pilgramsreuth in Bayern und bei Szigeth in Ungarn. Weiter gehören hierher die Phosphoritknollen, wie sie sich in grosser Verbreitung in der nordfranzösischen Kreide, im Braunschweigischen, in Galizien, Russland finden. Osteolith ist erdiger Phosphorit auf Klüften in Basalt und Dolerit. Ostheim in Hessen, Friedland in Böhmen. — Sombrenit, ein

durch auflagernde Guanomassen in Phosphorit umgewandelter Kalkstein. — Dem krustenförmigen zelligen Phosphorit kann zuweilen Galmei ähnlich sehen.

Eupyrchroit, bläulich- bis aschgrau, in traubigen, nierigen Formen ist ein verwitterter und durch etwas FeO verunreinigter Faserapatit. Hurdstown, New-Jersey. Hammondsville, New-York.

Pseudoapatit, kleine gelblichrothe oder gelblichweisse $\times \times$, ist eine Pseudomorphose von Kalkphosphat nach Pyromorphit. Freiberg. — Talkapatit, ein Mg-haltiger verwitterter Apatit von Kusinsk im Ural. — Hydroapatit, wasserhaltiger Phosphorit, milchweiss von St. Girons in den Pyrenäen.

Wo der Apatit in grösserer Menge (cfr. Anhang I unter Apatit) auftritt, wird er bergmännisch gewonnen. Verwendung als Mineraldünger.

Pyromorphit. Grün-, Braun-, Buntbleierz. $3\text{Pb}_3\text{P}_2\text{O}_8 + \text{PbCl}_2$. Hexag., pyram.-hemiedr.

$\times \times$ aufgewachsen, säulenförmig, nicht selten bauchig und tonnenförmig gekrümmt. Von Formen sind gewöhnlich nur ∞P , $o\text{P}$ oder ∞P , $o\text{P}$ und P vorhanden; die Hemiedrie ist bis jetzt nur durch die Aetzfiguren bewiesen. — In traubigen, nierigen Aggregaten; eingesprengt, als Anflug und in dünner Kruste; in Pseudomorphosen.

Br. muschl. bis uneben, spröd. $H = 3-4$. $G = 6,9-7,0$; wenn Ca-reich weniger, bis 6,09. Diamantartiger Fettgl., durchschein. Gewöhnlich grün in mancherlei Tönen oder braun, seltener wachs- und honiggelb, orangeroth (Leadhills) und farblos (Dernbach, Horhausen).

81,7 PbO, 15,7 P_2O_5 , 2,6 Cl. — Ein Ca- und F-Gehalt rührt von isomorph eingemischtem Apatit her; so enthält der braune nierförmige Polysphärit von Freiberg ca. 11%, der ähnliche Miesit von Mies in Böhmen ca. 7% Ca-Phosphat. Nussierit von La Nussière (Rhône-Dep.) enthält ca. 4 As_2O_5 . — v. d. L. leicht schmelzend und zu einer facettirten Perle erstarrend. Mit Soda auf Kohle Bleikorn. Löslich in Salpetersäure und in Kalilauge.

Am Ausgehenden von Bleiglanzlagern, daher liefern die meisten der früheren Fundorte das Mineral gegenwärtig nicht mehr. Clausthal, Johann-Georgenstadt, Freiberg, Ems, Holzappel, Dernbach, Wissen an der Sieg, Horhausen, Bernkastel, Badenweiler und Hofgrund in Baden. Příbram, Mies, Bleistadt in Böhmen, Iglau in Mähren, Schemnitz. Poullaouen und Huelgoet in der Bretagne, Beresowsk. Phönixville, Pa.

Aehnliche Mineralien: Mimetesit.

Blaubleierz = Pseudomorphose von Bleiglanz nach Pyromorphit. Bernkastel, Ems, Freiberg etc.

Mimetesit. Grünbleierz z. Th. $3\text{Pb}_3\text{As}_2\text{O}_8 + \text{PbCl}_2$. Hexag., pyram.-hemiedr.

$\times \times$ aufgewachsen, ganz wie Pyromorphit, häufig auch tonnenförmig ausgebildet. — Ebenso in kleintraubigen, nierigen Formen und erdig.

P deutlich. Br. muschl. bis uneben, spröd. $H = 3\frac{1}{2}-4$. $G = 7,1-7,3$. Diamantartiger Fettgl., durchschein. Gewöhnlich honig- oder wachsgelb, doch auch weiss, grünlich, grau und farblos.

74,4 PbO, 23,2 As₂O₅, 2,4 Cl, zuweilen in isomorpher Mischung mit Apatit (Hedyphan von Långban, derb, grau. 10–14 CaO) und Pyromorphit (Kampylit von Cumberland, orangeroth, enthält 3–4 P₂O₅). — v. d. L. unter Entwicklung von Arsendämpfen zu Blei reducirbar. In Salpetersäure und Kalilauge löslich.

Seltener als Pyromorphit bei sonst gleichem Vorkommen. Johann-Georgenstadt, Badenweiler, Příbram, Phoenixville, Zacatecas.

Aehnlich: Pyromorphit.

Vanadinit (Vanadinbleierz). 3Pb₃V₂O₈ + PbCl₂, auch etwas P₂O₅. $\times\times$ wie Pyromorphit, sonst in derben, faserigen Aggregaten mit niedriger, traubiger Oberfläche. H = 3. G = 6,8–7,2. Gelb, braun, zuweilen roth. Berg Obir in Kärnten, Wanlockhead in Schottland, Beresowsk; mehrorts in Arizona, Lake-Valley-Gruben in New-Mexico. Zimapan. Sierra de Cordoba in Argentinien. Endlichit, isomorphe Mischung von Mimetesit und Vanadinit. Lake-Valley-Gruben.

Herderit. (CaBe)₃P₂O₈ + (CaBe)F₂. F kann ganz oder theilweise durch (OH) ersetzt werden. Rhomb.; stets in $\times\times$, die nach der Brachyaxe gestreckt sind. ∞P (116° 21'), dazu viele Brachydomen. Br. kleinmuschl., spröd. H = 5. G = 3. Ggl. Farblos oder schwach gelblich. Stoneham, Oxford Co, Maine.

Isomorphe Gruppe des Wagnerit.

Monoklin. Der F-Gehalt kann durch (HO) ersetzt werden.

Wagnerit. Mg₂F, PO₄. Monoklin. $\beta = 108^{\circ} 7'$. Complicirte kurz-säulige und vertical gestreifte $\times\times$. Br. muschl. H = 5–5½. G = 3–3,15. Fettgl., durchs. bis durchschein. Wein- und honiggelb, weiss. Werfen in Salzburg. — Kjerulfin aus den Apatitgruben der Gegend von Krageroe, gewöhnlich derb, fettglänzend und gelblich, ist theilweise in Apatit umgewandelter Wagnerit.

Triplit (Eisenpecherz). (FeMn)F, PO₄. Wahrscheinlich isomorph mit Wagnerit; nur derb in grosskörnigen Aggregaten, deren Individuen nach 2 zu einander senkrechten Richtungen spaltbar sind. Br. flachmuschl. bis eben. H = 5–5½. G = 3,6–8. Fettgl., kantendurchschein. Kastanienbraun bis schwarz. Str. gelblichgrau. Limoges, Schlaggenwald, Peilau in Schlesien. Sierra de Cordoba in Argentinien. — Der nelkenbraune Zwieselit von Zwiesel bei Bodenmais ist wahrscheinlich nur ein Fe-reicher Triplit.

Triplidit ist ein Triplit, in dem F durch (OH) ersetzt ist. $\times\times$ prismatisch selten; gewöhnlich in faserigen Aggregaten. H = 4½–5. G = 3,697. Ggl. bis fettiger Diamantgl., durchschein. bis durchs. Gelblich- bis röthlichbraun, topasgelb. Branchville, Conn. — Sarkinit ist das entsprechende Arseniat.

Amblygonit. Al₂O₃, P₂O₅ + 2(LiNa)F; ein Theil F kann durch (HO) ersetzt werden. Triklin. $\times\times$ sehr selten. Wiederholte lamellare Zwillingbildung. Derb, krystallinisch körnig. $\#$ in verschiedenem Grade nach 3 schief auf einander stehenden Flächen. Br. muschl. H = 6. G = 3–3,11. Ggl., auf den $\#$ -Flächen perlmutterartig; durchschein. Weiss ins Grüne und Graue. Auf Gängen in Granit mit Granat und Turmalin bei Arnsdorf und Chursdorf in der Nähe von Penig in Sachsen; ferner bei Geier, Arendal, Montebraz im Dép. de la Creuse (sogen. Montebrazit), bei Hebron (Hebronit) und Paris in Maine, Branchville, Conn.

Durangit. (AlFe)₂O₃, As₂O₅ + 2NaF. Monoklin. $\beta = 115^{\circ} 13'$. $\times\times$ meist rauh und mattflächig. ∞P (110° 10'), P (112° 10'), ½P, $\infty P\infty$. $\# \infty P$ ziemlich vollk. H = 5. G = 3,95–4,03. Ggl. oder matt. Röthlichgelb. Auf Zinnstein und Topas führenden Klüften bei Coneto im Staate Durango, Mexiko.

3. Abtheilung. Wasserhaltige Phosphate und Arseniate.

a. Phosphate der Alkalien.

Struvit. $(\text{NH}_4)\text{MgPO}_4 + 6\text{H}_2\text{O}$. Rhomb., ausgezeichnet hemimorph. Nur in eingewachsenen $\times\times$. Am oberen Ende: $a = P\infty$, $c = P\infty$, $b = 4P\infty$, $n = \infty P\infty$, unten: $m = \frac{1}{2}P\infty$, $o = oP$. $\# oP$ vollk., $\infty P\infty$ deutlich. $H = 1\frac{1}{2}$ –2. $G = 1,66$ –1,75. Durchschein. bis undurchs. Ggl. Gewöhnlich gelb oder hellbraun, selten farblos. In Moorerde (Düngergruben) von Hamburg und Braunschweig, ferner im Guano (daher auch Guanit genannt) der Skiptonhöhlen bei Ballarat und der Saldanha Bay in Afrika. — In den Skiptonhöhlen findet sich auch Hannayit $\text{H}_4(\text{NH}_4)\text{Mg}_3\text{P}_4\text{O}_{16} + 8\text{H}_2\text{O}$ in triklinen prismatischen $\times\times$.

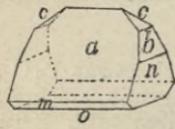


Fig. 362.

b. Phosphate und Arseniate der zweiwerthigen Elemente
Ca, Mg, Zn, Mn, Fe, Co, Ni.

Kalk- resp. Magnesiaphosphate sind: Monetit. HCaPO_4 . Unregelmässige Aggregate kleiner trikliner $\times\times$. Gelblichweiss. Westindische Guanoinseln Moneta und Mona. — Monit, ebendaher; erdig, schneeweiss, vielleicht $\text{Ca}_3\text{P}_2\text{O}_8 + \text{H}_2\text{O}$. — Kollophan von Sombrero hat die Zusammensetzung des Monit, ist aber amorph und dicht. — Pyroklasit scheint ein dichtes Gemenge von Monetit und Monit zu sein. — Brushit. $\text{HCaPO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$. Monoklin. Gelblichweiss. Insel Sombrero. — Metabrushit, soll $\frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$ weniger enthalten als Brushit. Sombrero. — Churchit von Cornwall hat ungefähr die Zusammensetzung $\text{R}_3\text{P}_2\text{O}_8 + 4\text{H}_2\text{O}$, wo $\text{R} = \text{Ce}(\text{Di}), \text{Ca}$. — Isoklas. $\text{Ca}_4\text{P}_2\text{O}_9 + 5\text{H}_2\text{O}$. Monokline, schneeweisse Prismen. Joachimsthal. — Newberyit. $\text{HMgPO}_4 + 3\text{H}_2\text{O}$. Rhomb. Ziemlich grosse tafelige $\times\times$. Guanohöhlen von Ballarat.

Kalkarseniate sind: Haidingerit. $\text{HCaAsO}_4 + \text{H}_2\text{O}$. Kleine farblose bis weisse kurzsäulige $\times\times$ von Joachimsthal, Wittichen und Grube Wolfgang bei Alpirsbach. — Pharmakolith. $\text{HCaAsO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$. Monoklin. $\beta = 96^\circ 47'$. Sehr feine, haar- und nadelförmige, in der Richtung der Klineaxe gestreckte $\times\times$, die zu kleinen lockeren Kugeln und seidenglänzenden Büscheln verbunden sind. Weiss, zuweilen röthlich und grünlich (durch Co resp. Ni) gefärbt. Als Ausblüfung und Beschlag auf As-Erzen. Andreasberg, Riechelsdorf, Wittichen, Markkirchen, Joachimsthal. — Pikropharmakolith, dem vorigen ähnlich, enthält etwas Mg und etwas weniger As, dagegen mehr H_2O . Riechelsdorf, Freiberg. — Wapplerit. $(\text{CaMg})_2\text{As}_2\text{O}_7 + 8\text{H}_2\text{O}$. Triklin mit monoklinem Habitus; bildet kleine, reihenförmig gruppirte $\times\times$ und hyalitähnliche traubige Aggregate und Krusten. $H = 2$ – $2\frac{1}{2}$. $G = 2,48$; mild. Ggl.; weisse, auch wasserhell. Joachimsthal, Schneeberg, Wittichen, Riechelsdorf, Bieber. — Rösslerit, $\text{HMgAsO}_4 + \frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$. In dünnen, weissen oder farblosen Blättchen. Bieber.

Hopeit. $3\text{ZnO}, \text{P}_2\text{O}_5 + 4\text{H}_2\text{O}$. Rhomb. $\infty P\frac{2}{3}$ ($82^\circ 20'$), $P\infty$ (101°), ferner $\infty P\infty$, $\infty P\infty$, oP , P . $\# \infty P\infty$ vollk. $H = 2\frac{1}{2}$ –4. $G = 2,7$ –2,8. Auf $\infty P\infty$ Perlmgl., sonst Ggl. Graulichweiss. Sehr selten mit Kieselzink am Altenberg bei Aachen.

Wesentlich Phosphate und Arseniate von Ca und Mn (z. Th. von Fe) sind: Brandtit, $2\text{CaO}, \text{MnO}, \text{As}_2\text{O}_5 + 2\text{H}_2\text{O}$. — Messelit, $3(\text{CaFe})\text{O}, \text{P}_2\text{O}_5 + 2\frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$. Triklin. Sternförmig gruppirte bräunliche bis farblose Tafelchen auf bituminösem Schieferthon in Braunkohle von Messel in Hessen. — Roselith, $3(\text{CaCoMg})\text{O}, \text{As}_2\text{O}_5 + 2\text{H}_2\text{O}$. Triklin mit Winkeln von nahe 90° . $\times\times$ klein, nach verschiedenen Zw.-Gesetzen zusammengesetzt und oft zu Kugeln aggregirt. $H = 3\frac{1}{2}$. $G = 3,46$. Rosenroth. Auf den Gruben Daniel und Rappold zu Schneeberg. — Reddingit, $3\text{MnO}, \text{P}_2\text{O}_5 + 3\text{H}_2\text{O}$. Rhomb., $\times\times$ klein, der Form nach isomorph mit Skorodit, aufgewachsen in Höhlungen derber Aggregate. $H = 3$ – $3\frac{1}{2}$. $G = 3,102$. Ggl., blassrosenroth bis farblos. Mit anderen Mn-Phosphaten im Pegmatit von

Branchville, Conn. — Fallowit, $3(\text{Mn Fe Na}_2\text{Ca})\text{O}, \text{P}_2\text{O}_5 + \frac{1}{3}\text{H}_2\text{O}$. Monoklin. $\beta = 90^\circ 9'$. $\times\times$ selten, mit rhomboedr. Habitus; gewöhnlich in körnigen Aggregaten. $\text{H} = 4\frac{1}{2}$. $\text{G} = 3,43$. Durchs. bis durchschein. Pech- bis Fettgl. Wachsgelb bis rothbraun. Branchville, Conn. — Dickinsonit, $3(\text{Mn Ca Fe Na}_2)\text{O}, \text{P}_2\text{O}_5 + \frac{3}{4}\text{H}_2\text{O}$. Monoklin. $\beta = 118^\circ 30'$. $\times\times$ mit rhomboedr. Habitus, gewöhnlich in blättrigen, glimmerartigen Aggregaten. $\#$ oP vollk. Durchs. Ggl., auf oP Perlmgl. Grün in verschiedenen Tönen. Branchville, Conn. — Fairfieldit. $3(\text{Ca Mn Fe})\text{O}, \text{P}_2\text{O}_5 + 2\text{H}_2\text{O}$. Triklin. Blättrig, in radialstrahligen und faserigen Partien. $\#$ $\infty\text{P}\infty$ vollk. Perlmgl. bis Diamantgl., durchs. Weiss bis blass strohgelb. Branchville, Conn.

Isomorphe Gruppe des Vivianit.

Normale Phosphate und Arseniate von Mg, Fe, Co, Ni, Zn mit $8\text{H}_2\text{O}$. Monoklin.

Bobierit. $3\text{MgO}, \text{P}_2\text{O}_5 + 8\text{H}_2\text{O}$. Monoklin. Bildet ein lockeres Aggregat weisser Kryställchen im Innern derber, nierenförmiger Masse von Mejillones in Chile.

Hörnesit. $3\text{MgO}, \text{As}_2\text{O}_5 + 8\text{H}_2\text{O}$. Monoklin. Grössere, sternförmig gruppirte $\times\times$. $\#$ $\infty\text{P}\infty$ vollk. $\text{H} = \frac{1}{2}-1$. $\text{G} = 2,474$. Mild, in dünnen Blättchen biegsam; Talk oder Gyps ähnlich. Perlmgl. Weiss bis lichtrosenroth. Banat.

Vivianit. Blaueisenerz. $3\text{FeO}, \text{P}_2\text{O}_5 + 8\text{H}_2\text{O}$. Monoklin. $\beta = 104^\circ 26'$.

$\times\times$ langsäulig, aufgewachsen. $m = \infty\text{P}$ ($108^\circ 2'$), $y = \infty\text{P}\bar{3}$, $a = \infty\text{P}\infty$, $b = \infty\text{P}\infty$, $v = \text{P}$, $w = \text{P}\infty$, $c = \text{oP}$. Gewöhnlich in strahligen, faserigen Aggregaten, in Rosetten, Kugeln und Nieren; häufig auch erdig (Blaueisenerde).

$\#$ $\infty\text{P}\infty$ gypsähnlich vollk. Br. nicht wahrnehmbar; mild, dünne Blättchen biegsam. $\text{H} = 2$. $\text{G} = 2,6-2,7$. Durchschein., auf $\infty\text{P}\infty$ Perlmgl., z. Th. etwas metallisch, sonst Ggl. In ganz frischem Zustand weiss oder farblos, färbt sich an der Luft sofort und wird blau. Str. farblos oder bläulichweiss, bald ins Indigblaue übergehend; das trockene Pulver oft leberbraun. Dichroitisch.

$43\text{FeO}, 28,3\text{P}_2\text{O}_5, 28,7\text{H}_2\text{O}$; an der Luft bildet sich basisches Fe_2O_3 -Phosphat. — Schmilzt leicht, färbt die Flamme blaugrün und wird magnetisch. In Salzsäure löslich.

Schöne $\times\times$ auf Klüften des Thonschiefers von St.-Agnes in Cornwall; auf Höhlungen im Schwefelkies bei Tavistock in Devonshire; auf Kohlenbrandschlacken von Commentry, La Bouiche und Crausac in Frankreich, im Magnetkies führenden Gneiss von Bodenmais. In strahligen Aggregaten (sogen. Anglarit) bei Anglar in Frankreich; als Ausfüllung von Muscheln bei Kertschin in der Krimm (erdig) und an den Mullica Hills in New-Jersey (strahlig, sogen. Mullicit). Ferner in den Poren fossiler Knochen, im Sande bei Middletown in Delaware (hier in ganz farblosen $\times\times$) und als Blaueisenerde, Nester im Torf bildend an verschiedenen Punkten Norddeutschlands und anderswo. Aehnliche Mineralien: Kupferlasur, Linarit, Hauyn, Lasurstein.

Symplesit. $3\text{FeO}, \text{As}_2\text{O}_5 + 8\text{H}_2\text{O}$. Monoklin. $\beta = 107^\circ 13'$. In sehr winzigen, nadeligen, oft büschelig gruppirten $\times\times$. $\#$ $\infty\text{P}\infty$ sehr vollk.; mild. $\text{H} = 2\frac{1}{2}$. $\text{G} = 2,957$. Blassblau bis grün. Lobenstein. Lölling.

Kobaltblüthe. Erythrin. $3\text{CoO}, \text{As}_2\text{O}_3 + 8\text{H}_2\text{O}$. Monoklin. $\beta = 105^\circ 9'$.

XX gewöhnlich klein und nadelförmig, büschelig und sternförmig gruppirt. $\infty P\infty$, $\infty P\infty$, $P\infty$. Strahlig-blättrige Aggregate, in kugeligen, nieren Formen mit rauher Oberfläche; auch erdig und als Anflug und Beschlag; in Pseudomorphosen nach Speiskobalt.

$\infty P\infty$ sehr vollk., mild, in dünnen Blättchen etwas biegsam. $H = 2\frac{1}{2}$. $G = 2,948$. Auf $\infty P\infty$ Perlmgl., sonst diamantartiger Ggl.; durchschein. Pfirsichblüthroth, durch Zersetzung perl- bis grünlichgrau. Str. etwas lichter röthlich; das getrocknete Pulver tief lavendelblau.

37,47 CoO, 38,46 As_2O_5 , 24,07 H_2O . — Wird beim Erhitzen unter Abgabe von H_2O und As_2O_3 blau, mit Säuren rothe Lösung. Geht aus der Zersetzung von Speiskobalt und Kobaltglanz hervor. Schneeberg, Riechelsdorf, Bieber, Saalfeld, Wolfach, Wittichen. Modum. Allemont. Cornwall.

Köttigit, ein vorwiegend Zn- und auch etwas Ni-haltiger Erythrin. Schneeberg.

Nickelblüthe. Annabergit. $3\text{NiO}, \text{As}_2\text{O}_5 + 8\text{H}_2\text{O}$. Monoklin.

Erdig, flockig. Mild; apfelgrün. Als Beschlag auf Nickel- erzen (Chloanthit). Annaberg, Riechelsdorf, Allemont.

Cabrerit, ein Annabergit mit Mg und Co. Sierra Cabrera in Spanien. Laurium. — Dudgeonit, ein Ca-haltiger Annabergit.

Ludlamit. $7\text{FeO}, 2\text{P}_2\text{O}_5 + 9\text{H}_2\text{O}$. Monoklin. $\beta = 100^\circ 33'$. XX ziemlich gross, an den Enden 3-flächig begrenzt durch oP und P, welche auch ihren Combinationskanten parallel gestreift sind. Sonst noch häufig $\infty P\infty$, ∞P , $P\infty$. # oP sehr vollk., $\infty P\infty$ deutlich. $H = 3-4$. $G = 3,12$. Stark glänzend, durchs. Hellgrün, selten dunkelgrün. Cornwall.

Erdkobalt, brauner und gelber. Wasserhaltige Arseniate von Fe, Co, Ca ohne bestimmte Formel. Derb, als erdiges Verwitterungsproduct von Kobalt- erzen. Kamsdorf, Riechelsdorf. Allemont.

c. Phosphate und Arseniate des Mangans,
in denen Mn theils als Oxydul, theils als Oxyd erscheint.

Hureaulith. $5(\text{MnFe})\text{O}, 2\text{P}_2\text{O}_5 + 5\text{H}_2\text{O}$. Monoklin. $\beta = 90^\circ 33'$. XX klein, vertical gestreift, gewöhnlich etwas tafelig durch herrschende $\infty P\infty$. Aggregate knollig und kugelig mit stänglicher oder körniger Structur. Br. muschl. bis uneben. $H = 3\frac{1}{2}$. $G = 3,18-3,2$. Fettgl., durchschein. Röthlich- gelb, röthlichbraun; auch violett. Auf Höhlungen im Triphylin von Hureault bei Limoges.

Chondroarsenit. $5\text{MnO}, \text{As}_2\text{O}_5 + 2\frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$. Gelbe, harzigglänzende Körner im Baryt. $H = 3$. Pajsberg. — Xanthoarsenit hat doppelt soviel H_2O .

Hämafibrit. $6\text{MnO}, \text{As}_2\text{O}_5 + 5\text{H}_2\text{O}$. Rhomb., in radialstrahligen Aggregaten, braun- bis granatroth. Nordmarken in Wermland.

Allaktit. $7\text{MnO}, \text{As}_2\text{O}_5 + 4\text{H}_2\text{O}$. Monoklin. $\beta = 95^\circ 44'$. Form- entwicklung an Vivianit erinnernd; durchs., braunroth. Nordmarken in Wermland.

Flinkit. $\text{Mn}_2\text{O}_3, 4\text{MnO}, \text{As}_2\text{O}_5 + 4\text{H}_2\text{O}$. Rhomb.

Synadelphit. $(\text{Mn Al})_2\text{O}_3, 5 \text{Mn O}, \text{As}_2\text{O}_5 + 5 \text{H}_2\text{O}$. Rhomb. in schwarzbraunen bis schwarzen $\times\times$. Nordmarken in Wermland.

Hämatolith (Diadelphit). $(\text{Al Mn})_2\text{O}_3, 8 \text{Mn O}, \text{As}_2\text{O}_5 + 8 \text{H}_2\text{O}$. Rhomboedrische, leicht nach der Basis $\#$ Kryställchen. Braun- bis granatroth. Nordmarken in Wermland.

d. Phosphate und Arseniate der Thonerde.

Variscit (Callait). $\text{Al}_2\text{O}_3, \text{P}_2\text{O}_5 + 4 \text{H}_2\text{O}$. Wahrscheinlich rhomb., da die chem. Zus. dem Skorodit und Strengit entspricht. In nierigen, krustigen Ueberzügen von faseriger, meist scheinbar amorpher Structur. Br. muschl., etwas spröd. Fühlt sich fettig an. $\text{H} = 4-5$. Durchschein., schwacher Wachsgl. Apfelgrün in verschiedenen Tönen bis farblos. Messbach bei Plauen im Kieselschiefer. Montgomery Co, Ark.

Zepharovichit. $\text{Al}_2\text{O}_3, \text{P}_2\text{O}_5 + 6 \text{H}_2\text{O}$. Dicht, mit muschl. Br. $\text{H} = 5\frac{1}{2}$. Durchschein. Grünlich-, gelblich- oder graulichweiss. Trzenic in Böhmen auf Sandstein.

Wavellit. $3 \text{Al}_2\text{O}_3, 2 \text{P}_2\text{O}_5 + 12 \text{H}_2\text{O}$. Rhomb.

$\times\times$ klein, nadelig und zu radialstrahligen sternförmigen Büscheln und Kugeln vereinigt. $\infty \text{P}, \text{P}\infty, \infty \text{P}\infty$.

$\# \infty \text{P}$ und $\text{P}\infty$. $\text{H} = 3\frac{1}{2}-4$. $\text{G} = 2,3-2,5$. Glg., durchschein. Farblos, gewöhnlich grau, gelblich, grünlich, zuweilen braun und blau. Str. weiss. $35,2 \text{P}_2\text{O}_5$.

Auf Klüften und Schichtenfugen. Auf Kieselschiefer bei Langenstriegis (Striegisan), Diensberg bei Giessen, Waldgirmes; auf Grauwacke zu Czerhovic bei Beraun; auf Thonschiefer bei Barnstaple in Devon (Devonit); auf zersetztem Granit zu St.-Austle in Cornwall; auf Brauneisen bei Amberg (Lasionit); auf Rotheisen bei Oberscheld in der Nähe von Dillenburg, mit Manganerzen bei Weilburg, auf Phosphorit bei Staffel. Aehnlich: Natrolith, Hydrargillit; wenn grün Kraurit.

Kapnicit, auf Fahlerz und Blende von Kapnik, zu gelblich- und grünlichweissen Kugeln und Büscheln gruppirt, ist wahrscheinlich nur Wavellit.

Kalait. Türkis. $2 \text{Al}_2\text{O}_3, \text{P}_2\text{O}_5 + 5 \text{H}_2\text{O}$.

Scheinbar amorph. Nierig, traubig; auf Trümmern derb und eingesprengt; als Ueberzug und in Geröllen.

Br. muschl. $\text{H} = 6$. $\text{G} = 2,6-2,8$. Gewöhnlich undurchs. Schwacher Wachsgl. Himmelblau, span- und apfelgrün; die Färbung rührt von Cu her. Str. weiss.

$46,83 \text{Al}_2\text{O}_3, 32,55 \text{P}_2\text{O}_5, 20,62 \text{H}_2\text{O}$. — In Säuren löslich.

Auf Klüften zumeist im Kieselschiefer. Jordansmühle in Schlesien, Oelsnitz und Reichenbach in Sachsen. Besonders schön zu Nischapur, westl. von Mesched in Persien, wo der Türkis höchstens 6 mm mächtige Trümer in einer aus Trachytfragmenten gebildeten Breccie ausfüllt; ferner in Tibet; Turquois-Mountain in Arizona.

Ein Theil des in den Handel kommenden Türkis ist blau gefärbtes fossiles Elfenbein (sogen. occidentalischer oder Zahn-Türkis).

Peganit. $2 \text{Al}_2\text{O}_3, \text{P}_2\text{O}_5 + 6 \text{H}_2\text{O}$. Rhomb. $\times\times$ klein, aufgewachsen und zu Krusten verbunden. $\infty \text{P}, \text{oP}, \infty \text{P}\infty$. $\text{H} = 3-4$. $\text{G} = 2,4$. Grün, ins Grünlichgraue, weiss. Fettiger Ggl. Auf Kieselschiefer bei Langenstriegis in Sachsen.

Fischerit. $2 \text{Al}_2\text{O}_3, \text{P}_2\text{O}_5 + 8 \text{H}_2\text{O}$. Rhomb. $\times\times$ klein, undeutlich,

mit hexagon. Habitus. ∞P , $\infty P\infty$, oP . $H = 5$. $G = 2.4$. Ggl., durchs. Grasgrün, ins Span- und Olivengrüne. Auf Sandstein von Nischne Tagilsk.

Evansit. $3Al_2O_3, P_2O_5 + 18H_2O$. Anscheinend amorph; in kleinen Kugeln und Nieren auf Höhlungen in Brauneisen. $H = 3\frac{1}{2}-4$. Ggl. bis Fettgl. Farblos, bläulichweiss, auch gelblich. Am Berge Zeleznik bei Szirk im Gömörer Comitat in Ungarn. — Planerit von Gumeschewsk und Coeruleoaktit, Trümer in Brauneisen von Rindsberg bei Katzenellenbogen bildend, sind durch etwas weniger Wasser und durch einen geringen Cu-Gehalt (vielleicht nur als Einmischung) unterschieden. — Henwoodit von der West-Phönix-Mine in Cornwall in licht- bis grünlichblauen kugeligen Partien ist ein Cu-haltiger Thonerdephosphat.

Augelith $2Al_2O_3, P_2O_5 + 3H_2O$, Berlinit $Al_2O_3, P_2O_5 + \frac{1}{2}H_2O$ und Trolleit $4Al_2O_3, 3P_2O_5 + 3H_2O$ kommen gemeinsam bei Westanã in Schonen vor.

Liskeardit. $2Al_2O_3, As_2O_5 + 8H_2O$, etwas Fe-haltig. Grünlich- bis bläulichweiss. Chyandour bei Penzance in Cornwall.

Rhabdophan. $(LaDiYEr)_2O_3, P_2O_5 + H_2O$. Optisch einaxig. In niedrigen wachsglänzenden, bernsteinbraunen Partien. Cornwall. — Nur durch höheren Gehalt an Y und Er unterschieden ist der in dünner, faseriger Schicht auftretende Scovillit von Scoville, Conn. —

An vorstehende Thonerdephosphate schliessen sich solche Phosphate an, die neben der Thonerde noch zweierthige Radikale Mg, Ca, Fe, Mn enthalten:

Lazulith (Blauspath). $Al_2O_3, (MgFe)O, P_2O_5 + H_2O$. Monoklin. $\beta = 91^\circ 58'$. Gut ausgebildete $\times\times$, wie die von Georgia, sind sehr selten. $P, -P, oP, -P\infty, P\infty, \infty P\infty$. Habitus pyramidal, tafelig oder domatisch. Zw. $\infty P\infty$, seltener $-2\frac{1}{3}P$. Derb. Br. uneben, splittig, spröd. $H = 5-6$. $G = 3-3,12$. Ggl., kantendurchschein. Himmelblau, dunkler oder heller, bis bläulichweiss. Str. farblos. Rädelfraben bei Werfen in Salzburg, Fressnitzgraben bei Krieglach und Fischbacher Alpe in Steiermark; Zermatt in Wallis. Horrsjöberg in Wermland. In den Quarziten und Itakolumiten von Crowder's Mt, Nord-Carolina, Graves Mt, Georgia und Tijuco in Minas Geraes, Brasilien.

Childrenit. $Al_2O_3, 2(FeMn)O, P_2O_5 + 4H_2O$. Rhomb. $\times\times$ einzeln aufgewachsen oder zu Krusten verbunden mit tafeligem oder doppelsechseitigem Habitus. Br. uneben. $H = 4\frac{1}{2}-5$. $G = 3,18-3,24$. Fettartiger Ggl., durchschein. Gelblichweiss bis blass gelblichbraun, auch bräunlichschwarz. Tavistock in Devon, St.-Austle in Cornwall. Im derben Apatit zu Hebron, Maine.

Eosphorit, isom. mit Childrenit, chemisch nur durch vorherrschenden Mn-Gehalt unterschieden. Prismatische rhombische $\times\times$ und derb. $H = 5$. $G = 3,11-3,145$. Fettiger Ggl., durchs. bis durchschein. Blassroth bis farblos, auch grünlich. Pegmatitgang von Branchville, Conn.

Goyazit. $Al_2O_3, 3CaO, P_2O_5 + 9H_2O$. Optisch einaxig., in 1-5 mm grossen, gelblichweissen Körnern; durchs. bis durchschein. $H = 5$. $G = 3,26$. Begleiter der Diamanten in der Provinz Goyaz, Brasilien.

Tavistockit. $Al_2O_3, 3CaO, P_2O_5 + 3H_2O$. Sternförmig gruppirte, weisse Fasern von Tavistock, Devonshire.

Cirrolith. $2Al_2O_3, 6CaO, 3P_2O_5 + 3H_2O$. Derb, dicht. Hellgelb. Westanã in Schonen. Von hierher auch der derbe, lachsfarbige Attakolith, ein Al-Ca-Phosphat, für das sich seiner Vermengungen wegen eine Formel nicht aufstellen lässt.

Bleigummi umfasst an PbO (10-78,22%) mehr oder minder reiche Thonerdephosphate. Amorph, die Verbindung $2Al_2O_3, PbO, P_2O_5 + 9H_2O$ (Hitchcockit) soll Aggregate hexag. $\times\times$ bilden. Traubig, nierförmig, schalig zusammengesetzt. Br. muschl. $H = 4-4\frac{1}{2}$. $G = 5-6\frac{1}{2}$, schwankend. Fettgl., durchschein. Gelblichweiss, grünlich, gelblich ins Rothbraune. Huelgoet. Cumberland. Mine La Motte, Mo.

e. Phosphate und Arseniate des Eisenoxyds.

Skorodit. $Fe_2O_3, As_2O_5 + 4H_2O$. Rhomb. $\times\times$ gewöhnlich klein mit pyramidalem oder kurzsäuligem Habitus, einzeln oder in Drusen. P (Polk. = $114^\circ 40'$ und $102^\circ 52'$. M.-K. = $116^\circ 6'$), $\infty P\frac{1}{2}$ ($59^\circ 56'$), $\infty P\infty$, $\infty P\infty$, oP .

In traubigen, nierförmigen Aggregaten von stänglicher oder faseriger Structur; erdig und als Ueberzug. — $\# \infty P \infty$ und ∞P_2 unvollk. Br. muschl. bis splittrig. Wenig spröd. $H = 3\frac{1}{2}$ –4. $G = 3,1$ –3,2. Glg., auf dem Br. fettiger Gl., durchschein. Lauchgrün ins Schwarz- und Blaugrüne; seltener blau, roth und braun. Str. grünlichweiss. Gewöhnlich auf Höhlungen in Brauneisen. Am Graul bei Schwarzenberg in Sachsen; Johann-Georgenstadt; Schneeberg; Dernbach bei Montabaur; Lölling; Cornwall; Beresowsk; Nertschinsk. Antonio Pereira in Brasilien.

Strengit. $F_2O_3, P_2O_5 + 4H_2O$, isomorph mit Skorodit. Meist in kugeligen radialfaserigen Aggregaten. $H = 3$ –4. $G = 2,87$. Glg. Roth in verschiedenen Tönen, zuweilen fast farblos. Grube Eleonore bei Giessen; Grube Rothläufchen bei Waldgirmes. — Barrandit von Beraun, mit Wavellit auf silurischem Sandstein aufsitzend, ist ein Al_2O_3 -haltiger Strengit.

Würfelierz (Pharmakosiderit). $4Fe_2O_3, 3As_2O_5 + 15H_2O$. Reg. tetraedr.-hem. $\times\times$ klein, aufgewachsen. $\infty O \infty$ allein oder in Comb. mit $\frac{O}{2}$ und ∞O . Die Flächen sind oft gekrümmt. Derb, körnig. $\# \infty O \infty$ unvollk. Br. muschl. $H = 2\frac{1}{2}$. $G = 2,9$ –3. Diamantartiger Glg., auf dem Br. fettartig. Lauchgrün, ins Rothbraune und Gelbe. Str. lichtgrün ins Gelbe. Gewöhnlich auf Brauneisen. Am Graul bei Schwarzenberg, Lobenstein, Langeborn im Spessart, Horhausen, Cornwall, Cumberland, Victoria in Australien.

Eleonorit. $3Fe_2O_3, 2P_2O_5 + 8H_2O$. Monoklin. $\beta = 131^\circ 27'$. $\times\times$ klein, meist tafelig nach $\infty P \infty$, zu radialblättrigen Krusten gruppirt. $\# \infty P \infty$. $H = 3$ –4. Glg. Braunroth mit gelbem Str. Grube Eleonore bei Giessen und Rothläufchen bei Waldgirmes.

Beraunit. $5Fe_2O_3, 3P_2O_5 + 12H_2O$. In nadeligen und blättrigen, sternartig angeordneten Aggregaten. $H = 2$. $G = 2,87$ –2,98. Perlmgl. bis Glg. Hyacinthroth bis röthlichbraun. Mit Kakoxen zu St.-Benigna bei Beraun, Scheibenberg in Sachsen. Es ist nicht unwahrscheinlich, dass Beraunit mit dem Eleonorit ident ist. — Aehnlich sind auch die wahrscheinlich nicht homogenen Picit und Richellit zusammengesetzt.

Kraurit (Dufrenit, Grüneisenerz). $2Fe_2O_3, P_2O_5 + 3H_2O$. Rhomb. Die seltenen und kleinen $\times\times$ sind scheinbar würfelförmig mit gerundeten Flächen. Zumeist in radialfaserigen, kugeligen und nieren Aggregaten (daher Grüner Glaskopf). Sehr spröd. $H = 3\frac{1}{2}$ –4. $G = 3,3$ –3,5. Schwacher Fettgl., lauch- bis schwärzlichgrün, seltener gelblichgrün. Str. gelblichgrün. Auf Brauneisen im Siegenschen, Hirschberg im Voigtland. Limoges.

Kakoxen. $2Fe_2O_3, P_2O_5 + 12H_2O$. Zarte, feinnadelige, radial zu Kugeln und Nieren angeordnete Aggregate; als Ueberzug. Weich. $G = 2,3$ –2,4. Seidengl. Gelb bis bräunlich. Auf Klüften von thonigem Sphärosiderit auf Grube Hrbek bei St.-Benigna in Böhmen; auf Grauwacke bei Mauth in Böhmen; auf Brauneisen zu Amberg in Bayern. — Eisensinter, weisser, vom Tiefen Fürstenstolln bei Freiberg ist das entsprechende Arseniat.

Delvauxit. $2Fe_2O_3, P_2O_5 + 20H_2O$. Derb, nierenförmig. Br. muschl. $H = 2\frac{1}{2}$. $G = 1,8$. Undurchs. Kastanienbraun. Str. gelb. Berneau bei Visé in Belgien. Leoben.

Hier schliesst sich an:

Calcioferrit, ein Eisenkalkphosphat. Blättrige Aggregate. Gelb. Battenberg.

Arsenosiderit. $4Fe_2O_3, 6CaO, 3As_2O_5 + 9H_2O$. Optisch einaxig. Feinfaserige, kugelige Aggregate. $H = 1$ –2. $G = 3,8$ –3,9. Bräunlichgelb, an der Luft dunkler werdend. Romanèche bei Mâcon. Schneeberg.

Chalkosiderit, ein Cu-haltiges Eisenhonerdephosphat in triklinen, grünen $\times\times$ aufsitzend auf Andrewsit, ebenfalls ein Cu-haltiges Eisenphosphat, in radialstrahligen dunkelgrünen Kugeln. West-Phönix-Mine, Cornwall.

f. Phosphate, Arseniate u. Vanadate des Kupfers, des Zinks u. Bleis.

Isomorphe Gruppe des Libethenit-Olivinit. Rhombisch.

Libethenit. $4CuO, P_2O_5 + H_2O$ (66,5 CuO). Rhomb. Kleine, gut ausgebildete, oktaedrisch erscheinende $\times\times$, einzeln oder in Drusen auf-

gewachsen. ∞P ($92^\circ 20'$), $P\infty$ ($109^\circ 52'$). Aggregate nierig, kugelig. Br. muschl. bis uneben, spröd. $H = 4$. $G = 3,6-3,8$. Durchschein., Fettgl. Lauch-, oliven- und schwärzlichgrün; oberflächlich oft schwarz, seltener dunkelblau angelaufen. Str. olivengrün. In zerfressenem Quarz im Glimmerschiefer von Libethen. Nische Tagilsk. Ullersreuth im Voigtland. Cornwall. Bolivien, Chile. — Pseudolibethenit von Libethen und Ehl bei Linz am Rhein enthält zum Unterschied $2H_2O$.

Olivenit (Olivenerz). $4CuO, As_2O_5 + H_2O$ ($56,15 CuO$). Rhomb. $\times\times$ prismatisch und nadelig, einzeln oder in Drusen aufgewachsen. ∞P ($92^\circ 30'$), $\infty P\infty$, $P\infty$ ($110^\circ 50'$). Aggregate traubig, nierig mit faseriger oder erdiger Structur. Br. muschl. bis uneben, spröd. $H = 3$. $G = 4,2-4,6$. Halbdurchs. bis durchschein. Auf den Flächen Ggl., auf dem Br. Fettgl.; die faserigen Aggregate Seidengl. $\times\times$ schwärzlichgrün, sonst lauch-, bis olivengrün, und wenn faserig, auch braun, gelb oder grau. Str. olivengrün bis braun. Cornwall und Tavistock in Devon, Alston in Cumberland. Zinnwald. Nische Tagilsk; spärlich zu Libethen.

Adamin. $4ZnO, As_2O_5 + H_2O$. Rhomb. $\times\times$ sehr klein. ∞P , $P\infty$, $\infty P\infty$. Aggregate kleinkörnig. $\# P\infty$ vollk. $H = 3\frac{1}{2}$. $G = 4,33-4,35$. Durchs., Ggl. Gelb, zuweilen violett. Chañarcillo, Cap Garonne bei Hyères (hier auch rosenroth durch CoO und grün durch CuO). Laurion.

Descloizit. $4(PbZn)O, V_2O_5 + H_2O$. Rhomb. $\times\times$ klein, aufgewachsen. $H = 3\frac{1}{2}$. $G = 5,8-6,1$. Olivengrün, braun, schwarz. Str. hellbraun. Sierra de Cordoba, Argentinien. — Cuprodescloizit, ein Theil Zn wird durch Cu ersetzt; bräunlichschwarze Krusten von San Luis Potosi in Mexiko.

Volborthit z. Th. (Kalkvolborthit). $4(CuCa)O, V_2O_5 + H_2O$. Anscheinend hexagonale Täfelchen der Comb. ∞P , P ; zu kugeligen und schuppigen Aggregaten verbunden; gewöhnlich nur als Anflug. Olivengrün bis gelb. Friedrichsroda. — Davon verschieden durch weit höheren Wassergehalt der Volborthit von Wroskressenskoi im Gouv. Perm. — Analog zusammengesetzt, aber durch $1\frac{1}{2}H_2O$ unterschieden: Konichalcit. $4(CuCa)O, (AsP)V_2O_5 + 1\frac{1}{2}H_2O$ aus Andalusien.

Trichalcit. $3CuO, As_2O_5 + 5H_2O$. Auf Fahlerz von Turginsk und Beresowsk.

Chlorotil. $3CuO, As_2O_5 + 6H_2O$. $\times\times$ haarförmig. Derb und faserig. Apfelgrün. Auf Quarz mit Scheelit zu Schneeberg und Zinnwald. Chile.

Tagilit. $4CuO, P_2O_5 + 3H_2O$. Monoklin. $\times\times$ sehr klein und undeutlich, zu Nieren und Kugeln gruppirt. Aggregate traubig, warzig mit faseriger oder erdiger Structur und rauher Oberfläche. $H = 3$. $G = 4$. Ggl., kantendurchschein. Smaragdgrün, wenn verwittert berggrün. Str. spangrün. Nische Tagilsk, Ullersreuth im Voigtland, Gross-Kamsdorf. Mercedes östl. von Coquimbo.

Leukochalcit. $4CuO, As_2O_5 + 3H_2O$ (?). Feine weisse, etwas grünlich schimmernde Nadelchen; als Anflug. Grube Wilhelmine bei Schöllkrippen im Spessart.

Euchroit. $4CuO, As_2O_5 + 7H_2O$. Rhomb. $\times\times$ kurz säulig, vertical gestreift und zu Drusen und Krusten verbunden. ∞P ($117^\circ 20'$), ∞P_2 , $P\infty$, ∞P . Br. muschl., ziemlich spröd. $H = 3\frac{1}{2}-4$. $G = 3,3-3,4$. Ggl., durchs. bis durchschein. Smaragdgrün, dem Diophtas ähnlich. Str. hellgrün. Libethen.

Dihydrat. $5CuO, P_2O_5 + 2H_2O$. Die anscheinend monoklinen, schwärzlichgrünen, kleinen und undeutlichen $\times\times$ sind triklin und sitzen auf derben Phosphorchalcit, für dessen $\times\times$ sie früher gehalten wurden. Derb von gleicher Beschaffenheit wie Phosphorchalcit. Rheinbreitbach und Nische-Tagilsk.

Erinit. $5CuO, As_2O_5 + 2H_2O$. Scheinbar amorph, nierförmig mit schaliger Structur und rauher Oberfläche. Br. muschl. $H = 4\frac{1}{2}-5$. $G = 4-4,1$. Matt, smaragdgrün. Str. apfelgrün. Cornwall, fälschlich von Irland.

Mottramit. $5CuO, V_2O_5 + 2H_2O$, etwas Pb-haltig, bildet aus kleinen undeutlichen $\times\times$ aufgebaute Krusten. $H = 3$. $G = 5,894$. Schwarz, in dünner Schicht gelb durchs. Str. gelb. Mottram St.-Andrews in Cheshire.

Ehlit. $5CuO, P_2O_5 + 3H_2O$. Traubig, nierig mit glaskopftartiger oder

drusiger Oberfläche und radialblättriger Structur; auch eingesprengt. $\#$ nach einer Richtung sehr vollk. $H = 1\frac{1}{2}$ –2. $G = 3,8$ –4,27. Glg., auf $\#$ Perlmgl. Kantendurchschein. Spangrün, Str. etwas heller. Ehl bei Linz am Rhein; Libethen; Nischne Tagilsk. — Der glaskopffartige, smaragdgrüne Prasin von Libethen ist Ehlit.

Cornwallit. $5\text{CuO}, \text{As}_2\text{O}_5 + 5\text{H}_2\text{O}$. Anscheinend amorph. Br. muschl. $H = 4\frac{1}{2}$. $G = 4,166$. Dunkelgrün. Cornwall mit Olivenit.

Tirolit (Kupferschaum). $5\text{CuO}, \text{As}_2\text{O}_5 + 9\text{H}_2\text{O}$. Nierig, kugelig mit strahligh-blättriger Structur. $\#$ nach einer Richtung sehr vollk., mild, in dünnen Blättchen biegsam. $H = 1\frac{1}{2}$ –2. $G = 3$ –3,1. Perlmgl. Spangrün bis himmelblau, Str. desgl. Falkenstein und Schwatz in Tirol; Riechelsdorf und Bieber; Saalfeld.

Phosphorchalcit (Phosphorkupfererz. Pseudomalachit. Lunnit). $6\text{CuO}, \text{P}_2\text{O}_5 + 3\text{H}_2\text{O}$ (70,82 Cu O). Derbe Aggregate von nieriger, traubiger Form und faseriger, strahliger Structur. Die kleinen, auf der drusigen Oberfläche aufsitzenden, schwärzlichen $\times\times$ gehören dem Dihydrat an. $H = 5$. $G = 4,1$ –4,3. Fettiger Ggl. Span- bis pistaziengrün mit schwärzlichgrünen Flecken. Str. spangrün. Mit Cuprit, Malachit und Chalcodon bei Rheinbreitbach; mit Brauneisen bei Hirschberg im Voigtland und Hof; in Cornwall. In grösserer Menge mit Lasur und Malachit bei Nischne Tagilsk.

Strahlerz (Abichit. Klinoklas). $6\text{CuO}, \text{As}_2\text{O}_5 + 3\text{H}_2\text{O}$ (62,62 Cu O). Monoklin. $\beta = 99^\circ 30'$. Prismatisch nach ∞P (56°), dazu oP und $\frac{3}{2}P\infty$; nierige, stänglige Aggregate. $\# oP$ sehr vollk. $H = 2\frac{1}{2}$ –3. $G = 4,2$ –4,4. Auf $\#$ Perlmgl., sonst Ggl., an den Kanten durchschein. Aeusserlich schwärzlich blaugrün, innen spangrün. Str. bläulichgrün. Cornwall und Devonshire; Saida in Sachsen.

Kupferglimmer (Chalkophyllit). $8\text{CuO}, \text{As}_2\text{O}_5 + 12\text{H}_2\text{O}$. Hexag. rhomboedr. $\times\times$ tafelig nach oR , zu kleinen Drusen und blättrigen Aggregaten gruppirt. $\# oR$ sehr vollk., mild. $H = 2$. $G = 2,4$ –2,6. Durchs. bis durchschein. Perlmgl. Bläulich-, smaragd- bis spangrün. Str. hellgrün. Enthält etwas Al_2O_3 . Redruth; Saida in Sachsen; Sommerkahl im Spessart; Nischne-Tagilsk.

Veszelyit. $9\text{CuO}, 6\text{ZnO}, (\text{PAs})_2\text{O}_5 + 18\text{H}_2\text{O}$. Triklin. Die undeutlichen $\times\times$ bilden gewöhnlich rindenartige Krusten. $H = 3\frac{1}{2}$ –4. $G = 3,53$. Grünlichblau. Auf Granatfels und Brauneisen zu Morawitz.

Hier schliesst sich an:

Lirokonit (Linsenerz). $18\text{CuO}, 4\text{Al}_2\text{O}_3, 5\text{As}_2\text{O}_5 + 60\text{H}_2\text{O}$. Monoklin. $\beta = 91^\circ 27'$. $\times\times$ klein, aufgewachsen, auf den Prismenflächen fein gestreift. ∞P ($61^\circ 31'$), $P\infty$. Derb, eingesprengt. Br. uneben. $H = 2$ – $2\frac{1}{2}$. $G = 2,8$ bis 2,93. Ggl., auf dem Br. Fettgl., durchschein. Himmelblau, ins Spangrüne. Str. heller. Cornwall; Herrengrund; Ullersreuth im Voigtland.

g. Wismuth- und Uran-Phosphate resp. Arseniate.

Atelestit. $3\text{Bi}_2\text{O}_3, \text{As}_2\text{O}_5 + 2\text{H}_2\text{O}$. Monoklin. $\beta = 109^\circ 17'$. Diamantglänzende, schwefelgelbe Kryställchen auf Wismuthocker. Schneeberg in Sachsen.

Rhagit. $5\text{Bi}_2\text{O}_3, 2\text{As}_2\text{O}_5 + 8\text{H}_2\text{O}$. Kleintraubige Aggregate; grünlich. $H = 5$. $G = 6,82$. Mit Walpurgin und anderen Uranerzen von der Grube Weisser Hirsch zu Neustädte bei Schneeberg.

Mixit. $20\text{CuO}, \text{Bi}_2\text{O}_3, 5\text{As}_2\text{O}_5 + 22\text{H}_2\text{O}$. Monoklin oder triklin. Radialfaserige Aggregate und als Anflug. $H = 3$ –4. $G = 2,66$. Smaragdgrün bis bläulichgrün. Auf Wismuthocker im Geistergang zu Joachimsthal; Wittichen.

Walpurgin. $5\text{Bi}_2\text{O}_3, 3(\text{UO}_2)\text{O}, 2\text{As}_2\text{O}_5 + 10\text{H}_2\text{O}$. Triklin. Die dünnen $\times\times$ erlangen durch Zwillingsbildung monoklines Ansehen. $\# \infty P\infty$ ziemlich deutlich. $H = 3\frac{1}{2}$. $G = 5,76$. Diamant- und Fettgl. Gelb. Neben anderen Uranmineralien auf der Grube Weisser Hirsch bei Schneeberg.

Troegerit. $3(\text{UO}_2)\text{O}, \text{As}_2\text{O}_5 + 12\text{H}_2\text{O}$. Monoklin. $\beta = \text{ca. } 100^\circ$. Gypsähnlicher Habitus der $\times\times$; dünn, tafelförmig. $\# \infty P\infty$ vollk. $G = 3,23$. Citrongelb. Grube Weisser Hirsch bei Schneeberg. — Phosphuranylit ist ein ähnliches Uran-Phosphat.

Gruppe der Uranglimmer. — Doppelphosphate und -Arseniate des Uranyls (UO_2) mit Ca, Ba und Cu und $8\text{H}_2\text{O}$. Die hierhergehörigen Mineralien krystallisiren theils rhombisch (die Ca-, Ba-Uranite), theils tetragonal (die Cu-Uranite), stehen sich aber in ihrer Form ausserordentlich nahe.

Kalkuranglimmer (Kalkuranit. Uranglimmer z. Th. Autunit). CaO , $2(\text{UO}_2)\text{O}$, $\text{P}_2\text{O}_5 + 8\text{H}_2\text{O}$ mit 62,77 (UO_2) O. Rhombische, scheinbar tetragonale Täfelchen, einzeln aufgewachsen oder schuppenartig gruppirt. Als seitliche Begrenzung von oP treten ∞P ($90^\circ 43'$) und P oder ${}_2\text{P}\infty$ und ${}_2\text{P}\infty$ auf. Zw. nach ∞P . $\#$ oP glimmerartig vollk., auch nach $\infty\text{P}\infty$ und $\infty\text{P}\infty$ vollk., nach ∞P deutlich. Mild. $\text{H} = 1-2$. $\text{G} = 3-3,2$. Auf oP Perlmgl., durchschein. Zeisiggrün bis schwefelgelb. Str. gelb. Seltener wie der Kupferuranit. Auf Gängen zu Johann-Georgenstadt und Schneeberg; im Granit zu St.-Symphorien bei Autun und St.-Yrieux bei Limoges. Cornwall. In Amethystmandeln von der Wolfsinsel im Onegasee; im Innern rother Turmaline zu Chesterfield, Mass. — Fritzscheit von Neudeck in Böhmen und Johann-Georgenstadt unterscheidet sich dadurch, dass Mn statt Cu eintritt und durch röthlichbraune Farbe.

Uranospinit ist das dem Autunit entsprechende isomorphe Arseniat und demselben äusserlich völlig ähnlich. Grube Weisser Hirsch zu Neustädte! bei Schneeberg.

Uranocircit (Baryumuranit) ist ein Autunit, der Ba statt Ca enthält; äusserlich von demselben nicht zu unterscheiden. Bergen bei Falkenstein in Sachsen.

Kupferuranit (Torbernit. Chalkolith. Uranglimmer z. Th.). CuO , $2(\text{UO}_2)\text{O}$, $\text{P}_2\text{O}_5 + 8\text{H}_2\text{O}$ mit 61,2 (UO_2) O. Tetrag. $\times\times$ meist dünn tafelig, scharf ausgebildet, einzeln aufgewachsen oder schuppenartig gruppirt. oP, P, ∞P , $\infty\text{P}\infty$. Auch als Anflug. $\#$ oP glimmerartig vollk. Etwas spröde. $\text{H} = 2-2\frac{1}{2}$. $\text{G} = 3,5-3,6$. Ggl., auf oP Perlmgl., durchschein. Gras- oder smaragdgrün. Auf Brauneisenstein oder Hornstein zu Johann-Georgenstadt (Grube Tannenbaum); Eibenstock, Schneeberg, Zinnwald, Schlaggenwald. Mehrorts in Cornwall (Callington, Redruth, St.-Austle).

Zeunerit ist das dem Kupferuranit entsprechende isomorphe Arseniat; äusserlich ununterscheidbar. Grube Weisser Hirsch zu Neustädte! bei Schneeberg; Geisterhalde bei Joachimsthal; Zinnwald. Wittichen. Cornwall.

4. Abtheilung. SO_3 -haltige Phosphate und Arseniate.

Svanbergit, enthält neben SO_3 noch P_2O_5 , Al_2O_3 , Ca, Na und H_2O . Kleine Rhomboeder. R ($90^\circ 22'$), ${}_4\text{R}$. $\#$ oR. $\text{H} = 4\frac{1}{2}$. $\text{G} = 2,57$. Honiggelb bis hyacinthroth. Horrsjöberg in Wermland; Westanå in Schonen.

Beudantit. SO_3 -haltiges Fe-, Pb-Phosphat, mehr oder minder As_2O_5 -haltig. Ebenfalls in kleinen Rhomboedern. R ($91^\circ 18'$), oR, $-{}_2\text{R}$. $\#$ oR. $\text{H} = 3\frac{1}{2}$. $\text{G} = 4$. Ggl., durchs. bis undurchs. Olivengrün. Horhausen; Grube Schöne Aussicht bei Dernbach. Cork in Irland.

Eisensinter, amorphe Gemenge, umfasst einerseits SO_3 -haltige Fe_2O_3 -Phosphate (Phosphoreisensinter, Diadochit von Gräfenthal und Saalfeld), andererseits entsprechende Arseniate (Arseneisensinter, Pittizit von Freiberg und am Graul bei Schwarzenberg). Als ursprünglich weiche, eingetrocknete Zersetzungsproducte erscheinen sie in nierigen, stalaktitischen Krusten, haben muschligen Br., sind sehr spröde und gleichen in Farbe und Aussehen dem Kolophonium. — Gänseköthigerz (Buttermilcherz, Ganomatit von Andreasberg, Schemnitz, Joachimsthal) steht dem Pittizit nahe, enthält neben anderem (Ag) aber noch Sb_2O_3 ; es entsteht aus der Zersetzung von Arsenkies und Silbermineralien, ist im frischen Zustand weich (quillt hervor) und erstarrt zu grünlichgelben, auch bräunlichen dünnen Krusten.

IX. Klasse. Silicate, Titanate, Zirconiate, Stannate.

Die Zusammenfassung der in der Ueberschrift genannten Mineralien gründet sich auf die Verwandtschaft der bezüglichlichen Elemente, die in der isomorphen Vertretung ihrer Säuren den bezeichnendsten Ausdruck erhält. Neben den zahlreichen Silicaten verschwinden die wenigen Titanate, Zirconiate und Stannate vollständig.

A. Silicate.

Die Silicate bilden nicht nur die zahlreichste Mineralklasse, sondern sind auch zugleich die wichtigste, denn sie gestatten durch ihre morphologischen wie physikalischen Eigenschaften eine besonders eingehende Erforschung und erlangen durch ihre intensive Verbreitung als gesteinsbildende Mineralien eine eminente geologische, speciell petrographische Bedeutung.

In physik. Beziehung sind die Silicate durchweg ausgezeichnet durch den Mangel einer Charakterfarbe und metallischen Aussehens, durch steinartigen Habitus, Durchsichtigkeit, weissen Strich in den meisten Fällen, grössere Härte und andere Merkmale, die meist auf den ersten Blick die Zugehörigkeit eines Minerals zu den Silicaten erkennen lassen.

Einer richtigen Deutung ihrer chem. Constitution stellen sich grosse Schwierigkeiten entgegen. Die normale Kieselsäure, Orthosäure, H_4SiO_4 lässt als mehrbasische Säure eine Reihe Ableitungen zu, zunächst durch Austritt von 1 H_2O die Metakieselsäure H_2SiO_3 . Den Ortho- und Metasilicaten in ihrer dreifachen Modalität als neutrale, saure und basische Salze gehören die meisten Silicate an. Daneben sind aber andere Silicate vorhanden, deren Säuren hervorgegangen gedacht werden müssen durch den Austritt von H_2O -Molekülen aus mehreren H_4SiO_4 - resp. H_2SiO_3 -Molekülen. Unter diesen Polykieselsäuren werden am wichtigsten die Orthodikieselsäure $H_6Si_2O_7$ und die Metadikieselsäure $H_2Si_2O_5$. Auch eine Trikieselsäure $H_4Si_3O_8$ kommt in Betracht.

Es ist nun in vielen Fällen schwer oder zur Zeit unmöglich, anzugeben, auf welche der genannten Säuren ein nach seiner procentualen Zusammensetzung bekanntes Silicat zurückzuführen ist. Viele derselben lassen sich von mehreren Säuren ableiten oder können als saure resp. basische Salze verschiedener Säuren gedeutet werden. Ferner wird die richtige Deutung erschwert durch das eigen thümliche Verhalten des Aluminium in den sogen Alumosilicaten, wo es nicht nur als Al_2O_3 , sondern auch als AlO erscheinen kann, ebenso wie es bald für einen basischen Bestandtheil, bald für die Kieselsäure einzutreten vermag. Dazu kommt die Rolle des durch die Analyse aufgefundenen Wassers. Nur jenes Wasser, welches sich noch vor der Rothglut abspaltet, gilt nach der heutigen Auffassung als Krystallwasser, während das Uebrige auf basischen Wasserstoff zurückgeführt wird. Weitere Schwierigkeiten erwachsen aus der

Deutung der Fluor- und Bor-haltigen Silicate und nicht minder eigenthümlich ist, dass verschieden constituirte Silicate, z. B. die Plagioklase sich in allen Verhältnissen isomorph mischen können.

Eine früher empfundene Schwierigkeit, die variable Zusammensetzung mancher Silicate, ist durch die Erkenntniss, dass es sich um isomorphe Mischungen handele, beseitigt; ebenso ist durch die Deutung eines Theils der früher als wasserhaltig betrachteten Silicate als basische oder saure Salze eine Vereinfachung mancher Formeln eingetreten. Ein weiterer Schritt auf dem Weg der richtigen Auffassung von der Constitution der Silicate wird durch Beobachtung der Verwitterungsvorgänge, wie sie in den Pseudomorphosen verkörpert sind, oder sehr langsam wirkender chemischen Lösungen zu thun sein. Denn während es bei den Kohlenstoffverbindungen gelingt, durch Substitution der Hydroxylgruppen oder durch Abspalten einzelner Moleküle den stabilen Kern und dessen Constitution festzustellen, werden die Silicate im Allgemeinen bei der Behandlung mit Reagentien sehr schnell in möglichst einfache Verbindungen aufgelöst. Die Verwitterungsstadien der Silicate dagegen können den Substitutionsproducten der organischen Verbindungen an die Seite gestellt werden.

Früher wurden die Silicate je nach der Anzahl der Sauerstoffatome der Basen im Verhältniss zu der der Säure als Singulosilicate (Olivin. 2MgO , SiO_2 . 1:1), Bisilicate (Enstatit. MgO , SiO_2 . 1:2), Trisilicate (Orthoklas. K_2O , Al_2O_3 , 6SiO_2 . 4:12) oder Tetrasilicate (Petalit. Li_2O , Al_2O_3 , 8SiO_2 . 4:16) bezeichnet. Aber bei der verschiedenartigen Function, die Al und H in vielen Silicaten ausüben und die nur selten mit Sicherheit sich feststellen lässt, erscheint eine derartige Bezeichnungsweise nur richtig und zulässig für Al- und H-freie Silicate.

In genetischer Hinsicht können manche Silicate auf verschiedenem Wege entstehen, z. B. Feldspath, Glimmer, andere eignen aber eine ganz bestimmte Genesis (Leucit) oder sind vorzugsweise auf eine Art entstanden. Namentlich lassen sich nach der Genesis 3 charakteristische Gruppen von Silicaten unterscheiden; Eruptive, contactmetamorphische und Verwitterungsilicate.

Die Verbreitung der Silicate ist eine ausserordentliche und darunter sind viele, die eigentlichen gesteinsbildenden Mineralien, wie die Feldspäthe, die Glieder der Hornblende- und Augitgruppe, Glimmer, Olivin etc., die sich sowohl durch intensive wie extensive Verbreitung auszeichnen. Andere sind wieder selten, wie namentlich die Silicate der seltenen Erden, deren Verbreitung auf gewisse granitische und syenitische Gänge beschränkt ist, unter denen sich namentlich die Syenitpegmatitgänge des südlichen Norwegens in der Umgebung des Langesundfjords auszeichnen.

Eine einigermassen zufriedenstellende Classification ist zur Zeit unmöglich. Alle Eintheilungsprincipien und nicht zum wenigsten das chemische lassen im Stich. Abgesehen von der ungenügenden Kenntniss der Constitution tritt das Mangelhafte einer chemischen Eintheilung darin besonders hervor, dass manche „natürlichen“ Silicatfamilien Glieder sehr verschiedenen Aufbaus (cfr. Plagioklase) enthalten. Auch eine Eintheilung in wasserfreie und wasserhaltige Silicate ist nicht streng durchzuführen, da bei vielen Mineralien die Bedeutung des bei der Analyse gefundenen Wassers sich nicht sicher feststellen lässt. Unter den Silicaten lassen sich mit Rücksicht auf eine Anzahl gemeinsamer Charaktere eine Reihe natürlicher Familien oder Gruppen herausheben; diese sind im Nachfolgenden ohne durchgreifendes Princip an einander gereiht und ihnen sind die übrigen Mineralien nach ihrer Verwandtschaft angeschlossen.

Andalusit-Topas-Gruppe.

Von den hierher gehörigen Silicaten ist die Verbindung Al_2SiO_5 trimorph; sie findet sich als Andalusit, Sillimanit und Disthen.

Andalusit. Al_2SiO_5 . Rhomb.

XX eingewachsen, dicksäulig mit quadrat. Habitus und oberflächlich durch Umwandlung häufig mit Glimmerschüppchen oder einer dünnen Sericitrinde bedeckt. $M = \infty P (90^\circ 50')$, $P = oP$, öfters noch $o = P\infty (109^\circ 4')$, $P\infty$; andere Flächen sind selten. — In stänglig-strahligen und körnigen Aggregaten; als Chiasmolith (Hohlspath) in langen dünnen XX, die einen mannigfach abgegrenzten, oft kreuzförmig gestalteten, dunkel pigmentirten Kern umschliessen, in Thonschiefer eingewachsen.

∞P deutlich. Br. uneben. $H = 7-7\frac{1}{2}$, angewittert weniger hart. $G = 3,1-3,2$. Ggl., selten durchs. (Brasilien, Californien), meist undurchs. Grünlich- und röthlichgrau; aschgrau, rosenroth und fleischroth, selten violett; zuweilen pleochroitisch. A.-E. = $\infty P\infty$; erste Mittellinie c negativ. $2V = 84-85^\circ$.

63 Al_2O_3 , 37 SiO_2 . — v. d. L. unerschmelzbar, wird mit Co-Solution geglüht blau. Von Säuren nicht angegriffen.

Im Glimmerschiefer und Gneiss sowie auf Pegmatit- und Quarzgängen im Gneiss. Ganz allgemein im innern Contacthof von Graniten, selten im Granit selbst. Im Gneiss von Wunsiedel im Bayerwald, im Glimmerschiefer von Bräunsdorf im Erzgebirge und Landeck in Schlesien; auf Quarzgängen im Glimmerschiefer bei Krumbach in Steiermark, an der Lisenz-Alp in Tyrol. Bei Almeria in Andalusien im Glimmerschiefer; bei Mursinka am Ural. Als Geschiebe in Minas Geraes, Brasilien etc. Chiasmolith: Gefrees im Fichtelgebirge, St.-Jago di Compostella in Galizien, Bona in Algier, Mankowa in Transbaikalien.

Andalusit wandelt sich in Glimmer und Disthen um. Mit Sillimanit findet zuweilen gesetzmässige Verwachsung statt. Farbiger strahliger Andalusit ist öfters mit Turmalin verwechselt worden. — Anthosiderit von Antonio Pereira in Minas Geraes ist ein Gemenge von A. mit Biotit.

Sillimanit. Faserkiesel, Fibrolith, Bucholzit. Al_2SiO_5 . Rhomb.

Fast nur in stängligen, faserigen und verfilzten Aggregaten mit krummschaliger Absonderung, ohne scharfe Endbegrenzung der Individuen. $\infty P (111^\circ)$. Auch lose als Geröll.

$\infty P\infty$ vollk. Br. uneben. $H = 6-7$. $G = 3,23-3,24$. Fettiger Ggl., durchs. bis kantendurchschein. Gelblichgrau, grau-grün, nelkenbraun.

Zus. die des Andalusits, demnach Dimorphie.

Als accessorischer Gemengtheil von Gneissen, Glimmerschiefern, Granuliten und den in diesen auftretenden Pegmatit- und Quarzgängen. Im Cordieritgneiss von Bodenmais; bei Freiberg in Sachsen; im Eulengebirge; bei Marschendorf in Mähren; in Selrain am Juchen in Tyrol. In der Bretagne, Pontgibaud in der Auvergne, im Morvan. Saybrook und Norwich, Conn., Yorktown in New-York.

Bamlit von Bamle in Norwegen, Monrolith von Monroe in New-York, Wörthit und Xenolith, beide als Geschiebe bei Petersburg, sind Sillimanit. — S. geht zuweilen aus der Umwandlung von Korund hervor. —

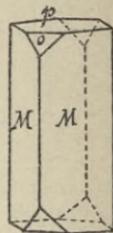


Fig. 363.

Gleicht manchmal verkieseltem Asbest und dem Jadeit. — In Frankreich und Spanien zu Steinbeilen verwendet.

Disthen. Cyanit. Al_2SiO_5 . Triklin.



Fig. 364.

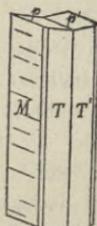


Fig. 365.

XX eingewachsen, breitstänglige oder linealartige, meist an den Enden verbrochene Prismen. $M = \infty P\infty$, öfters flach, wellig gebogen und quergestreift, $T = \infty P\infty$; daneben $o = \infty'P$, $l = \infty P'$, $k = P'\bar{2}$, $P = oP$, letztere gewöhnlich nur als Gleitfläche. An den XX vom Monte Campione im Tessin: $T^vM = 106^\circ 21'$, $P^vT = 86^\circ 36'$. Zw. nach mehreren Gesetzen, am häufigsten 1. nach $\infty P\infty$, oft mit lamellarer Wiederholung (Zw.-Streifung); auf den Flächen P und T entstehen einspringende Winkel (Fig. 365). — Auf den ersten Blick erscheinen ähnlich, weil gleichfalls (nahezu) parallel $\infty P\infty$ verwachsen, die beiden weit selteneren Zw.-Gesetze: 2. Zw.-Fläche \perp Verticalaxe; nur auf P einspringende Winkel und 3. Zw.-Fläche eine durch die Verticalaxe $\perp M$ gelegte Fläche, wobei nur auf T einspringende Winkel auftreten. — Nach der Basis P sind oft Zw.-Lamellen eingeschaltet, die secundär durch die Gleitflächennatur von P entstanden sind. — Auch unter nahezu 60° sich kreuzende Zw. (nach $\frac{1}{2}P\bar{2}$) kommen vor. — Zumeist in radial und verworren strahligen und strahlig-blättrigen Aggregaten. Wirr strahlige, undeutlich ausgebildete Aggregate, oft grau pigmentirt, sind Rhätizit genannt worden.

M sehr vollk., T vollk. Gleitfläche nach P , wodurch auf M und T Querstreifung entsteht. Spröd. $H = 4\frac{1}{2}$ in der Längsrichtung, 7 quer dazu. $G = 3,5-3,7$. Glg., durchs. bis durchschein. Gewöhnlich blau gefärbt, auch weiss, bläulichweiss, gelblich, grün, grau, selten ganz farblos. A.-E., mit $[MT]$ 35° bildend, und erste Mittellinie (negativ) stehen fast $\perp M$.

Chem. Zus. und Verhalten wie Andalusit, doch handelt es sich nach GROTH wahrscheinlich nicht um gewöhnliche Dimorphie zwischen Disthen und Andalusit, sondern um Isomerie. Andalusit und Sillimanit stellen das Orthosilicat $\text{Al}(\text{AlO})\text{SiO}_4$, Disthen das Metasilicat $(\text{AlO})_2\text{SiO}_3$ dar.

Gelegentlicher Gemengtheil von krystallinischen Schiefen, namentlich des Glimmerschiefers, im Granulit und Eklogit; bildet bei Horssjöberg in Wermland selbständige Lager. In Geschieben. Besonders schöne XX neben Staurolith im Paragonitschiefer von Monte Campione bei Faido im Tessin; am Greiner in Tyrol. Als Geschiebe bei Meronitz in Böhmen, auf den Goldseifen des Urals und Brasiliens.

Topas. $5\text{Al}_2\text{SiO}_5 + \text{Al}_2\text{SiF}_{10}$. Rhomb.

XX aufgewachsen, einzeln oder in Drusen, meist nach der Verticalaxe gestreckt mit vorherrschenden, gewöhnlich gestreiften Prismen; als Endbegrenzung walten entweder Pyramiden oder das Doma $n = \frac{1}{2}P\infty$ vor. $M = \infty P$ ($124^\circ 17'$), $l = \infty P\bar{2}$ ($92^\circ 42'$), $y = 4P\infty$

($55^{\circ} 20'$), $P = oP$, $o = P$ ($P-K = 101^{\circ} 40'$ und $141^{\circ} 0'$. $M-K = 91^{\circ} 10'$), $s = \frac{2}{3}P$, $x = \frac{4}{3}P\checkmark$ und zahlreiche andere Flächen. Die Winkel an verschiedenen Fundorten, ja an denselben schwanken etwas. Durch ungleichmässige Ausbildung beider Enden zuweilen scheinbare Hemimorphie. — Auch derb, entweder in grösseren, einheitlichen, feldspathähnlichen Stücken (Pyrophysalit von Finbo bei Fahlun) oder in parallelstrahligen Aggregaten (Pyknit), auch wohl in ganz dichten quarzähnlichen Partien. In Geröllen.

oP sehr vollk., Br. muschl. bis uneben. $H = 8$. $G = 3,4$ bis $3,6$. Ggl., durchs. bis undurchs. Farblos, zumeist gefärbt, namentlich weingelb; meerblau und -grün, violett, gelbroth und rosenroth. Letztere Färbung ist meist durch Glühen gelber $\times\times$ künstlich erzeugt; die intensiver gefärbten $\times\times$ bleichen am Tageslicht aus. Spaltblättchen nach oP zeigen die Interferenzfigur. Sonstiges opt. Verh. s. S. 127. Axenwinkel sehr schwankend, $2E = 71-130^{\circ}$ für roth.

Isomorphe Mischung von $x Al_2SiO_5 + y Al_2SiF_{10}$, wo $x:y$ meist = $5:1$. — v. d. L. unschmelzbar. Beim Erhitzen mit Phosphorsalz entweicht FH ; von Schwefelsäure nur wenig angegriffen.

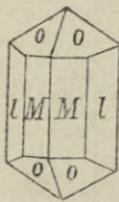


Fig. 366.

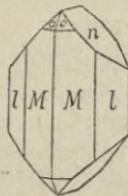


Fig. 367.

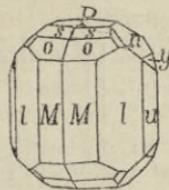


Fig. 368.

Charakteristisches Mineral in zinnerzföhrhenden Graniten und Quarzporphyren, seltener in Gneissen und Granuliten; neuerdings auch in jugendlichen Quarztrachyten in Nevada und Mexiko gefunden. Schöne $\times\times$ vom Schneckenstein bei Auerbach in Sachsen, hier verkittet ein Cäment von Quarz und Topas Bruchstücke eines Turmalinfelses. Die weingelben $\times\times$ haben den Habitus Fig. 368. Mourne Mountains in Irland. Bei den russischen Topasen sind diejenigen vom Ural zu unterscheiden von denen im Gebiet von Nertschinsk. Am Ural ist es die Gegend von Jekaterinburg, beim Dorfe Alabaschka bei Mursinka, von wo grosse, meist bläuliche $\times\times$ kommen, ferner Miask am Ilmengebirge (meist klein und farblos) und die Goldseifen im Gebiet der Sanarka (Gouv. Orenburg), wo sich $\times\times$, die den Brasilianern gleichen, z. Th. von natürlich rosenrother Färbung finden. Im Nertschinsker Gebiet sind es Vorkommnisse in der Umgegend des Flusses Urulga und namentlich die durch domatische Begrenzung ausgezeichneten $\times\times$ vom Adun-Tschitongebirge. — Mukla in Kleinasien. San Luis Potosi und Durango in Mexiko. Im District Villarica in Brasilien gelbe (durch Glühen roth werdende) und braune $\times\times$ vom Habitus Fig. 366. Als lose Geschiebe finden sich Topase oft auf Edelsteinseifen (Ceylon); besonders schön, farblos oder grün-

lich, und merkwürdig durch Flüssigkeitseinschlüsse als Pingos d'agoa (Wassertropfen) am Rio Belmonte, Brasilien.

In Folge „pneumatolytischer“ Prozesse können die Al_2O_3 -haltigen Silicate (Feldspath, Turmalin etc.) in Topas umgewandelt werden, was in der Nähe des Zinnsteins mehr oder minder intensiv geschieht (Topasirung). Dahin das Vorkommen vom Schneckenstein, mehr noch die Umwandlung des Quarzporphyrs vom Mt. Bischoff auf Tasmanien in Quarz-Topasfels. Der Topas erleidet Umwandlung zu Steinmark-artiger Substanz (sogen. Steatit und Gilbertit), die theils zum Nakrit und Kaolin, grösstentheils aber wohl zum Kaliglimmer gehört.

Danburit. $CaO, B_2O_3, 2SiO_2$. Rhomb. $\times\times$ ähnlich dem Topas, prismatisch durch $\infty P (122^\circ 52')$, $\infty P_2 (94^\circ 52')$, an den Enden begrenzt entweder (Danbury und Russell) durch $oP, P\infty (97^\circ 7')$, $4P\infty (54^\circ 58')$ oder (Schweiz) von Pyramiden $2P_4$ und $2P_5$. Viele Vicinalflächen. $\# oP$ undeutl. Br. uneben bis muschl. $H = 7-7\frac{1}{2}$. $G = 2,95-3,02$. Fettartiger Ggl. Farblos, gelblichweiss und weingelb bis dunkelbraun. A.-E. = oP . D.-Br. negativ. In Dolomit von Danbury, Conn., in einem „granitischen“ Gestein bei Russell in New-York; auf einer Rauchquarzdruse im Gneiss von Piz Valatscha, einem Vorberge des Skopi in Graubünden.

Staurolith. $H_2Fe_2Al_{10}Si_4O_{26}$ (?). Rhomb.

$\times\times$ eingewachsen, mehr oder weniger nach der Verticalaxe gestreckt. Der Habitus wird entweder durch $m = \infty P (128^\circ 42')$



Fig. 369.

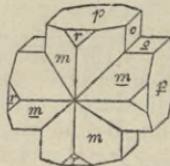


Fig. 370.

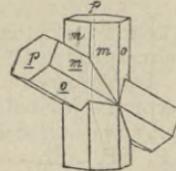


Fig. 371.

mit $P = oP$ oder durch $m, o = \infty P\infty$, P bedingt (Fig. 369). Dazu untergeordnet $r = P\infty (70^\circ 46')$ und sehr selten $\infty P\infty$. Zw. gewöhnlich: Durchkreuzungszw. nach $\frac{3}{2}P\infty$ (fast rechtwinklig, Fig. 370) und $\frac{3}{2}P\frac{3}{2}$ (fast unter 60° , Fig. 371); selten (Fannin Co, Geo) nach ∞P_3 .

$\# \infty P\infty$ deutl. Br. muschl. bis uneben und splittrig. $H = 7$ bis $7\frac{1}{2}$. $G = 3,34-3,77$. Ggl., auf dem Br. fettartig; durchschein. bis undurchs. Röhlich- bis schwärzlichbraun. Str. farblos. A.-E. $\infty P\infty$. 1 Mittellinie = c , positiv; pleochroitisch.

Zus. noch unsicher; umschliesst Quarz, daher SiO_2 zwischen 28—51% schwankend. — v. d. L. allein unsmelzbar, mit Borax und Phosphorsalz schwer schmelzend; von Säuren nicht angegriffen.

In Gneissen und Glimmerschiefern. Mit Cyanit (oft regelmässig verwachsen) im Paragonitschiefer von Monte Campione im Tessin, im Glimmerschiefer auf der Piora-Alp (Airolo) im Tessin. Passeyr und Sterzing in Tyrol, St. Radegund in Steiermark, Goldenstein in Mähren, Aschaffenburg in Bayern, Quimper in der Bretagne. Fannin Co in Georgia, Lose auf Seifen an der Sanarka, Gouv. Orenburg.

Xantholith aus Schottland, ein Ca- und Mg-haltiger, Nordmarkit ein an Mn-reicher Staurolith von Nordmarken in Schweden. Crucit (Crucilith) stellt sich kreuzende, mit einer ockerigen oder wachsartig schimmernden

Substanz erfüllte Eindrücke in einem südländischen Sandstein vor, die von zersetztem Staurolith herrühren dürften.

Dumortierit. $4 \text{Al}_2\text{O}_3, 3 \text{SiO}_2$. Rhomb. $\infty P = \text{nahe } 120^\circ$. In dünnen, faserigen oder strahligen Aggregaten. $H = 7$. $G = 3,3\text{--}3,4$. Schwacher seidenart. Gl.; durchs. Tief blau, blaugrau bis bräunlich. Auf Pegmatitgängen. Beunant bei Lyon, Wolfshau im Riesengebirge, Harlem in New-York, Clip in Arizona.

Zunyt. $\text{H}_{18}\text{Al}_{16}\text{Si}_6(\text{OF}_2\text{Cl}_2)_{45}$. Reg. tetraedr. $\times\times$ deutlich tetraedr. entwickelt. $\frac{0}{2}, -\frac{0}{2}, \infty 0\infty, \infty 0$. $\# 0$ $H = 7$. $G = 2,875$. Ggl., durchs. Wasserhell, weiss, graulichweiss, öfters mit eingelagerten Körnern von schwarzem Titaneisen. Zuñi-Mine in San Juan Co, Colorado.

Prismatin. $\text{MgAl}_2\text{SiO}_6(?)$. Rhomb. $\times\times$ lang prismatisch mit herrschendem ∞P . $\# \infty P$ ziemlich vollk. $H = 6\text{--}7$. $G = 3,34$. Geringer Ggl. Gelbbraun durchs., gewöhnlich oberflächlich oder durch die ganze Masse in lichtgrünliche Substanz, Kryptotil, umgewandelt. Im Granulit von Waldheim in Sachsen. — Die gleiche Zus. scheint Kornerupin zu haben. Rhomb. Sillimanitähnliche radial oder parallel gruppirte, dünnstänglige oder strahlige Aggregate. $\# \infty P$ ziemlich vollk. $H = 6\text{--}7$. $G = 3,273$. Ggl., weiss. Im Gneiss von Fiskernäs in Grönland.

Sapphirin. $5 \text{MgO}, 6 \text{Al}_2\text{O}_3, 2 \text{SiO}_2$. Monoklin. $\beta = 79^\circ 30'$. $\times\times$ tafelig nach $\infty P\infty$, gewöhnlich in platten Körnern. Br. uneben. $H = 7\frac{1}{2}$. $G = 3,46\text{--}3,49$. Ggl., durchschein. bis durchs. Hellblau, bläulich- oder grünlichgrau, zuweilen dunkelgrün. Theils mit Biotit, theils mit Bronzit verwachsen, in Nestern im Gneiss und Glimmerschiefer bei Fiskernäs an der Westküste Grönlands.

Tritomit. Silicat mit Thorat von Ce, La, Di, Y, Al, B, Ca, F. Br. muschl., sehr spröd. $H = 5\frac{1}{2}$. $G = 4,16\text{--}4,66$. Ggl., kantendurchschein. bis undurchs. Dunkelbraun, Str. gelblichbraun. Mit Mosandrit und Leukophan im Syenit von Lamö bei Brevig.

Cappelinit. Silicat von Ba, B und Y. Hexag. Dicksäulige $\times\times$ mit $\infty P, \frac{1}{3}P, P, oP$. Br. muschl. $H = 6\frac{1}{2}$. $G = 4,4$. Fettiger Ggl. Durchschein. bis halbdurchs. Grünlichbraun. In einem Syenitgang von Klein-Arö im Langesundfjord.

Melanocerit; ein Ta_2O_5 , P_2O_5 , CO_2 , B_2O_3 , F-, Zr O_2 -haltiges Silicat von Ce, Di, La, Y, Ca. Rhomboedr. Nach oR tafelige $\times\times$ mit rhomboedr. Habitus. Br. muschl. $H = 5\text{--}6$. $G = 4,129$. Fettiger Ggl. Braunschwarz bis schwarz, im Dünnschliff hellgelb durchs. Str. hellbraun. Syenitgänge von Kjeö im Langesundfjord.

Datolith-Gadolinit-Gruppe.

Isomorph, monoklin.

Datolith. $\text{H}_2\text{Ca}_2\text{B}_2\text{Si}_2\text{O}_{10}$. Monoklin. $\beta = 90^\circ 9'$.

$\times\times$ aufgewachsen, zu Drusen verbunden, flächenreich, gewöhnlich kurzsäulig nach der Vertical- oder auch Klinoaxe gestreckt, seltener dicktafelig. $g = \infty P (115^\circ 22')$, $f = \infty P\bar{2} (76^\circ 38')$, $a = -P\infty$, $b = oP$, $c = -P\bar{2}$, $d = 2P\infty$, $e = P$, $s = \infty P\infty$. — Derb, in körnigen Aggregaten; dichte, sehr feinfaserige Aggregate, welche traubige und nierige Ueberzüge auf Calcit von Arendal bilden, heissen Botryolith.

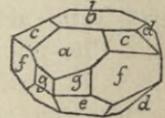


Fig. 372.

Br. unvollk., muschl. $H = 5\text{--}5\frac{1}{2}$. $G = 2,9\text{--}3$. Ggl., im Br. fettartig, durchs. bis durchschein. Farblos, weiss, grünlich, gelblich, selten röthlich oder schwach violett. A.-E. = $\infty P\infty$, 1 M.-L. negativ, fast $\perp oP$, im spitzen Winkel $a\check{c}$; 2 V. (roth) = $74\text{--}75^\circ$.

37,50 SiO₂, 21,88 B₂O₃, 35 CaO, 5,62 H₂O. — Färbt die Löthrohrflamme grün und schmilzt zur klaren Perle; mit Salzsäure gelatinirend.

Vork. analog den Zeolithen, auf Klüften basischer Eruptivgesteine; seltener auf granitischen Gängen und gewissen Magnetisenerlagerstätten. Zu Andreasberg auf Klüften des Diabases wie auch auf Klüften im Thonschiefer in der Nachbarschaft der Erzgänge; in Melaphyrböcken der Seisseralp und in Chalcedonmandeln von Theiss bei Klausen in Tyrol; im Serpentin zu Toggiana in Modena; auf der Magnetlagerstätte von Arendal und Utö, im Diorit von Bergen-Hill, New-Jersey; neben gediegenem Kupfer im „Melaphyr“ am Lake Superior.

Haytorit, Pseudomorphosen von Hornstein nach Datolith. Hay Tor in Devonshire.

Euklas. H₂Be₂Al₂Si₂O₁₀. Monoklin. $\beta = 91^\circ 42'$. Nur in $\times\times$, nach der Verticalaxe gestreckt, meist flächenreich durch zahlreiche Verticalprismen, die auch eine starke Verticalstreifung zu Stande bringen. $\# \infty P \infty$ sehr vollk. Br. kleinsmuschl. $H = 7\frac{1}{2}$. $G = 3,09-3,11$. Starker Ggl., zumeist durchs. Farblos oder hellgrün, ins Bläuliche und Gelbliche, seltener blau und smaragdgrün. v. d. L. unter Aufglühen weisse Schmelze, löst sich in Borax und Phosphorsalz; von Säuren nicht angegriffen. Sehr selten. In losen $\times\times$ und eingewachsen im Chloritschiefer von Boa Vista im Distr. Villa Rica in Brasilien, lose auf Goldseifen am Flusse Sanarka im Ural, auf Periklin aufgewachsen aus den Tauern. Edelstein!

Gadolinit. Fe₂Be₂Y₂Si₂O₁₀. Monoklin. $\beta = 90^\circ 33'$. $\times\times$ selten, eingewachsen, unvollk. ausgebildet und oberflächlich meist matt; gewöhnlich in der Richtung der Verticalaxe prismatisch. ∞P , oP , $P \infty$, $\frac{1}{2}P \infty$, $-P$, P . Derb und eingesprengt. Br. muschl. oder splittrig. $H = 6\frac{1}{2}$. $G = 4-4,5$. Auf frischem Br. fettiger Ggl. Undurchs., höchstens kantendurchschein. mit grüner bis brauner Farbe. Pech- bis rabenschwarz. Str. grünlichgrau. Im polar. Licht erweist sich G., vielleicht in Folge von Umwandlung, öfters mit isotroper Gadolinitsubstanz gemischt oder ganz isotrop. Verglimmt in eigenthümlicher Weise v. d. L., ohne zu schmelzen. Von Salzsäure unter Gallertbildung zersetzt. In Granit und granitischen Gängen eingewachsen. Hitterö in Norwegen, in der Nähe von Fahlun bei Finbo, Ytterby etc. Schreiberhau im Riesengebirge, Radauthal im Harz.

Homilit. FeCa₂B₂Si₅O₁₀. Monoklin. $\beta = 90^\circ 22'$. $\times\times$ gewöhnlich mit oktaedr. Habitus durch ∞P und $\frac{1}{2}P \infty$, daneben oP und $\infty P \infty$. Br. unvollk. muschl. $H = 5\frac{1}{2}$. $G = 3,28$. Schwacher fettiger Ggl., undurchs., in dünnen Splintern durchschein. Schwarzbraun bis schwarz. Str. graulichweiss. Eingesprengt in Körnern und Blättchen mit Melinophan und Erdmannit im Nephelinsyenit von Stockö bei Brevig. —

Erdmannit (Michaelsonit), ein noch ungenügend bekanntes, dem Homilit wahrscheinlich nahe stehendes Mineral, eingesprengt in dunkelbraunen, ggl. Körnern und Blättchen. Stockö bei Brevig.

Turmalin-Gruppe.

Turmalin. Schörl. Rhomboedr. hemimorph.

Die zuweilen recht grossen $\times\times$ finden sich ein- oder aufgewachsen, sind gewöhnlich lang gestreckt, seltener kurz säulig; öfters gebogen, geknickt, zerbrochen. $l = \infty R$ (in Folge der Hemim. 3-seitig), $s = \infty P_2$ (kann der Hemim. nicht unterliegen, daher 6-seitig, öfters vorherrschend), $P = R$ ($133^\circ 10-20'$), $n = -\frac{1}{2}R$, $o = -_2R$, $k = oR$; ferner $z = -R$, $r = _4R$, $\frac{1}{4}R$, $h = \infty P^{5/4}$ (6-seitig), $x =$

— $\frac{1}{2}R_3$, $u = R_5$ (charakteristisch für die braunen $\times\times$ von Gouverneur). Hemimorphie zeigt sich ausser in der Ausbildung von ∞R als trigonales Prisma, welches den charakter. 3 seitigen Querschnitt der $\times\times$ bedingt, wenn auch weniger häufig in der ungleichen Begrenzung der $\times\times$: an dem einen Ende herrscht wohl ${}_2R$, während am anderen R , $-\frac{1}{2}R$ oder $-\frac{1}{2}R$, oR vorwalten. Die Prismenflächen sind meist vertical gestreift, was zu einer cylindrischen Rundung der Prismen führen kann. — Zw. fehlen mit Ausnahme eines einmal beobachteten Ergänzungszw. — Derb in parallelen, auch divergent strahligen Aggregaten (sogen. Turmalinsonnen).

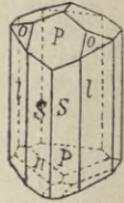


Fig. 373.

Keine $\#$. Br. uneben bis unvollk. muschl. Spröd. $H = 7-7\frac{1}{2}$. $G = 3-3,2$. Ggl., auf dem Br. stumpf. Durchs. in verschiedenem Grade bis undurchs. Ohne Charakterfarbe, auch farblos; namentlich schwarz, braun, blau, grün, roth, zuweilen verschieden gefärbte Schichten an einem $\times\times$ (z. B. am sogen. Mohrenkopf). Die starke D.-Br. negativ; für roth im Mittel $\omega = 1,64$, $\epsilon = 1,623$. Pleochroismus sehr stark bis zur völligen Absorption des ordentlichen Strahles (cfr. S. 107); Axenbild zuweilen gestört. Pyroelektrisch (cfr. S. 140).

Chemische Constitution noch nicht sicher erkannt. Die T. bestehen aus isomorph. Mischungen mehrerer, nicht gleichatomiger Al-haltiger Boro-Silicate, von welchen die wichtigsten den nachstehenden Formeln ungefähr entsprechen:

Li-Turmalin. $4 H_2O$, $2 (Na_2Li_2)O$, $8 Al_2O_3$, $3 B_2O_3$, $12 SiO_2$,

Mg-Turmalin. $3 H_2O$, $12 MgO$, $5 Al_2O_3$, $3 B_2O_3$, $12 SiO_2$,

Fe-Turmalin. $3 H_2O$, $12 FeO$, $5 Al_2O_3$, $3 B_2O_3$, $12 SiO_2$.

In isom. Mischung erscheinen dann ferner noch K, Ca, Mn, Cr, F. — v. d. L. gelbe oder röthliche Flammenfärbung; im Uebrigen das Löthrohrverhalten verschieden. Das Pulver wird erst nach dem Glühen von heissen concentrirten Säuren zersetzt.

Weitverbreitet; neben Quarz und häufig neben Zinnstein sowohl als Gemengtheil wie auf Drusenräumen, namentlich in den peripherischen Theilen von Granitstöcken, in deren greisenartigen Abänderungen, auf granitischen (sogen. Pegmatit-) Gängen und in granitischen Contactzonen (Turmalinhornfels); ferner in Gneissen und Granuliten, im Dolomit von Campo longo am St.-Gotthard und im Binnenthal, vereinzelt auf einigen Kupfererzergängen (Tamaya in Chile) und Magnetitlagerstätten wie Arendal, sehr selten in Ergussgesteinen. Auf zweiter Lagerstätte lose in Seifen und als mikrosk. Gemengtheil einiger Sedimentgesteine.

Eine Trennung der einzelnen Turmaline auf chemischer Grundlage ist zur Zeit nicht durchführbar; die nachstehend aufgeführten Namen bezeichnen im Wesentlichen nichts anderes als Farbvarietäten:

Achroit, farblos. Elba. — Rubellit, Siberit, Apyrit, Daourit beziehen sich auf rothe T. von Schaitansk und Mursinsk im Ural; dahin noch $\times\times$ von San Pietro auf Elba, Penig in Sachsen, Chesterfield, Mass., Paris in Maine; ferner die im Lepidolith von Rozena in Mähren vorkommenden strahligen und körnigen Varietäten. — Indigolith (Indicolith), blaue T. von Utö, ferner

von Mursinsk, von Goshen, Mass. — Grüner T. von Penig, Schüttenhofen in Böhmen, auf Elba, Paris in Maine, Chesterfield, Mass. Im Dolomit von Campo longo etc. Tief grün sind auch die Chromturmaline des Urals. — Dravit umfasst braune bis grünliche und braunschwarze, sehr Mg-reiche T. von Unterdrauburg in Kärnten; dahin auch die gelbbraunen, durch R_5 begrenzten $\times\times$ von Gouverneur in New-York, die braunschwarzen $\times\times$ von Eibenstock in Sachsen, aus dem Zillerthal, von Texas, Pa. — Schörl (schwarzer T.) umfasst die zahlreichsten Vork., schöne $\times\times$ aus den Granitgängen am Sonnenberg bei Andreasberg, Bodenmais und Hörlberg in Bayern, Johannegeorgenstadt in Sachsen, Pierpoint in New-York etc.

Zeuxit, feine nadelige Turmalin- $\times\times$ von Redruth in Cornwall. — Taltalit, Gemenge von Turmalin mit Kupfersulfiden von Taltal in Chile.

T. wird nicht selten in Muscovit, Pinit, Steatit und Chlorit umgewandelt. Durchsichtige, schön gefärbte Var., wie sie auf Ceylon, Madagascar, Villa Rica in Brasilien vorkommen, finden als Schmucksteine Verwendung. Aehnliche Mineralien: Epidot, Augit, Akmit, Hornblende, Lievrit, Smaragd.

Axinit. $H(CaFeMn)_3Al_2BSi_4O_{16}$ (nach RAMELSBERG). Triklin.

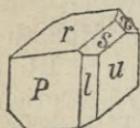


Fig. 374.

$\times\times$ aufgewachsen, einzeln oder zu Drusen verbunden, etwas tafelig und an den Kanten gewöhnlich schneidig scharf. $P = \infty P$, $u = \infty P'$, $r = P$, $x = P'$, $s = 2P'\infty$, $l = \infty P\infty$, $v = \infty P\infty^1$). — $P^v u = 135^\circ 31'$, $P^v r = 134^\circ 45'$, $r^v u = 115^\circ 38'$, $r^v s = 143^\circ 35'$. Die Prismenflächen P und u sind vertical, r ist $\parallel [Pr]$ gestreift. — Derb in schaligen und breitstängligen Aggregaten; öfters von Chlorit durchwachsen.

$\infty P\infty$ deutlich, nach anderen Flächen undeutl. Br. muschl. Spröd. $H = 6\frac{1}{2}$ —7. $G = 3,3$. Starker Glgl., durchs. bis durchschein. Nelkenbraun ins Graue und Violette, rauchgrau, pflaumenblau. Ausgezeichnet pleochroitisch; A.-E. ungefähr \perp auf P' , gegen $[x r]$ um $24^\circ 40'$, gegen $[x P]$ um 40° geneigt. Pyroelektrisch. Schmilzt v. d. L. leicht zu dunkelgrüner Perle; wird nach dem Schmelzen von Salzsäure zersetzt.

Auf Klüften in krystallinen, namentlich Hornblende-Schiefern, wie zu Bourg d'Oisans, Baréges in den Pyrenäen, Skopi in der Schweiz, Poloma in Ungarn; auf Gangtrümmern im Diabas, wie am Harz (Treseburg, Wormke, Andreasberg), am Monzoni und bei Botallak in Cornwall, in Drusen von Granit zu Striegau und Baveno, auf manchen Erzlagerstätten wie zu Thum und Schwarzenberg in Sachsen, Kongsberg, Nordmarken bei Filipstad, Dannemora, Chile.

Zoisit-Epidot-Gruppe.

Dimorph, rhombisch (Zoisit), monoklin (Epidot, Piemontit, Orthit).

Zoisit. $H_2Ca_4Al_6Si_6O_{26}$. Rhomb.

$\times\times$ eingewachsen, nach der Verticalaxe gestreckt, öfters gekrümmt und geknickt. ∞P ($116^\circ 26'$), längsgestreift, $\infty P\infty$ häufig quergestreift, $2P\infty$. Endflächen selten. — Gewöhnlich in späthigen, stängligen bis faserigen Aggregaten.

$\infty P\infty$ sehr vollk. Br. uneben. $H = 6$. $G = 3,25$ —3,36.

¹⁾ Von verschiedenen Autoren ist Axinit in der verschiedensten Weise aufgestellt. Hier ist die Naumann'sche Aufstellung angenommen.

Fast immer trüb und undurchs. Ggl., auf $\infty P \infty$ Plmgl. Aschgrau, gelblich und grünlichgrau, selten grün und bräunlich. Rosenrother Z., wie die Vorkommnisse von Souland in Telemarken und anderswo werden als Thulit bezeichnet. A.-E. veränderlich, gewöhnlich $\infty P \infty$, sonst oP. 1 M.-L. positiv, a. D.-Br. schwach.

Etwas Al_2O_3 wird durch Fe_2O_3 ersetzt. Schmilzt v. d. L. unter Aufblähen zu durchs. Perle; geglüht von Salzsäure völlig zersetzt.

In krystallinischen, namentlich hornblendeführenden Schieferen wie Amphiboliten und Eklogiten, selten im Granit, vereinzelt auf gewissen Eisen- und Kupfererzlagerstätten. Weissenstein und Gefrees im Fichtelgebirge, Marschendorf in Mähren, Saualpe in Kärnten, Rauris in Salzburg, Sterzing und Passeyr in Tyrol. Traversella (hier Thulit). Kleppa im Kirchspiel Souland in Telemarken und Lexviken bei Drontheim (Thulit). Auf der Eisengrube Klodeberg bei Arendal und den Kupfergruben von Ducktown in Tennessee.

Ein grosser Theil Saussurit, d. h. durch Umwandlung porzellanartig gewordenen Plagioklases in den Gabbros ist nichts anderes als mikrokrystalliner Zoisit (cfr. auch Skapolith).

Epidot. Pistazit. $H_2Ca_4(AlFe)_6Si_6O_{26}$. Monoklin. $\beta = 115^\circ 24'$.

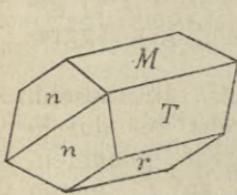


Fig. 375.

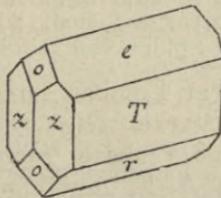


Fig. 376.

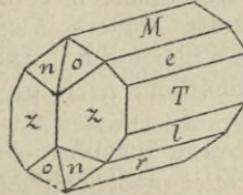


Fig. 377.

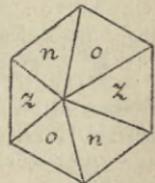


Fig. 378.

XX (besonders schön aus dem Sulzbachthal), zu Drusen vereinigt, sehr flächenreich (über 200 Formen), fast stets in der Richtung der Orthoaxe stark, selbst nadelförmig verlängert; abweichend ausgebildet durch Unterdrückung der Flächen aus der b-Zone ist der sog. Bucklandit von Achmatowsk (Fig. 378). $T = \infty P \infty$, $M = oP$, $n = P$ ($109^\circ 35'$), $r = P \infty$ ($M^v r = 116^\circ 18'$), $z = \infty P$ (109°), $i = \frac{1}{2} P \infty$, $l = \frac{1}{2} P \infty$. Durch das Auftreten vieler Flächen aus der Zone der Orthoaxe erscheinen die XX quer gestreift. Zw. nach $\infty P \infty$ häufig, öfters mit lamellarer Wiederholung; selten Zw. nach oP. — Strahlige, spiessige, zu Bündeln oder Büscheln gruppirte Aggregate; derb in strahligen bis dichten Massen; als Anflug.

oP sehr vollk., $\infty P \infty$ etwas weniger vollk. Br. muschl., uneben, splittrig. H = 6–7. G = 3,32–3,49. Ggl., selten durchs., durchschein. bis undurchs. XX gewöhnlich dunkelgrün: braungrün und schwärzlichgrün; Aggregate heller: pistazgrün, gelbgrün, selten (Zillertal) roth. Str. grau. A.-E. = $\infty P \infty$. D.-Br. stark, negativ. Starker Pleochroismus, analog dem Turmalin.

Schmilzt unter Aufblähen zu einer magnet. Schlacke; wird nach dem Glühen durch Salzsäure vollständig zersetzt.

Weit verbreitet. Auf Klüften und Drusen von Silicatgesteinen, auf metamorphischen Magneteisenlagerstätten, als häufiges Umwandlungs-

product von Feldspath, Hornblende, Granat, Skapolith etc., im Epidosit gesteinsbildend. Auf Klüften eines Epidotschiefers an der Knappenwand im Untersulzbachthal im Pinzgau. — Zillerthal. Zermatt in Wallis, Fassathal, Dauphiné, Elba. Auf Drusen des Granits von Striegau, Hirschberg und am Harz. Ural, Ilmengebirge; Nordamerika mehrorts. Neben Magnetit bei Arendal, Schmiedeberg in Schlesien, Breitenbrunn, Berggieshübel und Schwarzenberg in Sachsen, Traversella. Neben Kupfererzen am Lake Superior. — Lose in sandigen Körnern (sog. Scorza) in den Goldseifen von Muska, Siebenbürgen.

Delphinit, Oisanit, Arendalit, Akanthikon, Thallit, Achmatit, Puschkinit, Escherit sind theils ältere Namen, theils Varietätenbezeichnungen. Withamit, rother Epidot von Glencoe in Schottland. — Pikro-Epidot, ein Mg-Epidot, kleine weisse oder schwach gelbliche durchscheinende $\times\times$. Baikalsee. — Zum Epidot gehört auch wahrscheinlich der hellgraue Beustit, Contactmineral von Predazzo. Aehnliche Mineralien: Turmalin.

Piemontit (Mangan-Epidot). $H_2Ca_4(AlMn)_6Si_6O_{26}$ mit 14–19 Mn_2O_3 . Monoklin. $\beta = 115^\circ 21'$. $\times\times$ undeutlich, krystallinische langstrahlige Aggregate. $\#$ oP vollk., weniger nach $\infty P\infty$. $H = 6\frac{1}{2}$. $G = 3,4$. Glg. Wenig durchs. Röthlichschwarz, braunroth bis kirschroth. Str. kirschroth. — v. d. L. ziemlich leicht schmelzbar, färbt die Boraxperle amethystfarben; nach dem Glühen von Salzsäure zersetzt. St.-Marcel in Piemont; Insel Groix, Bretagne. Insel Shikoku, Japan. — Der Mangan-Epidot von Jakobsberg in Nordmarken enthält nicht Mn_2O_3 , sondern ca. 2–5 Mn O.

Orthit (Älanit). $H_2(CaFe)_3(AlCe)_6Si_6O_{26}$. Durch Verwitterung und Wasseraufnahme nicht unwesentliche Abweichungen von der Formel; enthält auch Di, La, Y, Mg. Monoklin. $\beta = 115^\circ$. $\times\times$ selten, tafelig nach $\infty P\infty$ und quer verlängert. Gewöhnlich derb und eingesprengt in dichten, körnigen, z. Th. auch stängligen Aggregaten. Zw. nach $\infty P\infty$, seltener nach oP. $\#$ oP und $\infty P\infty$ selten wahrnehmbar. Br. muschl. bis uneben. $H = 5\frac{1}{2}$ –6. $G = 3$ –4. Fettartiger, z. Th. halbmetallischer Glg. Undurchs., in dünnen Splintern etwas durchschein. Pechschwarz ins Braune und Graue, öfters mit rostbrauner Verwitterungsrinde. Str. grünlichgrau oder braun. Im polarisirten Licht erweist sich O. z. Th. isotrop. — Schmilzt v. d. L. unter Aufschäumen zu schwarzem magnet. Gl., wobei zuweilen ein Verglimmen eintritt. Nur ein Theil der Orthite wird auch vor dem Glühen durch Salzsäure zersetzt. Eingewachsen in Graniten und granitischen Ganggesteinen, in Syenit, Diorit und Gneissen, wesentlich im Tonalit des Adamello; selten in den Auswürflingen des Laacher Sees. Auerbach an der Bergstrasse, Granitgänge von Weinheim, im Syenit des Plauenschen Grundes, im Granit von Striegau, in den Pegmatitgängen von Schreiberhau. Auf der Magnetitlagerstätte am schwarzen Krux bei Schmiedefeld. Vieltorts auf granitischen Gängen in Norwegen (Hitterö, Arendal, Kragerö, Snarum), Schweden (Umgegend von Stockholm und Fahlun) und Finnland. Ural, Ilmengebirge, Grönland, Canada und atlantische Staaten Nord-Amerikas.

Bevor ihre Natur als Orthit erkannt wurde, sind manche Vorkommnisse mit besonderem Namen belegt: Cerin = O. von Bastnäs bei Riddarhytha. — Pyroorthit = sehr wasserreicher O., ausgezeichnet durch Entzünden und Verglimmen v. d. L., von Korarfvet bei Fahlun, — Vasisit = unreiner O. von Rönsholm bei Stockholm. — Xanthorthit = gelber Orthit von Eriksberg bei Stockholm. — Uralorthit = O. von Miask. — Bagrationit = O. von Achmatovsk. — Bodenit und Muromontit = unreine O. von Boden, resp. Mauersberg bei Marienberg in Sachsen. — Bucklandit z. Th. = O. vom Laacher See und von Arendal.

Prennit. Kouphalit. $H_2Ca_2Al_2Si_3O_{12}$. Rhomb.

$\times\times$ meist tafelig nach oP, öfters gekrümmt und gewöhnlich

zu hahnenkammartigen und kugeligen Gruppen verbunden. $T = oP$, $m = \infty P$ ($99^\circ 48'$), $l = \infty P\infty$, $k = \infty P\infty$, $o = {}_3P\infty$, $r = P$. Nierenförmige, strahlige und faserige Aggregate.

oP deutlich. Br. uneben. $H = 6-7$. $G = 2,8-3,0$. Ggl., auf oP wohl Plm.-artig. Durchs. bis durchschein. Farblos oder weiss, gewöhnlich lichtgrün, gelblichgrün. A.-E. entweder $\infty P\infty$ oder seltener $\infty P\infty$, + M.-L. = c.

Schmilzt v. d. L. unter Aufblähen; erst bei hoher Temperatur bildet sich Wasser im Kölbchen. Von Säuren erst nach dem Glühen völlig zersetzt.

Wie im Habitus, so auch im Vorkommen an Zeolithe erinnernd, mit denen P. früher vereinigt wurde. Auf Klüften, Gangtrümmern, Drusen und Blasenräumen namentlich basischer Eruptivgesteine und krystalliner Schiefer (Diorit, Diabas, Gabbro, Melaphyr, Amphibolit etc.), seltener im Granit; öfters mit Epidot, zuweilen mit ged. Kupfer vergesellschaftet. Pseudomorphosen nach Analcim, Laumontit, Natrolith. Harzburg, Oberstein, Wermsdorf in Mähren, Sterzing und Fassathal in Tyrol, Bourg d'Oisans im Dauphiné, Baréges in den Pyrenäen, Schottland, Kongsberg, Aedelfors in Småland (sogen. Aedelit), Oberer See, Peru, Chile. Namaqualand.

Chlorastrolith vom Oberen See, in kleinen rundlichen Geschieben von bläulich grüner Färbung und radialfaseriger Structur ist unreiner Prehnit. — Gleiches gilt von dem in verschiedenen grün gebänderten derben Aggregaten auftretenden Zonochlorit von der Naepignon Bay im nördlichen Theil des Oberen Sees. — Uigit von Uig (Insel Skye) in weissen bis gelblichen Krusten mit Plmgl. und strahliger Structur dürfte ebenfalls Prehnit sein. — Dem Prehnit können ähnlich werden: Baryt, Aragonit, Wavellit, Stilbit, Heulandit.

Harstigit. $H_7(Ca Mn)_{12}Al_3Si_{10}O_{40}$. Rhomb. $\times\times$ säulig, mit olivähnlichem Habitus und herrschenden $\infty P\infty$, $P\infty$, ∞P . $H = 5-6$. $H = 3,05$. Farblos, hoher Ggl. Nach dem Glühen ist das Pulver in Salzsäure unter Chlor-Entwicklung löslich. Harstigsgrufva bei Pajsberg.

Howlith (Silicoborocalcit). $H_5Ca_2B_5SiO_{14}$. Rhomb. (?). Weiss, im Br. kreidartige Knöllchen von $\frac{1}{2}-1$ cm Grösse feinsten schuppiger oder faseriger Kryställchen. $H = 3-4$. $G = 2,55$. Besitzt unter allen Silicaten den höchsten Bor-Gehalt. Im Gyps oder Anhydrit von Brookville, Nova Scotia.

Karpholith (Strohstein). $H_4MnAl_2Si_2O_{10}$. Monoklin. Haarförmige oder fein nadelige, zu lockern Büscheln aggregirte oder verfilzte Kryställchen, die nach der Längsrichtung deutlich # sind. Seidengl., strohgelb. Von Säuren wenig angegriffen. Mit Quarz und Flussspath in Drusenräumen von Granit auf der Zinnerzlagstätte von Schlaggenwald; als parallelfaserige Aggregate eingewachsen in Quarzkauern metamorphosirter devonischer Schiefer bei Wippra; in Quarzgeschieben bei Meuville in den Ardennen.

Vesuvian. Idokras. Wiluit. Egeran. $[H_6(Ca Mg)_3(Al Fe)_2]_{11}Si_{15}O_{63}$. Tetrag.

$\times\times$ ausgezeichnet, kurz- und dicksäulig, selten pyramidal oder nadelförmig, zuweilen schalig gebaut. Die Winkel schwanken etwas, gleichwerthige können selbst am selben $\times\times$ verschieden sein. $d = \infty P$, $M = \infty P\infty$, $c = P$ (P.-K. = $129^\circ 21'$, M.-K. = $74^\circ 27'$), $P = oP$, daneben $o = P\infty$, ${}_3P$, ∞P_2 , ${}_3P_3$. — Derb, körnig (sogen. Kolophonit von Arendal, der z. Th. aber auch aus Granat besteht), öfters in parallel- und convergentstrahligen Aggregaten (sogen. Egeran).

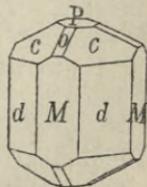


Fig. 379.

Br. uneben und splittrig. $H = 6\frac{1}{2}$. $G = 3,34-3,45$. Ggl., etwas fettig. Durchs. in verschiedenem Grade, gewöhnlich nur durchschein. Grün und braun in verschiedenen Tönen, öfters kolophoniumfarben, auch gelb (z. B. Xanthit von Amity in New-York), rothbraun, schwarzbraun, selten blau (sogen. Cyprin von Souland in Telemarken) und rosenroth. D.-Br. schwach, negativ; V. vom Wilui positiv. Zuweilen opt. anormal; etwas pleochroitisch.

Zus. und Formel noch nicht sicher; mancher V. enthält Alkalien, etwas MnO (Mangan-Idokras von Jordansmühl in Schlesien), TiO_2 (Deutsch Tschammendorf in Schlesien u. a.), F, auch B_2O_3 (im Wiluit), selbst PbO und SnO_2 . — v. d. L. unter Aufschäumen schmelzbar; durch Säuren erst nach dem Glühen vollständig zersetzt.

Ausgezeichnetes Contactmineral. Eingewachsen und aufgewachsen neben den gewöhnlichen Contactmineralien, wenn aufgewachsen oft neben Diopsid und Klinochlor. In den Kalkblöcken der Somma und am Albaner Gebirge; in den Contactkalken am Monzoni bei Predazzo, Auerbach an der Bergstrasse. Auf metamorphischen mit körnigem Kalk verbundenen Magnetitlagerstätten im Banat (Rezbanya, Cziklowa, Dognacska), Arendal u. a. O. In Serpentin von der Mussa-Alp im Alathal, Piemont. Auf Klüften in krystallinischen Schiefern mehrorts in den Alpen, Skandinavien und am Ural, z. B. Zermatt in Wallis, Pfitsch in Tyrol, Egg bei Christiansand, Eker bei Drammen, Arendal in Norwegen, Slatoust im Ural, an der Achtaragda, Nebenfluss des Wilui in Ostsibirien (der sogen. Wiluit). Der strahlige Egeran von Haslau bei Eger in Böhmen, von Göpfersgrün im Fichtelgebirge, Sandford in Maine u. a.

Zum V. dürfte auch der asbestartige Pilinit aus dem Granit von Striegau gehören.

V. wandelt sich um in Glimmer, Chlorit, Steatit, Fassait, Diopsid, Skapolit, auch in Granat. Aehnliche Mineralien: Granat, Zirkon, Zinnstein.

Granat-Gruppe.

Granat. Reg.

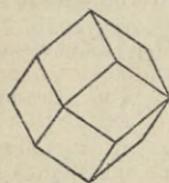


Fig. 380.

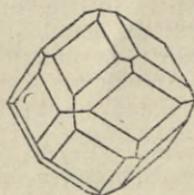


Fig. 381.

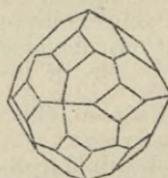


Fig. 382.

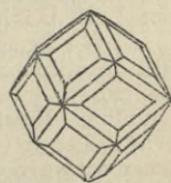


Fig. 383.

XX öfters einzeln ein- und aufgewachsen, manchmal aus Schalen aufgebaut; am häufigsten und charakteristisch ∞O , daneben nicht selten $2O_2$, weniger häufig oder selten $3O^{3/2}$, $4O^{4/3}$, $3/2O$, ∞O_2 ; zuweilen O und $\infty O\infty$. Auf ∞O manchmal Diagonalstreifung. Derbe, körnige oder dichte Massen; lose in Geröllen und im Sande.

∞ O fast stets sehr unvollk. Br. muschl. bis splittrig; spröd. $H = 6\frac{1}{2} - 7\frac{1}{2}$. $G = 3,4 - 4,3$. Durchs. bis undurchs. Ggl. bis Fgl. Farblos und in der verschiedensten, von der chem. Zus. abhängigen Weise gefärbt, namentlich braunroth. Br.-I. = 1,7—1,8. Gewöhnlich opt. anomal.

Chem. Zus. darstellbar durch $R_3^{\text{II}}R_2^{\text{VI}}\text{Si}_3\text{O}_{12}$, wo $R^{\text{II}} = \text{Ca, Mg, Fe, Mn}$ und $R^{\text{VI}} = \text{Al, Fe, Cr}$ ist. Wenn auch vielfach in den Granaten sowohl für R^{II} wie R^{VI} nur je ein Element eintritt, so sind doch die meisten isomorphe Mischungen mit mehreren Elementen für R^{II} und R^{VI} . — Löthrohrverhalten abhängig von der Zus., gewöhnlich nicht schwer, zu einem oft magnetischen Glas schmelzbar. Von Säuren unvollk. zersetzt, geschmolzen aber vollständig unter Abscheidung von Kieselgallert.

Häufiges Mineral in krystallinischen Schiefen (Glimmerschiefer, Granulit, Eklogit, Granatfels) und als Contactmineral neben Wollastonit, Kokkolith, Vesuvian. Seltener in Eruptivgesteinen, Granit, Quarzporphyr, Porphyrit, auf Spalten und Erzgängen. Der Granat liefert mancherlei Umwandlungsproducte, wie Chlorit, Glimmer, Epidot, Serpentin u. a.

Man unterscheidet:

1. Kalkthongranat. $\text{Ca}_3\text{Al}_2\text{Si}_3\text{O}_{12}$. Farblos, weiss, hellgrün (Grossular), hyacinthroth (Kaneelstein, Hessonit), bernsteinfarben. Auerbach, St.-Andreasberg, Jordansmühl (wasserhell), Dominsel von Breslau, Mussaalp im Alathal in Piemont (hier Hessonit in Begleitung von Diopsid und Klinochlor), Monzoni, Elba, Vesuv, am Wilui in Ostsibirien (Grossular), Ceylon. — Erlan, ein derbes feinkörniges und grünlichgraues Gemenge des Kalkthongranats mit Quarz, Feldspath etc., den Erlanfels bildend bei Schwarzenberg in Sachsen.

2. Magnesiathongranat (Pyrop. Schwarzer Granat z. Th.). $\text{Mg}_3\text{Al}_2\text{Si}_3\text{O}_{12}$. Alle enthalten auch mehr oder minder Ca und Fe, zumeist auch Cr. Mit Ausnahme des schwarzen Granats von Arendal von blutrother Farbe. Nicht in $\times \times$. v. d. L. schmelzbar. In einem jugendlichen Conglomerat von Serpentin u. a. Gesteinen zu Meronitz bei Bilin; in Diluvialsanden und -Geröllen bei Třebitz und Podsdlitz. Eingewachsen im Serpentin von Zöblitz und Greifendorf in Sachsen. In Diamantseifen Brasiliens und Afrikas. Die Pyropen aus dem Serpentin von Krems werden von einem 1 mm dicken faserigen, schwach doppelbrechenden, graubraunen, aber chemisch verschiedenen Mineral, Kelyphit, umhüllt, das vielleicht ein durch Verschmelzung von Granat in Berührung mit Olivin umgewandelter Granat ist.

3. Manganthongranat (Spessartin). $\text{Mn}_3\text{Al}_2\text{Si}_3\text{O}_{12}$. Mehr oder minder Beimischung von Fe. Gelb oder rothbraun. Hauptsächlich im Granit. Aschaffenburg im Spessart. Ilfeld (im Porphyrit). St.-Marcel. Elba. Broddbo bei Fahlun. Miask. Haddam, Conn.

4. Eisenthongranat (Almandin). $\text{Fe}_3\text{Al}_2\text{Si}_3\text{O}_{12}$. Roth, braun, seltener schwarz; die kolumbinrothen (d. h. blutroth mit Stich ins Blaue) Gr. heissen Almandin. Eingewachsen in krystallinen Schiefen, so im Riesengebirge, Erzgebirge, in den Geschieben Nord-Deutschlands. Fahlun. Vielorts in den Alpen, am Ural. Ein Theil enthält auch Y., danach Yttergranat z. Th.

5. Kalkeisengranat (Andradit, Aplom). $\text{Ca}_3\text{Fe}_2\text{Si}_3\text{O}_{12}$. Gewöhnlich braun oder braungrün, öfters schwarz (dann Ti-haltig: Melanit von Magnet Cove in Arkansas und der eisenschwarze Iwaarit von Iwaara in Finnland aus Elaolith), zuweilen hellgrün und durchs. Schmilzt zu schwarzer magnet. Kugel. In jüngeren Eruptivgesteinen, wie Phonolith, Nephelin- und Leucitbasalt; in krystallinen Schiefen und im Serpentin, als Contactmineral und auf manchen Magnetitlagerstätten. Kaiserstuhl, Eifel-Vulkane, Vesuv, Albaner Ge-

birge, Pfitsch- und Zillerthal. — Spitzenberg bei Altenau am Harz, Schwarzenberg und Breitenbrunn in Sachsen, Schmiedefeld im Thüringer Wald, Schmiedeburg im Riesengebirge. Moravicza und Dognacska im Banat, Arendal, Långbanshytta. Bei Sala in Schweden und Broken Hill in Australien in Bleiglanz eingewachsen; bei Pitkäranta mit Kupferkies. Ural etc. Zum Kalkeisengranat gehören: Topazolith, gelb, durchs. von der Mussa-Alp im Alathal, Demantoid, schön grüne lose Körner aus den Goldseifen von Bobrowka im Ural, Kolophonit, derbe, körnige Aggregate von kolophoniumbrauner oder schwarzer Farbe und Harzglanz. Arendal; ein grosser Theil desselben ist jedoch körniger Vesuvian. Allochroit, ein dichter, grünlicher oder gelblicher, Mn-haltiger Granat von Drammen und Feiringen in Norwegen. Rothoffit, gelbbraun, Mn-haltig von Långbanhytta. Polyadelphit, derb, braungelb von Franklin, New-Jersey. Hierher auch Yttergranat z. Th.

6. Kalkchromgranat (Chromgranat, Uwarowit). $\text{Ca}_3\text{Cr}_2\text{Si}_3\text{O}_{12}$. $\times\times$ dunkel smaragdgrün und glasglänzend; durch Verwitterung matt und schmutzgrün; öfters in Ueberzügen. Liefert v. d. L. grüne Boraxperle. Auf Klüften von derbem Chromeisenstein in der Nähe von Bissersk im nördl. Ural; aus den Chromeisengruben von Texas, Pa und New-Idria, Cal. In Ueberzügen von Jordansmühl in Schlesien, von Kyschtinsk im südl. Ural. —

Partschin. $(\text{MnFe})_3\text{Al}_2\text{Si}_3\text{O}_{12}$, demnach chemisch zur Granatgruppe gehörig, aber monoklin. $\beta = 127^\circ 44'$. Die seltenen $\times\times$ sind mattflächig und kantengerundet; ∞P , $\infty P\infty$ und oP herrschen vor; in losen Körnern. Br. unvollk. muschlig. $H = 6\frac{1}{2}$. $G = 4$. Schwacher Wachsglanz, trüb, gelblich bis röthlichbraun. Im goldführenden Diluvialsand von Olähpian in Siebenbürgen.

Cordierit-Gruppe.

Cordierit. Dichroit. Polychroit. Jolith. Peliom. Steinheilith. Harter Fahlnit. $\text{Mg}_2\text{Al}_4\text{Si}_5\text{O}_{18}$ oder $\text{Mg}_3\text{Al}_6\text{Si}_8\text{O}_{28}$. Rhomb.

$\times\times$ stets eingewachsen, gewöhnlich mattflächig mit gerundeten Kanten, kurz säulig mit hexag. Habitus. Die sechsseitigen Säulen werden durch ∞P ($119^\circ 10'$), $\infty P\infty$, die zwölfseitigen Säulen durch die hinzutretenden Flächen $\infty P\infty$, $\infty P\frac{3}{2}$ ($59^\circ 10'$) gebildet; an den Enden gewöhnlich nur oP oder untergeordnet $\frac{1}{2}P$ und $P\infty$. Durchkreuzungszw. nach ∞P selten. Zumeist in derben schaligen Körnern und Aggregaten und als Geschiebe.

$\infty P\infty$ deutlich, Absonderung nach oP . Br. muschl. bis uneben. $H = 7-8$. $G = 2,6$. Etwas fettiger Ggl. Durchs. bis durchschein. Grau und bräunlichblau, viohlblau, tiefblau; auch grünlich und gelblich. Starker Pleochroismus: violblau || c, gelblich || a, grau || b. A.-E. = $\infty P\infty$, negative 1 M.-L. = c. Axenw. schwankend. D.-Br. schwach.

V. d. L. nur an den Kanten schwierig schmelzbar; Säuren fast unwirksam.

Gemengtheil gewisser Gneisse und Granite, in den Auswürflingen des Laacher Sees; mikroskopisch in den Hornfelsen granitischer und dioritischer Contacthöfe. Als Geschiebe. Im Cordieritgneiss von Bodenmais im Fichtelgebirge, und bei Orijärvi in Finnland mit Magnetkies und Kupferkies; im sächsischen Granulitgebiete, bei Kragerö in Norwegen, Fahln, im Granit von Abo in Finnland, Haddam, Conn.; im Glimmersyenit von Cabo de Gata in Spanien (sogen. Jolith), als durchs. Geschiebe (Wasser- oder Luchssapphir) von Ceylon.

Cordierit wandelt sich leicht um durch Aufnahme von Wasser und Kali, Abgabe von SiO_2 und MgO . Als Endproduct scheint regelmässige Kaliglimmer

hervorzugehen. Die Zwischenstadien von sericitischer, talkiger und serpentinitartiger Beschaffenheit sind mit zahlreichen Namen belegt, darunter am wichtigsten Pinit, der jedoch auch aus anderen Silicaten, z. B. aus Turmalin hervorgeht. Sonst: Aspasolith, Kragerö; Auroolith, Åbo in Finnland, ebendaher Bonsorffit; Chlorophyllit, Unity in New-Hampshire; Esmarkit, Bräkke in Norwegen; Fahlunit, Fahlun; Gigantolith, Tammela in Finnland; Groppit, Gropptorp in Södermanland; Iberit, Montoval bei Toledo; Oosit, Oosthal in Baden; Peplolith, Ramsberg in Schweden; Pinit, ursprünglich im Granit des Pini-Stollens bei Schneeberg; Polychroolith, Kragerö; Prasiolith, Bräkke; Pyrrargillit, Helsingfors; Raunit, Raumo in Finnland; Triklasit und Weissit von Fahlun.

Dem Cordierit wird ähnlich Quarz und Elaeolith.

Sphenoklas. $(CaMgFeMn)_6Al_2Si_6O_{21}$. Nur derb, krystallinisch blättrig mit splittrigem Br. $H = 6$. $G = 3,2$. Kantendurchschein., schwachglänzend, blass graulichgelb. Lagenartig im körnigen Kalk neben Wollastonit von Gjellebäck in Norwegen.

Beryll. Smaragd. $Be_3Al_2Si_6O_{18}$. Hexag.

×× ein- und aufgewachsen, meist lang säulenförmig, selten tafelig; das Prisma vertical gerieft und oft cylindrisch gerundet. Häufigste Comb. $M = \infty P$, $m = oP$, $p = P$ ($p^v M = 119^\circ 57'$), daneben $s = {}_2P_2$, $u = {}_2P$, $k = {}_3P^{3/2}$, $n = \infty P_2$ etc. Keine Zw. — Stänglige Aggregate und lose als Geschiebe.

♯ oP vollk. Br. muschl. bis uneben; spröd. $H = 7\frac{1}{2}$ –8. $G = 2,67$ –2,76. Durchs. bis durchschein. Ggl. Wasserhell, verschieden grün, namentlich smaragd- und blaugrün gefärbt, auch gelb, blau, rosenroth. Pleochroitisch, D.-Br. schwach und negativ; durch Spannung optisch anomal.

V. d. L. nur an den Kanten schwer schmelzbar. Säuren unwirksam.

Eingewachsen in Glimmerschiefer, auf Klüften und Drusen im Granit; vereinzelt auf Gangtrümmern und Drusen im Thonschiefer und Kalkstein, lose auf Seifen.

Von den Varietäten umfasst Smaragd die in Folge eines Cr_2O_3 -Gehalts smaragdgrün gefärbten ××. Sehr werthvoller Edelstein. Im Glimmerschiefer an der Takowaja in einiger Entfernung von Katharinenburg; Tunka-Thal, Columbien auf Gängen im Thonschiefer; Muzo-Grube, Neu-Granada in schwarzem Kalkstein, Habachthal in Salzburg im Glimmerschiefer; Eidsvold am Mjösen-See in Norwegen; im Alterthum waren die Gruben von Zabarah bei Kosseir am Rothen Meer berühmt.

Aquamarin (Edler Beryll). ×× von gelber, meergrüner und blauer Farbe, durchs. Auf Drusen und Klüften im Granit. An der Takowaja, bei Mursinsk und Schaitansk im Ural, Aduntschilongebirge bei Nertschinsk; auf Elba; in den Mourne Mountains, Irland; lose in Brasilien.

Gemeiner Beryll. ×× zuweilen von ausserordentlicher Grösse, gewöhnlich nur ∞P , P ; an den Enden öfters verbrochen. Grün, gelblichweiss; trübe bis durchschein. Auf Klüften und Drusen von Granit und eingewachsen; begleitet zuweilen den Zinnstein wie zu Schlaggenwald, St.-Michaels-Mt. in Cornwall. — Wiesel und Tirschenreuth im Fichtelgebirge; Ehrenfriedersdorf in Sachsen; Langenbielau in Schlesien; Marschendorf in Mähren; Limoges und Chanteloube; Elba; Irland und Schottland; Finbo bei Fahlun; Goshen, Mass.; Ackworth und Grafton im New-Hampshire, hier ×× bis zu 1500 kg. Beryll geht durch Verwitterung in Muscovit und Kaolin über. Aehnliche Mineralien: Grüner Turmalin, Apatit.

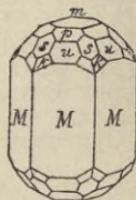


Fig. 384.

Olivingruppe.

Olivin. Peridot. Rhomb.

XX nicht häufig, eingewachsen oder lose, meist klein, mit prismatischem oder (nach $\infty P\infty$, das gewöhnlich vertical gestreift ist) dicktafeligem Habitus. Flächenreich, namentlich der meteorische O.; gewöhnliche Formen: $n = \infty P$ ($130^\circ 2'$), $s = \infty P\frac{1}{2}$, $M = \infty P\infty$, $T = \infty P\infty$, $P = oP$, $d = P\infty$ ($76^\circ 54'$), $h = P\infty$ ($119^\circ 12'$), $k = {}_2P\infty$ ($80^\circ 53'$), $e = P$ (P-K = $85^\circ 16'$ u. $139^\circ 54'$, M-K = $108^\circ 30'{}^1$). Gewöhnlichste Comb. am gemeinen Olivin $n s T k d e$ mit vorwaltendem k . Zw. nach $P\infty$ selten und fast nur an mikrosk. XX vorhanden. Eingesprengt und lose, in Körnern und körnigen Aggregaten.

$\infty P\infty$ vollk., $\infty P\infty$ unvollk. Br. muschl. Spröd. H = $6\frac{1}{2}$ bis 7. G = 3. Ggl., durchs. bis durchschein. Olivengrün, spargelgrün, gelblich, braun, roth, grau oder farblos. D.-Br. pos., opt. Axen ($87^\circ 46'$) liegen in oP , 1 M.-L. = a.

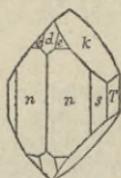


Fig. 385.

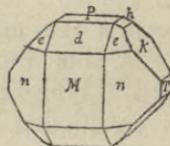


Fig. 386.

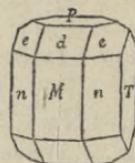


Fig. 387.

Isomorphe Mischung mehrerer normaler Orthosilicate (Singulosilicate), im gem. O. von Mg_2SiO_4 und Fe_2SiO_4 , in anderen O. (Aufzählung s. unten) mischen sich ausserdem Ca_2SiO_4 , Mn_2SiO_4 , Zn_2SiO_4 . Ferner findet sich zuweilen etwas Ni, und ein Theil SiO_2 kann durch TiO_2 vertreten werden. — Nur die sehr Fe-reichen O. sind v. d. L. schmelzbar; je eisenreicher, um so leichter von Salzsäure zersetzbar.

Als Gemengtheil basischer, sowohl älterer wie jüngerer Eruptivgesteine neben Augit: im Diabas, Gabbro, Melaphyr, Basalt, Pikrit, Lherzolith, Dunit; in Form nuss- bis faustgrosser körniger Einschlüsse im Basalt, in vulkanischen Auswürflingen, auf gewissen Eisenerzlagerstätten, in Talkschiefer und in Meteoriten. Lose in vulkanischen Aschen und in Seifen. In künstlichen Schlacken.

Als besondere Glieder der Olivin-Gruppe lassen sich unterscheiden:

Forsterit Mg_2SiO_4 mit etwas FeO (bis 5%). Kleine aufgewachsene XX und eingewachsen in Körnern. Farblos, weiss, gelblich, grünlich, grau. In Somma-Auswürflingen mit Spinell und Augit, in bläulichem Kalkspath der Nikolaje-Maximilian-Grube im District Slatoust, im gelben Serpentin von Snarum. Hierher Baltonit, gelblichgrüne und bläulichgraue Körner im Kalkstein und Dolomit von Bolton, Mass. und wahrscheinlich auch die Serpentin-Pseudomorphosen von Snarum.

¹⁾ Die vorstehend aufgeführten Winkel beziehen sich auf den gemeinen Olivin $(Mg Fe)_2SiO_4$.

Monticellit ($\text{Mg Ca}_2\text{SiO}_4$). $\text{Mg}:\text{Ca} = 1:1$. Kleine $\times\times$. Farblos, weiss und gelblichweiss. $\#$ nicht beobachtet. v. d. L. nur an den Kanten schmelzend. In Kalkblöcken der Somma und im körnigen Kalk am Monzoni. Batrachit vom Monzoni ist derber, meist verwitterter M.

Olivin (Peridot). $(\text{Mg Fe})_2\text{SiO}_4$ mit 5–25% FeO und 37–52% MgO. Gelblichgrün, angewittert gelbbraun, auch roth und zuweilen metallisch schimmernd. v. d. L. schwer oder, wenn Fe-arm, gar nicht schmelzbar; die Fe-reicheren werden leichter durch Salzsäure zersetzt. Der weitaus verbreitetste O., gegen den alle übrigen Glieder selten sind. $\times\times$ im Basalt des böhmischen Mittelgebirges bei Kostenblatt und Bilinka, im Pikrit von Neutitschein in Mähren, in Lava von Forstberg bei Mayen in der Eifel und sehr flächenreich in den Höhlungen des Pallas-Eisens, d. h. des im Jahre 1749 im Gouv. Jenisseisk gefundenen Meteor Eisens, sowie in einigen anderen Meteoriten. Derb weit verbreitet, namentlich in Basalten. Lose Bomben vom Dreiser Weiher bei Daun in der Eifel. In schwedischen im Kalkstein liegenden Magnetitlagerstätten, z. B. Långban, Norrberg, Pajsberg, Persberg, Håkansboda. Häufiges Product in Eisenfrischschlacken. Hierher gehört auch Glinkit, der am Berge Itkul, Gouv. Perm, Talkschiefer durchtrümet; ferner Titanolivin mit 3 bis 6 TiO_2 , bräunlichroth; in Talkschiefer von Pfunders in Tyrol und am Findelengletscher bei Zermatt.

Als Fe-reichere Glieder schliessen sich an den gemeinen O.: Hyalosiderit mit 28–30 FeO, grüne, oberflächlich meist metallisch gelb schimmernde $\times\times$. Limburg bei Sasbach am Kaiserstuhl und Hortonolith mit 44 FeO, gelblichgrün bis grünlich- oder bräunlichschwarz neben Magnetit und Calcit von der O'Neil Mine, New-York.

Fayalit. Fe_2SiO_4 , theoretisch mit 70,57 FeO, regelmässig mit etwas MnO und MgO. Weingelb bis olivengrün, verwittert braunroth und metallisch schimmernd; öfters mit Magnetit vermengt und dann schwarz. Auf der Insel Fayal (Azoren; sehr wahrscheinlich nur eine künstliche Schlacke), lose und in Trümmern eines grobkörnigen Granits von Slievacarrach in den Mourne-Mountains, in rhyolithischen Lithophyssen im Yellowstone-National-Park; in Schlacken. Hierher dürfte auch der Neochrysolith A. Scacchi's aus Höhlungen einer Vesuvlava vom Jahre 1631 gehören, dessen Zus. versehentlich als $(\text{Ca Fe})_2\text{SiO}_4$ angegeben wurde.

Eisenkalkolivin $(\text{Ca Fe})_2\text{SiO}_4$. Bis jetzt nur als Hüttenproduct. Farblos bis licht bräunlich von Gässjö in Schweden, nelkenbraun von Easton, Pa.

Knebelit $(\text{Fe Mn})_2\text{SiO}_4$. Nur in Spaltstücken und breitstängligen, grauschwarzen Aggregaten. Ausser nach $\infty\text{P}\infty$ deutlich $\#$ nach ∞P . Geringer wachsartiger Ggl. v. d. L. schmelzbar. Ilmenau? Nierenförmige Einlagerungen auf den Magnetitlagerstätten von Dannemora, von Vester-Silberget in Dalarna. — Ein Knebelit mit vorwiegendem Fe-Gehalt von letzterer Lokalität und einigen anderen Punkten wird als Igelströmit oder Eisenknebelit bezeichnet. Zum Knebelit gehört auch der O. aus dem Olivin-Diallag-Gestein Eulysit von Tunaberg in Schweden.

Roepperit (Stirlingit). $(\text{Fe Mn Zn})_2\text{SiO}_4$ mit ca. 10 ZnO. Grosse $\times\times$, dicktafelig nach $\infty\text{P}\infty$. Dunkelgrün bis schwarz, meist aussen verwittert. Ausser nach $\infty\text{P}\infty$ vollk. $\#$ nach oP, undeutlich $\infty\text{P}\infty$. Stirling Hill.

Tephroit. Mn_2SiO_4 mit 70 MnO, regelmässig etwas MgO und FeO. $\times\times$ selten, meist in derben, nach 3 Richtungen $\#$ Aggregaten. Ggl. auf den Flächen, auf dem muschl. bis splittrigen Br. fettartig. Durchschein. bis durchs. Aschgrau, braun und roth. — v. d. L. schwer schmelzbar, von Salzsäure zersetzt. Franklin und Sparta in New-Jersey, Pajsberg, Långban. Künstlich. — Pikrotephroit heissen die Mg-reichen Tephroite. — Hydrotephroit bildet wasserhaltige, theilweise verwitterte hellrothe Aggregate bei Pajsberg. — Bementit. H_2MnSiO_4 . In leicht zerreiblichen sternförmig faserigen Aggregaten, blass graugelb, dem Karpholith ähnlich. $G = 2,981$. Franklin, New-Jersey. Ist wahrscheinlich auch nur ein Umwandlungsproduct von Tephroit.

Alle Olivine neigen, was sich unter dem Mikroskop im Einzelnen verfolgen lässt, sehr zur Verwitterung und Umwandlung, wobei gewöhnlich Serpentin, seltener Chlorophaeit, Delessit, Hornblende, Anthophyllit gebildet

werden. Dabei kann eine Anreicherung des Ni-Gehalts und selbst die Neubildung Ni-haltiger Magnesia-Silicate (Garnierit) stattfinden. Als Endproducte erscheinen Opal und Chalcodon (Chrysopal und Chrysopras), Bitterspath, Magnetit und Hämatit. Schöne Pseudomorphosen von Serpentin nach Olivin sind von Snarum in Norwegen und vom Rympfischwäng am Findelengletscher bei Zermatt bekannt. Eben solche Ps. aus dem Dolomit von Traversella sind Villarsit, solche von dunkelrother oder brauner Farbe aus schottischen Doleriten, Ferrit genannt.

Klare durchsichtige, meist auf Seifen (Orient, Brasilien) vorkommende Olivine finden unter dem Namen Chrysolith Verwendung zu Schmucksteinen.

Willemit-Gruppe.

Sind wie die Glieder der Olivin-Gruppe Bisilicate (Orthosilicate) und da im Troostit dieselben Basen enthalten sind wie in den Olivinen, so stehen Olivin- und Willemitgruppe im Verhältniss der Dimorphie. Die rhomboedr. Tetartoedrie dieser Gruppe konnte bisher nur beim Phenakit direct festgestellt werden.

Phenakit. Be_2SiO_4 . Hexag. rhomboedr. tetart. $\times\times$ bald mit rhomboedr., bald mit prismatischem oder pyramidalem Habitus; am häufigsten R, ∞P_2 oder ∞P_2 , $\frac{2}{3}P_2$, R, dazu oR, -R, $-\frac{1}{2}R$, $-2R$, $\infty P^{\frac{3}{4}}$, $\frac{4}{3}P_2$ u. a. Der Tetartoedrie entsprechend sind die dhexagonale Pyr. als Rhomboeder III. O. ausgebildet. Ergänzungszwillinge $\# \infty P_2$ wenig deutlich. Br. muschl. H = 7-8. G = 2,9-3. Ggl., durchs. bis durchschein. Farblos, gelblichweiss, weingelb, blass rosa. D.-Br. \perp . — v. d. L. unschmelzbar, mit Borax zu klarem Glase; Säuren unwirksam. — Auf den uralischen Smaragdgruben an der Tawkowaja mit Smaragd, Chrysoberyll, Apatit im braunen Glimmerschiefer; auf granitischen Gängen bei Miask im Ilmengebirge; mit Quarz in Brauneisen bei Framont in den Vogesen; Reckingen im Wallis, Cerro del Mercado bei Durango, Mexiko; Pike's Peak und Topaz Butte, Colorado. Künstlich darstellbar. Aehnlich: Quarz und Topas.

Willemit. Zn_2SiO_4 (73 Zn O). Hexag. rhomboedr. $\times\times$ gewöhnlich sehr klein, ∞P , $\frac{3}{4}R$, ausserdem wohl noch ∞P_2 , oR, $-\frac{1}{2}R$. Zw. nach $\frac{3}{5}P_2$, Verwachsungsebene senkrecht darauf. Derb, in dichten und feinkörnigen Aggregaten. $\#$ oR deutlich. Br. muschl. bis splittrig. H = $5\frac{1}{2}$. G = 4,02 bis 4,18. Fettiger Ggl., durchs. bis durchschein. Farblos, weiss, gelblich, braun, auch blau, selten schwarz. Im Glasrohr kein Wasser. Auf der Galmeilagerstätte von Altenberg bei Aachen und am Büsbacher Berg bei Stolberg; Musart in Grönland, Merrit Mine in New-Mexico. Im Ofenbruch und künstlich darstellbar.

Troostit. $(\text{ZnMn})_2\text{SiO}_4$ (60-69 Zn O, 3-13 Mn O). Hexag. rhomboedr. $\times\times$ z. Th. recht gross. ∞P_2 , R (116°), seltener $-\frac{1}{2}R$, $-\frac{3}{2}R$ und R_3 . Derb. $\# \infty P_2$ deutlich, R undeutlich. Br. uneben; spröd. H = 6. G = 3,89-4,29. Glasartiger Fgl., durchschein. Gelblich, spargelgrün, röthlichbraun. — v. d. L. unvollk. schmelzbar; von Säuren zersetzt Stirling und Franklin in New-Jersey.

Bertrandit. $\text{H}_2\text{Be}_4\text{Si}_2\text{O}_9$. Rhomb. hemim. Kleine nach ∞P tafelige, nach mehreren Richtungen spaltbare $\times\times$; H = ca. 6. G = 2,6. Ggl. oder Plmgl. Durchs. bis durchschein. Farblos, weiss, gelblich. In Pegmatiten der Umgegend von Nantes, La Villeder im Morbihan, Pisek in Böhmen, Mount Antero in Colorado, Stoneham in Maine.

Humit-Gruppe.

Humit incl. Chondrodit und Klinohumit. Die ursprünglich als Humit bezeichneten $\times\times$ vom Vesuv und der damit vereinigte Chondrodit von Pargas haben sich als 3 krystallographisch verschiedene Mineralien, nämlich Humit (= 1 Humittypus), rhombisch, Chondrodit (= 2 Humittypus), monoklin und Klinohumit (= 3 Humittypus), monoklin erwiesen, während in physikalischer und chemischer Hinsicht kaum Abweichungen bestehen und auch das Vorkommen ein gemeinsames ist. Sie erscheinen entweder in kleinen, flächenreichen $\times\times$ oder in rundlichen Körnern und

körnigen Aggregaten. Am häufigsten ist der Chondroit. $\#$ oP deutlich. Br. muschl. bis uneben. $H = 6-6\frac{1}{2}$. $G = 3,12-3,24$. Ggl. bis Harzgl. Durchs. bis undurchs. Farbe der $\times\times$ gelblichweiss, citrongelb, honiggelb, hyacinthroth, bräunlich (am Vesuv), auch dunkel granatroth (Brewster); Farbe der Körner und körnigen Aggregate entweder wie die der $\times\times$ oder auch olivengrün, apfelgrün, grau oder schwarz. Chem. Zus. $H_2(MgFe)_{19}Si_8O_{34}F_4$. — v. d. L. unschmelzbar; von Säuren zersetzt und mit Schwefelsäure Fluor-Reaction. In den Silicat- wie Kalk-Auswürflingen der Somma, namentlich aber in körnigen Urkalcken, wie bei Pargas in Finnland, Åker und Gullsjö in Schweden, zu Geppersdorf bei Strehlen, Boden bei Marienberg in Sachsen, Wunsiedel, Passau, Vogesen, Los Llanos de Juanar (Serrania de Ronda) in Andalusien, Achmatowsk, mehrorts in New-Jersey und New-York; zuweilen verknüpft mit Erzlagerern der archaischen Formation, so zu Kafveltorp bei Nya Kopparberg, Taberg in Wermland, Tilly-Foster Mine bei Brewster in New-York. — Geht zuweilen in Serpentin über.

Lievrit (Ilvait). $H_2Ca_2Fe_4Fe_2Si_4O_{18}$. Rhomb. $\times\times$ aufgewachsen, langsülig bis nadelig mit verticaler Streifung auf den Prismenflächen. $M = \infty P$ ($112^\circ 38'$), $P = P\infty$ ($112^\circ 49'$), $o = P$ ($P-K = 139^\circ 31'$ u. $117^\circ 27'$, $M-K = 77^\circ 12'$), $r = oP$, $s = \infty P\frac{1}{2}$. Derb, in strahligen, faserigen, seltener körnigen Aggregaten. $\# \infty P\infty$ und oP deutlich, wenig nach $\infty P\infty$, ∞P und $P\infty$. Br. unvollk. muschl. bis uneben. $H = 5\frac{1}{2}-6$. $G = 3,9-4,1$. Ggl., wenn ganz frisch; gewöhnlich halbmetallischer fettiger Gl. Undurchs., nur in sehr dünnen Schliften bräunlich durchschein. Schwarz ins Grünliche oder Bräunliche, öfters eine dünne ockergelbe Verwitterungsrinde. Str. schwärzlich. Schmilzt v. d. L. leicht zur magnet. Kugel; wird von Salzsäure zersetzt. In grünen augitischen Schiefen von Rio marina auf Elba. Campiglia in Toscana, Kupferberg in Schlesien, Herbornseelbach in Nassau, Kangerdluarsuk in Grönland.

Cerit (Cerinstein). $H_2(CeLaDi)_2SiO_5$. Formel unsicher, enthält ausserdem FeO und CaO . Rhomb. $\times\times$ sehr selten, derb in feinkörnigen, fast dichten Aggregaten. Br. uneben bis splittrig; spröd. $H = 5\frac{1}{2}$. $G = 4,9-5$. Schmutzig graubraun oder grauroth. Fettiger Gl., kantendurchschein. bis undurchs. — v. d. L. unschmelzbar, von Salzsäure zersetzt. Bastnäs bei Rid-darhyttan in Westmanland.

Kieselzink. Hemimorphit. Calamin. Galmei z. Th. Kieselgalmei. Kieselzinkspath. Zinkglas. $H_2Zn_2SiO_5$. Rhomb. hemim.



Fig. 388.

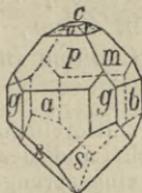


Fig. 389.

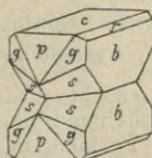


Fig. 390.

$\times\times$ gewöhnlich nur klein, aufgewachsen, meist tafelartig nach $\infty P\infty$ und hemimorph ausgebildet. $a = \infty P\infty$, $b = \infty P\infty$, $c = oP$, $g = \infty P$ ($103^\circ 50'$), $o = P\infty$ ($117^\circ 14'$), $r = P\infty$ ($128^\circ 55'$), $p = sP\infty$ ($57^\circ 20'$), $m = sP\infty$ ($69^\circ 48'$). Die Fläche $s = sP\frac{1}{2}$ ($P-K = 101^\circ 35'$ und $132^\circ 26'$) begrenzt regelmässig den unteren Pol, während der obere mannigfach ausgebildet sein kann. Ergänzungszw. nach oP (Fig. 390). $\times\times$ häufig fächerförmig aggregirt oder in kugeligen, nierigen, stalaktitischen Aggregaten von feinstänglicher oder faseriger Structur. Pseudomorphosen nach Calcit ($-\frac{1}{2}R$, Brilon), Fluorit, Pyromorphit, Bleiglanz.

∞P vollk., $P\infty$ etwas weniger. Br. muschl. bis uneben; spröd. $H = 5$. $G = 3,3-3,5$. Auf $\infty P\infty$ Plmgl., sonst hoher Ggl. Durchs. bis durchschein. Farblos, weiss, graulich oder gelblichweiss, grau, gelb, braun, grün. A.-E. = $\infty P\infty$. + M.-L. = c. Durch Erwärmen polar-elektrisch.

67,5 ZnO, 25 SiO₂, 7,5 H₂O. v. d. L. unschmelzbar; giebt im Kölbchen erst bei Rothgluth Wasser. In Salzsäure unter Abscheidung von SiO₂ löslich.

Vork. wie Zinkspath und an denselben Orten, nur nicht so reichlich. Altenberg bei Aachen, Iserlohn, Tarnowitz, Raibl und Bleiberg in Kärnten, Matlock in Derbyshire, Olkusz, Nertschinsk, Phonixville und Friedensville, Pa. Austins-Mine in Virginien.

Moresnetit, Gemenge von Kieselzink mit einem thonähnlichen Silicat. Eggonit bildet sehr kleine, licht graubraune, durchs. bis durchschein.

XX. $H = 4-5$. Wesentlich Cd-Silicat. Auf Kieselzink vom Altenberg.

Diopas. Achirit. Kupfersmaragd. H₂CuSiO₄. Rhomboedr. tartoedr.



Fig. 391.

XX aufgewachsen, gewöhnlich klein, zu Drusen vereinigt, mit säuligem Habitus. $m = \infty P_2$, $r = -2R$ ($95^\circ 26\frac{1}{2}'$); Rhomb. III O., wie z. B. $s = -2R^{7/6}$ sind gewöhnlich nur durch Streifung und Knickung auf $-2R$ angedeutet. Zw. nach R sehr selten.

R vollk. Br. muschl. bis uneben; spröd. $H = 5$. $G = 3,3$. Ggl., durchschein. bis durchs. Smaragdgrün ins Schwärzlichgrüne, Str. grün. D.-Br. stark, +, schwach pleochroitisch.

V. d. L. unschmelzbar, färbt sich aber schwarz. In Salzsäure und Ammoniak unter Abscheidung von Kieselgallert löslich.

Auf Calcitgängen im Kalkstein am Berge Altyn-Tübe in der mittleren Kirgisen-Steppe, auf Goldseifen im Gow. Jenissei und in Transbaikalien; bei Rézbánya in Thon, auf Wulfenit oder Kieselzinkerz sitzend. Congo-Gebiet, Copiapo in Chile, Peru, Arizona.

Aehnlich Uwarowit.

Chrysokolla (Kieselkupfer. Kieselmalachit. Kupfergrün). H₂CuSiO₄ + H₂O. Anscheinend amorph, dicht und derb in traubigen, nieren und stalaktitischen Formen, in Krusten, eingesprengt und als Anflug. Br. muschl. $H = 2-4$. $G = 2-2,2$. Schimmernder, fettiger Ggl. Halbdurchs. bis undurchs. Span- oder smaragdgrün, auch bläulichgrün ins Blaue. Str. grünlichweiss. v. d. L. unschmelzbar, in Salzsäure unter Abscheidung pulveriger SiO₂ löslich. Am Ausgehenden von Kupfererzlagern mit Malachit, Lasur, Ziegelerz, Brauneisen. Kamsdorf, Kupferberg in Bayern und Kupferberg in Schlesien. Ober-Rochlitz in Böhmen; Herrngrund, Libethen, Rézbánya und Neu-Moldova in Ungarn; Lizard in Cornwall; Bogoslawsk im Ural, Kolywan im Altai, Californien, Mexiko, Chile etc. — Malachitkiesel, ein kugeliges, krummschalig abgesondertes Kieselkupfer von Lauterberg am Harz.

Kupferblau von lichtblauer Farbe ist durch einen Gehalt an Kohlensäure unterschieden. Turjinsche Gruben am Ural. Asperolith, in nieren blaugrünen amorph Partien, sehr spröd, zerfällt in Wasser, soll H₂CuSiO₄ + 2H₂O sein. Nischne-Tagilsk. Ebendaher Demidowit, ein amorphes Gemenge von Kieselkupfer und Kupferphosphat; zerbrechlich. $H = 2$. $G = 2,25$. Schwacher Fgl., kantendurchschein. Himmelblau ins Grünliche. Haftet an der

Zunge. Dünne Ueberzüge auf knolligem Malachit. — Pilarit, ein Al_2O -haltiges Kieselkupfer aus Chile.

Ardennit (Dewalquit). $\text{H}_{10}\text{Mn}_{10}\text{Al}_{10}\text{Si}_{10}\text{V}_2\text{O}_{55}$. Rhomb. Prismatische vertical gestreifte $\times\times$ mit selten frei ausgebildeten Enden. Dickfaserige und parallel stänglige Aggregate. $\# \infty\text{P} \infty$ vollk., ∞P deutlich. Br. kleinsmuschl. bis uneben. Sehr spröd. $\text{H} = 6-7$. $\text{G} = 3,6$. Fettiger Ggl. Kolophoniumbraun bis orangegegelb, in dünnen Splintern röthlich durchschein. — v. d. L. leicht schmelzbar. Salzsäure unwirksam. Auf einem Quarzgang von Salm-Chateau in den Ardennen.

Långbanit. $37\text{Mn}_5\text{SiO}_7 + 10\text{Fe}_3\text{Sb}_2\text{O}_8$. Hexag. $\times\times$ dicksäulig oder tafelig nach oP. $\#$ oP deutlich. Br. muschl. $\text{H} = 6\frac{1}{2}$. $\text{G} = 4,918$. Mgl. Eisenschwarz. Str. dunkelbraun. Wird v. d. L. nur matt, ohne zu schmelzen. In Salzsäure schwierig löslich. Långbanshyttan in Wermland.

Kentrolith. $\text{Pb}_2\text{Mn}_2\text{Si}_2\text{O}_9$. Rhomb. $\times\times$ klein, gewöhnlich matt, von ∞P , $\infty\text{P} \infty$ und P begrenzt, zu nicht ganz parallelen Gruppen verwachsen. $\# \infty\text{P}$ deutlich. $\text{H} = 5$. $\text{G} = 6,19$. Schwacher halbmattlicher Ggl.; durchschein. Dunkelrothbraun, oberflächlich wohl schwärzlich. Schmilzt v. d. L. unter Aufschmelzen, giebt mit Soda auf Kohle ein Bleikorn; wird von Salzsäure unter Chlor-Entwicklung zersetzt. Eingewachsen in Gangquarz aus Chile.

Melanotekit. $\text{Pb}_2\text{Fe}_2\text{Si}_2\text{O}_9$. Nur derb mit flachmuschl. Br. $\text{H} = 6$ bis 7. $\text{G} = 5,73$. Mgl. bis Fgl. Im Dünnschliff durchschein. und pleochroitisch. Schwarz bis schwärzlichgrau, bläulich anlaufend. Schmilzt v. d. L. zur schwarzen Kugel und giebt mit Soda ein Bleikorn. Von Säuren zersetzt. Mit gelbem Granat gemengt von Långban in Wermland. Hyalotekit, ebenfalls ein Bleisilicat von Långban findet sich in derben, spröden, nach 2 Richtungen spaltenden feldspathähnlichen Massen. Weiss bis perlgrau, glas- bis fettglänzend. $\text{H} = 5-6$. $\text{G} = 3,81$. Schmilzt v. d. L. leicht zur klaren Perle; von Säuren nicht zersetzt.

Barysilit. $\text{Pb}_3\text{Si}_2\text{O}_7$. Hexag. $\times\times$ krummblättrig. $\#$ oP deutlich. $\text{H} = 3$. $\text{G} = 6,55$. Plmgl. Silberweiss, oberflächlich anlaufend. Schmilzt schon an der Kerzenflamme, decrepitiert v. d. L. Von Säuren zersetzt. Harstigs-Grube bei Pajsberg in Wermland.

Ganomolith. $(\text{CaMn})_2\text{Pb}_3\text{Si}_3\text{O}_{11}$. $\times\times$ langsäulig, gewöhnlich Körner oder derbe Massen. $\# \infty\text{P}$ und oP deutlich. Br. uneben. Sehr spröd. $\text{H} = 3$ bis 4. $\text{G} = 5,74$. Starker Fett- bis Ggl. Farblos und durchs., an der Luft matt und weisslich werdend. Schmilzt schon an der Kerzenflamme, in Salpetersäure löslich. Långban und Jakobsberg.

Barylith. $\text{Ba}_4\text{Al}_4\text{Si}_7\text{O}_{24}$. Rhomb.? Derbe Aggregate. $\text{H} = 7$. $\text{G} = 4,03$. Fgl., halbdurchs.; farblos. v. d. L. unerschmelzbar, Säuren unwirksam. Långban in Wermland.

Kieselwismuth-Gruppe. Dimorph.

Eulytin (Kieselwismuth. Wismuthblende). $\text{Bi}_4\text{Si}_3\text{O}_{12}$. Reg. tetraedr.-hem. $\times\times$ stets aufgewachsen, klein, an den Kanten und Ecken gerundet. $\frac{2\text{O}_2}{2}$, seltener in Comb. — $\frac{2\text{O}_2}{2}$, $\frac{\text{O}}{2}$, $\infty\text{O} \infty$. Ergänzungszw. nach $\infty\text{O} \infty$. Kugelige Gruppen. Br. muschl. $\text{H} = 5-6$. $\text{G} = 6,1$. Fettiger Diamantgl., durchschein. bis undurchs. Nelken- bis röthlichbraun, ins Graue, weingelb, selten schwarz. Str. gelblichgrau. v. d. L. leicht schmelzbar; von Säuren leicht zersetzt. Selten. Schneeberg und Johann-Georgenstadt in Sachsen. Zinkblendehähnlich.

Agricolit. $\text{Bi}_4\text{Si}_3\text{O}_{12}$. Monoklin. In weingelben bis ölgrünen, zuweilen braunen oder farblosen, glänzenden oder matten Kugeln mit radialer Structur. Schneeberg und Johann-Georgenstadt.

Helvin-Gruppe.

Helvin. $(\text{MnBeFe})_7\text{Si}_3\text{O}_{12}\text{S}$. Reg. tetraedr.-hem. $\times\times$ klein, ein- und aufgewachsen mit tetraedr. Habitus. $\frac{\text{O}}{2}$, — $\frac{\text{O}}{2}$, $\frac{2\text{O}_2}{2}$, ∞O , $\infty\text{O} \infty$. Bei Miaske grosse kugelige Aggregate. $\#$ O wenig. Br. uneben, spröd. $\text{H} = 6-6\frac{1}{2}$.

G = 3,1–3,3. Fettiger Ggl., kantendurchschein. Honiggelb ins Gelblichgrüne und Braune, selten gelblichroth. Str. weiss. Schmilzt unter Aufblähen zu einer unklaren Perle; mit Salzsäure entwickelt sich H_2S . Auf mit Granat vergesellschafteten Kies- und Blendelagern von Schwarzenberg und Breitenbrunn in Sachsen, in der Gangmasse von Kapnik, auf den Syenitpegmatitgängen Norwegens; Lupiko in Finnland; Miask; Amelia Co in Virginien. — Achtaragdit bildet bis 2 cm grosse Pseudomorphosen der Form $\frac{2O_2}{2}$, die aus einem Gemenge von Grossular und Quarzkörnern mit einer faserigen und einer steatitartigen Substanz bestehen; vielleicht nach Helvin. Einmündung der Achtaragda in den Wilui in Ost-Sibirien.

Danalith. $(FeBeZn)_7Si_3O_{12}S$. Reg. $\times\times$ selten O und ∞O , gewöhnlich derb und eingesprengt. Keine deutliche $\#$. Br. unvollk. muschl. bis uneben; spröd. $H = 5^{1/2}$ –6. G = 3,427. Harzähnlicher Ggl., durchschein. Fleischroth bis grau. Schmilzt v. d. L. an den Kanten leicht; mit Soda auf Kohle Zink-Beschlag; mit Säuren H_2S -Entwicklung. Im Granit zu Cape Ann bei Rockport und Gloucester, Mass. Auf der Magneteisengrube von Bartlett in New-Hampshire.

Gruppe der Augite und Hornblenden.

Augit und Hornblende bezw. deren einzelne Glieder sind isomorphe Mischungen mehrerer neutraler Metasilicate, theils der Bisilicate $MgSiO_3$, $CaSiO_3$, $FeSiO_3$ event. auch $MnSiO_3$ unter sich, theils Mischungen dieser Silicate mit davon verschieden atomigen Verbindungen $MgAl_2SiO_6$ und $Na_2Al_2SiO_6$, in welch' letztere Substanzen Al_2O_3 auch durch Fe_2O_3 ersetzt werden kann. Augit und Hornblende stehen demnach im Verhältniss der Dimorphie oder, wie gleich ausgeführt werden soll, der Polymerie; ihre Unterschiede sind morphologischer und physikalischer Natur, als deren auffälligster hervorzuheben ist, dass alle Augite ein Spaltungsprisma von ca. $87^{1/2}^\circ$, alle Hornblenden ein solches von $124^{1/2}^\circ$ besitzen.

In morphologischer Hinsicht herrschen aber dennoch grosse Analogien: ihre Flächen gestatten eine wechselseitige Beziehung auf die Axen des anderen Minerals, beispielsweise erhält das Spaltungsprisma der H. ∞P bezogen auf die Axen des A. das Zeichen $\infty P\bar{1}$ und bei einer Verdoppelung der Axenlängen der H. werden deren Axen a und c denen des A. nahe gleich, dagegen erhält die Queraxe der H. die doppelte Länge derjenigen des A. Dies im Verein mit dem noch wichtigeren Umstand, wonach die MgCa-haltigen Augite in der Formel $MgCaSi_2O_6$ ihren quantitativen Ausdruck erhalten, während die Formel für die entsprechenden Hornblenden $Mg_3CaSi_4O_{12}$ ist, hat Veranlassung gegeben, die Molekel der H. als doppelt so gross wie die des A. anzusehen und die bestehenden Unterschiede als solche der Polymerie zu erkennen.

Enge morph. Beziehungen äussern sich auch darin, dass Parallelverwachsungen von Augit und Hornblende statthaben, so zwar, dass, wie es die $\times\times$ vom Vesuv zeigen, nicht nur die Axen parallel, sondern auch die Flächen $s = 2P_2$ des A. mit Flächen $z = 4P_1$ der H. zusammenfallen; andererseits ist die chem. Analogie darin ausgeprägt, dass geschmolzene H. mit den Eigenschaften und Formen des A. erstarrt und dass Paramorphosen von H. nach A. (sogen. Uralit) bekannt sind.

Eine besondere, ebenfalls gemeinsame Eigenthümlichkeit der A. und H. besteht darin, dass ihre Substanz unter Beibehaltung ihrer auffälligen physik. und morph. Eigenschaften in 3 verschiedenen Systemen krystallisiren kann. Es giebt rhombische, monokline und trikline Augite und Hornblenden, die in ihrer Zusammensetzung einander entsprechen. Abgesehen von der ungleichen Symmetrie und den damit in Zusammenhang stehenden Eigenschaften, wie gerade und schiefe Auslöschung, sind aber die Augite und Hornblenden der verschiedenen Systeme sich hinsichtlich ihrer Formentwicklung und ihrer correspondirenden Winkel überaus ähnlich.

1. Augit- (Pyroxen-) Reihe.

∞P ca. $88\frac{1}{2}^\circ$ mit wenig vollk. $\#$. G. im Allgemeinen höher als das der gleich zusammengesetzten Hornblenden. Geringer Pleochroismus, nur bei den basaltischen Augiten und dem Hypersthēn mehr oder minder deutlich wahrzunehmen.

a. Rhombische Augite.

Isomorphe Mischung von $MgSiO_3$ mit 40 MgO , 60 SiO_2 und $FeSiO_3$ mit 54,5 FeO , 45,5 SiO_2 , dazu öfters noch etwas Al_2O_3 , CaO , MnO . $\# \infty P$ ziemlich vollk., nach $\infty P\infty$ unvollk., letztere aber öfters durch eine wie hohe $\#$ erscheinende schalige Zusammensetzung ersetzt. Häufig charakteristische Faserstructur der Spaltflächen. Gerade Auslöschung, sonst opt. Verhältnisse mit steigendem FeO -Gehalt veränderlich. Der Uebereinstimmung mit den monoklinen Augiten wegen werden die rhomb. A. mit dem spitzen Prismenwinkel nach vorn gestellt, daher können hier die Ausdrücke makro- und brachydiagonal zu Irrthümern Veranlassung geben.

Nach dem Mischungsverhältniss unterscheidet man:

Enstatit. $MgSiO_3$ mit höchstens 5 FeO .

Zumeist in derben Stücken und körnigen Aggregaten, $\times\times$ mit deutlicher Flächenbegrenzung selten, die grossen (bis 40 cm), prismatischen und ringsum ausgebildeten $\times\times$ aus den Apatitgängen von Bamle in Norwegen gestatten nur annähernde Messung. $m = \infty P$ (ca. 88°), $a = \infty P\infty$, $b = \infty P\infty$, $k = \frac{1}{2}P\infty$, $q = \frac{2}{3}P\infty$.

$\# \infty P$ deutlich, $\infty P\infty$ meist undeutlich. Spröde. $H = 5\frac{1}{2}$. $G = 3,1-3,2$. Durchschein. bis undurchs. Auf Spaltflächen Plmgl. Grauweiss, gelblich, grünlich und leicht bräunlich, auch dunkelgrün. D.-Br. +, 1 M.-L. = c, A.-E. = $\infty P\infty$; schwach pleochroitisch.

In Säuren unlöslich, selbst von Flusssäure schwer angegriffen. v. d. L. kaum an den Kanten schmelzbar.

Stets eingewachsen. Charakteristischer Bestandtheil der norwegischen Apatitgänge neben Apatit und Phlogopit, z. B. von Kjørrestad und Oedegaard in Bamle; kleine Prismen ohne Endflächen im Pseudophit von Aloisthal in Mähren; Gemengtheil einiger Gabbros und Peridotite, im Lherzolith. Als reines $MgSiO_3$ (Shepardit, Chladnit) im Meteorit von Bishopville in St.-Carolina. — Wandelt sich leicht in eine specksteinartige Masse, die die grossen $\times\times$ von Bamle umrindet, auch in Serpentin um.

Bronzit. $(MgFe)SiO_3$ mit 5–15 FeO .

Messbare $\times\times$ nur im Meteorit von Breitenbach. $m = \infty P$ ($88^\circ 16'$), $p = P\infty$ ($148^\circ 8'$ oben). Derb, in körnigen Aggregaten.

$\# \infty P$ deutlich, nach $\infty P\infty$ vollk. in Folge schaliger Absonderung; letztere Spaltfläche schillert oft bronzefarbig, ist faserig und nicht selten geknickt, häufiger noch wellig gebogen als Folge wiederholter Zw.-Bildung nach $\frac{1}{4}P\infty$. $H = 5\frac{1}{2}$. $G = 3,2-3,3$. Durchschein. bis undurchs. Häufig seidenartiger metallischer Gl. Farben etwas dunkler als beim Enstatit, in verschiedenen Tönen braun und grün. A.-E. = $\infty P\infty$; mit weniger als 10 FeO , ist der A.-W. < 90 , D.-Br. positiv und 1 M.-L. = c, darüber A.-W. > 90 , D.-Br. negativ und 1 M.-L. = b. Schwach pleochroitisch. — v. d. L. schwer schmelzbar. Säuren unwirksam.

Stets eingewachsen. Gemengtheil vieler Gabbros, speciell in den Noriten und in Peridotiten, sowie in den daraus hervorgegangenen Serpentin, ferner in den Olivinfelseinschlüssen der Basalte und in Meteoriten. Kupferberg im Fichtelgebirge, Kraubat in Steiermark, Uttenthal in Tyrol etc.

Br. ist der Umwandlung zu Steatit (Phästin von Kupferberg) und Serpentin sehr unterworfen. An der Baste bei Harzburg geht durch Wasseraufnahme aus ihm (der hier ursprünglich als Protobastit bezeichnet wurde und dadurch ausgezeichnet ist, dass seine opt. A.-E. = $\infty P \infty$, seine neg. M.-L. = a ist) der wie Messing glänzende Diaklasit und danach der ähnliche, aber leichtere und weniger harte Bastit (Schillerspath) hervor. Letzterer bildet mit dem umschliessenden Serpentin den sogen. Schillerfels der Baste, findet sich auch in den Melaphyren von Ilfeld und bei Todtmoos im Schwarzwald.

Hypersthen. $(FeMg)SiO_3$ mit 15—34 FeO, 11—22 MgO stets mit Sesquioxyden Al_2O_3 und Fe_2O_3 .

Kleine $\times\times$ (sogen. Amblystegit) in Auswürflingen des Laacher Sees, in Trachyten des Mt. Dore, am Aranyerberg in Ungarn (sogen. Szaboit), in den Aschen des Krakatau etc. Grosse undeutlich begrenzte $\times\times$ bei Bodenmais neben Magnetkies. $m = \infty P$ ($88^\circ 20'$). Zumeist nur derb in körnig blättrigen Aggregaten und Spaltstücken.

∞P wenig auffällig, nach $\infty P \infty$ vollk. in Folge lamellarer Absonderung. Spröde. H = 6. G = 3,3—3,4. Undurchs., Glg., häufig metallischer, z. Th. kupferrother Schiller auf $\infty P \infty$, wahrscheinlich als Folge der zahlreich eingelagerten tafelförmigen Mikrolithe (Titaneisen?). Pechschwarz, schwarzbraun und schwarzgrün. Opt. Verhältnisse wie bei den Fe-reichen Bronziten. Stark pleochroitisch.

Von Säuren kaum angegriffen; v. d. L. mehr oder weniger schwer zu magnet. Glase schmelzbar.

Stets eingewachsen. Als Gemengtheil der Hyperite, typisch das Vorkommen von der Paulsinsel an der Küste Labrador; sonst accessorisch in vielen Gabbros und basischen Ergussgesteinen.

Aehnliche Mineralien: Diallag, mit dem Hyp. auch vielfach in Parallelverwachsung vorkommt.

β. Monokline Augite.

Es lassen sich ohne scharfe Grenze Al_2O_3 -freie resp. -arme und Al_2O_3 -haltige Augite unterscheiden. Zu den ersteren gehören Wollastonit, Diopsid, Hedenbergit, zu den letzteren der gemeine Augit. Ausserdem giebt es Alkali-haltige und ferner Zirkon-Augite, beide Gruppen von geringer Verbreitung. Das Verhalten im polarisirten Licht ist bei den verschiedenen Gliedern nicht ganz übereinstimmend; gewöhnlich liegen die opt. Axen in der Symmetrie-ebene und die Mittellinien sind gegen die Verticalaxe stark ($39-54^\circ$) geneigt, d. h. die schiefe Auslöschung ist beträchtlich. A.-W. ist veränderlich, vielfach mit steigendem Eisengehalt zunehmend. Pleochroismus durchweg schwach. Nach dem Vorgang von TSCHERMAK und GROTH wird der Uebereinstimmung mit den rhomb. A. halber auch für die monoklinen A. ein annähernd rechtwinkliges Axensystem gewählt; sonst ist wohl mit NAUMANN ein Axensystem in Gebrauch mit $\beta = ca. 74^\circ$, das die Analogie der Flächensymbole mit den Hornblenden hervortreten lässt.

Wollastonit ¹⁾. Tafelspath. CaSiO_3 (48,3 CaO). $\beta = 95^\circ 30'$.

XX selten, eingewachsen, meist tafelig nach $\infty P\infty$ und nach der Queraxe gestreckt. $\infty P = 87^\circ 18'$. Zw. nach $\infty P\infty$, nicht selten. — Derb, in breitstrahligen, schaligen, körnigen und faserigen Aggregaten, auch asbestartig, von welch' letzteren das Vork. Noursoak fälschlich als asbestartiger Okenit bezeichnet wurde.

nach mehreren, der Orthoaxe parallelen Flächen vollk., namentlich nach $\infty P\infty$ und $P\infty$. $G = 2,8-2,9$. $H = 4\frac{1}{2}-5$. Glg., auf den Spaltflächen wohl perlmutterartig. Durchschein. Weiss, gelblich, röthlich. Opt. negativ. $A.E = \infty P\infty$.

V. d. L. schwer schmelzbar, von Säuren zersetzt.

Contactmineral in den körnigen Kalken von Auerbach an der Bergstrasse, Cziklowa im Banat, von Pargas in Finnland, aus New-York, in den Auswürflingen von der Somma, Capo di Bove bei Rom, in neuern Santorinlaven.

Pektolith $(\text{CaNa}_2)\text{SiO}_3$, ein Na-haltiger Wollastonit, der wahrscheinlich nur durch Verwitterung 2-5% H_2O aufgenommen und dadurch abweichende opt. Eigenschaften erlangt hat. Monzoni, Bergen Hill in New-Jersey; mehrorts in Schottland, wo bei Ballantrae in Ayrshire fast 1 m lange Fasern, bei Kilsyth sternförmig gruppirte Nadeln (sogen. Stellit) vorkommen. Noch mehr H_2O enthält Walkerit aus einem Diabas von Edinburg. Osmelith ist der P. von Wolfstein in Bayern genannt. Ein Theil des Aedelforsit von Aedelfors in Småland gehört zum P. — Rosenbuschit, ein Zirkonpektolith, bei dem für das Na-Silicat $\text{Na}_2(\text{ZrO}_2\text{F}_2)$ eintritt; auch TiO_2 ist vorhanden; radialstrahlige, nach b gestreckte, dünne XX und filzige Aggregate. Syenitgänge des südl. Norwegens, speciell Barkevik.

Diopsid. $\text{CaMgSi}_2\text{O}_6$. $\beta = 90^\circ 22'$.

XX säulenförmig; charakteristisch das Vorherrschen der längsgestreiften Quer- und Längsfläche bei zurücktretenden Prismenflächen; die Enden vielfach nicht frei ausgebildet. $r = \infty P\infty$, $l = \infty P\infty$, $M = \infty P$ ($87^\circ 5'$), $f = \infty P\bar{3}$, $o = {}_4P\bar{3}$ ($95^\circ 48'$), $s = {}_2P\bar{2}$ ($120^\circ 48'$), $u = -{}_3P\bar{3}$, $P = P\infty$, $t = -P\infty$. $t^v r = 106^\circ 1'$. Zw. nach $\infty P\infty$ und $-P\infty$, oft mit lamellarer Wiederholung, wodurch eine blättrige Absonderung entsteht. — Derb, in breitstängligen, schaligen und körnigen Aggregaten.

∞P deutlich, nach $\infty P\infty$ und $-P\infty$ öfters blättrige Absonderung; spröde. $H = 5-6$. $G = 3,3$. Glg., durchs. bis durchschein. Farblos, grau, licht- bis flaschengrün; wenn mehr FeO zugegen auch dunkler grün; derselbe XX oft verschieden gefärbt. Schwach pleochroitisch. $A.E = \infty P\infty$, + M.L. fällt in β und bildet mit c einen Winkel von etwa 40° , der sich aber mit dem FeO-Gehalt ändert.

25,9 CaO, 18,5 MgO, 55,6 SiO_2 ; öfters etwas MgO durch FeO (bis 5%) ersetzt; in geringer Menge zuweilen Al_2O_3 . v. d. L. schwer schmelzbar, von Säuren nicht angegriffen.

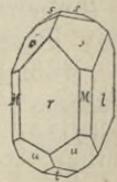


Fig. 392.

¹⁾ Wollastonit zeigt nach Dichte, Spaltbarkeit, chem. Verh. und Axenschiefe wesentliche Abweichungen von den monoklinen Augiten, sodass er von manchen Autoren nicht zur Augit-Gruppe gerechnet wird.

Aufgewachsen (Diopsid im engern Sinn) in schönen farblosen bis lichtgrünen XX neben Klinochlor und Almandin von der Mussa-Alp und Achmatowsk, eingewachsen in weniger gut ausgebildeten XX und in Körnern (Salit, Baikalit, Malakolith), sowie in Stängeln und Strahlen (glasiger Strahlstein) von berggrüner Farbe, auch grau, weiss, trüb. In krystallinen Schiefen wie Gneiss und Amphibolit zu Sala, Arendal, Schwarzenberg in Sachsen, Gefrees im Fichtelgebirge; hierher gehört auch ein Theil des Fe-armen, weiss bis dunkelgrün gefärbten Kokkolith von Arendal, Ersby, Rossie.

Chromdiopsid, smaragdgrüne Körner im Olivinfels und in Olivinbomben, schliesst sich durch seinen grösseren Gehalt an Al_2O_3 (ca. 7%) neben Cr_2O_3 schon den eigentlichen Augiten an.

Violan, ein Na-haltiger Diopsid, fast nur in undeutlich stängligen und blättrigen Aggregaten von dunkelvioletter Farbe; mit Piemontit und Tremolit verwachsen von St.-Marcel in Piemont.

Pikrophyll. ein verwitterter Salit von Sala.

Hedenbergit. $\text{CaFeSi}_2\text{O}_6$. $\beta = \text{ca. } 90\frac{1}{2}^\circ$.

Derb, schwarz bis schwärzlichgrün, nach ∞P ($87^\circ 5'$) deutlich $\#$. $G = 3,47$. 22,6 CaO, 29 FeO, 48,4 SiO₂. Im körnigen Kalk der Magnetitlagerstätte von Tunaberg. — Schefferit, in braunen Körnern von Långbanshytta, ist ein Mg- und Mn-reicher Hedenbergit. — Jeffersonit ist ein an MnO (ca. 10%) und ZnO (ca. 4–10%) reicher H.; dunkelgrüne bis braunschwarze, nach ∞P und $\infty\text{P}\infty$ spaltende Körner.

Diallag.

Frei ausgebildete XX sehr selten (Wildschönau in Tyrol); fast stets derb und eingewachsen in breitblättrigen Stücken und Körnern mit ausgezeichneter $\#$ (feinschaliger Zusammensetzung) nach $\infty\text{P}\infty$.

$\#$ nach ∞P (ca. 87°) mehr oder weniger deutlich. $H = 4$. $G = 3,23$ – $3,34$. Trüb und undurchs. Die Spaltfläche $\infty\text{P}\infty$ zeigt gewöhnliche faserige Structur, seidenartigen Plmgl. und kann in Folge massenhaft eingelagerter, dunkelbrauner lamellarer Mikrolithe wohl metallisch schimmern. Graugrün, braungrün bis braunschwarz. Auf $\infty\text{P}\infty$ wird zum Unterschied von dem ähnlichen Bronzit, der beide opt. Axen erkennen lässt, nur eine opt. Axe sichtbar; sonstiges opt. Verhalten wie beim Diopsid. Neigung der M.-L. gegen die Verticalaxe 39 – 46° .

Chem. Zus. gleich einem Fe-reichen (10–14%) Diopsid, fast regelmässig mit etwas Al_2O_3 (1–4%, selten mehr); nur seiner Blättrigkeit verdankt er die Selbständigkeit, sonst würde er theils zum Diopsid, theils (die Al_2O_3 -reicheren Diallage) zum Fassait zu stellen sein. — v. d. L. mehr oder minder leicht zu grünem Glase schmelzbar; gewöhnliche Säuren sind unwirksam.

Wesentlicher Gemengtheil des Gabbros z. B. von Harzburg, von Volpersdorf und Neurode in Schlesien, ferner in Peridotiten und manchen Serpentin.

Ofters mit Hornblende verwachsen, in welche Diallag durch Umwandlung auch übergehen kann, wie in den Skapolith-Hornblendefelsen Norwegens. — Pyrosklerit ist ein zersetzter Diallag von Porto Ferrajo auf Elba. — Dunkel gefärbte D. können leicht mit Bronzit und Hypersthen verwechselt werden.

Augit (im engern Sinn, charakteristisch der wesentliche Gehalt an Al_2O_3). $\beta = \text{ca. } 90^\circ 22'$.

XX ein- und aufgewachsen, auch lose, gewöhnlich kurz säulig, mit vorherrschendem Prisma und achtseitigem Umriss durch $M = \infty P$ ($87^\circ 6'$), $r = \infty P\infty$, $l = \infty P\infty$; als Endbegrenzung: $s = {}_2P_2$, ferner $n = oP$ (öfters gerundet), $t = -P\infty$, am flächenreicheren Fassait manche andere Formen wie $o = {}_4P_{4/3}$, $u = -{}_3P_{3/2}$, $z = -{}_4P_4$. Zw. nach $\infty P\infty$, namentlich beim basalt. A. Fig. 396; selten andere Gesetze. — Derb und eingesprengt, in einzelnen Körnern und körnigen Aggregaten.

∞P mehr oder weniger deutlich, treppenartig absetzend. Br. muschl. bis uneben, spröd. H = 6. G = 3,3—3,5. Durchschein., meist undurchs.; im Dünnschliff braun oder grün durchs. Lauchgrün, gewöhnlich pechschwarz und grünlichschwarz. Str. grau-grün. Pleochroismus schwach, aber im basaltischen Augit stärker. A.-E. = $\infty P\infty$, Charakter d. D.-Br. variabel, gewöhnlich +, bei den grün durchs., Na_2 -haltigen jüngeren Augiten (neben Leucit und Nephelin vorkommend) negativ; bei den ersteren M.-L. gegen die Verticalaxe ca. 39° , bei den letzteren ca. 54° geneigt.

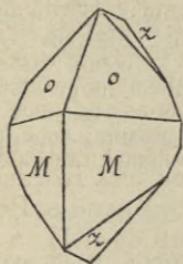


Fig. 393.

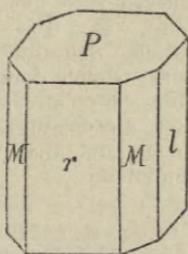


Fig. 394.

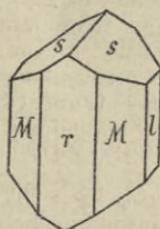


Fig. 395.

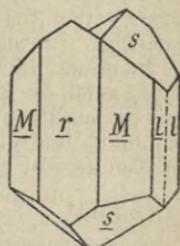


Fig. 396.

Isomorphe Mischung von $\text{MgCaSi}_2\text{O}_6$ und $\text{MgAl}_2\text{SiO}_6$ mit ca. 4—9 Al_2O_3 . Ein Theil MgO wird regelmässig durch FeO (bis 10%), selten durch Na_2O ersetzt und etwas Al_2O_3 kann durch Fe_2O_3 vertreten werden. — v. d. L. zu schwarzem, oft magnetischem Glase schmelzbar. Von Säuren nur schwach angegriffen.

Weit verbreitet. Als Gemengtheil vieler Eruptivgesteine: Diabas, Melaphyr, Augitporphyr, Basalt etc., in Tuffen und Aschen, in gewissen krystallinen Schiefer, als Contactmineral; in Meteoriten. Häufiges Hüttenproduct.

Im Einzelnen werden unterschieden:

1. Fassait (Pygom). Fig. 393. Contactmineral, in Klüften aufgewachsen. Flächenreich. Starker Ggl., lauchgrün bis dunkelgrün. Fassathal, Traversella, Vesuv.

2. Gem. Augit. Fig. 394. Dunkelgrün bis rabenschwarz; # unvollk., aber deutlich wahrnehmbar. Gewöhnlich nur eingewachsen und vollkommen ausgebildet als wesentlicher Gemengtheil älterer basischer Eruptivgesteine insbesondere des Diabas; z. Th. frei ausgebildet auf metamorpher Lagerstätte. Arendal, Pargas. Hierher auch der grössere Theil des aus rundlichen XX-Körnern aufgebauten Kokkolith von Arendal etc.

3. Basaltischer Augit, durch pechschwarze Farbe und muschligen Br., öfters auch durch Pleochroismus ausgezeichnet. Nicht selten scharf ausgebildete, aber flächenarme XX (meist nur Mrls). Fig. 395. Eingewachsen in jüngeren Eruptivgesteinen, in Basalten und Basaltuffen, Andesiten etc. Bores-

law in Böhmen, Kaiserstuhl, Laacher See, Auvergne, Vesuv; in Augitporphyriten des Fassathals.

4. Omphacit. Grasgrüne Körner und kurze Nadeln als Gemengtheil des Eklogits neben Granat und Smaragdit, öfters mit letzterem verwachsen. Fichtelgebirge, Saualpe in Kärnten.

U r a l i t. Paramorphose faserigen Augits nach Hornblende. Weit verbreitet.

Spodumen. (Triphan.) $\text{LiAlSi}_2\text{O}_6$. $\beta = 90^\circ 47'$.

$\times\times$, z. Th. sehr gross, zumeist in groben, breitstrahligen Aggregaten. Zw. nach $\infty P\infty$, $\# \infty P$ deutl., $\infty P\infty$ vollk. $H = 6\frac{1}{2}-7$. $G = 3,1-3,2$. Glg., auf $\infty P\infty$ perlmutterartig. Durchschein. Grünlichweiss bis grünlichgrau; durch tief smaragdgrüne Farbe unterscheidet sich der Cr_2O_3 -haltige Hiddenit von Neu-Carolina. $M.-L. = 26^\circ$ gegen c. — v. d. L. unter Aufblühen leicht schmelzbar und die Flamme vorübergehend roth färbend. Von Säuren nicht angegriffen. Neben Quarz und Turmalin in Gneissen und Graniten. Insel Utö; Lisens und Sterzing in Tyrol; Peterhead in Schottland, Killiney in Irland; Goshen, Chesterfield und Norwich in Mass. Bei Branchville, Conn. riesige $\times\times$ von licht bläulichrother Farbe. Wird zur Lithiumdarstellung benutzt. Giebt Veranlassung zu zahlreichen Mineralneubildungen, wie Albit, Muscovit, darunter auch Kymatolith, der mit Jadeit chemisch ident ist.

Jadeit. $\text{NaAlSi}_2\text{O}_6$.

Derb, mikrokrystallin, die feinen Fasern sind nach ARZRUMI triklin und besitzen einen Spaltwinkel von ca. 87° . Zäh. $H = 6\frac{1}{2}-7$. $G = 3,2-3,3$. Geringer Glg. Durchschein. Weiss und grünlich. Schmilzt v. d. L., wenn wasserfrei, zu einer klaren Perle. Birma, Tibet. Gleich dem Nephrit zu prähistorischen, auch in Europa verbreiteten Waffen verarbeitet, gegenwärtig noch in China verschliffen. — Chloromelanit ist durch ähnliche physikalische Beschaffenheit und gleiche Verwendung ausgezeichnet, aber dunkelgrün und durch einen Gehalt von FeO , CaO , MgO unterschieden.

Akmit. $\text{NaFeSi}_2\text{O}_6$. $\beta = 90^\circ 59\frac{1}{2}'$.

Langgestreckte linealähnliche und nach $\infty P\infty$ abgeplattete, auch wohl gebogene und geknickte $\times\times$, die an den Enden entweder von sehr spitzen oder stumpfen Flächen begrenzt werden. Fast stets Zw. nach $\infty P\infty$. $\# \infty P$ ($87^\circ 15'$), $\infty P\infty$, $\infty P\infty$. $H = 6-6\frac{1}{2}$. $H = 3,4-3,5$. Glg., undurchs. Bräunlich- oder grünlichschwarz. Dünne Platten lassen zonaren Aufbau aus grüner und brauner Substanz erkennen. Deutlicher Pleochroismus. Auslöschung gegen c $3\frac{1}{2}-6^\circ$. — v. d. L. leicht zu magnet. Glas schmelzbar; von Säuren wenig angegriffen. Sichere Fundorte nur: Granitgänge von Rundemyr auf Eker, Elaeolithsyenit von Ditró. Die sonst erwähnten Vorkommnisse beziehen sich richtiger auf den kristallographisch wie chemisch kaum verschiedenen, aber weit häufigeren Aegirin. $\times\times$ z. Th. gross, fusslang, kurz- und dicksäulig oder schiffartig gestreckt mit vorherrschender, vertical gestreifter Querfläche. Zw. nach $\infty P\infty$ selten. Wesentlicher Unterschied gegenüber Akmit, dass Aegirin sich aus fast farbloser und aus grüner Substanz zonar aufbaut. Pegmatitgänge des Langesundfjordes und auf den Drusen der Natrongranite und quarzführenden Syenite daselbst, Klep, Ramsåsen und Myre in der Gegend von Porsgrund in Norwegen. — Es ist nicht unwahrscheinlich, dass der als Arfvedsonit-Asbest gedeutete „Kroky dolith“ vom Oranje-River ein Aegirin-Asbest ist.

Låvenit. $\text{Na}(\text{Mn Ca})(\text{Zr O. F})\text{Si}_2\text{O}_6$. $\beta = 91^\circ 16'$. Langgestreckte $\times\times$ mit vorherrschendem ∞P ($88^\circ 24'$); oft Zw. nach $\infty P\infty$. Licht bis röthlichgelb oder dunkelrothbraun bis schwarzbraun. $H = 6$. $G = 3,5$. Sehr selten; auf den norwegischen Pegmatitgängen, Insel Låven und Klein-Arö.

Wöhlerit. $\text{Na}_5\text{Ca}_{10}\text{Nb}_2\text{Zr}_3\text{F}_3\text{Si}_{10}\text{O}_{42}$. $\beta = 89^\circ 17\frac{1}{2}'$. $\times\times$ fast immer dicktafelig nach $\infty P\infty$ mit rissiger Oberfläche, in Folge sehr häufiger Zw.-Verwachsung nach $\infty P\infty$ rhomb. Habitus. $\# \infty P\infty$ unvollk. Br. kleinschl., sehr spröd. $H = 5-6$. $G = 3,44$. Durchs. Harzglanz; gewöhnlich honiggelb, schwefelgelb, selten fast farblos. In den norwegischen Pegmatitgängen. Lövö, Skudesundskjär und Kjeö bei Barkevik.

γ. Triklone Augite.

Dieselben sind wenig verbreitet, in der Hauptsache Metasilicate von Mn in isomorpher Mischung mit solchen von Ca, Fe, auch Zn; im Hiortdahlit erscheint jedoch auch ein Na- und F-haltiger Zirkonaugit. Bei der Aufstellung der $\times\times$ werden gewöhnlich die beiden Spaltrichtungen zu Prismenflächen gewählt, wie das auch im Nachstehenden geschehen ist, dann ergibt sich in den Winkeln der Verticalzone eine grosse Uebereinstimmung mit den sonstigen Augiten, dagegen erfolgen für die Axenwinkel beträchtliche Schiefen; neuerdings hat SjöGREN durch die Wahl der Spaltflächen zur Längs- und Querfläche den übrigen Augiten sowohl in den Axenwinkeln wie in den Axenlängen mehr angenäherte geometrische Constante einzuführen versucht.

Rhodonit (Kieselmangan). $MnSiO_3$, gewöhnlich Ca-haltig. $\times\times$ selten; parallel $b = \infty P'$ und $c = \infty P$ verläuft eine deutliche $\#$ unter $87^\circ 38'$. Gewöhnlich derb in körnigen, häufiger noch in dichten Aggregaten. Spröd. $H = 5-5\frac{1}{2}$. $G = 3,5-3,7$. Ggl., durchschein. bis undurchs. Rosenroth, ins Graue, Blaue und Braune. Säuren unwirksam. Aul gewissen Eisenerzlagern und Gängen neben Manganspath und Quarz. St-Marcel in Piemont, Långbanshytta, Kapnik. Dichte Massen am Schäbenholz bei Elbingerode und in grösster Menge zu Málaja Ssedelnikówaja bei Katharinenburg, wo der Rhodonit zu Ornamenten etc. verarbeitet wird. — Schwarzer Mangankiesel, Anflüge und Ueberzüge bildend, geht aus der Verwitterung von Rh. hervor; von Klapperud in Dalarna; das Gleiche gilt vom Stratopëit von Pajsberg und Neotokit von der Erik Mattsgrube in Schweden und Gåsböle in Finnland. — Der dunkel-leberbraune, dichte und flachmuschlig brechende Klipsteinit von Herborn in Nassau ist ein Gemenge von Rh. mit Wad. — Dichte Gemenge von Rh. mit Quarz sind als Mangankiesel, Hornmangan, Photicit, Hydropit, Tomosit, Diaphorit, Allagit bezeichnet worden.

Pajsbergit von Pajsberg ist Rhod. in isom. Mischung mit $CaSiO_3$, enthält ausserdem FeO. — Bustamit ist Pajsbergit mit überwiegendem Ca-Gehalt; in kugeligen radialstrahligen Aggregaten aus Mexiko. — Fowlerit, in z. Th. grossen $\times\times$ mit weicher Verwitterungsrinde unterscheidet sich vom Pajsbergit durch einen wesentlichen Gehalt von Zn und etwas Mg. Sterling in New-Jersey.

Babingtonit. Isomorphe Mischung von $(CaFeMn)SiO_3$ mit $Fe_2Si_2O_9$. Kleine aufgewachsene, tafelige oder kurzsäulige, 8- bzw. 6-seitige $\times\times$, an den Enden zweiflächig begrenzt. Radialstänglige Aggregate. $\# c = \infty P$ vollk., $b = \infty P'$ etwas weniger; Spaltwinkel = $87^\circ 23'$. $H = 5\frac{1}{2}-6$. $G = 3,4$. Starker Ggl.; undurchs.; schwarz. v. d. L. unter Aufschäumen leicht zu magnet. Perle schmelzend. Säuren unwirksam. Arendal, Shetlandsinseln, Baveno, Herbornseelbach in Nassau.

Hiortdahlit, $Na_4Ca_{12}F_6(SiZr)_{14}O_{39}$, also ein Zirkonaugit, dem monoklinen Wöhlerit chemisch wie auch sonst ähnlich. Dünne linealförmige $\times\times$ von geringer Grösse. Ggl., auf dem Br. fettig. Stroh-, schwefel- oder honiggelb. Aus einem Gange von Mittel-Arö am Langesundfjord.

2. Hornblende- (Amphibol-) Reihe.

∞P ca. $124\frac{1}{2}^\circ$ mit vollk., schilfriger $\#$. Deutlicher Pleochroismus, gewöhnlich opt. positiv, doch finden sich unter den eisenreichen Arten auch negative H.

a. Rhombische Hornblenden.

Die hierher gehörigen H. sind Ca-frei, dagegen lassen sich auch hier Al_2O_3 -freie und Al_2O_3 -haltige Glieder unterscheiden. Wenig verbreitet.

Anthophyllit. $(MgFe)SiO_3$.

Nur derb in breitstängligen, faserigen, auch asbestartigen Aggregaten mit ausgezeichnet schaliger Zusammensetzung nach $\infty P\infty$. Spaltprisma

ca. 125° . $H = 5\frac{1}{2}$. $G = 3,2$. Plmgl. bis Glgl, auf $\infty P\infty$ schillernd. Durchschein. Nelkenbraun und gelblichgrau; dem Bronzit und Hypersthen ähnlich und öfters damit verwechselt. Opt. negativ, Axenbild auf $\infty P\infty$; stark pleochroitisch. — v. d. L. sehr schwer schmelzbar; Säuren unwirksam. Selten. Mit Hornblende im Glimmerschiefer bei Kongsberg, bei Modum; Bodenmais; Shetlandsinseln; gelbgraue radialfaserige Schalen in „Glimmerkugeln“ von Hermannschlag in Mähren. — Kupfferit aus dem Ilmengebirge ist ein FeO -armer (nur 6%) A. von grüner Farbe. — Gedrit (Snarumit) begreift Al_2O_3 -haltige A. Gewöhnlich lichtbraun bis grünlich von blättriger Structur. Fiskerås in Grönland; Bamle in Norwegen; Gèdres in den Pyrenäen. Unter den norweg. A. finden sich bei gleicher sonstiger Beschaffenheit auch solche, die schief auslöschten (sogen. Amphibol-Anthophyllit).

β. Monokline Hornblenden.

Es lassen sich Al_2O_3 -freie und Al_2O_3 -haltige Hornblenden unterscheiden; die ersteren entsprechen einer Zusammensetzung $(MgCa)SiO_3$, wobei aber das Verhältniss $Mg:Ca$ constant = 3:1 ist, sodass die Formel $Mg_3CaSi_4O_{12}$ geschrieben werden muss; ein Theil Mg wird öfters durch Fe vertreten. Die Al_2O_3 -haltigen H. bestehen aus einer isomorphen Mischung des eben genannten Silicates mit solchen, in deren Zusammensetzung Al_2O_3 oder dafür theilweise Fe_2O_3 eintritt. Einzelne Glieder der letzteren enthalten auch Na_2O in wesentlicher Menge.

Charakteristisch für alle H. ist die vollk. $\#$ nach einem Prisma von ca. 124° und der kräftige Pleochroismus bei den farbigen Arten. A.-E. = $\infty P\infty$, sonstige opt. Verhältnisse im Einzelnen veränderlich. Die 1 M.-L. fällt meist in den stumpfen W. β und ist gegen die Verticalaxe um $70-88^{\circ}$ geneigt, so dass die Auslöschung auf $\infty P\infty$ relativ gering, wenigstens geringer als bei den Augiten ist. Viele Hornblenden erscheinen in langstrahligen, faserigen, verfilzten Varietäten, die als Asbest, Amiant, Bergflachs, Bergleder, Bergkork etc. bezeichnet werden und die ihrer Biegsamkeit, Säure- und Feuerbeständigkeit halber in der Technik Verwendung finden. Namentlich kommt Tremolit und Aktinolith in derartiger Ausbildung vor, aber ebenso bilden andere Hornblenden und andere Mineralien, wie Serpentin, Asbeste.

Tremolit. Grammatit. Calamit. $CaMg_3Si_4O_{12}$.

XX langsäulig mit ausgebildetem Prisma, aber meist ohne freie Endbegrenzung. Gewöhnlich in stängligen, strahligen, faserigen und dichten Aggregaten. $G = 2,9-3$. Weiss bis hellgrau, in Folge geringen FeO -Gehalts auch lichtgrün. Auslöschung auf $\infty P\infty$ ca. 15° . Contactmineral in körnigem Kalk und Dolomit, z. B. von Campo longo am St.-Gotthard; im Talkschiefer. Tremolit geht leicht in Talk über.

Aktinolith. Strahlstein. $Ca(FeMg)_3Si_4O_{12}$, demnach ein FeO -haltiger Tremolit; in dunkelgrünen, strahligen Aggregaten, namentlich in Talk- und Chloritschiefern, z. B. aus dem Zillerthal. Fein- und langfaserige Tremolite und Aktinolithe bilden einen wesentlichen Theil des Asbest (Amiant, Byssolith), welcher Hornblendenasbest seiner geringeren Biegsamkeit halber jedoch dem Serpentinasbest an Güte nachsteht. — Nephrit (Beilstein, Punamustein), zu Steinwaffen und als Schmuckstein in vorhistorischer Zeit und gegenwärtig noch im Orient verwendet, ist ein dichter kryptokrystalliner Aktinolith, also frei von Al_2O_3 und Na_2O . Zäh; $G = 2,9-3$. $H = 5\frac{1}{2}-6$. Durchschein., lauchgrün bis grünlichgrau und im Unterschied zum Jadeit schwer schmelzbar. Anstehend bekannt in Turkestan, China, auf Neu-Seeland; in Europa mit Sicherheit nur bei Jordansmühl in Schlesien; als ethnographischer Fund weit verbreitet.

Smaragdite, ein grasgrüner Aktinolith, Aggregate kleiner kurzer Nadeln, mit Omphacit verwachsen im Eklogit und als Umwandlungsmineral des Olivin resp. des Diallag in manchen Gabbros. Zum Aktinolith sind ferner zu rechnen: Raphilit, Kymatin und Pitkärandit.

Hornblende (im engern Sinn, charakteristisch der wesentliche Gehalt an Al_2O_3). $\beta = 104^\circ 58'$.

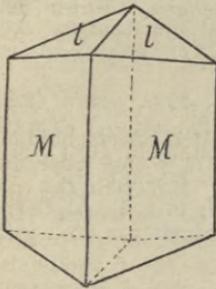


Fig. 397.

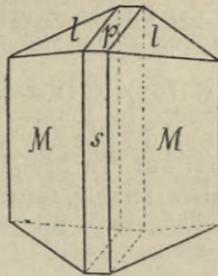


Fig. 398.

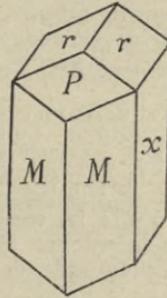


Fig. 399.

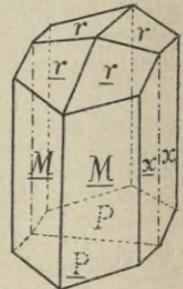


Fig. 400.

XX ein- und aufgewachsen, kurz säulig, gewöhnlich mit sechseckigem Umriss durch $M = \infty P$ ($124^\circ 11'$), $x = \infty P \infty$, mit dreiflächiger Begrenzung, entweder von rhomboedrischem Aussehen durch $P = oP$ und $r = P$ ($148^\circ 30'$) wie bei der basaltischen H. (Fig. 399) oder von $l = P \infty$ ($148^\circ 16'$) und $P = oP$ wie bei der gem. H. (Fig. 398) begrenzt; andere Flächen wie $s = \infty P \infty$ und $z = {}_2P \infty$ sind seltener. Zw. nach $\infty P \infty$, die ähnlich wie diejenigen der Augite den Eindruck einfacher Individuen machen (Fig. 400). Oefters Parallelverwachsung mit Augit und Diallag. — Derb, in körnigen, stängligen, faserigen Aggregaten; in Paramorphosen nach Augit von faseriger Structur: Uralit und mit Wassergehalt: Traversellit.

∞P vollk., schilfrig. H = 5–6. G = 3,1–3,3. Ggl.; im Dünnschliff mit grüner oder brauner Farbe durchs. Grün- und rabenschwarz mit Ausnahme des lauch- bis blaugrünen Pargasit. Str. graugrün. A.-E = $\infty P \infty$; 1 M.-L. liegt im stumpfen Winkel β und ist gegen die Verticalaxe um ca. 75° geneigt; demnach bildet die 2 M.-L. einen geringen Winkel gegen die c-Axe: 11 – 13° bei den braun durchsichtigen, 13 – 15° bei den grün durchsichtigen H. Starker Pleochroismus.

Isomorphe Mischung von $\text{Mg}_3\text{CaSi}_4\text{O}_{12}$ und $2(\text{MgAl}_2\text{SiO}_6)$ mit 8 – $15 \text{ Al}_2\text{O}_3$. Ein Theil MgO wird wie in den Augiten regelmässig durch FeO ersetzt, nahezu ganz ist dies der Fall im Bergamaskit, der auch $4 \text{ Na}_2\text{O}$ enthält; öfters findet sich auch Fe_2O_3 und Na_2O . Im Kaersutit aus Grönland wird ein Theil SiO_2 durch TiO_2 (bis 7%) und auch etwas SnO_2 ersetzt. — v. d. L. schmelzen die eisenreicheren Var. leicht zu einer dunklen magnet. Perle und werden auch von Salzsäure theilweise angegriffen.

Weit verbreitet. Als Gemengtheil vieler Eruptivgesteine: Syenit, Diorit, Porphyrit, Trachyt, Phonolith, Andesit, in Tuffen und Aschen,

in manchen krystallinen Schiefen, besonders im Amphibolit; als Contactmineral, dagegen nicht in Meteoriten und als Hüttenproduct.

Im Einzelnen werden unterschieden:

1. Pargasit (Grüne H. Edenit). In kurzen, an den Kanten abgerundeten $\times\times$ und in Körnern. Licht bläulichgrün bis dunkelgrün. Im körnigen Kalk von Pargas in Finnland und in Nord-Amerika.

2. Gem. schwarze Hornblende. $\times\times$ auf manchen Magnetitlagerstätten, Arendal, Taberg in Wermland, Filipstad, Fig. 397 u. 398, seltener als porphyrtartige Einsprenglinge in Eruptivgesteinen; gewöhnlich nur in individualisirten Körnern. Wesentlicher Gemengtheil der älteren Eruptivgesteine und des Amphibolits. Dunkelgrün, schwarz, zuweilen braun wie der Karinthin aus dem Eklogit der Saualpe.

3. Basaltische Hornblende. In $\times\times$ (Fig. 399 u. 400), deren Querschnitt 6-seitig, nie $\infty P\infty$, und Körnern in jüngern (vulkanischen) Eruptivgesteinen, schöne $\times\times$ aus dem Basaltuff des böhmischen Mittelgebirges (Wolfsberg bei Cernosin). Bräunlichschwarz; auf den Spaltflächen starker Ggl.

Kokscharowit ist eine weisse strahlig-faserige H. mit $18 Al_2O_3$. — Die Hornblende wandelt sich häufig in Biotit und Chlorit um und giebt Veranlassung zur Epidotbildung.

Arfvedsonit. $\beta = 104^\circ 15\frac{1}{2}'$. Chem. Zus. noch nicht genügend erkannt, da ältere Analysen am Aegirin angestellt sind. Wesentlich Na_2O - und FeO -Silicat gemischt mit einem Ca- und Mg-haltigen Silicat von $(AlFe)_2O_3$. $\times\times$ selten, gross und prismatisch von Grönland, sehr klein und tafelig von Langesund. Zw. nach $\infty P\infty$. $\# \infty P (123^\circ 55')$ recht vollk., $\infty P\infty$ weniger vollk. $H = 5\frac{1}{2}-6$. $G = 3,44$. Ggl. Tief blauschwarz mit dunkel blaugrauem Str. (Unterschied von Aegirin), im Dünnschliff bläulich oder grünlich durchscheinend. Auslöschung auf $\infty P\infty 14^\circ$. Schmilzt schon an der Lichtflamme und liefert v. d. L. unter Aufschäumen eine magnetische Perle. In Säuren unlöslich. Im Sodalithsyenit von Kangerdluarsuk in Grönland, selten auf den Syenitpegmatitgängen und den Augitsyeniten Norwegens. $\times\times$ von Klein-Arö im Langesundfjord. — Nahe verwandt ist Barkevikit, chemisch unterschieden durch stärkere Beteiligung des Silicats der Sesquioxide und Armuth an CaO und MgO . Grosse rauhe $\times\times$ von Barkevik mit kurz- oder langsäuligem Habitus. $\# \infty P (124^\circ 15\frac{1}{2}')$ vollk., ebenso nach $\infty P\infty$ oft recht vollk. $H = 6$. $G = 3,428$. Starker Ggl. auf den Spaltflächen. Tief sammetschwarz, im Dünnschliff braun durchscheinend. Str. tief olivgrün. Auslöschung $12\frac{1}{2}^\circ$. L.-Verhalten wie Arfvedsonit. Skudesundsskjär bei Barkevik im Langesundfjord in $\times\times$, wesentlicher Gemengtheil der Augitsyenite des südl. Norwegens. Nur wenig unterschieden (durch stärkeren Ca- und Mg-Gehalt) sind die Hornblenden aus den grobkörnigen Gängen von Frederiksvärn.

Glaukophan. $Na_2Al_2Si_4O_{12}$ gemischt mit $(MgFe)_3CaSi_4O_{12}$. $\beta = ca. 105^\circ$. $\times\times$ prismatisch, selten mit freier Endbegrenzung. Gewöhnlich in stänglichen und körnigen Aggregaten. $\# \infty P (124^\circ 51')$ deutlich. $H = 6-6\frac{1}{2}$. $G = 3-3,1$. Ggl., durchschein. bis undurchs. Blaugrau, lavendelblau bis schwärzlichblau. Str. blaugrau. Auslöschung $4-7^\circ$. Schöner Pleochroismus. Schmilzt v. d. L. leicht zu graulichweissem oder grünlichem, nicht magnet. Glas; von Säuren kaum angegriffen. Im Glimmer- und Glaukophanschiefer auf Syra und Euböa, im Gneiss zu Zermatt; ferner Insel Groix in der Bretagne, Balado-Mine in Neu-Caledonien. — Gastaldit, ein Glaukophan, in dem $(MgFe)_3CaSi_4O_{12}$ vorwiegt. Im chloritischen Gestein von St.-Marcel und Champ de Praz im Aosthal; im Val Locana etc.

Grunerit. $FeSiO_3$ mit geringer Menge von Al_2O_3 , MgO und CaO . Asbestartig, faserig oder strahlig. $G = 3,713$. Seidengl. Braun. Collobrières im Dép. Var. — Durch Gehalt an Mg und Mn unterschieden ist Silbergit (Hillängsit), in langen Nadeln oder derben Massen; $H = 5\frac{1}{2}$. $G = 3,446$. Durchs. Honiggelb. Vester-Silfberg in Dalarne.

Riebeckit. Mischung von $FeSiO_3$ mit $Na_2Fe_2Si_4O_{12}$. Hierher wird auch wohl der z. Th. schon verkieselte Krokydolith vom Oranje-River gestellt (cfr. Aegirin. S. 348).

Zu den monoklinen H. sind noch einige Mn-haltige Glieder zu rechnen: Richterit, eine viel Na_2O und wenig Al_2O_3 enthaltende H. von Pajsberg. Hermannit (Cummingtonit z. Th.), wesentlich MnSiO_3 , aber bereits zersetzt. Rosenrothe stänglig-körnige Aggregate. Cummington, Mass.

Breislakit. Formel? sehr feine haarförmige, lockere Büschel bildende $\times\times$. Braun. Aus Poren der Lava von Capo di Bove bei Rom. —

Kirwanit, mikrokristalline kugelige Aggregate aus Hohlräumen eines Basalts von Nordirland, ist unreine Hornblende.

7. Triklone Hornblenden.

Aenigmatit. Chemisch wesentlich wie Arfvedsonit, aber ein Theil SiO_2 ist durch TiO_2 ersetzt. Grosse, schlecht messbare $\times\times$ aus den Sodalithsyeniten von Naujakasik und Kangerdluarsuk in Grönland, kleinere $\times\times$ (sogen. Cossyrit) aus den Pantelleriten von Pantelleria. Starker Ggl. auf dem Spaltprisma ($123^\circ 52'$ bis $124^\circ 5'$). $G = 3,8$. Sammetschwarz, im Dünnschliff braun durchschein. Str. röthlichbraun. Kölbingit aus Grönland mit pistazgrünem Str. und $G = 3,6$ scheint nur eine Parallelverwachsung von Aenigmatit und Arfvedsonit zu sein.

Leukophan-Gruppe.

Leukophan. $\text{NaCaBeSi}_2\text{O}_6\text{F}$. Rhomboedr. hemiedr. $\times\times$ selten, am häufigsten dicktafelig nach oP , vielfach in Zwillingsverwachsung. Derb in stängligen und schaligen Aggregaten. $\# oP$ vollk., nach $\infty P\infty$, $\infty P\infty$ und anderen Flächen deutlich. Br. uneben. $H = 3\frac{1}{2}$ –4. $G = 2,96$. Ggl., auf dem Br. fettartig; an den Kanten durchschein. Weisslichgrün oder grünlichweiss. Auf Gängen im Augitsyenit des Langesundfjords, namentlich auf Låven.

Melinophan. $\text{NaCa}_2\text{Be}_2\text{Si}_3\text{O}_{10}\text{F}$. Tetrag. $\times\times$ sehr selten, stets tafelig oder flach tafelig; meist eingesprengt in schaligen und blättrigen Aggregaten. $\# oP$ deutlich, ausserdem auch schalig nach oP abgesondert. $H = 5$. $G = 3$. Ggl., durchschein. bis durchs. Schwefel-, citronen- und honiggelb; durch Verwitterung roth. Selten, auf Gängen im Augitsyenit Norwegens. Stocksund auf Stockö.

Skapolith- (Wernerit-) Gruppe.

Skapolith. Wernerit. Tetrag. pyram.-hemiedr.

$\times\times$ mehr oder weniger säulenförmig, oft langgestreckt. $m = \infty P$, $a = \infty P\infty$, $o = P$ ($63^\circ 42'$), $t = P\infty$. Pyram. Hem. zeigt sich in der öfteren Ausbildung der selteneren Formen $z = 3P_3$ und $f = \infty P_2$ als solche III. Ordn., worauf auch die Aetzfiguren hinweisen. — Derb, in grosskörnigen und strahligen, auch ganz dichten Aggregaten.

$\# \infty P\infty$ vollk., ∞P weniger vollk. Br. muschl., spröde. $H = 5$ –6. $G = 2,54$ – $2,76$, mit wachsendem SiO_2 -Gehalt, entsprechend einer grösseren Bethheiligung von Na_2O , d. h. Marialithsubstanz abnehmend. Ggl., ins Perlmutterartige und Fettige geneigt. Farblos oder weiss bei den vulkanischen Abarten, trübe und gewöhnlich licht gefärbt (grau, bläulich, grünlich, röthlich) bei den eigentlichen Skapolithen und Werneriten. Schwache negative D.-Br.

In chem. Hinsicht eine vollständige Parallele zu den Plagioklassen. Die Skapolithe sind nach TSCHERMAK isom. Mischungen zweier verschiedener atomistisch gleichartiger Verbindungen, der Na-haltigen Marialithsubstanz $\text{Na}_4\text{Al}_3\text{Si}_9\text{O}_{24}\text{Cl}$ (11 Na_2O , 18,3 Al_2O_3 , 63,8 SiO_2 , 6,9 NaCl) und der Ca-haltigen Mejonitsubstanz

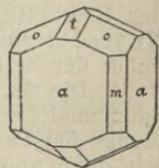


Fig. 401.

$\text{Ca}_4\text{Al}_6\text{Si}_6\text{O}_{25}$ (25,1 CaO, 34,6 Al_2O_3 , 40,3 SiO_2). Nach dem Mischungsverhältniss lassen sich mehrere Glieder unterscheiden (s. u.), deren spec. G. und Verhalten gegen Säuren verschieden ist. Ein Theil wird von Salzsäure unter Abscheidung schleimigen SiO_2 -Pulvers zersetzt, andere Sk. werden nicht angegriffen. — v. d. L. gewöhnlich leicht unter Aufschäumen schmelzend.

Metamorphisches Mineral. Theils aufgewachsen in vulkanischen Auswürflingen, theils eingewachsen in körnigen Kalken, Gneissen und sonstigen krystallinischen Schiefnern.

Man kann im Einzelnen unterscheiden:

Marialith. Ma_1 bis Ma_2Me_1 . 56–64 SiO_2 ; stets etwas Ca-haltig; von Salzsäure nicht zersetzt. Kleine wasserklare $\times\times$ im Piperno der Pianura von Neapel. Von trüben Vorkommnissen (sogen. Skapolithen) gehören hierher: solche von Bolton, Mass., von Ripon in Quebec (sogen. Riponit), ferner Dipyr, weisse oder röthliche, an den Enden abgerundete Prismen von 3–5 mm Länge, reichlich eingewachsen in Schiefnern und Kalksteinen der Pyrenäen. Ein etwas verwitterter Dipyr ist Couseranit, weiss, oft durch Kohle grau und schwarz gefärbt, Contactmineral im Kalkstein der Pyrenäen und am Nufenen in der Schweiz. Die auch als Couseranit bezeichneten schwarzen Prismen in pyrenäischen Glimmerschiefnern sind Andalusit.

Mizzonit. Ma_2Me_1 bis Ma_1Me_2 . 48–56 SiO_2 , wird durch Salzsäure theilweise zersetzt. Hierher die klaren $\times\times$ von der Somma und dem Laacher See und die grosse Mehrzahl der trüben, eingewachsenen, früher unter Skapolith begriffenen Vork., z. B. von Arendal, von Gulsjö in Schweden, der Ekebergit von Pargas in Finnland, viele Vork. aus den nordamerikanischen Contactlagerstätten, wie Gouverneur und Warwick in New-York, Bolton, Mass., Franklin, New-Jersey. Ferner der schon theilweise in Kaolin umgewandelte grobkörnige oder strahlige Porcellanspath (Porcellanit, Passanit), eingewachsen im Syenit und körnigen Kalk bei Passau.

Mejonit. Ma_1Me_2 bis Me. 40–48 SiO_2 ; vollständig durch Salzsäure zersetzbar. Kleine wasserklare Prismen, selten mit Endausbildung, von der Somma und dem Laacher See. Die trüben hierher zu stellenden Sk. hat man wohl im Besonderen als Wernerit bezeichnet. Es gehören dazu: der grössere Theil der Arendaler Vork. sammt dem etwas verwitterten Atheriastit, der blaue Sk. von Gulsjö, der graue oder grünlichgraue bis grauschwarze Nuttallit von Bolton, Mass.; der blaue Glaukolith vom Baikalsee und eben daher der hellgrüne, durch Verwitterung etwas CO_2 -haltige Strogonowit.

Die Sk. unterliegen leicht der Verwitterung und der Umwandlung zu ganz analogen Neubildungen, wie die Plagioklase, zu Kaolin (in grösserer Menge bei Passau), Epidot, Muscovit, Biotit. Auch Albit geht aus Sk. hervor, wie denn umgekehrt die Plagioklase mancher südnorwegischen Gabbros durch pneumatolytische Umwandlung in feinste Skapolithaggregate (Saussurit z. Th.) übergeführt sind.

Der trübe Sk. gleicht dem gemeinen Feldspath sehr; quadratischer Querschnitt, charakteristisches faseriges Ansehen der Spaltungsflächen und höheres G. sind die wesentlichen Unterschiede des ersteren.

Dem Skapolith steht bezüglich seiner Form und Zusammensetzung sehr nahe:

Sarkolith. $\text{Na}_2\text{Ca}_8\text{Al}_6\text{Si}_9\text{O}_{36}$. Tetrag. pyram.-hemiedr. $\infty P\infty$, oP , P . $H = 5\frac{1}{2}$ –6. $G = 2,54$. Röthlichweiss bis fleischroth. Ggl., durchschein. Somma. Oefters mit Analcim verwechselt.

Melilith. Humboldttilith. Sommervillit. $(\text{CaMgNa}_2)_6(\text{AlFe})_2\text{Si}_5\text{O}_{19}$. Tetrag.

Kleine, meist aufgewachsene, tafelige oder kurz-, selten lang-säulige und nadelige $\times\times$. oP , $\infty P\infty$, seltener ∞P , ∞P_3 , P . Auch strahlige Aggregate.

♯ oP öfters deutl. $H = 5-5\frac{1}{2}$. $G = 2,90-2,95$. Gelb bis braun, gelblichweiss und grau. Ggl. bis Fettgl., kantendurchschein. D.-Br. — v. d. L. negativ schwer schmelzend; von Säuren unter Abscheidung von Kieselgallerte zersetzt.

In Sommaauswürflingen (Humboldttilith, weisslich bis grau mit grosser Basis), in Drusen der Lava von Capo di Bove, am Herchenberg im Brohlthal. Mikroskop. Gemengtheil mancher Basalte, sogen. Melilithbasalte: schwäbische Alb, Erzgebirge, Hessen, Eifel. Künstlich in manchen Eisenschlacken.

Gehlenit. $Ca_3 Al_2 Si_2 O_{10}$, etwas FeO , $Fe_2 O_3$, MgO und H_2O enthaltend. Tetrag. $\times\times$ klein, eingewachsen, dicktafelig oder kurzsäulig, einzeln oder in lockeren Aggregaten. Gewöhnlich nur oP, ∞P . Derb. ♯ oP ziemlich vollk. $H = 5\frac{1}{2}-6$. $G = 3$. Geringer, etwas fettiger Gl., kantendurchschein. bis undurchs. Grünlichgrau bis unrein grün und braun. D.-Br., schwach. — v. d. L. schwer schmelzbar; von Säuren unter Gallertbildung zersetzt. Contact-mineral am Monzoni und bei Predazzo, ferner bei Oravicza. Künstlich in Schlacken.

Nephelin-Sodalith-Gruppe.

Nephelin und Eläolith. $4 (NaK)_2 O$, $4 Al_2 O_3$, $9 SiO_2$. Hexag., auf Grund der Aetzfiguren wahrscheinlich hemiedr. und zugleich hemimorph.

$\times\times$ mit kurzsäuligem Habitus, gewöhnlich nur von ∞P und oP begrenzt; seltener $\frac{1}{2}P$, $2P_2$, ∞P_2 . — Derb und eingesprengt.

♯ ∞P und oP unvollk., Br. muschl. bis uneben. $H = 5-6$. $G = 2,6$. Auf den Flächen Ggl., auf dem Br. starker Fettgl. Farblos, weiss und lichtgrau oder grünlichgrau, gelblich, röthlich, blaugrün. D.-Br. schwach, negativ.

Zus. nicht ganz constant; im Durchschnitt $16 Na_2 O$, $4-5 K_2 O$, $33 Al_2 O_3$, $44 SiO_2$, daneben stets etwas CaO ($\frac{1}{2}-2\%$) und Wasser. — v. d. L. schmilzt Eläolith leichter zu blasigem Glas als Nephelin. Von Salzsäure unter Abscheidung von Kieselgallerte zersetzt; aus der Lösung scheiden sich beim Eintrocknen Kochsalzwürfelchen aus (Unterschied vom Apatit). Das Pulver reagirt alkalisch.

Als Eläolith bezeichnet man im Besonderen die eingewachsenen, meist nicht individualisirten und gefärbten Nepheline aus den älteren Eruptivgesteinen.

Eingewachsen als makro- und mikroskopischer Gemengtheil von Eruptivgesteinen: in den Eläolithsyeniten des südlichen Norwegens (Laurvig, Frederiksvärn), des südlichen Portugals, von Ditró in Siebenbürgen, Miask, Grönland, Hot Springs in Arkansas, ferner in Phonolithen, Nepheliniten (Katzenbuckel im Odenwald, Meiches im Vogelsgebirge, Löbauer Berg in Sachsen). Aufgewachsen und zu kleinen Drusen vereinigt in vulkanischen Auswürflingen des Laacher Sees, der Somma und des Albaner Gebirges.

Eläolith geht durch Umwandlung in eine Spreustein- (Natrolith-) artige Substanz: Hydronephelit über; auch Umwandlung zu Sodalith kommt vor. Gieseckit aus Grönland und Liebenerit von Predazzo in Tyrol sind in Muscovitsubstanz umgewandelte Nephelin- $\times\times$ aus porphyrischen Gesteinen. — Die künstliche Darstellung des Nephelin gelingt leicht. — Seiner sechsseitigen Umriss und des fettigen Bruches wegen kann Nephelin mit Quarz, Cordierit und Apatit verwechselt werden.

Kaliophililit von Monte Somma ist wahrscheinlich ein Nephelin mit vorwiegendem K-Gehalt.

Davyn aus der Vesuv-Lava und den Sommaauswürflingen, in gestreckten bis nadeligen $\times\times$, die neben ∞P und oP auch ∞P_2 und $\frac{1}{2}P$ zeigen, graulichweiss bis wasserhell, ist ein $CaCO_3$ -haltiger Nephelin. — Damit ident ist der etwas Cl-haltige Mikrosomit, in winzigen, oft büschelig gruppierten $\times\times$. Vesuv-Eruption 1872, ferner Cavolinit, Pseudonephelin und Pseudosomit.

Cancrinit gilt als ein CO_2 - und H_2O -haltiger Eläolith; derb, in individualisirten Körnern oder blättrigen und stängligen Aggregaten; $\# \infty P$ vollk., sonst dem Eläolith sehr ähnlich, namentlich röthlich und gelblich. In den Eläolithsyeniten von Norwegen, Ditró, Miask, Litchfield in Canada. Nahe damit verwandt der Y- und Er-haltige Kainosit.

Phacelit. $KAlSiO_4$. Hexag. $\times\times$ sehr dünn, nadelförmig, ∞P und oP , zu Bündeln gruppiert. $\# oP$. $H = 6$. $G = 2,49$. Ggl. Farblos bis weiss. Seidengl. Gelatinirt mit Salzsäure. Monte Somma.

Eukryptit. $LiAlSiO_4$. Mikroskopische faserige $\times\times$. $G = 2,667$. Weiss. Gelatinirt mit Salzsäure. Geht aus der Verwitterung von Spodumen hervor. Branchville, Conn.

Sodalith. $3 Na_2 Al_2 Si_2 O_8 + 2 Na Cl$, Reg., wahrscheinlich tetraedr.

$\times\times$ mit rhombendodekaedr. Habitus. ∞O , daneben zuweilen $\infty O\infty$, ${}_2O_2$, O . Zw. nach O häufig, gewöhnlich in die Länge gezogen. — Derb, in Körnern und Aggregaten.

$\# \infty O$ ziemlich vollk. Br. muschl. bis uneben. $H = 5-6$. $G = 2,2-2,4$. Auf den Flächen Ggl., auf dem Br. Fettgl. Durchs. bis undurchs., meist durchschein. Farblos, weiss, graulich-, gelblich- und grünlichweiss; hell- bis dunkelblau; grün und lichtroth. Selten opt. anomal.

Entfärbt sich beim Erhitzen; schmilzt v. d. L. zu blasigem Glas. Geht durch Säuren in Lösung, aus der sich nachträglich Kieselgallerte abscheidet.

Eingewachsen in Eläolithsyeniten von Ditró, Serra de Monchique in Portugal, Norwegen, Miask, Kangerdluarsuk in Grönland; gewöhnlich nur mikroskopisch in Trachyten und Phonolithen. Aufgewachsen in Auswürflingen der Somma, des Albaner Gebirges und bei Rieden am Laacher See.

Nosean (Spinellan) und **Hauyn**. $Na_2 Al_2 Si_2 O_8 + Na_2 SO_4$. Reg., wahrscheinlich tetraedr.

Gewöhnlich derb in unregelmässigen Körnern, sonst in $\times\times$: ∞O , selten $\infty O\infty$, ∞O_2 , O . Zw. nach O häufig, als Durchwachungs- wie polysynthetische Zw.

$\# \infty O$ deutlich, Br. muschl. bis uneben. $H = 5-6$. $G = 2,3$ bis $2,5$. Fettiger Ggl. Durchs. bis undurchs. Keine Charakterfarbe, gewöhnlich aschgrau, grünlich und schwarz (Nosean) oder blau (Hauyn); sonst weiss, bräunlich und grün. Str. weiss bis bläulichweiss. Optisch öfters anomal.

Entfärbt sich nur sehr schwer beim Erhitzen und schmilzt schwierig zu blasigem Glas. Von Säuren mit Gallertbildung zersetzt. Das Pulver reagirt deutlich alkalisch.

Aufgewachsen in den Trachytauswürflingen des Laacher Sees, der Somma und im Albaner Gebirge. Häufiger eingewachsen, theils als makro-, theils als mikroskopischer Gemengtheil jüngerer vulkanischer Gesteine: in Phonolithen, Nephelin- und Leucitbasalten, Tephriten, besonders reichlich in den Hauynophyren und Noseaniten, z. B. in den Leucitophyren des Laacher Sees, in der Mühlsteinlava von Niedermendig, im Hauynophyr vom Vultur bei Melfi.

Ittnerit und Skolopsit von Oberbergen am Kaiserstuhl sind in verschiedenem Grade zeolithisirt (Gismondin?) Noseane.

Lasurstein. Lapis Lazuli. Formel? Reg.

XX selten, eingewachsen, ∞O . Aggregate klein- bis feinkörnig, mit eingesprengten kleinen Schwefelkiespartikeln.

∞O unvollk. $H = 5\frac{1}{2}$. $G = 2,38-2,42$. Glasartiger Fettgl., undurchs. bis kantendurchscheinend. Lasurblau.

Das Mineral erweist sich u. d. M. als Gemenge; in der Hauptsache ist es ein Na-Ca- Al_2O_3 -Silicat in Mischung mit einem Sulfat, daneben noch ein Sulfid, der angenommenen Ursache der blauen Färbung. v. d. L. sich entfärbend und zu einer weissen blasigen Perle schmelzend. Von Salzsäure zersetzt.

Hauptvorkommen in centralasiatischen Kalksteinen, untergeordnet in den Somma-Auswürflingen und im Peperin der Albaner Berge, ferner aus Chile.

Verwendung als Schmuckstein und früher auch als natürliches Ultramarin.

Leucit. Amphigen. $K_2Al_2Si_4O_{12}$. Dimorph, reg. und rhomb.

Gewöhnlich in ringsum ausgebildeten eingewachsenen Einzel-
XX, selten aufgewachsen oder in körnigen Aggregaten. Die XX zeigen in ausgeprägter Weise das Deltoidikositetetraeder $2O_2$ (sogen. Leucitoeder), selten dazu und untergeordnet ∞O , stellen aber bei gewöhnlicher Temperatur, wie genaue Winkelmessungen und die optische Untersuchung lehren, die rhomb. Comb. $P, 4P\bar{2}, 4P\bar{2}$ dar, wozu das scheinbare ∞O noch die ferneren Formen $\infty P, 2P\infty, 2P\infty$ liefert. Bei einer Temperaturerhöhung auf 265° und darüber werden die durch zahlreiche, nach allen Flächen des scheinbaren ∞O eingeschaltete Zw.-Lamellen im polarisirten Licht wie gegittert aussehenden XX-Platten isotrop und die XX sind nun thatsächlich regulär. Bei Erniedrigung der Temperatur tritt Anisotropie und Zwillingsbau von Neuem ein. Letzterer ist zuweilen durch Strichsysteme auf den XX-Flächen auch äusserlich sichtbar. Fig. 402.

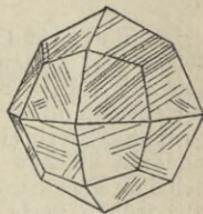


Fig. 402.

Br. muschl., spröd. $H = 5\frac{1}{2}$ bis 6. $G = 2,45-2,50$. Durchschein., klare XX sehr selten. Ggl., ins Fettige geneigt. Weisslich, ins Graue, Gelbliche, Röhliche. D.-Br. +, schwach.

Chem. analog Spodumen und Akmit, um so mehr da im Leucit regelmässig etwas K durch Na vertreten wird. — v. d. L. unschmelzbar, von Säuren zersetzt.

Beschränkt auf jungvulkanische, tertiäre und recente Eruptivgesteine, namentlich Europas und wesentlicher, wenn auch öfters mikroskopischer Gemengtheil von Leucit-Basalten und Tephriten, von Phonolithen. Besonders ausgezeichnet: Vesuv-Laven, Albaner Gebirge, Rocca Monfina, Rieden am Laacher See, Kaiserstuhl. Grosse, aber in Sanidin und Glimmer pseudomorphosirte $\times\times$ ausgewittert und lose bei Oberwiesenthal im Erzgebirge.

Leucit umschliesst häufig, seinen Umrissen im Dünnschliff parallel angeordnete Augit- und Magnetit-Mikrolithe. Er verwittert leicht und geht in Behrührung mit Na-haltigen Lösungen in Analcim über, während letzterer durch K-haltige Lösungen auch in Leucit umgewandelt werden kann.

Anmerkung. Leucit wurde bis Anfang der 70-Jahre ganz allgemein als Typus eines regulär krystallisirenden Minerals angesehen. G. vom RATH bemerkte an vesuvischen $\times\times$ eine im reg. System nicht mögliche Zw.-Lamellirung nach ∞O und deutete auf Grund seine Messungen die Leucit- $\times\times$ als tetragonale Comb. P, $4P_2$, denen Zw.-Lamellen nur nach $2P\infty$ eingeschaltet sein sollten. Damit stimmte das von BAUMHAUER constatirte verschiedene Verhalten der Leucitoederflächen gegen Lösungsmittel überein. Nachdem dann von HIRSCHWALD darauf hingewiesen wurde, dass Zw.-Lamellen nicht nur nach $2P\infty$, sondern dem Wesen des tetrag. Syst. widersprechend auch nach ∞P eingeschaltet seien, konnte WEISBACH aus genauen Messungen den Beweis des rhomb. Syst. erbringen. Die weiteren opt. Untersuchungen, wie sie von KLEIN durchgeführt wurden, bestätigten die rhomb. Symmetrie des Leucit, zeigten aber auch zugleich die Isotropie desselben bei erhöhter Temperatur. Danach erscheint es möglich, dass der Leucit ursprünglich aus dem Schmelzfluss regulär auskrystallisirt, beim Abkühlen aber in die rhomb. Modification übergegangen ist.

Pollux (Pollucit). $H_2Cs_2Al_2Si_5O_{15}$. Reg. Die seltenen $\times\times$ dieses sehr seltenen, hyalithähnlichen Minerals zeigen $\infty O\infty, 2O_2$. Gewöhnlich in unregelmässigen Körnern mit muschl. Br. H = 6. G = 2,9. Durchs., starker Ggl. Farblos. Zusammen mit Kastor auf Drusenräumen des Granits von Elba.

Petalit (Kastor). $Li_2Al_2Si_8O_{20}$. Monoklin. $\beta = 112^\circ 26'$. Die sehr seltenen $\times\times$ (Kastor) von säuligem oder dicktafeligem Habitus der Comb. ∞P ($86^\circ 20'$) $\infty P\infty, oP, -2P\infty$ sind unvollständig ausgebildet, löcherig und zackig und zeigen in den Formen und Winkeln grosse Aehnlichkeit mit der Augitgruppe. Derb (Petalit) in grobkörnigen Aggregaten. $\# oP$ vollk. I., nach anderen Flächen weniger vollk. H = $6\frac{1}{2}$. G = 2,4. Ggl. Durchs. bis durchschein. Farblos, weiss, röthlich. Färbt v. d. L. die Flamme roth und schmilzt zur trüben Perle. Säuren unwirksam. Aus Graniten. Insel Elba. Utö, Bolton, Mass.

Hydrokastroit, rhombische (?) Nadelchen, ist ein wasserhaltiges, aber Li-freies Verwitterungsproduct von Kastor. Elba.

Milarit $HKCa_2Al_2Si_{12}O_{30}$. Rhomb. Die scheinbar einfachen $\times\times$ der scheinbar hexag. Comb. $\infty P_2, P, \infty P, oP$ sind Drillinge nach ∞P . Br. muschl. bis uneben. H = $5\frac{1}{2}$ –6. G = 2,59. Durchs. Farblos ins Grünliche. Schmilzt leicht, von Säuren theilweise zersetzt. Aus Granit von Val Giuf bei Ruäras in der Schweiz.

Feldspath-Gruppe.

Die Feldspäthe sind — abgesehen von dem ganz unwichtigen Barytfeldspath — isomorphe Mischungen nachstehender, in der Natur annähernd auch selbständig vorkommender Silicate:

- | | | | |
|---------------------|------------------------|-----------------------|--------|
| 1. Kalifeldspath. | $K_2Al_2Si_6O_{16}$. | Sauerstoffverhältniss | 1 : 3. |
| 2. Natronfeldspath. | $Na_2Al_2Si_6O_{16}$. | „ | 1 : 3. |
| 3. Kalkfeldspath. | $CaAl_2Si_2O_8$. | „ | 1 : 1. |

Das hinzugefügte Sauerstoffverhältniss zeigt, dass der Kali- und Natronfeldspath Trisilicate, der Kalkfeldspath dagegen ein Singulosilicat ist. Es muss daher auffallen, dass trotz des ungleichen SiO_2 -Verhältnisses gerade der Na-F. mit dem Ca-F. die mannigfachsten und verbreitetsten isomorphen Mischungen eingeht (solche von K.-F. und Ca-F. sind hinwiederum kaum bekannt). Dass es sich dabei aber um wirkliche isomorphe Mischungen (TSCHERMAK's Feldspath-Theorie), nicht um mechanische Mengungen handelt, wird dadurch bewiesen, dass die gesammten Eigenschaften der aus der Mischung resultirenden Glieder in engster Abhängigkeit von dem Mischungsverhältniss stehen (cfr. Plagioklas. S. 364). Die isom. Mischung kann man sich übrigens auch in der Formel verständlich machen, wenn man diejenige des Ca-Feldspaths verdoppelt oder die beiden Formeln $\text{NaAlSi}_2\text{O}_8$ und $\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$ schreibt.

Trotz abweichender Symmetrie herrscht zwischen monoklinen und triklinen F. eine grosse Analogie im Habitus und in den Winkeln, wie denn auch die engen morphologischen Beziehungen derselben sich darin ausdrücken, dass nicht selten parallele Verwachsungen und gegenseitige Ueberrindungen vorkommen. Ein Hauptkennzeichen aller Feldspäthe ist ihre vollk. $\#$ nach der Basis und der Längsfläche. Während der Spaltwinkel bei den monokl. F. 90° beträgt, weicht er nur um ein geringes davon bei den trikl. F. ab; man spricht demzufolge auch von orthoklastischen und plagioklastischen F. Für die triklinen F. ist eine vielfach wiederholte Zwillingsbildung nach der Längsfläche charakteristisch; nach MICHEL-LEVY können auch die monoklinen F. als polysynthetische Zw. des triklinen Systems gedeutet werden, wenn man für die Lamellen äusserste Dünne annimmt.

Nicht nur wegen ihrer rein mineralogischen Eigenschaften, sondern auch wegen ihrer geologischen Verbreitung als wesentliche Gemengtheile fast aller Massengesteine und der daraus hervorgegangenen Schichtgesteine bilden die Feldspäthe die weitaus wichtigste Gruppe unter den Silicaten. — Eine Uebersicht über die im Einzelnen zu unterscheidenden Glieder giebt nachstehende Tabelle:

	Monokline F.	Trikline F.
Kalifeldspath.	Orthoklas. Natronorthoklas.	Mikroklin. Anorthoklas.
Natronfeldspath.		Albit.
Kalkfeldspath.		Kalknatronfeldsp. Anorthit.
		Oligoklas. Andesin. Labrador. Bytownit.

α . Monokline Reihe (Orthoklastische F.).

Die monokline F., durch ihre rechtwinklige Spaltbarkeit ausgezeichnet, werden im Wesentlichen durch den Kalifeldspath, Orthoklas, repräsentirt; von untergeordneter Bedeutung ist dessen Mischung mit dem entsprechenden Na-Silicat und dem Barytfeldspath $\text{BaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$. Kalkfeldspath betheiligt sich an den monoklinen Mischungen nur in verschwindendem Maasse.

Orthoklas. $\text{K}_2\text{Al}_2\text{Si}_6\text{O}_{16}$. $\beta = 116^\circ 3'$.

$\times\times$ ein- und aufgewachsen, z. Th. sehr gross. $P = oP$, $M = \infty P\infty$, $T = \infty P$ ($118^\circ 47'$), $z = \infty P_3$, $k = \infty P\infty$, $x = P\infty$, $y = {}_2P\infty$, $n = {}_2P\infty$ ($90^\circ 7'$), $o = P$ ($126^\circ 17'$); sonstige Winkel: $P'k = 116^\circ 3'$, $x'k = 114^\circ 14'$, $P'x = 129^\circ 43'$, $P'y = 99^\circ 42'$, $P'n = 135^\circ 31\frac{1}{2}'$, $M'n = 134^\circ 56\frac{1}{2}'$, $T'x = 110^\circ 41'$, $x'o = 153^\circ 7'$, $M'o = 116^\circ 53'$. Auf P in Folge vollk. $\#$ glasierer Plmgl., auf M Ggl. und feine

verticale Risse, auf x öfters Horizontalstreifung. Ausgezeichnete Zonen: $[MzTk]$, $[Pxyk]$, $[Tnoy]$, $[TPO]$, $[PnM]$ cfr. Fig. 14, S. 20, auch Fig. 403. Die eingewachsenen $\times\times$ sind wenig flächenreich, gewöhnlich nur $PMTyno$, entweder mit dicktafeligem Habitus nach M (Fig. 405 u. 406) oder rectangular säulig nach der Klioaxe (Fig. 407) gestreckt; die aufgewachsenen $\times\times$ sind oft flächenreicher; ihr Habitus ist am gewöhnlichsten rhombisch säulig durch Vorherrschen von T oder auch recht oft (am Adular) rhomboedrisch (Fig. 404) durch T und x .

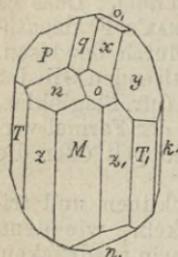


Fig. 403.

Zw. nach mehreren Gesetzen. 1. Karlsbader Zw., Zw.-Fl. $k = \infty P\infty$ (oder gleichbedeutend eine Fl. $\perp c$), Verwachsungsfl. fast stets M . Da jedes Individuum als monokliner $\times\times$ eine rechte und linke Seite hat und beide Individuen sich nur partiell durchdringen, so werden rechte und linke Karls-

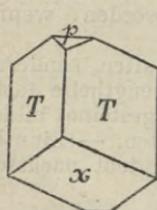


Fig. 404.

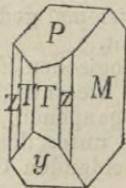


Fig. 405.

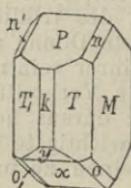


Fig. 406.

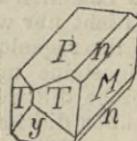


Fig. 407.

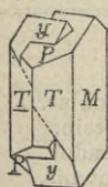


Fig. 408.



Fig. 409.

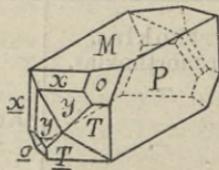


Fig. 410.

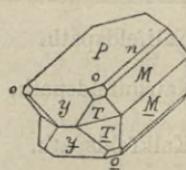


Fig. 411.

bader unterschieden, zu deren Bestimmung man sich in die $\times\times$ mit dem Gesicht nach P gestellt denkt. Fig. 408 ist ein rechter, Fig. 409 ein linker Karlsbader. Diese häufigsten Zw. sind vorzugsweise an den eingewachsenen $\times\times$ mit dicktafeligem Habitus vertreten. Auffällig ist es, dass da, wo sie an aufgewachsenen $\times\times$ vorkommen, gewöhnlich die P -Fläche des einen Individuums in die Ebene von x des anderen Individuums fällt, was nach der verschiedenen Neigung von x und P zur Verticalaxe nicht statthaben dürfte. — 2. Bavenoer Zw. (Fig. 410), Zw.-Fl. $n = 2P\infty$; beide Individuen greifen gewöhnlich mit unregelmässiger Naht in einander. An eingewachsenen $\times\times$ nur bei dem rectangular säuligen Habitus vertreten; weit häufiger an den aufgewachsenen $\times\times$, insbesondere beim Adular, und hier sowohl bei dem rectangular- wie bei dem rhombisch-säuligen Habitus. Da die Zw.-Fl. n die Kante PM nahezu gerade abstumpft und da gewöhnlich die einspringenden Winkel unterdrückt sind, so gleichen die Zw. rectangular säuligen $\times\times$ einfacher Individuen, sind aber leicht an der Aufeinanderfolge der Flächen $PPMP$ zu erkennen. Oefters findet auch cyclische Wiederholung desselben Gesetzes

statt; bei derartigen Drillingen liegen alsdann die Individuen I und III nahezu symmetrisch zu P (d. h. wie beim Manebacher Zw.-Gesetz), während bei den Vierlingen das Gleiche hinsichtlich I und III, II und IV gilt; letztere könnten demnach gedeutet werden als 2 Manebacher Zw., die sich nach dem Bavenoer Gesetz durchkreuzen, vergl. die Fig. 412 u. 413. — 3. Manebacher Zw. (Fig. 411), Zw. Fl. und Verwachsungsfl. $P = oP$; meist an eingewachsenen $\times\times$, die nach P dicktafelig und nach der Klioaxe gestreckt sind; bei den aufgewachsenen an solchen mit rhomboedr. Habitus. Andere Zwillinge nach $T = \infty P$, $z = \infty P^{\bar{3}}$, $o = P$ und $y = {}_2P\infty$ finden sich sehr selten an eingewachsenen $\times\times$

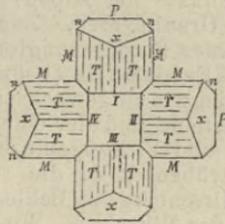


Fig. 412.

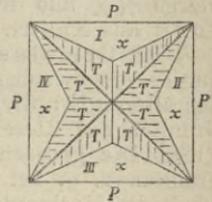


Fig. 413.

(im Granit des Riesen- und des Fichtelgebirges); Doppelzwillinge, z. B. zwei Karlsbader, die nach dem Bavenoer Gesetz von Neuem verbunden sind u. a., sind ebenfalls beobachtet. — Derb, oft in grossen individualisirten Stücken, in späthigen körnigen Aggregaten.

nach der *PriMiTif*-Form, und zwar nach $P = oP$ vollk., nach $M = \infty P\infty$ etwas weniger vollk., nach T unvollk. und vielfach nicht wahrnehmbar. Br. muschl., uneben bis splittrig; spröd. $H = 6$. $G = 2,53-2,58$. Durchs. bis undurchs. Auf P öfters Plmgl., sonst Ggl. Farblos; durch Verwitterung und Interpositionen weiss, gelblich, grünlich, am häufigsten fleisch- und bräunlichroth; selten smaragdgrün (Amazonenstein von Bodenmais); klare $\times\times$ lassen zuweilen auf Flächen $\perp M$ einen milden bläulichen Schein erkennen (Mondstein von Ceylon etc.); selten zeigen Spaltungsstücke die Erscheinung des Farbenwandels (Labradorisiren) wie der O. aus dem Zirkonyenit von Frederiksvärn.

Auf P gerade Auslöschung, auf M um $5^{\circ} 18'$ gegen Kante PM , um 69° gegen Kante MT d. i. Verticalaxe geneigt. A.-E. meist normal auf M , bildet mit P 5° ; durch Erwärmen und Druck geht sie in eine zu $M \parallel$ Lage über; dabei nimmt der Axenwinkel stetig ab und die ursprüngliche horizontale Dispersion verändert sich in geneigte, während die Lage der 1 M.-L. mit ihrer Neigung von $5^{\circ} 18'$ gegen Kante PM fast unverändert erhalten bleibt. Mit der Veränderlichkeit des Axenwinkels durch Temperatur und Druck dürfte es zusammenhängen, dass beim gem. Feldspath 2 E. = 121° , beim Adular 2 E. = 71° , beim Sanidin 2 E. = $20\frac{1}{2}^{\circ}$ ist.

67,72 SiO_2 , 18,35 Al_2O_3 , 16,93 K_2O ; gewöhnlich ein Na_2O -Gehalt (1–6%) in Folge isomorpher Beimischung oder lamellarer Einlagerung von Albitlamellen (Perthit). Daneben auch wohl 0,3–2 CaO , 0–1 MgO , BaO und FeO . — v. d. L. sehr schwer schmelzbar; gewöhnliche Säuren unwirksam.

Häufigstes Silicat. Eingewachsen als wesentlicher Gemengtheil vieler Gesteine; im besonderen im Granit, Syenit, in Porphyren, Trachyten und Gneissen; aufgewachsen hauptsächlich auf Drusenräumen des Granits und auf Klüften von krystallinen Schieferen. Auf Erzgängen (z. B. Felsöbánya) selten.

Man unterscheidet ohne scharfe Grenze folgende Abarten:

1. Adular. Nur aufgewachsen; hierher werden die durchsichtigen (öfters allerdings durch eingemengten oder bedeckenden Chlorit getrüben) $\times \times$ besonders aus den Klüften der krystallinen Schiefer (St.-Gotthard = Mons Adula und andere Punkte der Alpen) gerechnet, dann aber auch noch die klaren $\times \times$ aus den Granitdrusen. Zum Adular ist auch zu rechnen: Paradoxit aus Klüften eines Porphyrconglomerates von Euba in Sachsen.

2. Gemeiner Feldspath (Pegmatolith); hierher die trüben und undurchs. eingewachsenen wie aufgewachsenen Vork.; namentlich die Gemengtheile der älteren Eruptivgesteine und der Gneisse. Schöne $\times \times$ eingewachsen in den Graniten des Riesen- und Fichtelgebirges; bei Striegau, Karlsbad, Baveno, auf Elba. Die grossen trüben $\times \times$, die sich vielfach auf Höhlungen in Ganggraniten z. B. bei Hirschberg in Schlesien finden, zeigen zu einem grossen Theil die Merkmale des Mikroklin. Sonst gehört hierher ein kleiner Theil des durch seine grüne Farbe ausgezeichneten Amazonensteins (Bodenmais) und des labradorisirenden Feldspaths (Frederiksvärn).

3. Sanidin. (Glasiger F. Eisspath. Rhyakolith.) Ein- und aufgewachsen als Gemengtheil der jung vulkanischen Gesteine, charakterisirt durch seine glase, öfters rissige Beschaffenheit, den kleinen opt. Axenwinkel und seinen beträchtlichen Na-Gehalt. Grau wie die nach M tafeligen Individuen und Karlsbader Zw. im Sanidintrachyt vom Drachenfels oder farblos wie der Eisspath vom Vesuv und manche Auswürflinge des Laacher Sees. —

Der Orthoklas verwächst häufig mit Albit in gesetzmässiger Weise. Albit- $\times \times$ sitzen in paralleler Stellung auf den Flächen des O. (Hirschberg); auch das Umgekehrte kommt vor (Marschendorf in Mähren). Vielfach wird der O. von annähernd parallelen Albitlamellen und Lagen durchzogen, sogen. Perthit von Bathurst und Township bei Perth in Canada und vielen a. O. Im Mikroperthit wird eine derartige Durchwachsung mit Albit erst u. d. M. sichtbar. Loxoklas von Hammond in New-York ist ein adularähnlicher Perthit. Im Schriftgranit ist O. von parallelen Quarzstängeln durchwachsen. — Krablit oder Baulit aus Island ist ein Gemenge von Quarz und Feldspath. Murchisonit nur ein Name für O. von Dawlish in Devonshire.

O. erleidet mancherlei Umwandlungen, wenn auch eigentliche Pseudomorphosen, wie solche von Analcim, Laumontit, Prehnit, Leucit etc. bekannt sind, nur selten vorkommen. Als „pneumatolytische“ Umwandlungsproducte haben solche in Zinnstein, Turmalin, Topas und Alunit ein besonderes Interesse. Die gewöhnliche Verwitterung führt den Orthoklas unter Abscheidung von SiO_2 in Muscovit, auch in Epidot über; am häufigsten findet aber Kaolinbildung (s. S. 184) unter Abscheidung und Ueberführung der Alkalien in lösliche Form (Carbonat und Sulfat) statt. Auf dem letzteren Verwitterungsprozess — Kaolinisierung resp. Thonbildung und Löslichwerden der Alkalien —, wodurch die physikalische und chemische Beschaffenheit eines Ackerbodens aufgebessert wird, beruht der hohe agronomische Werth des O., und dies um so mehr, da derselbe als eines der gemeinsten Mineralien zu den wesentlichen Bildnern der Bodenkrume überhaupt gehört. — Es ist gelungen, Orthoklas künstlich darzustellen; interessant die Bildung desselben im Hochofen von Sangerhausen.

Wo O. in grösseren Massen vorkommt, wie in den granitischen Gängen Skandinaviens und Canadas, wird er gebrochen u. zur Porcellanfabrikation benutzt.

Natronorthoklas ($\text{NaK})_2\text{Al}_2\text{Si}_6\text{O}_{16}$. $\beta = 116^\circ 17'$ umfasst alle diejenigen monoklinen Feldspäthe, die einen wesentlichen, zumeist K_2O an Menge übertreffenden Gehalt an Na_2O in Folge isomorpher Beimischung, nicht in Form von Albitlamellen besitzen. $G = 2,58-2,59$. Auslöschungsschiefe auf M: $+ 9^\circ$ bis $+ 12^\circ$. Hierher gehören gewisse Feldspäthe der Laven von Pantelleria und der Augitsyenite des südl. Norwegens.

Hyalophan. (Barytfeldspath). Isom. Mischung von $\text{K}_2\text{Al}_2\text{Si}_6\text{O}_{16}$ mit $\text{BaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$, enthaltend 9–20 BaO, 7–9 K_2O , 46–52 SiO_2 ; daneben etwas Na_2O und CaO. $\beta = 115^\circ 35'$. In allen äusseren Verhältnissen vom Orthoklas nicht abweichend. Auslöschung auf M 5° gegen die Kante P.M. Auf Drusen im Dolomit von Imfeld im Binnenthal, auf Gangtrümmern bei Jakobsberg in Wermland. — Cassinit, ein etwa 3,7 BaO und 4,4 Na_2O enthaltender Kalifeldspath aus Pennsylvania.

β. Triklone Reihe. (Plagioklastische F.)

Unter den triklinen F. lassen sich als Hauptglieder unterscheiden: 1. Kalifeldspath, Mikroklin, 2. Natronfeldspath, Albit und 3. Kalkfeldspath, Anorthit. Die Substanz des Albit geht sowohl mit der des Mikroklin wie der des Anorthit isomorphe Mischungen ein, während ebenso wie bei den monoklinen F. Mischungen zwischen Kali- und Kalkfeldspath bedeutungslos sind. — Albit und Anorthit sammt ihren Mischungsgliedern bilden eine besondere, weitaus wichtigste Gruppe, die Kalk-Natronfeldspäthe oder Plagioklase im engeren Sinn; sie gehören nach ihren gesammten Verhältnissen eng zusammen und sollen daher eine gemeinsame Darstellung erfahren.

Mikroklin. $K_2Al_2Si_6O_{16}$.

Die ein- und aufgewachsenen, gewöhnlich grossen und scheinbar einfachen $\times\times$ bauen sich aus zahlreichen mikroskopischen Zw.-Lamellen nach dem Albit- resp. dem Periklingesetz, gewöhnlich aber nach beiden Gesetzen (cfr. S. 365) zugleich auf, wodurch im Dünnschliff eine überaus charakteristische Gitterstructur entsteht, welche neben den Auslöschungsschiefen das sicherste und bequemste Merkmal gegenüber den im Habitus und in den Winkeln kaum unterscheidbaren Orthoklas abgiebt. Aeusserlich mit dem blossen Auge wahrnehmbar zeigt sich kaum je eine Zwillingsstreifung auf den Flächen, wohl aber tritt an manchen Mikroklinen (Mikroklinperthit) Perthitstructur hervor. Die Flächen sind an den Pseudo-Einzelkrystallen dieselben wie am Orthoklas, nicht selten jedoch mit unsymmetrischer Vertheilung beiderseits $\infty P\infty$, Winkelabweichungen sind bei der Grösse und matten Oberflächenbeschaffenheit der $\times\times$ schwer zu constatiren; die Abweichung des Spaltw. PM von 90° beträgt 7–30'. Zw. nach dem Karlsbader und Bavenoer Gesetz sind häufig. — Derb und eingesprengt.

‡ wie am Orthoklas nach P und M vollk., dagegen die nicht immer wahrnehmbare ‡ der Prismenflächen auf $T = \infty P$ deutlicher als auf $l = \infty P'$. $H = 6$. $G = 2,57$. Glanz, Pellucidität, Farbe wie am Orthoklas; öfters grün. (Amazonit oder Amazonenstein.) A.-E. fast genau \perp zur Basis. Auslöschung auf P 15–16° auf M 5° gegen Kante PM .

Chem. Zus. und L.-Verhalten wie beim Orthoklas.

Vorkommen das des Orthoklas, nur scheint Mikroklin den jungvulkanischen Gesteinen zu fehlen. Aufgewachsene $\times\times$ auf Drusen von Granit und granitischen Gängen: Hirschberg und Striegau in Schlesien, Arendal, Ural, Magnet-Cove in Arkansas, eingewachsen in vielen Gneissen, Graniten (namentlich in pegmatitischen und Schriftgraniten), Syeniten und Eläolithsyeniten, selten in Quarzporphyren. — Amazonenstein: Imengebirge, Pike's Peak in Colorado, Delaware, Pa., Sungangarsoak.

Mikroklinperthit: Canada u. a. O. — Kleine $\times\times$ aus dem Kalk von Pennsylvania sind Chesterlith genannt. Verwitterung und Verwendung wie beim Orthoklas.

Anorthoklas (Natronmikroklin. Mikroklin-albit.) $(NaK)_2Al_2Si_6O_{16}$, umfasst solche triklone Feldspäthe, die gleich dem Mikroklin in ihrem Spaltwinkel P^M kaum bemerkbar von 90° abweichen, während sie chemisch isom. Mischungen der Albit- und Orthoklassubstanz darstellen. Das Verhältniss von

Ab:Or schwankt von 2:1 bis 4,5:1, regelmässig ist auch Anorthitsubstanz zugegen. Die Einzel- $\times\times$, deren Form die der übrigen Feldspäthe ist, gelegentlich wohl mit prismatischer Ausbildung nach c bei zurücktretender $\infty P\infty$, sind Viellinge nach dem Albit- und Periklingesetz. Neigung des rhomb. Schnitts gegen die Kante PM : -4° bis 6° , selten -8° . $G = 2,58-2,6$. Auslöschungsschiefe auf P : $+1^\circ 30'$ bis $+5^\circ 45'$, auf M : $+6^\circ$ bis $+9^\circ 48'$. — Kalkarme Anorthoklasse aus den Laven von Pantelleria; an diesen wurde beobachtet, dass sie beim Erhitzen monoklin werden, beim Abkühlen jedoch zur triklinen Symmetrie zurückkehren. Kalkreichere A. aus den Augitsyeniten des südl. Norwegens.

Plagioklas umfasst Albit $Na_2Al_2Si_6O_{16}$ und Anorthit $CaAl_2Si_2O_8$, sowie deren isomorphe Mischungen. Ein zwischen $93^\circ 36'$ bis $94^\circ 10'$ schwankender Spaltwinkel $P'M$ wie die fast ausnahmslos anzutreffende Zwillingsstreifung bilden die äusseren Kennzeichen.

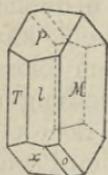


Fig. 414.

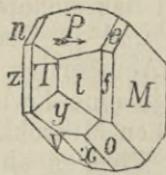


Fig. 415.

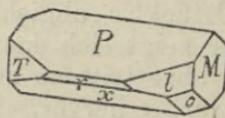


Fig. 416.

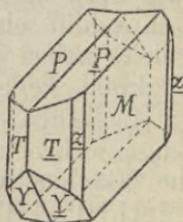


Fig. 417.

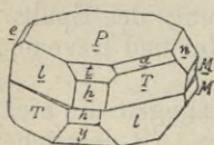


Fig. 418.

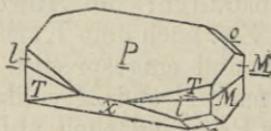


Fig. 419.

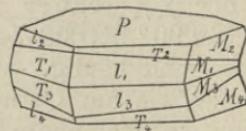


Fig. 420.

$\times\times$ ein- und aufgewachsen, selten 1—2 cm an Grösse übersteigend. Einfache $\times\times$ sind sehr selten. Nach dem Habitus lassen sich neben den aufgewachsenen $\times\times$ 2 Typen unterscheiden: Albittypus (Fig. 414 u. 415), $\times\times$ die mehr oder minder nach der Verticalaxe gestreckt, zumeist auch dicktafelig nach M sind und Periklintypus (Fig. 416), $\times\times$ die nach der Makroaxe quer gestreckt, dagegen nach der Verticalaxe stark verkürzt sind. Die gewöhnlichsten Flächen: $M = \infty P\infty$, $P = oP$, $k = \infty P\infty$, $T = \infty P$, $l = \infty P$, $z = \infty P\check{s}$, $f = \infty P\check{s}$, $v = P$, $o = P$, $x = P\infty$, $y = 2P\infty$, $n = 2P\infty$, $e = 2P\infty$. Die Winkel, von denen die wichtigsten weiter unten beim Albit und Anorthit aufgeführt sind, schwanken je nach dem Mischungsverhältniss etwas, beispielsweise der mit steigendem Ca-Gehalt wachsende Spaltwinkel $P'M$ um $34'$. Die eingewachsenen $\times\times$ haben entweder Leistenform wie in den Ergussgesteinen oder sind breittafelig, wie in den Tiefengesteinen. Zw. nach verschiedenen Gesetzen, bei den beiden gewöhnlichsten mit lamellarer Wiederholung, wodurch die charakteristische Zw.-

Streifung der Plagioklase entsteht, welche zur Unterscheidung derselben von Orthoklasen (namentlich in Gesteinen) von praktischem Nutzen wird. Wenn auch durch die Verwitterung die Zw.-Streifung äusserlich öfters verschwindet, so lässt sie sich u. d. M. immer noch erkennen. 1. Albitgesetz (am häufigsten). Fig. 417. Zw.-Fl. und Verwachsungs-Fl. M ; auf der Basis entsteht ein einspringender Winkel von $172^{\circ} 48'$ bis $171^{\circ} 40'$. Eine einspringende Rinne parallel der Verticalaxe auf M , wie bei den Albitzw. aus dem Dolomit vom Roc-Tourné deutet auf eine kreuzweise Durchwachsung der Zw.-Hälften. In Folge der zahlreichen Wiederholung erscheint die Basis \parallel Kante PM gestreift. Namentlich an $\times \times$ mit Albithabitus. 2. Periklingesetz. Zw.-Fl. \perp Axe b , Verwachsungsfl. entweder die Basis, wobei überspringende Kanten entstehen (Fig. 418) oder häufiger der rhombische Schnitt, d. h. eine Fläche, die das von T und l gebildete Prisma in einem Rhombus schneidet, was ein vollständiges Aufeinanderpassen beider Zw.-Hälften zur Folge hat (Fig. 419). Da der rhombische Schnitt der Basis nicht \parallel läuft, so weicht auch dessen Schnittlinie auf M von der Richtung der Kante PM ab. Der Winkel dieser Schnittlinie mit $[MP]$ hängt, wie G. vom RATH gezeigt hat, von dem Mischungsverhältniss ab und könnte dazu dienen, dieses zu berechnen. Beim Albit (cfr. Fig. 421) beträgt er $+13-22^{\circ}$, beim Anorthit -16° , bei den Mischungsmitgliedern liegt er dazwischen, so zwar, dass beim Andesin die Linie des rhomb. Schnitts auf M der Kante $[PM]$ mehr oder minder \parallel geht. Der einspringende Winkel dieser Zw. findet sich auf M . Da nun die Zw. nicht bloß neben einander gelagert sind, sondern sich durchkreuzen, so sind beide gegenüberliegende M -Flächen durch einspringende W. ausgezeichnet. Auch dieses Gesetz wiederholt sich oftmals, sodass Zw.-Streifung auf M erscheint. Andere Zw.-Gesetze sind weit seltener: Karlsbader Gesetz, das hier die dreifach verschiedene Form annimmt: Zw.-Fl. $\perp c$, Zw.-Fl. k , Zw.-Fl. $\parallel c$ und $\perp M$, ferner Bavenoer Gesetz Zw.-Fl. n und Manebacher Zw.-Fl. P . — Doppelzw. sind gewöhnlich, so sind Zw.

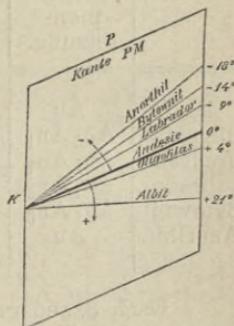


Fig. 421.

des Albitgesetzes unter sich nach dem Karlsbader Gesetz, Zw. des Periklingesetzes, wie die von Scopi in der Schweiz, nach dem Manebacher Gesetz von Neuem (Fig. 420) verbunden. Vielfach zeigen Plagioklase einen Aufbau aus sich durchkreuzenden Zw.-Lamellen, d. h. die Lamellen befinden sich in der Zw.-Stellung des Albit- und des Periklingesetzes. Die Zw.-Lamellen, dieses charakteristische Kennzeichen der Plagioklase, sind durchweg feiner bei den dem Albit, durchweg breiter und gröber bei den dem Anorthit nahe stehenden Gliedern. — Ausser in frei ausgebildeten $\times \times$ derb, in individualisirten Stücken, in krustenförmigen und körnigen Aggregaten.

♯ P und M vollk., nach l und o mehr oder minder deutlich; bei der Verwitterung verschwindet wohl jede ♯. Br. muschl. bis uneben; spröd. $H = 6-7$. $G = 2,624-2,758$, abhängig von dem Mischungsverhältniss. Ggl., auf P zuweilen $Plmgl.$, durch Verwitterung matt und trüb. Die dem Sanidin entsprechende glasige Ausbildung von Plagioklasen jüngerer Eruptivgesteine wird als Mikrotin bezeichnet. Farblos, weiss, seltener roth und grün. Auf

M zuweilen Farbenwandel, namentlich bei dem Labrador von der Paulsinsel. Von den sonstigen optischen Eigenschaften ist von besonderer Wichtigkeit, dass die schiefe Auslöschung auf *P* und *M* in genauester Abhängigkeit von dem Mischungsverhältniss steht (cfr. untenstehende Tabelle und Fig. 422).

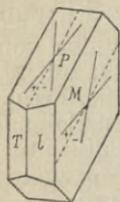


Fig. 422.

Die isomorphen Mischungen von Albit (Ab) $\text{Na}_2\text{Al}_2\text{Si}_6\text{O}_{16}$ und Anorthit (An) $\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$ bilden eine fortlaufende Reihe; nach dem Vorgange TSCHERMAK's werden jedoch nur 4 Glieder herausgehoben, deren typische Zusammensetzung, wie die gesetzmässige Abänderung der Procentzahlen des spec. G. und der Auslöschung aus nachstehender Tabelle ersichtlich sind. Die Abhängigkeit aller Procentzahlen ermöglicht aus der Kenntniss einer einzigen, insbesondere des SiO_2 -Gehalts, alle übrigen und das Mischungsverhältniss von Ab und An zu berechnen; analoges gilt vom spec. G. und von der Auslöschung.

	Typische Zusammensetzung.	Gehalt an Anorthit-substanz.	SiO_2	Al_2O_3	Ca O	Na_2O	G.	Schiefe Auslöschung	
								auf <i>P</i>	auf <i>M</i>
Albit.	Ab	0	68,6	19,6	—	11,8	2,624	+ 4° 30'	+ 19°
Oligoklas.	Ab_3An_1	bis 26,2	61,9	24,2	5,2	8,7	2,659	+ 1° 4'	+ 4° 36'
Andesin.	Ab_1An_1	„ 51,5	55,4	28,5	10,4	5,7	2,694	— 5° 10'	— 16°
Labrador.	Ab_1An_3	„ 76,1	49,1	32,8	15,3	2,8	2,728	— 17° 40'	— 29° 28'
Bytownit.	Ab_1An_6	„	46,6	34,4	17,4	1,6	2,742	— 27° 33'	— 33° 29'
Anorthit.	An	„ 100	43,0	36,9	20,1	—	2,758	— 37°	— 36°

Nach SZABÓ gelingt es mit Hülfe der Flammenfärbung im Bunsen'schen Brenner einen Schluss auf den Na-resp. Ca-Gehalt eines Plagioklases zu ziehen. Auch Säuren gegenüber macht sich ein Unterschied bemerkbar, indem nur die dem Anorthit nahestehenden Glieder angegriffen oder unter Abscheidung von SiO_2 -Gallerte zersetzt werden.

Eingewachsen als wichtigste Gemengtheile vieler Eruptivgesteine, insbesondere der sogen. Plagioklasgesteine und dann oft im Querschnitt mit leistenförmiger Ausbildung; aufgewachsen auf Klüften der kristallinen Schiefer, auf Drusen von Eruptivgesteinen und vulkanischen Auswürflingen.

Im Nachstehenden noch einige zusätzliche Bemerkungen zu den einzelnen Gliedern der Plagioklasreihe; dabei mag erwähnt sein, dass in der Petrographie aus praktischen Gründen häufig nur 2 Mischungsglieder: Oligoklas und Labrador unterschieden werden.

Albit. $\text{Ab}_1\text{An}_0 - \text{Ab}_3\text{An}_1$. Gewöhnlich in aufgewachsenen $\times\times$, die nach ihrem Habitus bald dem Albit-, bald dem Periklinhabitus angehören. Hauptwinkel: $P^*M = 93^\circ 36'$. $P^*T = 110^\circ 50'$. $P^*I = 114^\circ 42'$. $P^*x = 52^\circ 17'$. $P^*y = 97^\circ 54'$. $T^*I = 120^\circ 47'$. $T^*M = 119^\circ 40'$. $I^*M = 119^\circ 33'$. $H = 6-7$. Mittleres spec. G. = 2,62. Neigung des rhomb. Schnittes gegen Kante *PM*: + 22° bis + 20°. Auslöschungsschiefe auf *P*: + 4° 30' bis + 3° 12', auf *M*: + 19° bis + 13° 49'. Farblos. Perikline sind entweder weiss oder durch Chlorit grün gefärbt. — Schmilzt schwer an den Kanten; Säuren unwirksam. Aufgewachsen auf Klüften von Silicatgesteinen und als Ueberkrustung von Orthoklas- und Mikroklinkristallen vielerorts, u. a. bei Schmirn in Tyrol, Zöptan in Mähren, bei

Hirschberg, Striegau, auf Elba. Dem Periklinitypus angehörige $\times\times$ namentlich aus Klüften von alpinen Chloritschiefern. Eingewachsene $\times\times$ in gewissen Dolomiten der Alpen (Col du Bonhomme in Savoyen) und der Pyrenäen. Als Gesteinsgemengtheil wurde seine Verbreitung in gewissen Graniten, Trachyten, häufiger in Gneissen und krystallinen Schiefen, ferner in der Adinole erst neuerdings erkannt. — Zygadit aus den Erzgängen von Andreasberg ist ein nur durch abweichenden Habitus der $\times\times$ ausgezeichneter Albit; ebenso sind Peristerit von Perth in Canada und Olafit von Snarum Albit.

Oligoklas $Ab_6An_1 - Ab_2An_1$. Gewöhnlich eingewachsen in zwillingsgestreiften $\times\times$ und körnigen Aggregaten: bessere eingewachsene $\times\times$ von Bodenmais im Magnetkies, aufgewachsene $\times\times$ mit Epidot bei Arendal, mit Korund bei Miask, mit Augit in den Somma-Auswürflingen. $P^*M = 93^\circ 50'$. $H = 6$. Mittleres spec. $G = 2,64$. Neigung des rhomb. Schnittes gegen Kante $PM: +9^\circ$ bis $+3^\circ 22'$. Auslöschungsschiefe auf $P: +2^\circ 45'$ bis $0^\circ 35'$, auf $M: +11^\circ 59'$ bis $-2^\circ 15'$. Farblos, weiss, grünlich. — Schmilzt v. d. L. schwierig, aber leichter als Albit. Gemengtheil namentlich der Quarz und Orthoklas führenden Eruptivgesteine, wie Granit, Quarzporphyr, Quarztrachyt, ebenso im Syenit, Diorit, Trachyt, Andesit; ferner im Gneiss. — Zum O. gehört der durch eingelagerte Eisenglanzschüppchen schillernde Sonnenstein von Tvedestrand im südl. Norwegen. — Der Barytplagioklas Des-Cloizeaux' hat die Zusammensetzung eines Oligoklases, dessen Ca-Gehalt zum grössten Theil durch Ba ersetzt ist.

Andesin $Ab_3An_2 - Ab_1An_1$. In Form und Auftreten vom Oligoklas nicht unterschieden. Mittleres spec. $G = 2,65$. Neigung des rhomb. Schnittes gegen Kante $PM: +1^\circ$ bis -2° . Auslöschungsschiefe auf $P: -2^\circ 12'$ bis $-5^\circ 10'$, auf $M: -7^\circ 58'$ bis -16° . Schmilzt weit leichter als Albit; in alten und jungen Eruptivgesteinen, so im Tonalit des Adamello, in vielen Andesiten Ungarns und der Anden. — Der feinkörnige, zuckerähnliche Saccharit aus Serpentin von Frankenstein, früher für Andesin gehalten, ist ein Gemenge von Plagioklas und Quarz.

Labrador. $Ab_5An_6 - Ab_1An_3$. $\times\times$ selten, z. B. aus den Quarzandesiten von Verespatak, aus Aschen der Monti Rossi am Aetna, gewöhnlich eingesprengt in rechteckigen oder leistenförmigen Körnern. $P^*M = 93^\circ 20'$. Mittleres spec. $G = 2,69$. Neigung des rhomb. Schnittes gegen Kante $PM: -9^\circ$ bis -14° . Auslöschungsschiefe auf $P: -6^\circ 50'$ bis $-17^\circ 40'$, auf $M: -19^\circ 12'$ bis $-29^\circ 28'$. Farblos, weiss, die frischen Labradorer der Gabbros und Norite sind häufig in Folge von Interpositionen grau, bläulich und braun. Durch Farbenspiel (Labradorisiren) ausgezeichnet sind die Labr. von der Paulsinsel, von Ojamo in Finnland und der Umgebung von Kiew. Schmilzt leichter als die vorhergehenden Pl. und wird durchweg von Säuren zersetzt. Beschränkt sich anscheinend auf die basischeren, Orthoklas und Quarz entbehrenden Glieder der Eruptivgesteine und der krystallinen Schiefer.

Bytownit. $Ab_1An_4 - Ab_1An_6$. Im Habitus und Verbreitung schliesst B. sich dem Labrador an. Mittleres spec. $G = 2,71$. Neigung des rhomb. Schnittes wie beim Labrador. Auslöschungsschiefe auf $P: -21^\circ$ bis $-27^\circ 33'$, auf $M: -31^\circ 10'$ bis $-33^\circ 29'$. Im Forellenstein von Volpersdorf und Harzburg; im Kugeldiorit von Corsica etc. Das ursprünglich Bytownit genannte Vork. aus Canada hat sich als Gemenge erwiesen.

Anorthit. $Ab_1An_8 - Ab_0An_1$. Vielfach in schönen aufgewachsenen $\times\times$ mit dem Albit analoger Habitusentwicklung. Hauptwinkel $P^*M = 94^\circ 10'$. $P^*T = 110^\circ 40'$. $P^*l = 114^\circ 7'$. $P^*x = 51^\circ 26'$. $P^*y = 98^\circ 46'$. $T^*l = 120^\circ 30'$. $T^*M = 117^\circ 33'$. $l^*M = 121^\circ 56'$. $H = 6$. Mittleres spec. $G = 2,75$. Neigung des rhomb. Schnittes gegen die Kante $PM: -15^\circ$ bis $-18^\circ 48'$. Auslöschungsschiefe auf $P: -28^\circ$ bis -37° , auf $M: -33^\circ 40'$ bis -36° . Farblos und durchs. oder weiss und undurchs. Schmilzt v. d. L. leichter als die übrigen Plagioklase, aber immerhin noch ziemlich schwer. Von Säuren vollständig zersetzt. Aufgewachsen auf Drusen der Somma-Auswürflinge und am Monzoni. Eingewachsen als Gesteinsgemengtheil in ganz basischen Eruptivgesteinen, wie in den Olivin führenden Gabbros und Noriten, sowie in den daraus durch Metamorphose hervorgegangenen krystallinen Schiefen, selten in Dioriten, Diabasen, Porphyriten und Tescheniten. Auch in Basalten und Meteoriten. —

Zum Anorthit bezw. zum Bytownit gehören nachstehende, zum grossen Theil bereits angewitterte Mineralien: Amphodelit von Lojo in Finnland und Tunaberg in Schweden, Cycloplit von den Cyclophen-Inseln, Esmarkit z. Th. von Bräkke in Norwegen, Indianit von Carnatik in Indien, Latrobit (Diploit) von der Insel Amitok an der Küste Labrador, Lepolith von Lojo und Orijärvi, Lindsayit von Orijärvi, Polyargit von Tunaberg, Rosellan von Aker, Tankit von Arendal, Thjorsaut von Island.

Die Plagioklase, insbesondere die des Gesteinsgemenges, unterliegen leicht der Verwitterung, welche zu denselben Producten Kaolin und Muscovit führt wie beim Orthoklas. Daneben werden Calcit und Quarz gebildet. Die Plagioklase jüngerer Eruptivgesteine geben häufig Veranlassung zu Zeolithbildung, während der grobspäthige Plagioklas der Tiefengesteine, Gabbro und Norite eine eigenthümliche Umwandlung in ein feinkörniges bis dichtes, weisses bis lichtgrünliches Mineral, Saussurit erleidet. Derselbe besteht aus einem Gemenge von Plagioklas mit Zoisitnadelchen, in gewissen Fällen auch aus Plagioklas und mikrokrystallinem Skapolith. Es ist wahrscheinlich, dass die Saussuritisirung mit dynamometamorphischen resp. pneumatolytischen Processen zusammenhängt. Auch zur Bildung von Epidot geben die Plagioklase Veranlassung. — Künstliche Bildung der Plagioklase ist gelungen.

Als Anhang bei den Feldspäthen ist zu erwähnen

Barsowit, gleich zusammengesetzt mit Anorthit, aber rhomb. Kleinkörnige oder dichte Aggregate. Weiss. $H = 5\frac{1}{2}$ –6. $G = 2.58$. Findet sich als Geschiebe mit eingesprengtem Korund und Spinell auf den Goldseifen von Barsowsk im Ural.

Familie der Zeolithe.

Die Zeolithe bilden in jeder Hinsicht eine natürliche Familie. Sie sind wasserhaltige Silicate — mit Ausnahme von Apophyllit Alumosilicate —, können aber ausserdem noch H als Vertreter der Alkalien enthalten. Die Temperatur, bei der das Wasser entweicht, giebt einen Anhalt zur Unterscheidung zwischen Constitutions- und Krystallwasser. An trockner Luft verlieren alle Zeolithe mehr oder minder Wasser, der Laumontit verstäubt sogar. Nach ihrer Zus. stehen sie den Mineralien der Feldspath-, Leucit- und Nephelin-Gruppe nahe, als deren wasserhaltige Verbindungen sie in manchen Fällen geradezu erscheinen, sodass auch die häufige pseudomorphe Umwandlung und Verwitterung jener Gruppen zu Zeolithen kein Wunder nehmen kann. In morphologischer Beziehung ist die Neigung zur Bildung mimetischer $\times\times$ bemerkenswerth. Sie sind meistens farblos bis weiss, nur durch Beimengungen gefärbt. $H = 3$ –5. Leicht kenntlich werden sie durch ihre leichte Zersetzbarkeit durch Salzsäure unter Abscheidung von scheiniger SiO_2 und dadurch, dass sie meist unter Aufblähen ($\xi\acute{\epsilon}\omega$, ich koche) leicht v. d. L. schmelzen.

Sie finden sich fast stets aufgewachsen, vorzugsweise auf den Mandelräumen und sonstigen Höhlungen jungvulkanischer Gesteine und in deren Tuffen, insbesondere in Basalten und Phonolithen; seltener auch auf Klüften älterer Eruptivgesteine und krystalliner Schiefer. Bemerkenswerth ist ihr Vorkommen auf Erzgängen (Andreasberg, Kongsberg), auf gewissen Magnetitlagerstätten und in contactmetamorphischen Kalksteinen (Arendal, Utö, Banat), ihr Auftreten neben gediegenem Kupfer am Oberen See und ihre Neubildung in gewissen Thermen. In genetischer Beziehung erscheinen sie zum grössten Theil (jedoch nicht ausschliesslich) als secundäre Bildungen, theils als pseudomorphe Bildung nach den oben genannten Mineralgruppen, theils als Auskrystallisationen der aus Verwitterung jener hervorgegangenen Lösungen. Sie selbst zerfallen leicht wieder und bilden namentlich leicht $CaCO_3$.

Natrolith-Gruppe.

Von den 3 hierher gehörigen Gliedern besitzt Natrolith die Zus. $Na_2Al_2Si_3O_{10} + 2H_2O$, Skolezit $CaAl_2Si_3O_{10} + 3H_2O$, während Mesolith eine isomorphe Mischung beider ist. Alle 3 Glieder sind dimorph, rhomb. und monoklin, doch sind die Unterschiede der Form so geringe, dass die rhombische Symmetrie aus lamellarer Zw.-Verwachsung monokliner Individuen erklärt

werden kann. Natrolith erscheint vorzugsweise in rhombischen, Skolezit in monoklinen Formen.

Natrolith. Mesotyp z. Th. Spreustein z. Th. $\text{Na}_2\text{Al}_2\text{Si}_3\text{O}_{10} + 2\text{H}_2\text{O}$. Rhombisch, bei geringem K_2O -Gehalt monoklin.

XX aufgewachsen, lang prismatisch nadel- und haarförmig, zu Bündeln und Büscheln vereinigt; gewöhnlich nur $M = \infty P$ ($91^\circ 9'$) mit niedriger Pyramide $o = P$ (P.-K. = $143^\circ 12'$ und $142^\circ 22'$. $M'o = 116^\circ 44'$); seltener $r = \infty P\infty$. Stänglige, faserige, oft radial gestellte Aggregate.

∞P vollk. Br. muschl. Spröd. $H = 5-5\frac{1}{2}$. $G = 2,2-2,3$. Glg., durchs. bis durchschein. Weiss, ins Graue, Gelbliche und Röthliche. A.-E. = $\infty P\infty$, + M.-L. = c. — v. d. L. ohne Aufblähen schmelzbar.

Auf Hohlräumen von Basalten und verwandten Gesteinen, in den Phonolithen von Teplitz und Aussig, in den Basalten Hessens, der Auvergne; Faröer, Island, Fassathal. Feinfaserige Trümer im Phonolith vom Hohentwiel. Grössere dicke Krystalle wie auch strahlige Aggregate aus den Syeniten Norwegens sind Brevicit oder Radiolith genannt worden. — Monokliner Natrolith ist in Form und Vorkommen wenig verschieden vom rhomb. N. und nur durch sehr genaue Messungen und opt. Untersuchung feststellbar.

Eisennatrolith, grüne undurchs. XX, ist ein N. von Brevig, der zahlreiche Interpositionen eines chloritischen Minerals enthält. — Bergmannit (Natrolith-Spreustein) von Brevig und Kangerdluarsuk ist eine faserige Pseudomorphose von N. nach Sodalith, untergeordnet nach Nephelin, während das spreusteinartige Verwitterungsproduct des letzteren hexagonal ist, sich durch etwas höheren Al_2O_3 - und H_2O -Gehalt unterscheidet und Hydronephelit, wenn Ca-haltig Ranit genannt worden ist.

Mesolith (Mesotyp z. Th. Mesole) begreift die isomorphen Mischungen der Natrolith- und Skolezit-Substanz. Im typischen M. ist das Verhältniss ungefähr 1 : 2; in anderen Varietäten: Galaktit, Lehuntit, Antrimolith, Harringtonit ist das Verhältniss ein anderes. In ihren krystallographischen Verhältnissen und nach ihrem Vork. schliessen sie sich ganz den Natrolithen an.

Skolezit. $\text{CaAl}_2\text{Si}_3\text{O}_{10} + 3\text{H}_2\text{O}$, vorzugsweise monoklin, aber dem Natrolith sehr ähnlich. $\beta = 90^\circ 42'$.

XX kurz- oder langsäulig, nadelförmig. $M = \infty P$ ($91^\circ 35'$), $o = P$ ($144^\circ 20'$), $o' = -P$ ($144^\circ 40'$). Gewöhnlich Zw. nach $\infty P\infty$, kenntlich an der Federstreifung auf $\infty P\infty$. Auch derb, mit radialstrahliger oder faseriger Structur.

∞P zieml. vollk. $H = 5-5\frac{1}{2}$. $G = 2,2-2,4$. Farblos, weiss, gelblich- und röthlichweiss. Auslöschung auf $\infty P\infty$ $10-22^\circ$ gegen c.

Island, Faröer, Auvergne, Poonah in Ostindien (sogen. Poonahlith).

Thomsonit (Comptonit). $2(\text{CaNa}_2)\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8 + 5\text{H}_2\text{O}$. Rhomb. Vertical gestreifte Prismen mit sehr stumpfem Brachydoma als obere Begrenzung, zu fächerförmigen, büscheligen und kugeligen Gruppen vereinigt. Stänglige Aggregate. # $\infty P\infty$ und $\infty P\infty$ vollk. $H = 5-5\frac{1}{2}$. $G = 2,35-2,38$. Glg., z. Th. plmartig. Durchschein., weiss. A.-E. = ∞P . Unter Aufblähen schwierig

zu weissem Glase schmelzbar. Kilpatrick bei Dumbarton, Seeberg bei Kaaden, Pflasterkaute bei Eisenach, Hauenstein und Waltsch in Böhmen, Vesuv, Cyclopieninseln. Table Mountain in Colorado; am Oberen See in radialstrahligen Kugeln (sogen. Lintonit). Auch auf Höhlungen im zersetzten Elaeolith am Langesundfjord.

Edingtonit. $BaAl_2Si_3O_{10} + 3H_2O$. Tetrag., spheu. hemiedr. $\times\times$ klein, niedriges Prisma mit 2 in verwendeter Stellung auftretenden Sphenoiden. $\# \infty P$. Br. uneben. $H = 4-4\frac{1}{2}$. $G = 2,6$. Ggl. Graulichweiss. v. d. L. schwer zu farblosem Glas schmelzbar. Kilpatrick bei Dumbarton.

Analcim. $Na_2Al_2Si_4O_{12} + 2H_2O$. Reg.

$\times\times$ einzeln oder in Drusen aufgewachsen, gewöhnlich nur klein, im Fassathal solche bis zur Faustgrösse. Meist nur $2O_2$, dazu untergeordnet oder vorherrschend $\infty O\infty$. — Auch körnig, dicht, erdig; in Pseudomorphosen nach dem chemisch ganz ähnlichen Leucit.

Keine deutliche $\#$. Br. uneben bis muschl., spröd. $H = 5\frac{1}{2}$. $G = 2,1-2,3$. Ggl., durchs. bis durchschein. Wasserhell, weiss ins Graue, Gelbe, Röthliche. Optisch gewöhnlich anomal, doch normal, wenn die bez. Platten in Wasserdampf erwärmt werden.

Chemisch ein Na-Leucit mit $2H_2O$. — v. d. L. ruhig zu klarer Perle schmelzbar.

Auf Blasenräumen von Basalten und verwandten Gesteinen; ausgezeichnet auf der Cyclopieninsel bei Catania, zu Montecchia maggiore bei Vicenza; Fassathal, Oberer See; Böhmisches Mittelgebirge, Dumbarton, auf Mull, Staffa. Am Riesendamm in Irland, Orkney-Inseln, Faröer, Island. Auf Klüften in Diabas und Diorit, schön von Bergen Hill. Als Eudnophit eingesprengt in den Syeniten von Brevig und Kangerdluarsuk. Auf Erzgängen zu Andreasberg und Magnetitlagern von Arendal und Blagodat.

Cuboit, ein derber grüner A. vom Berge Blagodat, Cluthalit, fleischroth, ist verwitterter A. von Kilpatrick bei Dumbarton. Im Pikranalcim aus dem Gabbro von Monte Catini scheint der vorausgesetzte MgO-Gehalt nur auf unrichtiger Analyse zu beruhen.

Laumontit. Lomonit. $H_4CaAl_2Si_4O_{14} + 2H_2O$. Monoklin. $\beta = 99^\circ 18'$.

$\times\times$ langsäulig, vertical gestreift. $\infty P (86^\circ 16')$, — $P\infty$. Zw. nach $\infty P\infty$. In stängligen und erdigen Aggregaten.

$\# oP$ vollk., spröd. $H = 3-3\frac{1}{2}$. $G = 2,25-2,35$. Ggl., auf Spaltfläche Plmgl., wird leicht durch Wasserverlust an der Luft matt und trübe.

V. d. L. unter Aufblähen zu weissem Glas schmelzbar.

Auf Klüften namentlich älterer Eruptivgesteine. Im Quarzporphyr des Sarnthals bei Botzen, im Diabas von Dillenburg, Syenit des Plauenschen Grundes, im Diorit von Bergen Hill; am Oberen See, bei Dumbarton; in Amethystkugeln von Theiss bei Klausen. Auf Gängen in Thonschiefern: Eule bei Prag, Huelgoët in der Bretagne.

Der L. von Schemnitz und aus dem Floienthal ist Leonhardt, die röthlichgrauen radialfaserigen Aggregate von Caporciano bei Monte Catini sind Caporcianit genannt worden. Ein Theil des Aedelforsit (cfr. Wollastonit), nämlich graue bis röthliche faserige Aggregate von Aedelfors in Småland gehören ebenfalls zum L.

Apophyllit. Ichthyophthalm. $4\text{H}_2\text{CaSi}_2\text{O}_6 \cdot \text{KF} + 2\text{H}_2\text{O}$. Tetrag.

XX mit pyramidalem, prismatischem, auch tafeligem und zuweilen würfeligem Habitus. $p = P$ (P.-K. = $104^\circ 3'$, S.-K. = $120^\circ 56'$), $m = \infty P_\infty$, daneben häufig $c = oP$ und $r = \infty P_2$. Das gemeinsame Auftreten von ∞P_∞ und ∞P_2 erzeugt vertical gestreifte und gerundete Prismen. Wegen ihres öfters anomalen opt. Verhaltens sind die XX auch als mimetische Viellinge monokliner Individuen gedeutet. — Blättrige, schalige Aggregate.

oP sehr vollk., ∞P_∞ unvollk. Br. uneben, spröd. $H = 4\frac{1}{2}$ bis 5. $G = 2,3-2,4$. Auf oP ausgezeichnete Plmgl. (Fischaugenstein = Ichthyophthalm). Durchs. bis durchschein. Farblos, weiss, gelblich- bis röthlichweiss; rosenroth, auch braun und grünlich. D.-Br. schwach, bald positiv, bald negativ, selbst am selben XX. Oefters opt. anomal, namentlich zeigt sich opt. Zweiaxigkeit.

Blättert sich v. d. L. auf und schmilzt unter Aufblähen zu weissem Glas.

Auf Blasenräumen basaltischer und verwandter Gesteine. Mehrorts auf den Faröer und auf Island, Insel Skye, Siebengebirge, Sasbach am Kaiserstuhl, Böhmisches Mittelgebirge, Fassathal, Poonah. Auf Lagern körnigen Kalkes und Magneteisens bei Oravicza, Cziklova, Szaska, auf Utö; auf Erzgängen zu Andreasberg, Kongsberg. Neubildung der Thermen von Plombières.

Albin ist ein durch Verwitterung und Bildung von CaCO_3 weiss gefärbt A. von Aussig und Schreckenstein in Böhmen, Xylochloer ist grüner A., aus dem Innern eines fossilen Baumstamms bei Husavik auf Island. Tesselit bezeichnet kleine würflige XX von Naaloe (Faröer), Gyrolith (Guroлит) kugelig-schalige Formen aus dem Basalt von Storr auf Sky und anderswo.

Okenit unterscheidet sich chemisch vom A. nur durch den Mangel an KF, ist sonst aber rhomb. Gewöhnlich nur derb in krummschaligen Aggregaten von strahliger Structur. $H = 5$, zäh. $G = 2,28-2,36$. Durchs. bis durchschein., Plmgl. Gelblich oder bläulichweiss. v. d. L. unter Aufblähen zu weissem Glase schmelzbar. Insel Disko, Island, Faröer.

Als Neubildung findet sich bei Plombières ein in traubigen Ueberzügen vorkommendes amorphes Mineral, Plombierit, $\text{CaSiO}_3 + 2\text{H}_2\text{O}$, schneeweiss, undurchs., das hier anhangsweise erwähnt sein mag.

Faujasit. $\text{H}_2(\text{Na}_2\text{Ca})\text{Al}_2\text{Si}_5\text{O}_{15} + 9\text{H}_2\text{O}$. Reg. Gewöhnlich kleine scharf ausgebildete Oktaeder. Zw. nach O. Br. uneben. $H = 5\frac{1}{2}-6$. $G = 1,923$. Ggl. bis Diamantgl. Durchs. bis durchschein. Weiss, braun. v. d. L. unter Aufblähen schmelzbar. Sasbach am Kaiserstuhl, Annerod bei Giessen, Pflasterkaute bei Eisenach.

Heulandit. Stilbit der deutschen Min. Blätterzeolith. $\text{H}_4\text{CaAl}_2\text{Si}_6\text{O}_{18} + 3\text{H}_2\text{O}$. Monoklin. $\beta = 63^\circ 40'$.

XX dünn- oder dicktafelig nach ∞P_∞ oder nach der Orthoaxe gestreckt, vielfach einzeln aufgewachsen. $M = \infty P_\infty$, $N = \infty P_\infty$, $P = oP$, $T = P_\infty$, $z = {}_2P$ ($136^\circ 4'$), $r = {}_2P_\infty$ ($98^\circ 44'$). $N'P = 129^\circ 40'$. Von manchen Autoren werden die Heulandit-XX als polysynthetische Zw. trikliner Individuen, die nach M verwachsen sind, gedeutet. Eine zuweilen auf P beobachtbare Streifung würde dann Zw.-Streifung sein. — Auch derb in strahlig-blättrigen Aggregaten.

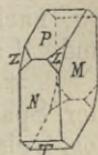


Fig. 423.

$\infty P \infty$ sehr vollk. Br. uneben, spröd. Starker Plmgl. auf $\infty P \infty$, sonst Glg. Durchs. bis durchschein. Farblos, weissgrau, bräunlich; öfters durch Göthitinterpositionen intensiv ziegelroth (Heulandit im engern Sinn) gefärbt. A.-E. || M, M.-L. = b. A.-W. mit der Temperatur veränderlich, zuweilen fast 0° .

In der angegebenen Formel des H. wird stets etwas Ca durch Sr, ferner häufig auch noch durch K_2 und Na_2 vertreten. Ein Theil des Wassers entweicht erst bei Glühhitze. — Bläht sich v. d. L. stark auf und schmilzt zu weissem Glas.

In Basalten und verwandten Gesteinen. Island, besonders am Berufjord, Faröer, Kålpatrik in Schottland; seltener im Granit (Striegau) und auf Erzgängen: Andreasberg, Kongsberg; auch bei Arendal. Rother H. aus dem Fassathal, Vacza in Siebenbürgen, Campsie in Schottland.

Beaumontit besitzt die Form des H., seine kleinen $\times \times$ bilden aber scheinbar tetrag. Comb. und in opt. Beziehung finden Abweichungen statt. Baltimore.

Epistilbit, monoklin, in der Form sehr ähnlich dem H., chemisch unterschieden durch etwas geringeren SiO_2 -Gehalt. Island, Finkenhübel bei Glaz, Viesch im Wallis. — Damit ident ist Parastilbit von Island, während Reissit von Santorin ein K- und Na-haltiger Epistilbit ist.

Brewsterit. $H_4(SrBa)Al_2Si_6O_{18} + 3H_2O$, monoklin, ist ein Sr-, Ba-Heulandit. Er bildet niedrige Prismen mit nahezu horizontalem Klinodoma. Strontian in Schottland, Riesendamm, Freiburg im Breisgau.

Oryzit und Pseudonatrolith sind noch ungenügend bekannt, schliessen sich aber nach ihrer Zus. dem H. an.

Desmin-Gruppe.

Zwei Glieder dieser Gruppe, Desmin und Phillipsit, sind isomorphe Mischungen der beiden Silicate $CaAl_2Si_6O_{16} + 6H_2O$ und $CaAl_2Si_2O_8 + 3H_2O$, d. h. zweier Silicate, die wasserfrei gedacht ganz analog den constituirenden Silicaten der Plagioklase zusammengesetzt sind. Beide Zeolithe unterscheiden sich chemisch wesentlich dadurch, dass der Ca-Gehalt im Desmin nur in geringem, im Phillipsit in weit höherem Maasse durch Na und K ersetzt wird. Ein drittes Glied dieser Gruppe, Harmotom, besteht aus den nämlichen beiden Silicaten, nur tritt Ba an Stelle von Ca. — Aus der Constitution jener Silicate folgt, dass mit abnehmendem SiO_2 -Gehalt auch die Wassermenge abnimmt und umgekehrt. Alle 3 Glieder sind monoklin, bilden aber durch wiederholte Zw.-Verwachsung mimetische $\times \times$ mit höherer Symmetrie

Desmin. Strahlzeolith. Stilbit franz. Min. Monoklin. $\beta = 129^{\circ} 11'$.

$\times \times$ gewöhnlich zu charakteristischen bündel- und garbenförmigen Gruppen verbunden, scheinbar in der rhomb. Combination $\infty P \infty$, $\infty P \infty$, P, in Wirklichkeit aber monokline Durchkreuzungszw. nach oP oder $\infty P \infty$ der Comb. $r = \infty P (118^{\circ} 50')$, $T = \infty P \infty$ und $M = oP$. Fig. 424. Auch in stänglig-strahligen Aggregaten.

$\infty P \infty$ vollk., spröd. $H = 3\frac{1}{2}$ —4. $G = 2,1$ —2,2. Auf der Spaltfläche Plmgl., sonst Glg. Durchs. bis durchschein. Farblos, weiss, grau, gelblich, bräunlich, selten ziegelroth. A.-E. = $\infty P \infty$, M.-L. ca. 5° gegen die Klinoaxe geneigt.

V. d. L. schwierig unter starkem Aufblähen schmelzbar.

In Basalten etc. Kålpatrik in Schottland, Staffa, Faröer, Berufjord

auf Island, den isländischen Doppelspath vom Eskifjord überkrustend, Tekerö in Siebenbürgen, im Fassathal, Poonah in Ostindien. Ferner in den Achatmandeln von Theiss bei Klausen, in Granitdrusen von Baveno und den Mourne-Mountains; auf Klüften der krystallinen Schiefer von Val Maggia am St.-Gotthard, bei Bourg d'Oisans etc. Reichlich und schön auf den Erzgängen von Andreasberg und Kongsberg, auf den Magnetitlagern von Arendal. Neubildung der Therme Olette in den Pyrenäen.

Pufflerit in kleinen Kugeln mit faseriger Structur, aus dem Pufflerloch im Fassathal ist ein an SiO_2 armer D., Foresit aus Granit von Elba ist dem D. in der Form ähnlich, besitzt aber eine abweichende Zusammensetzung.

Phillipsit. Kalkharmotom. Christianit. Monoklin. $\beta = 124^\circ 23'$.

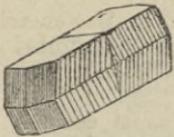


Fig. 424.

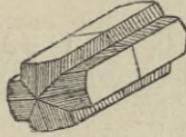


Fig. 425.

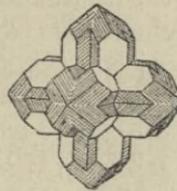


Fig. 426.

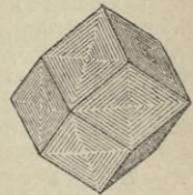


Fig. 427.

XX klein, aufgewachsen, stets mimetische Zw. höherer Symmetrie bildend. An den einfachen Individuen sind gewöhnlich nur $m = \infty P$ ($119^\circ 18'$, fein vertical gestreift), $b = \infty P\infty$ (ebenfalls mit Verticalstreifung) und $c = oP$ (glatt) vorhanden; sie bilden die gleichen, scheinbar rhomb. Durchkreuzungszw. wie der Desmin. Fig. 424. Zwei derartige Zw. durchkreuzen sich jedoch stets noch nach $P\infty$ und erlangen dadurch tetragonale Symmetrie, die um so mehr hervortritt, je mehr die einspringenden Winkel ausgefüllt sind. Unter diesen Vierlingen kann man 2 Arten unterscheiden: solche, die die gestreiften Flächen $\infty P\infty$ und solche (seltener), die die glatten Flächen oP (Fig. 425) nach aussen kehren. Seltener (Stempel bei Marburg) wird durch nochmalige Zw.-Verwachsung, bei der sich 3 Vierlinge nahezu rechtwinklig durchkreuzen (Fig. 426), reguläre Symmetrie erstrebt; bei Ausfüllung der einspringenden Winkel gleicht der resultierende Zwillingstock einem regul. Rhombendodekaeder (Fig. 427), ist aber durch die Fiederzeichnung, wie alle Zw.-Arten des Phillipsit, und durch das opt. Verhalten hinreichend charakterisirt.

Br. uneben, spröd. $H = 4\frac{1}{2}$. $G = 2,2$. Glg., durchschein., seltener durchs. Farblos, weiss ins Gelbe und Graue. A.-E $\perp \infty P\infty$, gegen oP um $10-22^\circ$ geneigt.

V. d. L. sich nur wenig aufblähend und schwierig zu blasigem Glase schmelzend.

Namentlich in Hohlräumen von Basalten. Stempel bei Marburg, Annerod bei Giessen, Nidda am Vogelsberg, Habichtswald, Sasbach

am Kaiserstuhl, Hauenstein und Salesl in Böhmen, Aci Castello auf Sicilien, Capo di Bove, Vesuv, Island.

Jeagonit, wasserhell oder weiss von Capo di Bove, bildet die SiO_2 -ärmsten Glieder der Phillipsitreihe und hat ausserdem durch Verwitterung noch einen Theil seines Wassergehaltes eingebüsst.

Gismondin, scheinbar tetrag., meist in halbkugeligen oder garbenförmigen Aggregaten, ist chemisch und krystallographisch noch ungenügend bekannt. Er scheint nahezu das zweite Silicat der Desmingruppe zu repräsentiren und sich auch in seinen Zw.-Verwachsungen der Gruppe anzuschliessen. Capo di Bove, Vesuv, Aci Castello auf Sicilien, Schifftenberg bei Giessen und Schlauroth bei Görlitz.

Harmotom. Kreuzstein. Barytharmotom. Monoklin. $\beta = 124^\circ 50'$.

Chemisch vom Phillipsit nur durch Ba an Stelle von Ca unterschieden, krystallographisch ganz wie Phillipsit, nur sind hier die Durchkreuzungs-Vierlinge die gewöhnlichste Form. Die seltenen Zw. (Fig 424) von Strontian in Schottland sind Morvenit genannt. Im Allgemeinen sind die $\times\times$ grösser als beim Ph. $m = \infty P (120^\circ 1')$, $b = \infty P\infty$, $c = oP$.

Br. uneben, spröd. $H = 4\frac{1}{2}$. $G = 2,44-2,5$. Ggl. Meist nur durchschein. und milchig getrübt, weiss oder licht gefärbt. A.-E. $\perp \infty P\infty$, mit $oP 25-28^\circ$ bildend.

V. d. L. schwer und ohne Aufblähen zu weisser Perle schmelzend.

Bei Oberstein, Aussig, Příbram, Dumbarton; besonders schön und reichlich auf den Erzgängen von Andreasberg, Kongsberg, Strontian.

Chabasit. Würfelzeolith. Hexag. rhomboedr.

$\times\times$ zu Drusen verbunden, bilden entweder würfelähnliche Rhomboeder von $94^\circ 46'$ P.-K., häufig mit Federstreifung || den Polkanten oder Comb. von R, $-\frac{1}{2}R$, $-2R$. Ergänzungszw., wobei die Ecken des einen Indiv. nasenartig über die Flächen des anderen vorspringen. Regelmässiger gebildete Zw. dieser Art, die ausserdem durch das Auftreten von oR und durch Flächenkrümmung linsenartig erscheinen, hat man Phakolith genannt. Nach manchen Autoren sind die Rhomboeder des Ch. mimetische $\times\times$ und bestehen aus 6 triklinen Indiv. der Comb. oP , $\infty P\infty$, $\infty P\infty$. Die Rhomboederflächen entsprechen entweder den nach aussen gekehrten Flächen $\infty P\infty$ oder oP dieser Individuen und demnach wäre die erwähnte Streifung Zw.-Streifung.

R zuweilen deutlich. Br. uneben. Spröd. $H = 4\frac{1}{2}$. $G = 2,1-2,2$. Ggl. Durchs. bis durchschein. Farblos, weiss, auch wohl röthlich oder braun. Optisch sehr oft anomal, wodurch die Deutung als mimetische $\times\times$ unterstützt wird.

Chemisch aus denselben beiden Silicaten isomorph gemischt wie Desmin, nur ist beim Ch. das erste Silicat mit 8, das zweite mit $4\text{H}_2\text{O}$ verbunden. Etwas Na vertritt oft die Stelle von Ca.

V. d. L. unter Aufblähen zu weissem Glase schmelzend.

In Basalten und verwandten Gesteinen: Böhmisches Mittelgebirge, Vogelsgebirge, Westerwald, Oberstein, Kilpatrik, Faröer, Island. — Im Granit von Striegau und Baveno. In den Thermen von Plombières als Neubildung. — Phakolith in grossen, schönen $\times\times$ von

Richmond bei Melbourne (sogen. Seebachit), ferner bei Nidda am Vogelsgebirge, Stempel bei Marburg, Leipa und Lobositz in Böhmen.

Haydenit aus dem Gneiss von Baltimore ist Ch. mit geringem Ba-Gehalt.

Levyn ein Chabasit, der in Durchkreuzungszw. der Comb. oR, R, $-\frac{1}{2}R$ vorkommt, mit vorherrschender, öfters unebener oder gerundeter Basis. Glenarm in Antrim, Irland. Insel Sky. Faröer.

Gmelinit (Ledererit). R und $-R$ bilden durch gleichmässige Entwicklung eine hexag. Pyramide, deren Mittelkanten durch ∞R abgestumpft wird. $\#$ oR deutlich. Gelblichweiss, röthlich bis fleischroth. Ein Unterschied gegenüber Ch. liegt wesentlich in dem hohen Na-Gehalt als Vertreter für Ca. Glenarm in Antrim, Insel Sky, Vicenza, Bergen Hill, Cap Blomidon auf Neu-Schottland (sogen. Ledererit). — Groddeckit von Andreasberg ist ein Gmelinit, bei dem ein Theil Ca durch Mg, ein Theil Al durch Fe ersetzt ist.

Herschelit ist ein Ch., bei dem der Gehalt an Na und K den von Ca übertrifft. 6-seitige $\times\times$, die durch Verfliessen von oP und P flachtafelig erscheinen, in Wirklichkeit aber Durchkreuzungszw. sind. Aci Castello und Palagonia auf Sicilien, Jarra in Australien.

Anhangsweise:

Inesit. $(MnCa)_3Si_3O_9 + 2H_2O$. Triklin. Radialstrahlige Aggregate von fleischrother Farbe, nach 2 verschiedenen, unter $82\frac{1}{2}^\circ$ sich schneidenden Flächen spaltbar. H = 6–7. G = 3,103. Kantendurchschein. Ggl. Str. weiss. Aus einem schmalen Trum der Manganerzlagerstätte von Nanzenbach im Dillenburgischen.

Glimmer-Gruppe.

Die Glimmer bilden eine, durch eine Reihe gemeinsamer Merkmale ausgezeichnete natürliche Familie. Trotz ausserordentlicher Annäherung an rhomboedrische Formen, die sich bei manchen Gliedern in der Formausbildung, den Flächenwinkeln und dem opt. Axenwinkel ausdrückt, sind sie doch allesamt monoklin. Ihre häufigen Zw.-Verwachsungen erfolgen nach denselben Gesetzen. Nach dem Hauptgesetz ist die Zw.-Fläche eine \perp zur Basis (Spaltfläche) stehende Fläche aus der Zone $[oP, \infty P\infty]$. Bei der Verwachsung müssen die Spaltflächen in eine Ebene fallen, doch entsteht dadurch noch ein Unterschied, dass die Individuen (zu 2 oder 3) sich entweder neben einander lagern, wobei die Grenzlinie unregelmässig sein kann oder dass sie über einander geschichtet sind. Auch durch den Druck entstehen Zw.; und zwar nach den Gleitflächen $\zeta = -P\bar{3}$ resp. $\zeta = \frac{1}{2}P\infty$. Beide Gleitflächen sind gegen die Basis um 113° geneigt, der entstehende Zw. hat demnach einen einspringenden Winkel von 134° . Die Ausbildung dieser Zw. ist aber stets derart, dass ein Individ. sich als eine in Zw.-Stellung befindliche Lamelle einem grösseren Individ. eingeschaltet findet, wodurch auf der Basis des letzteren ein treppenförmiger Absatz hervor gebracht wird.

In physik. Hinsicht zeigen alle Glimmer das Maximum der $\#$ eines Minerals; sie sind nach der Basis $\#$ und die Spaltblättchen sind elastisch biegsam. Andere Cohäsionsminima lassen sich durch Schlag und durch Druck nachweisen. Durch einen kurzen Schlag entsteht auf den Spaltblättchen ein sechsstrahliger Stern als Schlagfigur, dessen Strahlen stets parallel den Kanten mit ∞P und $\infty P\infty$ verlaufen. Durch den Druck hingegen werden Risse erzeugt, die ebenfalls einem sechsstrahligen Stern entsprechen, dessen Arme aber ungefähr mitten zwischen die Strahlen der Schlagfigur fallen. Diese Risse entsprechen den oben erwähnten Gleitflächen ζ und ζ , die unter fast gleichem Winkel (ca. 113°) gegen die Basis geneigt sind und die Veranlassung zu rhomboedrischen Absonderungsstücken geben können. Wie jene oben besprochenen Druckzwillinge, so finden sich auch die Druckrisse öfters in der

Natur vor, nämlich an eingewachsenen $\times\times$, die dem Gebirgsdruck ausgesetzt waren.

Die Glimmer liefern in ihren Spaltblättchen ein bequemes Material zur Beobachtung der Interferenzfiguren und der opt. Verhältnisse. Alle Glimmer sind opt. negativ. Die 1 M.-L. steht nahezu \perp auf der Spaltfläche, die opt. A.-E. dagegen läuft bald \parallel , bald \perp zur Symmetrieebene. Man unterscheidet danach Glimmer I. und II. Art, und zwar sind jene Glimmer I. Art, bei denen A.-E. \perp S.-E., jene Glimmer II. Art, bei denen A.-E. \parallel S.-E. verläuft. Auch an den Glimmerblättchen, an denen die S.-E. als solche nicht zu erkennen oder überhaupt nicht vorhanden ist, gelingt es mit Hilfe der Schlagfigur, deren einer Strahl ja immer die Richtung der S.-E. anzeigt, die Art des Glimmers anzugeben. Der Winkel der opt. Axen ist bei den verschiedenen Glimmern sehr verschieden, fast 0° beim Biotit, $100\text{--}120^\circ$ beim Margarit, $55\text{--}75^\circ$ bei den übrigen Glimmern. Die Glimmer mit kleinem A.-W. hielt man früher für optisch 1-axig und man unterschied demzufolge 1-axige von 2-axigen Glimmern.

Die chemische Constitution der Glimmer ist noch nicht völlig sicher gestellt. Sie sind basische (wasserstoffhaltige) Alkali-Thonerde-Silicate, in einer Reihe von ihnen erlangt daneben Magnesia eine besondere Bedeutung; letztere kann theilweise durch Fe ersetzt werden. Wasser entweicht erst in der Glühhitze; für H tritt bei einigen Varietäten F ein. Der SiO_2 -Gehalt bewegt sich zwischen 33 und 56%.

Die Glimmer sind wegen ihrer wesentlichen Antheilnahme am Aufbau der mannigfachsten Eruptivgesteine und krystalliner Schiefer, ferner mancher Sedimentgesteine auch geologisch überaus wichtige Mineralien. Sie sind theils primären, theils, wie in den Hornfelsen und Sericitschiefern etc., secundären Ursprungs. Ihre künstliche Darstellung ist bei Hüttenprocessen und auch im Laboratorium gelungen.

Biotit. Magnesia-Eisen-Glimmer. Magnesiaglimmer z. Th.

$(\text{KH})_2 (\text{MgFe})_2 (\text{AlFe})_2 \text{Si}_3 \text{O}_{12}$. Monoklin. $\beta = 95^\circ 3'$.

$\times\times$ ein- und aufgewachsen, gewöhnlich tafelig, mit hexagon. oder rhomboedr. Habitus, was im Verein mit dem kleinen opt. A.-W. veranlasste, Biotit lange für rhomboedr. und opt. 1-axig zu halten. Gewöhnl. Comb.: $c = oP$, $b = \infty P\infty$, $m = P$, $o = -P$, dazu wohl $e = P\infty$, $r = -P\infty$ und $z = -_3P_3$, selten $N = \infty P$. Durch das Alterniren von m und o entsteht horizontale Streifung. Messbare $\times\times$ selten, am geeignetsten sind die aus den Silicatauswürflingen der Somma. Zw. in der oben angegebenen Weise, gewöhnlich dient oP als Verwachsungsfläche. Auch treppenförmige Zw. nach den Gleitflächen. Aggregate schalig, schiefrig, schuppig.

$\# oP$ höchst vollk., die Spaltblättchen sind elastisch biegsam. Bezüglich der Schlaglinien siehe oben. Mild. $H = 2\frac{1}{2}\text{--}3$. $G = 2,8$ bis $3,2$. Plmgl. ins Metallische. Durchschein. bis undurchs. Dunkel gefärbt, dunkelgrün, dunkelbraun, selten hellbraun oder grün. D.-Br. stark, negativ. A.-E. fast immer \parallel zur Sym.-Ebene, also Glimmer II. Art; diese daher mit dem besonderen Namen Meroxen ($\rho < \nu$) belegt zum Unterschied von den seltenen Biotiten I. Art, die als Anomit ($\rho > \nu$) bezeichnet werden. 1 M.-L. fast \perp auf oP , bald etwas nach vorn, bald nach hinten gegen die Verticalaxe geneigt; A.-W. gewöhnlich klein, im Mittel 15° , öfters sich 0° nähernd. Sehr kräftiger Pleochroismus und zuweilen Asterismus.

Die oben angegebene Formel gilt für normale Biotite. Nach TSCHERMAK lässt sich die Zus. der Biotite auf isomorphe Mischungen

des Olivinsilicats $Mg_{12}Si_6O_{24}$ mit basischen Kali-Thonerdesilicaten zurückführen, und zwar lassen sich unterscheiden:

Anomit = Mischungen von $Mg_{12}Si_6O_{24}$ mit $H_2K_4Al_6Si_6O_{24}$
 Meroxen = " " " " " $H_3K_3Al_6Si_6O_{24}$
 Lepidomelan = " " " " " $H_4K_2Al_6Si_6O_{24}$

MgO , im Mittel 10–30%, kann theilweise oder nahezu ganz durch FeO , Al_2O_3 (11–20%) durch Fe_2O_3 ersetzt werden; ein Theil K_2O (5–11%) wird durch Na_2O und etwas SiO_2 (35–45%) durch TiO_2 vertreten. — v. d. L. zu schwarzem Glase schmelzbar, je dunkler der Biotit, um so leichter. Von Salzsäure nur wenig angegriffen, dagegen von heisser conc. Schwefelsäure zersetzt.

Eingewachsen als wesentlicher oder accessorischer Gemengtheil aller Eruptivgesteine, namentlich in Graniten (Granititen), Glimmer-Syeniten und -Dioriten, in Porphyren und Trachyten, ebenso auch wichtig für Gneisse und Glimmerschiefer. Seiner leichten Zerstorbarkeit wegen fehlt er meist in den gewöhnlichen Sedimentgesteinen. — In mehr oder minder ausgebildeten und aufgewachsenen $\times\times$ in den Silicatauswürflingen der Somma, des Albaner Gebirges und des Laacher Sees. — Anomit von Baikalsee, Greenwood Furnace bei Monroe, New-York; im Gneiss bei Krems in Nieder-Oesterreich.

Vom Biotit wird wohl der Phlogopit abgetrennt, ein zumeist rothbrauner Glimmer, der in allen morphologischen und physikalischen Eigenschaften mit Biotit übereinstimmt, dagegen durch einen höheren SiO_2 -Gehalt, durch einen charakteristischen Fluor-Gehalt wie durch sein Vorkommen unterschieden ist. Oeffters ist er auch ausgezeichnet durch Asterismus in Folge winziger Interpositionen. Er findet sich namentlich in körnigen Kalken und Dolomiten: Fassathal, Campo longo, Rézbánya, Pargas, mehrorts in den östlichen Ver. Staaten, ferner auf den norwegischen Apatitgängen neben Enstatit. — Lepidomelan, sofern nicht neuerdings die oben angegebene chem. Zus. zur Charakterisirung dient, ist durch hohen Eisengehalt und demgemäss durch eine tief schwarze Farbe ausgezeichnet. Bekanntere Fundorte sind Persberg in Schweden, Harzburg. Zur Verwandtschaft des Lepidomelan gehören einige Biotite, bei denen der hohe Eisengehalt theils als FeO , theils als Fe_2O_3 vorhanden ist; im ersteren Fall kann dadurch die Magnesia fast ganz zurücktreten wie im Annit und Siderophyllit; weiter gehören hierher Haughtonit und Eisenglimmer, ferner Pterolith, ein Verwitterungsproduct des Barkevit. — Manganophyll von Pajsberg und Långban ist ein manganreicher Biotit. — Barytglimmer von Sterzing ist durch beträchtlichen Ba-Gehalt ausgezeichnet. — Euchlorit ist ein chloritähnlicher dunkelgrüner Biotit von Chester, Mass.

Wie den Muscovit, so liefern auch einige Silicate bei der Umwandlung Biotit, doch ist dieser Vorgang bei Weitem nicht so allgemein. Augit und Hornblende gehen am ehesten in Biotit über; auch giebt es Pseudomorphosen nach Skapolith und Granat. Biotit selbst ist wenig widerstandsfähig, bei der Umwandlung bleibt die Blättrigkeit theilweise erhalten oder es bilden sich roth, braun oder grün gefärbte, z. Th. auch ganz weiche und erdige Producte. Derartige veränderte Biotite resp. Phlogopite sind Rubellan, der rothe Glimmer der Basaltlaven und Tuffe, Pseudobiotit, Hydrobiotit, Voigtit, Helvetan, Eukamptit, Rhastolyt, Bastonit, Vermiculit, Protovermiculit, Lucasit, Jefferisit, Culsageeit, Hallit, Dudleyit, Philadelphiait, Aspidolith genannt worden.

Zinnwaldit. Lithion-Eisen-Glimmer. Lithionglimmer z. Th. Lithionit. $F_2(LiK)_3FeAl_3Si_5O_{16}$. Monoklin.

$\times\times$ eingewachsen, tafelig mit sechsseitigem Umriss, fächer-

oder fassförmig gruppirt. Combinationen und Zwillinge wie bei den übrigen Glimmern. Die Basis zerfällt öfters durch eine feine federförmige Fältelung in 6 Felder.

oP höchst vollk. $H = 2-3$. $G = 2,9-3,1$. Plmgl., ins Metallische. Blassviolett, grau, gelblich, braun, selten dunkelgrün. Optisch ein Glimmer II. Art, also A.-E. || S.-E. und $\rho < v$. A.-W. schwankend, fast 0° bis ca. 50° .

$K_2O = 5-13\%$, $Li_2O = 1-5\%$, etwas Na. $44-47 SiO_2$; $F = 2$ bis 8% , ein Theil desselben kann durch (HO) vertreten werden. — Schmilzt v. d. L. leicht zur dunklen Perle und färbt die Flamme roth; von Säuren angegriffen.

In Zinnstein führendem Granit und Greisen. Zinnwald, Altenberg.

Kryophyllit ist ein etwas SiO_2 -reicherer (52%) Z. von Rockport, Mass. — Rabenglimmer von Altenberg, grünlichschwarz, mit sehr kleinem A.-W. ist ein eisenreicher Z., im hellgrünlichen Polyolithionit von Kangerdluarsuk ist umgekehrt der FeO-Gehalt sehr gering ($0,9\%$).

Lepidolith. Lithionglimmer z. Th. $F_2(LiK)_2Al_2Si_3O_9$. Monoklin.

XX ein- und aufgewachsen, meist nur in Blättchenform, wohl ausgebildete, messbare nicht bekannt. Zwillingungsverwachsungen von 2 und 3 Individuen wie bei den übrigen Glimmern. — Derb in schuppigen bis feinkörnig schuppigen Aggregaten.

oP höchst vollk. $H = 2$. $G = 2,8-2,9$. Plmgl. Pflirsichblüth- bis rosenroth, weiss, seltener grau, grünlich. Optisch meist ein Glimmer I. Art, also A.-E. \perp S.-E. und $\rho > v$. Grosser A.-W., zwischen $50-80^\circ$ und darüber.

Chem. dem Zinnwaldit ähnlich, aber eisenfrei und reicher an SiO_2 ($49-52\%$). — Schmilzt v. d. L. leicht zur weissen Perle; gewöhnliche Säuren unwirksam.

Neben Fluor-haltigen Mineralien (Turmalin, Topas) in Graniten und granitischen Gängen. Rozena in Mähren, Schüttenhofen in Böhmen, Penig in Sachsen, Elba, Jekaterinburg, Paris in Maine.

Der schuppige Li-haltige Cookeit ist entweder ein zersetzter Lepidolith oder ein glimmerähnliches Verwitterungsproduct der rothen Turmalin-XX von Hebron und Paris in Maine, denen er aufsitzt.

Muscovit. Kaliglimmer. $H_4K_2Al_6Si_6O_{24}$. Monoklin. $\beta = 95^\circ 5'$.

XX ein- und aufgewachsen, selten von einer für das Messen geeigneten Beschaffenheit, mit tafeligem Habitus und hexagonalen Umrissen. Vom Ostufer des Ilmensees sind auch XX mit spitzpyramidalem Habitus bekannt. Gewöhnlichste Comb.: $c = oP$ (öfters fein gefältelt oder gestreift), $M = \infty P (120^\circ 11')$, $b = \infty P \infty$, $m = P$, selten treten hinzu $e = P \infty$, $y = {}_2P \infty$, $x = {}_3P \infty$, $N = \infty P \infty$. Zw. sehr häufig, gewöhnlich mit oP als Verwachsungsfläche; ebenso sind Druckzw. nicht selten. M. findet sich öfters in regelmässiger Verwachsung mit Biotit und anderen Glimmern. Aggregate schalig, schiefrig, schuppig oder dicht. Letztere, von talk- oder specksteinartigem Aussehen, werden als Sericit bezeichnet. Häufig in Pseudomorphosen.

oP höchst vollk., die Spaltblättchen sind elastisch biegsam. Bezüglich der Schlaglinien cfr. S. 376. Gleitflächen nach $-P\bar{3}$ und $\frac{1}{2}P\infty$ sind häufig wie die damit zusammenhängenden treppenförmigen Zw. und rhomboedr. Absonderungsstücke. Mild. H = 2—3. G = 2,76—3,1. Durchs. bis durchschein. Plmgl. ins Metallische. Farblos, gelblich, bräunlich, grünlich, röthlich. D.-Br. stark, negativ. A.-E. \perp zur Sym.-Ebene, also Glimmer I. Art. 1 M.-L. fast \perp zur Basis, etwa 1° nach rückwärts geneigt. $2E = 65-85^{\circ}$. $\rho > \nu$. In Folge mikrolithischer Interpositionen zuweilen Asterismus. Bei Pennsbury, Pa findet sich in M.-Platten braun durchscheinender Magnetit ausgeschieden.

Nur eine Reihe von Kaliglimmern, die SiO_2 -ärmeren mit ca. 46 SiO_2 , führt auf die oben angegebene Formel, die SiO_2 -reicheren ($H_4K_2Al_4Si_6O_{21}$ mit 52 SiO_2) werden wohl als Phengit unterschieden. Ein Theil von K (im Mittel 8—10 K_2O) wird durch Na vertreten, auch finden sich in geringen Mengen Mg, Ca, Fe. Charakteristisch ist ein kleiner Fluorgehalt. — v. d. L. ziemlich schwer zu einer grauen oder gelblichen Perle schmelzend; die gewöhnlichen Säuren sind unwirksam.

Eingewachsen als wesentlicher oder accessorischer Gemengtheil vieler Eruptiv- und Sedimentgesteine, namentlich in Graniten (Pegmatiten), Gneissen und Glimmerschiefern, auch in körnigen Kalien und Dolomiten. In jung vulkanischen Gesteinen fehlt dagegen M. vollständig. Aufgewachsen weit seltener, auf Klüften von Graniten und Gneissen mit Adular und Albit, wie am St.-Gotthard, im Zillerthal etc., zuweilen auch auf granitischen Drusen wie in den Mourne-Mountains in Irland etc. Die grossen Tafeln aus dem Ural, Ost-Indien, Nord-Amerika finden technische Anwendung.

Im M. liegt eine sehr beständige und widerstandsfähige chem. Verbindung vor, das zeigt sich darin, dass, während er selbst schwer verwittert, eine grosse Anzahl Silicate durch den Verwitterungsprocess in M. übergeführt werden kann, wie Andalusit, Disthen, Turmalin, Granat, Beryll, Cordierit, Skapolith, Nephelin, Feldspäthe. Manche pseudomorphe Bildungen sind früher für selbständig gehalten und mit besonderen Namen belegt, so sind Ps. nach Cordierit als Gigantolith, Pinit z. Th., Oosit, Kataspilit?, solche nach Nephelin als Gieseckit und Liebenerit, nach Feldspäthen als Pinitoid und Lepidomorphit, nach Spodumen als Killinit, nach Skapolith als Micarell bezeichnet worden.

Der dichte bis feinschuppige M., von gelblichgrüner Farbe, seidenglänzend, fettig anzufühlen, heisst Sericit und ist früher viel mit Talk verwechselt worden. Er ist wohl stets sekundär aus anderen Silicaten hervorgegangen und bei seiner Bildung mögen tektonische Prozesse öfters wesentlichen Antheil gehabt haben. Er ist verbreitet in den Protogynen der Alpen, in den sericitischen Schiefern älterer Formationen (z. B. im Taunus), verleiht diesen den eigenthümlichen phyllitischen Glanz, im weissen Gebirge oder in den weissen Schiefern mancher Erzlagerstätten, wie zu Welmich, Werlau, Holzappel, Mitterberg, Agordo. Solche sericitische, d. h. talkähnliche dichte M. besonderer Lokalitäten haben die mannigfachsten Namen: Damourit, Metasericit, Didymit, Onkosin, Hygrophyllit, Leukophyllit, Pyknophyllit. — Margarodit ist ein sericitisches Gemenge mit Paragonit und Margarit, er bildet das Muttergestein der schwarzen Turmaline aus dem Zillerthal; Euphyllit stellt ein blättriges Gemenge der gleichen Mineralien von Unionville, Pa dar. — Ephesit und Lesleyit sind Gemenge mit Korund. — Adamsit und Amphilogit sind Synonyma für M.

Chromglimmer (Fuchsit), smaragd- bis grasgrün ist ein chromhaltiger M. Schwarzenstein in Tyrol. Ural. — **Avalit** vom Avala-Berg in Serbien ist ein mit Quarz gemengter, sehr chromreicher M.

Oellacherit aus dem Pfitschthal ist ein Ba-haltiger M. — Hierher dürfte auch der vanadinhaltige **Roscoelith** zu stellen sein, der in grünlich-braunen Schuppen auf Goldquarzadern in Californien auftritt.

Paragonit. Natronglimmer. Pregrattit. $H_4Na_2Al_6Si_6O_{24}$ mit geringem K-Gehalt. Monoklin.

Nur in feinschuppigen und dichten (Cossait) Aggregaten, weiss oder apfelgrün mit Plmgl. oder schimmernd. $H = 2-2\frac{1}{2}$. $G = 2,8-2,9$. Axenwinkel gross.

V. d. L. fast unschmelzbar, sich zuweilen aufblätternnd. Säuren unwirksam.

Als Paragonitschiefer Glied der krystallinen Schieferreihe, bildet das Muttergesteine des Staurolith und Disthen vom Mte Campione bei Faïdo in Tyrol, des Strahlsteins aus dem Zillerthal. Insel Syra, Ural, Oberer See.

Margarit. Kalkglimmer. Perlglimmer. $H_2CaAl_4Si_2O_{12}$. Monoklin.

Form und Zw.-Verwachsung der seltenen $\times\times$ wie am Biotit; gewöhnlich in dünnen sechsseitigen Tafeln und in körnig-blättrigen bis schuppigen Aggregaten.

oP sehr vollk., doch etwas weniger als an den übrigen Glimmern. Die Spaltblättchen sind spröde und zerbrechlich. $H = 3\frac{1}{2}$ bis $4\frac{1}{2}$. $G = 3$. Starker Plmgl. Durchschein. Weiss, röthlich-weiss, perlgrau. Glimmer I. Art. $\rho < v$. Grosser A.-W. (ca. 120°), die M.-L. weicht um $6-8^\circ$ von dem Loth auf der Spaltfläche ab.

Im Mittel 10 CaO, 50 Al_2O_3 , 30 SiO_2 , etwas Mg, Na und F. — Bläht sich v. d. L. auf, aber schmilzt sehr schwer; von Säuren angegriffen.

Neben Korund und Smirgel zu Naxos und an anderen Orten des griechischen Archipels und Kleinasiens, in Pennsylvanien, Massachusetts, Nord Carolina, Georgia etc. Auf den Smaragdgruben an der Takowaja. Seltener im Chloritschiefer wie am Greiner in Tyrol.

Emerylith, Diphanit, Corundellit, Clingmanit sind Synonyma für M.

Anhangsweise sind zu den Glimmern noch zu rechnen:

Davreuxit, weisse asbestartige Fasern oder langgestreckte Blättchen aus den Quarzgängen der Ardennenschiefer. $H_4(MnMg)Al_6Si_6O_{24}$. Verhält sich wie ein zersetzter Glimmer.

Willcoxit, Talkähnliche Schuppen. Plmgl. Weiss und grünlich-weiss. Zersetzungsproduct des Korund, der zuweilen noch als Kern erhalten ist. Schliesst sich in der Zus. den Biotiten an. Nord-Carolina.

Gruppe der Sprödglimmer.

Die Sprödglimmer bieten hinsichtlich der Formentwicklung, dem Zwillingsbau, der Spaltung und der optischen Verhältnisse grosse Aehnlichkeit mit den gewöhnlichen Glimmern. Sie sind monoklin mit rhomboedr. Habitus, $\beta = ca. 90^\circ$ ausgezeichnet durch eine hohe # nach der Basis; die Spaltblättchen sind aber spröde und leicht zerbrechlich. Sie sind weit härter als die Glimmer. In chemischer Hinsicht sind sie basische Mg-Al-Silicate; die 3 Glieder Xantho-

phyltit, Brandisit und Clintonit lassen sich nach TSCHERMAK als isomorphe Mischungen von $H_2CaMg_4Si_3O_{12}$ und $H_2CaMgAl_6O_{12}$ betrachten.

Xanthophyllit (Waluewit). $H_8(MgCa)_{14}Al_{16}Si_5O_{52}$. Monoklin. Die als Waluewit bezeichneten $\times\times$ sind tafelig, erscheinen wie Basis mit Rhomboeder, sind aber monokline Combinationen. Basis meist glatt, Seitenflächen gerunzelt. Zwillingbildungen analog den Glimmern, namentlich mit Ueber-einanderschichtung der Individuen ganz allgemein. Gewöhnlich in Aggregaten. $\#$ oP sehr vollk. $H = 4-5$ auf oP, $5-6$ auf den Seiten. $G = 3,0-3,1$. Starker Plmgl. Durchschein. Die Aggregate sind wachsgelb, die $\times\times$ (Waluewit) lauchgrün. A.-E. $\parallel \infty P\infty$. M.-L. sehr nahe \perp zur Basis. A.-W. = $17-32^\circ$. Stark pleochroitisch. Wird v. d. L. trübe ohne zu schmelzen; von heisser Salzsäure sehr schwer zersetzt. In Talkschiefer der Schischimskischen Berge im District Slatoust, als Waluewit im Chloritschiefer bei Achmatowsk.

Brandisit. (Disterrit). $H_8(MgCa)_{12}Al_{12}Si_5O_{44}$. Monoklin. Dünne sechseitige Tafeln mit complicirtem Zw.-Bau nach dem Glimmergesetz. $\#$ oP vollk. $H = 5$ auf oP, sonst 6. $G = 3-3,1$. Glggl., wenig durchs. Lauch- bis schwärzlichgrün. A.-E. $\parallel \infty P\infty$. A.-W. = $18-35^\circ$. Trübt sich v. d. L. ohne zu schmelzen. Von Säuren schwer angegriffen. Monzoni.

Clintonit (Seybertit). $H_6(MgCa)_{10}Al_{10}Si_4O_{36}$. Monoklin. Dicke sechseitige Tafeln mit runzligen Seitenflächen; sonst wie Brandisit. $\#$ oP vollk. Sehr spröd. $H = 4-5$. $G = 3,1$. Glggl., ins Metallische; auf Bruchflächen schimmernd. Durchschein. Röthlichbraun bis gelb. A.-E. $\perp \infty P\infty$. A.-W. = $3-13^\circ$. Trübt sich v. d. L. ohne zu schmelzen; wird von conc. Salzsäure ohne Gallertausscheidung gelöst. In den körnigen Kalken von Amity und Warwick in New-York. — Chrysophan, Holmesit, Holmit sind Synonyma.

Chloritoid (Chloritspath). $H_2FeAl_2SiO_7$. Monoklin. Sechseitige, zuweilen langgestreckte Tafeln, vielfach aus über einander geschichteten Zw.-Lamellen bestehend. Gewöhnlich derb in blättrigen, büscheligen und krummschaligen Aggregaten. $\#$ oP vollk., spröd. $H = 5-7$. $G = 3,4-3,6$. Glggl. ins Perlmutterartige, auf den Seiten Wachsgl. Fast undurchs. Schwärzlichgrün bis schwarz. Str. grünlichweiss. A.-E. \parallel S.-E. 1 M.-L. ist positiv, gegen das Loth auf der Basis ca. 12° geneigt. A.-W. gross und schwankend. Sehr stark pleochroitisch. Sehr schwer schmelzbar v. d. L., von Säuren schwierig zersetzt. In krystallinen Thon- und Glimmerschiefern, die stellenweise in Chloritoidschiefer übergehen können, öfters neben Glaukophan. Im Marmorbruch Mramorskoi bei Kossoibrod unweit Jekaterinburg neben Diaspor und Smirgel, ähnlich am Gumuch Dagh in Kleinasien. Pregratten in Tyrol, Kaisersberg in Steiermark, Saas und Zermatt in der Schweiz. St-Marcel. Mehrorts in den Ver. Staaten und in Canada. — Barytophyllit (Kossoibrod), Masonit (dunkelgraugrün, Rhode Island), Newportit (ebendaher), Phyllit (Sterling), Salmi (Vielsalm in Belgien), Sismondin (St.-Marcel) sind Synonyma.

Ottrelith in kleinen dünnen Tafeln von grünlichgrauer bis schwarzgrüner Farbe, fest in Thonschiefer eingewachsen ist ebenfalls nur Chl., dessen typisches Vorkommen allerdings einen beträchtlichen Mangengehalt aufweist. Ötztal in den Ardennen, Aste im Thal d'Ossau in den Pyrenäen, Ebnet in der Oberpfalz etc. Dahin auch Venasquit von Vénasque in den Pyrenäen.

Anhangsweise sind ihrer physikalischen Aehnlichkeit wegen bei den Glimmern noch zu erwähnen:

Astrophyllit. $H_4(KNa)_2(FeMn)_5(SiTiZr)_7O_{22}$. $\times\times$, neuerdings als rhombisch gedeutet, bilden 6seitige, nach der Brachyaxe gestreckte und meist strahlig oder sternförmig gruppirte Tafeln. $\#$ oP vollk., spröd. $H = 3\frac{1}{2}$. $G = 3,3-3,4$. Glggl., etwas metallisch. Durchschein. Gelbbraun bis goldgelb. Deutlich pleochroitisch. Schmilzt v. d. L. leicht zu einer schwarzen Perle. Aus den Elaeolithsyeniten des Langesundfjords, von Kangerdluarsuk und El Paso Co, Colorado.

Pyrosmalith. $H_7(FeMn)_5Si_4O_{16}Cl$. Hexag. rhomboedr. Tafelige oder säulige, aufgewachsene $\times\times$ der Comb. oR, ∞R , seltener mit R. Derb und in körnigen Aggregaten. $\#$ oP vollk. spröd. $H = 4-4\frac{1}{2}$. $G = 3-3,2$. Metallischer Plmgl., sonst Fgl., durchschein. bis undurchs. Lederbraun bis olivengrün. Schmilzt v. d. L. zu schwarzer Perle. Nordmarken bei Filippstad in

Wermland. — Der rosenrothe, krystallographisch ganz analoge Friedelit ist ein Fe-freier Pyrosmalith. Adervielle in den Pyrenäen. Nach seinen Eigenschaften steht auch der Cl-freie Ekmanit dem P. sehr nahe.

Chlorit-Gruppe.

Die Chlorite sind basische (wasserstoffhaltige) Mg-Al-Silicate, frei von Alkalien mit einem SiO_2 -Gehalt von 24–36%. Sie zeigen in morphologischer und physikalischer Hinsicht mancherlei Analogien mit den Glimmern. \ddagger nach der Basis ist etwas weniger vollk. als beim Glimmer, die Spaltblättchen sind gemein biegsam; auch sind sie durchweg weniger hart als Glimmer. — Nach ihrem äussern Habitus, z. Th. auch nach chemischen Unterschieden werden sie neuerdings (TSCHERMAK) in 2 Reihen getheilt, α . Orthochlorite, β . Lep- tochlorite.

α . Reihe der Orthochlorite.

Dieselbe begreift die deutlich auskrystallisirten, in $\times\times$ vorkommenden Chlorite. Chemisch entsprechen sie isomorphen Mischungen zweier Silicate, des Serpentsilicates, $\text{H}_4\text{Mg}_3\text{Si}_2\text{O}_9 = \text{Sp}$ und des Amesitsilicates, $\text{H}_4\text{Mg}_2\text{Al}_2\text{SiO}_9 = \text{At}$. Während früher nur 3 besondere Glieder unterschieden wurden, nämlich Pennin, Klinochlor, Prochlorit, zählt TSCHERMAK gegenwärtig 5 auf:

Pennin.	Klinochlor.	Prochlorit.	Korundophilit.	Amesit.
(Sp_3At_2)	(Sp At)	(Sp_2At_3)	(Sp_3At_7)	(Sp At_4) (At_{10})

Alle Orthochlorite sind monoklin. $\beta = 90^\circ 20'$ unter Zugrundelegung der TSCHERMAK'schen Aufstellung, vielfach erscheinen sie jedoch mit rhomboedr. oder hexagonalem Habitus und opt. 1-axig, was auf lamellare Ueber- einanderschichtung resp. Zwillingbildung zurückzuführen ist. Einfache Individuen sind überhaupt sehr selten; von den Zw.-Verwachsungen sind 2 Gesetze häufiger vertreten. 1. Glimmergesetz entsprechend dem gewöhnl. Zw.-Gesetz am Glimmer (cfr. S. 375), wobei die Endflächen zusammenfallen, entweder mit Ueberlagerung, die vielfach wiederholt sein kann, oder in Nebeneinanderlage- rung, auch Durchkreuzung von 2 resp. 3 Individuen. 2. Penninggesetz. Zw.- und Verwachsungsfl. die Basis. Dabei bleiben die Zonen der einzelnen Flächen erhalten; auch hier tritt häufig polysynthetische Wiederholung ein. — Wie beim Glimmer, so kommt auch hier zuweilen eine auf Sectoren vertheilte feine Fältelung der Basis vor. — Die opt. A.-E. ist gewöhnlich $\parallel \infty P \infty$, seltener \perp dazu. Die 1 M.-L. ist bald +, bald –, und weicht mehr oder minder von dem Loth auf der Spaltfläche ab. A.-W. schwankt sehr, selbst am selben $\times\times$, von 0° bis 90° und darüber. Ausgezeichneter und kräftiger Pleochroismus. Schlag- und Druckfiguren lassen sich ähnlich wie beim Glimmer beobachten. Die Chlorite treten als Glieder der krystallinen Schieferreihe gesteinsbildend (Chloritschiefer) auf, namentlich beteiligt sich Klinochlor reichlich, während Pennin zurücktritt; sie bilden häufig das Muttergestein von Magnetit, Strahlstein, Granat, Dolomit. Die aufgewachsenen $\times\times$ auf Klüften von Chloritschiefer sind öfters mit Bergkrystall, Adular, Albit, Diopsid, Granat vergesellschaftet. In vielen Fällen sind die Chlorite secundär aus anderen Silicaten, namentlich aus Augit und Hornblende hervorgegangen; in vielen Diabasen ist aller Augit in Chlorit umgewandelt.

Pennin. Monoklin. $\beta = 90^\circ 20'$.

$\times\times$ aufgewachsen, zu Drusen gruppirt, mit ausgesprochen rhomboedr. Habitus, derart, dass die $\times\times$ entweder von einem niedri- gen Rhomboeder R ($65^\circ 28'$), aus $i = P \infty$ und $v = - \frac{3}{2} P \bar{3}$ zu- sammengesetzt, mit der Basis oder von einem spitzen langgestreckten Rhomboeder sR mit Basis begrenzt zu sein scheinen. Die Rhom- boederfl. sind horizontale gestreift. Auch eine scheinbare Säule II. O.

kann auftreten. Man hat aber diese rhomboedr. Formen entweder als monokline Combinationen, deren Winkelunterschiede nicht scharf festzustellen sind, oder als durch Zwillingsbildung mimetische $\times\times$ zu deuten. — 2 rhomboedr. Indiv. sind öfters nach dem Penningesetz verzwillingt. — Dichte derbe Aggregate von serpentinartiger Beschaffenheit und apfelgrüner Farbe sind Pseudophit genannt, typisch am Zdjar-Berg bei Aloisthal in Mähren.

oP vollk. Mild. $H = 2\frac{1}{2}$. $G = 2,6-2,8$. Plmgl. Durchs. bis durchschein. Bläulichgrün. D.-Br. schwach, + oder —; zu meist scheinbar opt. 1 axig. Pleochroismus zwischen grün und braunroth.

ca. 33SiO_2 . — Blättert sich v. d. L. auf und schmilzt zu gelblicher Perle. Von Salzsäure zersetzt.

Schöne $\times\times$ vom Findelengletscher und von Rymfischwäng bei Zermatt; aus dem Binnenthal; Pfitsch; Alathal in Piemont.

Leuchtenbergit, in hexagonalen Tafeln und schaligen Aggregaten von den Schischimskischen Bergen bei Slatoust, ist ein gelber P. — Kämmererit in hexagonalen Tafeln und blättrigen Aggregaten ist ein rother, chromhaltiger (5% Cr_2O_3) Pennin. Auf Chromit mit Uwarowit aus der Gegend von Bissersk im Bezirk von Jekaterinburg. — Rhodochrom, roth ist nur eine derbe Varietät des Kämmererit. Insel Tinos, Kysehtymk am Ural. — Als Chromchlorit oder Rhodophyllit ist das Vorkommen chromhaltigen Pennins von Texas, Pa bezeichnet worden. — Grastit soll ein grüner Kämmererit von Texas, Pa sein.

Klinochlor. Chlorit G. ROSE. Rhipidolith v. KOBELL. Monoklin. $\beta = 90^\circ 20'$.

$\times\times$ aufgewachsen, zu Drusen gruppirt. Der Habitus ist entweder hexagonal (Typus Zillerthal) und dann theils pyramidal, rhomboedrisch und tafelig oder deutlich monoklin (Typus Achmatowsk). Nicht selten sind auch wurm- oder schraubenförmig gekrümmte Säulchen (Typus Ala, Helminth z. kleineren Th.). Die $\times\times$ sind z. Th. flächenreich, am gewöhnlichsten $c = \text{oP}$, $n = \frac{2}{5}\text{P}$, $m = \frac{1}{2}\text{P}$, $o = \text{P}$, $b = \infty\text{P}\infty$, $t = \frac{4}{3}\text{P}\infty$, $i = \text{P}\infty$, $v = -\frac{3}{2}\text{P}\frac{3}{2}$. Die Combination der zuletzt aufgeführten Flächen i und v würde das Rhomboeder R des Pennin geben. Zw. und Drillinge nach dem Glimmer- und dem Penningesetz ganz allgemein, namentlich in Uebereinanderlagerung, aber auch in Juxtaposition und Penetration. Derb in schuppigen Aggregaten als wesentlicher Bestandtheil der Chloritschiefer.

oP vollk., mild. $H = 2$. $G = 2,55-2,8$. Durchschein. Auf oP Plmgl., sonst Ggl. bis Fettgl. Bläulich- bis schwärzlichgrün. A.-E. meist ||, sonst \perp zu $\infty\text{P}\infty$. A.-W. = $10-86^\circ$. Pleochroitisch wie Pennin.

ca. 30SiO_2 . — v. d. L. schwer zu graulichgelber Perle schmelzend; von Schwefelsäure zersetzt.

Schöne $\times\times$ auf Klüften in Chloritschiefer zusammen mit Granat und Diopsid: Alathal in Piemont, Zermatt in der Schweiz, Pfitsch, Pfunders, Schwarzenstein in Tyrol, Achmatowsk. In grossen, oft dreiseitigen Tafeln von Westchester und Unionville, Pa. Derb im Chloritschiefer.

Kotschubeyit ist ein rother chromhaltiger K. aus der Nähe der Goldseifen von Karkadinsk im Ural, Tabergit ein chloritisches Mineral, entenblau, von Taberg in Wermland ist wahrscheinlich ein Gemenge von Klinochlor mit Pennin und Phlogopit.

Talkchlorit ist der grossblättrige K. von Traversella genannt.

Prochlorit. Chlorit WERNER. Rhipidolith G. ROSE. Monoklin.
 $\beta = 90^{\circ} 20'$.

Keine deutlichen $\times\times$, meist nur kleine sechsseitige Tafeln und Schuppen, die zu kamm- und wulstförmigen Aggregaten verbunden sind. Häufig auch in wurmförmig gewundenen Säulchen (Helminth zum grössten Theil), in schuppigen lockeren und erdigen Anhäufungen, in Schüppchen- oder Staubform als Ueberzug und Imprägnation von Bergkrystall, Adular, Periklin, Titanit etc. Derb im Chloritschiefer.

Mild und sehr weich. $H = 1$. $G = 2,78-2,95$. Durchschein., geringer Glanz, nur zuweilen perlmutterartig. Lauch- bis schwärzlich-grün. Sehr schwach pleochroitisch.

ca. $27SiO_2$. — v. d. L. fast unerschmelzbar; von conc. Säuren zersetzt.

Wesentlicher Gemengtheil der Chloritschiefer, namentlich der Magnetit führenden; auf Trümmern im Serpentin. Häufiges Verwitterungsmineral von Augit und Hornblende.

Onkoit von Rauris und St.-Gotthard ist eine eisenreiche Varietät des P.; Phyllochlorit, Gemengtheil in den Phylliten des ostbayerischen Grenzgebirges ist reich an FeO . — Lophoit sind kammförmig zusammengehäufte $\times\times$ des P. genannt. — Grochaut bildet die Gangmasse des Magnochromits von Grochau bei Frankenstein. — Pattersonit ist ein P. von Unionville, Pa.

Korundophilit. Monoklin. Dunkelgrün. Neben Korund bei Asheville, Nord-Carolina und Chester, Mass.

Amesit. Monoklin. Aehnlich grünem Talk. Auf Diaspor von Chester, Mass.

Loganit ist ein chloritisches Zersetzungsproduct von Hornblende. Calumet Falls in Canada. — Kerrit und Maconit, beide von der Culsagee Mine, Nord-Carolina, sind verwitterte Chlorite. — Lepidochlorit ist ein unreiner Chlorit aus der Gegend der Mount Pisgah Copper mine, Tenn. — Epiphanit ist ein chloritähnlicher Gemengtheil des Glimmerschiefers von Tvärån in Wermland mit der ungefähren Formel $H_4(MgFe)_3Al_2Si_3O_{14}$.

β . Reihe der Leptochlorite.

Mit Ausnahme des Cronstedtit sind unter den L. keine deutlich auskrystallisirten Glieder bekannt; sie sind gewöhnlich dicht, feinkörnig oder feinschuppig mit mehr oder minder deutlicher $\#$ nach einer Richtung. H. und G. sind meist etwas höher als bei den Orthochloriten. In chemischer Beziehung sind sie basische Mg-Al-Silicate, in denen sowohl Mg und Al durch Fe (in einzelnen Mineralien fast vollständig) ersetzt werden können. Nach TSCHERMAK lassen sie sich deuten als isomorphe Mischungen mehrerer Silicate, die z. Th. mit denen der Orthochlorite übereinstimmen. — v. d. L. schmelzen alle mehr oder minder leicht zu dunkler magnetischer Perle.

Daphnit. Monoklin? Kugelige oder traubige Aggregate mit radialblättriger und concentrisch schaliger Structur, Ueberzüge bildend auf $\times\times$ von Arsenkies und Quarz von Penzance in Cornwall. Grün. Weich und mild. $G = 3,172$. 39 FeO . 23,6 SiO_2 . Von Salzsäure zersetzt.

Chamosit (Berthierin, Bavalit). $H_6Fe_3Al_2Si_2O_{13}$. Krystallform? Ein grünlichgraues bis grünschwarzes, dichtes oder klein-oolithisches Eisenerz mit 36–42 FeO. Schichtartig im Jura von Chamosen in Wallis, an den Windgällen in Uri, auch in Lothringen. Im Untersilur von Schmiedefeld bei Saalfeld, Kupferberg in Schlesien und der Gegend von Prag.

Metachlorit. Schmale Trümer von dunkelgrüner Farbe und blättrig-stänglicher Structur im Schalstein vom Büchenberg bei Elbingerode. $H = 2-3$. $G = 3,173$. Von Säuren leicht zersetzt. 40 FeO. 24 SiO₂.

Klementit. Sechseckig begrenzte, wahrscheinlich monokline Blättchen und schuppige Aggregate. Dunkel olivengrün. $G = 2,835$. Von Salzsäure theilweise zersetzt. 9,72 FeO, 5,84 Fe₂O₃, 27,13 SiO₂. Auf Quarztrümmern bei Vielsalm in Belgien.

Thuringit (Owenit). $H_{18}Fe_8(AlFe)_5Si_6O_{41}$. Derbe Massen, kleinschuppig oder kleinkörnig von pistazien- bis dunkelgrüner Farbe. Stark pleochroitisch. $H = 2-2\frac{1}{2}$. $G = 3,2$. Durch Salzsäure zersetzt. 31–35 FeO, 12–18 Fe₂O₃, 23 SiO₂. Schichtartig in untersilurischen Thonschiefern von Schmiedefeld bei Saalfeld und im Fichtelgebirge; linsenförmig in Chloritgneiss ähnlichen Gesteinen am Zirmsee in Kärnten.

Cronstedtit. $H_6Fe_3Fe_2Si_2O_{13}$ (?). Krystallform scheinbar rhomboedr.-hemim., vielleicht aber monoklin. Kegelförmige, 6- oder 3-seitige Pyramiden, auf der einen Seite durch die Basis abgeplattet, auf der andern spitz auslaufend. Zw. nach oP. Gewöhnlich nierige Aggregate von radiaalfaseriger, stänglicher oder blättriger Structur. $\#$ oP vollk. $H = 2\frac{1}{2}$. $G = 3,3-3,5$. Starker Ggl., undurchs. Tief schwarz. Str. dunkelgrün. 25–40 FeO. 18 bis 43 Fe₂O₃. 17–32 SiO₂. Präbram, Kuttenberg, Cornwall. Das Vorkommen von Conghonas do Campo in Brasilien wurde Sideroschisolith genannt.

Stilpnomelan. Blättrige, stänglige, faserige bis dichte Aggregate mit vollk. $\#$ nach einer Richtung. $H = 3-4$. $G = 2,8-3$. Starker Ggl. bis Plmgl. auf der Spaltfläche, sonst Fettgl. Durchschein. bis undurchs. Schwarz oder grünlichschwarz. Str. olivengrün oder grünlichgrau. Von Säuren langsam zersetzt. 34–38 FeO. 44–46 SiO₂. Obergrund bei Zuckmantel, Bennisch u. a. O. in Oesterr.-Schlesien, Kriesdorf bei Hof in Mähren, Weilburg in Nassau, Nordmarken in Wermland. Eisenerz! — Hierher gehört auch Chalkodit von Antwerp in New-York; bildet kleine halbkugelige strahlige oder sternförmig gruppirte Aggregate, auch dünne sammetartige Ueberzüge. Schwärzlichgrün bis gelblichbraun, halbmetallischer Glanz.

Epichlorit. Asbestartige, gerad- oder krummstänglige oder faserige Aggregate. $H = 2-2\frac{1}{2}$. $G = 2,76$. Fettgl. Dunkellauchgrün. Von Salzsäure langsam zersetzt. Auf Trümmern im Serpentin des Radauthals bei Harzburg.

Euralith. Mikrokrystallin, dicht. Dunkelgrün. $H = 2-3$. $G = 2,62$. Von Salzsäure zersetzt. Auf Klüften eines Olivindiabases im Eura-Kirchspiel im südöstl. Finnland.

Strigovit. $H_4(FeMn)_2(AlFe)_2Si_2O_{11}$. Feinschuppige bis dichte schwärzlichgrüne Ueberzüge in Drusenräumen des Granits bei Striegau. Str. graugrün. $G = 3,144$.

Diabantit (Diabantachronyn). Auf Mandeln, Hohlräumen und Klüften von Diabasen des Voigtlandes und Frankenwaldes als dunkelgrünes dichtes Aggregat oder staubartiges Pigment ausgeschieden. Stark pleochroitisch. $H = 1-2\frac{1}{2}$. $G = 2,8-2,9$. Von Salzsäure zersetzt. Verwitterungsproduct des Augits.

Aphrosiderit. $H_{10}Fe_6(AlFe)_4Si_4O_{25}$. Sehr feinschuppige Aggregate von oliven- bis schwärzlichgrüner Farbe. $H = 1$. $G = 2,8$. Von Salzsäure zersetzt. Auf Rotheisen bei Weilburg und Auwal bei Prag; in granitischen Drusen von Striegau und Königshain.

Delessit (Eisenchlorit). $H_{10}(MgFe)_4(AlFe)_4Si_4O_{23}$. Bildet die Wandauskleidung der Mandelräume und die Umhüllung der Mandeln in den Melaphyren und Porphyriten, füllt z. Th. die Höhlungen auch allein aus. Dicht mit radiaalfaseriger oder schuppiger Structur. Olivengrün bis schwärzlichgrün. Str. heller grün. Pleochroitisch. $H = 2-3$. $G = 2,6-2,9$. Von Säuren zersetzt. Oberstein, Zwickau in Sachsen, Mielin in den Vogesen, Böhmen, Schlesien,

Fassathal etc. Dem Delessit steht wohl nahe der Chloropit, dem die Diabase ihre grüne Färbung verdanken, ebenso Grengesit von Grengesberg in Dalarne.

Rumpfit. $H_{28}Mg_7Al_{16}Si_{10}O_{65}$. Derbe feinkörnige oder feinschuppige Aggregate. $H = 1-2$. $G = 2,675$. Grünlichweiss. v. d. L. unschmelzbar, Säuren unwirksam. Auf Klüften des Magnesits von St.-Michael in Obersteiermark.

Den Leptochloriten stehen nahe folgende chemisch noch nicht ausreichend erforschte Mineralien:

Hullit. Isotrop. Derb. Schwach wachsglänzend. Sammetschwarz. $H = 2$. $G = 1,76$. Ausfüllung von Spalten und Hohlräumen im Basalt von Belfast in Irland und Kinkell in Schottland.

Melanolith. Faserige, stänglige oder schuppige Aggregate. Schwarz; Fettgl. Str. dunkelgrün. $H = 2$. $G = 2,69$. Als Ueberzug auf Klüften im Syenit bei Charlestown, Mass.

Ledyit. Derbe warzige Krusten und als Anflug. Grass-, blau- oder olivengrün. Str. weiss. $H = 1\frac{1}{2}$. Schmilzt v. d. L. unter Aufschäumen. Leicht löslich in Säuren. Auf einem Quarzgang im Gneiss bei Leiperville, Pa.

Schuchardt. Erdig-schuppige Aggregate, in Platten und Knollen. Sehr weich; fettig anzufühlen. Apfelgrün. Zerfällt im Wasser, begleitet den Chrysopras von Frankenstein.

Den Leptochloriten äusserlich ähnlich, aber durch geringeren Gehalt an Al_2O_3 und MgO , höheren an SiO_2 und Alkalien unterschieden und wohl nur als mechanische Gemenge zu deuten sind:

Glaukonit, in kleinen schiesspulverartigen grünen Körnern und als Steinkern von Foraminiferen, vielfach in Sanden, Sandsteinen, Mergeln eingesprengt. $G = 2,3$. Zus. schwankend: wasserhaltige Al-Fe-Silicate mit 2-15 K_2O . Letzterer Gehalt macht sie zu künstlichem Dünger geeignet. In allen geol. Formationen, namentlich in Kreide und Tertiär. In grosser Masse in New-Jersey.

Seladonit. (Grünerde z. Th.) Dicht und derb. Br. uneben bis feinerdig. Matt, im Str. glänzend. $H = 1-2$. $G = 2,8-2,9$. Seladongrün ins bräunlich und schwärzlich Grüne, auch apfelgrün. Chem. ähnlich zusammengesetzt wie Glaukonit. — v. d. L. zu schwarzer magnetischer Perle schmelzend; von kochenden Säuren entfärbt und zersetzt. Secundäres Mineral. Als Ausfüllung von Mandelräumen und als pseudomorphe Bildung nach Augit, z. B. Fassathal und Oberer See.

Talk- oder Serpentin-Gruppe.

Hierher gehören die einfachen Wasser- (Wasserstoff-) haltigen Magnesia-Silicate, ausserdem sind einige analoge Ni-Silicate angefügt. Etwas MgO kann überall durch FeO vertreten werden. Alle sind secundäre Mineralien, hervorgegangen aus der Verwitterung von Al_2O_3 -freien oder -armen Mg -Silicaten; durchweg finden sie sich in derben mikro- oder kryptokrystallinen Aggregaten, was erklärt, dass viele weder chemisch noch morphologisch scharf definiert sind.

Serpentin. $H_4Mg_3Si_2O_9$. Vielleicht rhomb.

Krypto- bis mikrokrySTALLIN, dicht oder seltener in blättrigen, stängeligen, faserigen oder feinkörnigen Aggregaten; in Platten, Trümmern und Pseudomorphosen.

Br. muschl. oder splittrig; mild, politurfähig. $H = 3-4$. $G = 2,5-2,7$. Matt oder schimmernd. Durchschein. bis undurchs. Ueberaus mannigfach gefärbt; geädert und farbig geflammt; namentlich vorherrschend grüne Farben in allen Abstufungen, ferner rothbraun und schwarz. Gerade Auslöschung feiner Fasern.

Erst bei grösserer Hitze, z. Th. erst bei Rothgluth entweicht Wasser; enthält gewöhnlich FeO , öfters auch etwas NiO . — v. d. L.

sehr schwer und nur in den feinsten Splintern schmelzbar; mit Co-Solution blassroth. Von Säuren zersetzt.

Serpentin tritt gesteinsbildend auf, namentlich im Gebiet der krystallinen Schiefer und findet sich in Lagern, Stöcken, auch Gängen und Trümmern.

Stets secundäres Mineral! Geht vorzugsweise aus der Umwandlung von Olivin, Enstatit, Augit, Hornblende, Chondroit, resp. aus den diese Mineralien in reichlicher Menge führenden Gesteinen, Dunit, Lherzololith, Pikrit etc., hervor. Die Umwandlung lässt sich an Pseudomorphosen, die vielfach noch einen Kern des frischen Minerals enthalten, verfolgen; besonders schön die Pseudomorphosen von Serpentin nach Olivin von Snarum. Zwischenstufen des Serpentinisierungsprocesses (cfr. S. 184) sind mit mannigfachen Namen belegt: Leukotil von Reichenstein in Schlesien, Allophit von Langenbielau, Zöblitzit von Zöblitz in Sachsen und ähnlich auch von Hrubschitz in Mähren, Dermatin von Waldheim in Sachsen, Totaitit von Totait in Schottland, Pilolith z. Th. (Bergleder z. Th.) aus Schottland, Pikrosmin von Pressnitz in Böhmen, Monradit aus dem Bergenstift in Norwegen, Duporthit von Duporth in Cornwall, Balvraidit von Balvraid in Schottland, Pelhamin (Pelhamit) von Pelham, Mass. Die Zwischenstufe eines Al_2O_3 -haltigen Minerals (Feldspath) zum Serpentin bildet der Pyknotrop von Waldheim und Todtmoos. — Hierher gehören auch die auf Mandelräumen basischer Ergussgesteine vorkommender grünen Magnesia-Silicate wie Chlorophäit, Chlorophänerit, Nigrescit. — Durch Verwitterung des Serpentin entstehen die meisten der sonstigen, im Nachfolgenden beschriebenen Glieder dieser Gruppe; ausserdem Magnesit, Chaledon, Opal.

An Varietäten kann man unterscheiden:

1. **Edler Serpentin.** Rein gefärbt, lichtgrün, apfelgrün, zeisig- bis schwefelgelb. Durchschein. Vielfach eingelagert in körnigem Kalk. Hierher gehören die Pseudomorphosen nach Olivin von Snarum, nach Augit und Hornblende von Easton, Pa., nach Monticellit vom Monzoni, ferner Williamsit von Chester Co, Pa., Bowenit von Smithfield in Rhode Island, Rhetinalith von Grenville, Canada.

2. **Gemeiner Serpentin.** Dicht, kryptokrystallin; unrein gefärbt. Vielorts in grossen Massen. Bei Zöblitz in Sachsen und Epinal in Frankreich wird der gem. Serpentin zu allerlei Dingen verschliffen. Zum gem. Serpentin sind zu rechnen: Schweizerit vom Findelengletscher bei Zermatt und Fee-gletscher im Wallis, Vorhausserit vom Monzoni.

3. **Faseriger Serpentin (Serpentin-Asbest).** Rein gefärbte, fein- und parallelfaserige Var. mit schillerndem Seidengl. werden als Chrysotil bezeichnet und eignen sich ausgezeichnet zu technischen Zwecken. Sie finden sich auf Klüften im Serpentin und ihre Fasern stehen senkrecht auf den Klüftflächen. Zöblitz in Sachsen, Reichenstein in Schlesien, Baltimore (sogen. Baltimoreit). In grosser Menge in Canada. — Ein Theil des Bergleders (Bergholz, Xylotil, Bergkork, Pilolith) z. B. vom Zillerthal und Norwegen begreift wirt verfilzten faserigen Serpentin. Metaxit ist divergent faserig, daher ohne Seidenglanz. Schwarzenberg in Sachsen, Reichenstein. Durch eingemengten Magnetit unterscheiden sich Hydrophyt von Taberg in Schweden und Jenkinit von Monroe in New-York; durch Aufbau aus feinfaserigen, dicht erscheinenden Schalen ist Pikrolith charakterisirt. Taberg, Reichenstein, Amelose bei Biedenkopf in Nassau.

4. **Blättriger Serpentin (Marmolith).** Hoboken, New-Jersey. Dahin auch Thermophyllit, dessen blättrige Structur v. d. L. besonders hervortritt. Hoponsuo in Finnland, La Molle im Dép. du Var. — Antigorit ist eine dünnshieferige Var., die sich in schwärzlichgrünen Platten im Antigorio-Thal in Piemont findet.

Talk (incl. Steatit). $H_2Mg_3Si_4O_{12}$. Monoklin?

Blättrige, schalige, seltener stänglige Aggregate, zuweilen mit hexag. oder rhomb. Umriss der einzelnen Blättchen. Häufig derb in dichten oder sehr feinschuppigen, öfters nierenförmigen Massen,

die als Steatit (Speckstein) und Topfstein (Lavezstein) bezeichnet werden. Auch ein Theil des sogen. Bildsteins (Agalmatolith) gehört zum dichten Talk.

Die blättrigen Aggregate sind ausgezeichnet #, perlmutterglänzend, gemein biegsam und zeigen in opt. und sonstiger Beziehung grosse Analogien mit den Glimmern. Die Schlagfigur auf den Blättchen ist 3- oder 6-strahlig, parallel einer Schlaglinie verläuft die A.-E., die negat. M.-L. steht sehr nahe senkrecht auf den Blättchen. A.-W. = 17–18°. Der dichte Talk hat unebenen bis splittrigen Br. Sehr mild, fettig anzufühlen und abfärbend. H = 1. G = 2,6–2,8. Durchs. bis undurchs. Licht apfelgrün bis nahezu farblos; weiss, grau, gelb, röthlich, braun.

V. d. L. fast unerschmelzbar, blättert sich auf, leuchtet stark und erlangt dabei H = 6. Von den gewöhnlichen Säuren nicht zersetzt.

Gesteinsbildend als Glied der krystallinen Schieferreihe, z. B. bei Göpfersgrün im Fichtelgebirge, Zöblitz in Sachsen, Lampersdorf bei Frankenstein in Schlesien, Zöptau in Mähren, Kraubat in Steiermark, Zillerthal in Tyrol, am St.-Gotthard, in Piemont, Briançon in Frankreich. Ural, China, Canada. Ein besonderes Vorkommen sind die „Skäl (pl. skölar)“ genannten steatitischen Partien auf schwedischen Erzlagerstätten, z. B. von Fahlun und Sala.

Stets secundär, aus der Umwandlung von Al_2O_3 -freien oder -armen Mineralien hervorgegangen, wie Olivin, Enstatit, Strahlstein, Salit etc. So ist Rensselaerit eine Pseudomorphose von Talk nach Augit von Canton in New-York, Pyralolith eine eben solche von Grenville in Canada. Auch Pseudomorphosen nach Quarz (Göpfersgrün), Dolomit, Calcit kommen vor.

Meerschaum. $H_4Mg_2Si_3O_{10}$.

Feinerdige derbe oder knollige Massen, auch eingesprengt. Br. flachmuschl. H = 2–2½. G = 2, schwimmt aber seiner Porosität wegen auf Wasser. Stark an der Zunge klebend; matt, im Strich glänzend. Undurchs. Weiss ins Gelbliche, Graue und Röthliche. Schrumpft v. d. L. zusammen und schmilzt nur an den Kanten; giebt im Kolben Wasser und schwärzt sich gewöhnlich dabei. Durch Salzsäure zersetzt.

Wohl aus Serpentin hervorgegangen. Hauptvork. in Kleinasien (Natolien), wo der M. sich in der Ebene Eski-scher in losen Knollen, ebenso bei Brussa, Kiltchik und auf Samos findet. Andere Fundorte sind die Krim, Negroponte, Bosnien, Theben. Bei Hrubschitz in Mähren bildet M. Nieren im Serpentin und umschliesst Kerne von Halbopal. Zu Vallecas bei Madrid in kleinen Lagern in tertiären Mergeln, hier zuweilen als Versteinerungsmittel von Helix.

Dem Meerschaum ähnlich, aber etwas schwerer ist der erdige, milchweisse Aphrodit von Långbanshytta. Die sonstigen M. Schwedens (Taberg in Wermland, Sala) sind weicher erdiger Serpentin.

Spadait. $H_8Mg_5Si_6O_{21}$. Dicht, scheinbar amorph, aber kryptokrystallin. Br. unvollk. muschl. oder splittrig. H = 2½. Plmgl. bis Fgl. Durchschein. Röthlichweiss ins Fleischrothe. Von Salzsäure zersetzt. Mit Wollastonit auf Hohlräumen im Leucitophyr von Capo di Bove.

Saponit (Seifenstein) mit nicht constanter Zusammensetzung. Dicht, derb. Fgl. und fettig anzufühlen, nicht an der Zunge haftend. H = 1½.

G = 2,27. Weiss, grau, gelblich, röthlich, braun, auch grünlich. Schwärzt sich v. d. L. und giebt Wasser ab; in dünnen Splittern schwer schmelzbar. Mehrorts im Serpentin von Cornwall. Hierher ist auch der an der Zunge klebende, sonst gleiche Piotin von Svärdsjö in Dalarne, ferner Thalit aus Mandelsteinen des Oberen Sees zu rechnen. Weiter schliessen sich an:

Kerolith, z. Th. etwas Al_2O_3 -haltig, derb, mit muschligem Br., spröd, grünlich- und gelblichweiss, auch grau und röthlich. Frankenstein in Schlesien und Cathkinit, derb, röthlich bis röthlichbraun von Glasgow.

Meolith, Blättrige und faserige Aggregate, derb und als Ueberzug. Fühlt sich fettig an. H = 1. G = 2,8. Fgl., Str. glänzend. Dunkel- bis schwärzlichgrün, bräunlich. Enthält neben einem wasserhaltigen Mg-Silicat noch 7–10 Al_2O_3 . Neubildung (Sinterung) auf Gruben von Arendal und Freiberg.

Gymnit (Deweylith), in der Hauptsache $\text{Mg}_4\text{Si}_3\text{O}_{10} + 6\text{H}_2\text{O}$. Scheinbar amorph, dem Gummi arabicum ähnlich, u. d. M. Aggregatpolarisation. In Körnern, Platten und Trümmern; mit stalaktitischen und traubigen Formen. Br. unvollk. muschl.; sehr spröd; von Rissen durchzogen. H = 2–3. G = 2–2,3. Fgl., ziemlich durchs. Hell gefärbt, namentlich bräunlichgelb, auch gelblichweiss, röthlich, grünlich, selbst, wie im Eisengymnit vom Mittergraben in Steiermark, scharlachroth. v. d. L. decrepitirend, in Splittern schwer schmelzbar. Von Salzsäure schwer zersetzt. Im Serpentin der Bare Hills bei Baltimore und von Kraubat in Steiermark, in körnigen Kalken resp. Dolomiten im Fleimsthal in Tyrol, Passau in Bayern und Texas, Pa. — Verwandt ist **Melopsit**, derb, durchschein.; gelblich-, graulich- oder grünlichweiss, wenig spröd. Br. muschl. H = 2–3. Trümmertartig in einem Gesteinsgemenge von Hornblende, Strahlstein und Granat bei Neudeck in Böhmen.

Nickelgymnit (Genthit), ein ca. 30 NiO enthaltender Gymnit. Dichte traubige oder stalaktitische, auch erdige Ueberzüge von grüner bis gelblicher Färbung. Spröd, mit muschl. Br. H = 3–4. G = 2,4. Durchschein. bis undurchs. Auf Chromit von Texas, Pa und Alt-Orsova; auf Serpentinbest im Saasthal (Ober-Wallis).

Numeait (Garnierit), ein Nickelgymnit mit 24–45 NiO, das vielleicht nur als Imprägnation vorhanden ist. In stalaktitischen Formen von grüner Farbe. Gangbildend in einem Olivinbasalt bei Numea auf Neu-Caledonien, lagerbildend in Douglas Co, Oregon. Wird wegen seines massenhaften Vorkommens an den genannten Orten ein sehr werthvolles Nickelerz.

Konarit (Komarit), wesentlich wasserhaltiges Ni-Silicat, $\text{Ni}_2\text{Si}_3\text{O}_8 + 2\text{H}_2\text{O}$. In kleinen Körnern und krystallinen perlmutterglänzenden Lamellen von grüner Farbe. Derbe eingesprengte Partien mit muschligem bis erdigem Br. sind Röttisit genannt. Gangartig zu Röttisit bei Reichenbach im Voigtland. Nicht wesentlich verschieden vom Röttisit dürfte der den Chrysopras von Frankenstein begleitende Pimelith sein.

Kaolin- (Thon-) Gruppe.

Wasser- oder wasserstoffhaltige Alumosilicate, die eine Parallele zur Talkgruppe, d. h. den Magnesiasilicaten, bilden und den Gliedern der letzteren sehr ähnlich sehen können. Mikro- und kryptokrystallin, vielfach auch amorph. Stets secundären Ursprungs, aus der Verwitterung thonerdhaltiger Mineralien und Gesteine hervorgegangen, vielfach vermengt mit Sand, Eisenoxydhydrat etc.

Kaolin. $\text{H}_4\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_9$. Kaolinit. Monoklin; oder vielleicht triklin.

XX von sehr geringen Dimensionen mit hexagonalen oder rhombischen Umrissen sind selten, gewöhnlich lockere oder dichte feinschuppige und feinerdige Aggregate. Eingesprengt, in Adern, Gängen, Nieren und Lagern.

der Krystalschüppchen nach oP vollk.; gemein biegsam, Br. flachmuschlig oder erdig. H = 1 und darüber. G = 2,2–2,6.

Plngl. der $\times\times$, sonst matt. Weiss, gelblich, röthlich, grünlich. Je nach dem Zusammenhalt mager oder fettig anzufühlen; die erdigen, thonigen Var. werden mit Wasser plastisch, die ganz reinen nicht.

Erst bei starker Glühhitze entweicht aus dem Kaolin Wasser. v. d. L. unschmelzbar; von Salzsäure unvollständig, von conc. Schwefelsäure völlig zersetzt.

Häufiges Verwitterungs-, auch wohl pneumatolytisches Zersetzungsproduct der Kali-, wie auch der Kalk-Natronfeldspäthe und der entsprechenden Gesteine, ferner des Skapolith, Topas, Beryll, Augit etc., wie die Pseudomorphosen beweisen. Meist verunreinigt mit anderen Substanzen, namentlich mit Eisenhydroxyd und Quarz, mit Kalk etc. Vielfach auf zweiter Lagerstätte.

An Varietäten werden unterschieden:

1. Nakrit (Pholerit). Krystall-Täfelchen oder Schuppen, fächerförmig oder unregelmässig aggregirt. Plngl., schneeweiss ins Grünliche und Gelbliche. Im Steinkohlengebirge auf Sandstein oder Schiefer bei Fins, Dép. des Allier (hier der wachsähnliche Pholerit), Zwickau. Auf Erzgängen und Klüften im Gneiss zu Freiberg in Sachsen. Ehrenfriedersdorf.

2. Steinmark. Dicht. H = 1–3. Br. flachmuschlig; fühlt sich fettig an. Weiss, gelb, fleischroth. Auf Klüften und Trümmern in Feldspathgesteinen etc., so unter den Namen Myelin und Carnat in Nestern im Quarzporphyr von Rochlitz, im Topasfels vom Schneckenstein, auf den Zinnerzlagerstätten von Ehrenfriedersdorf, Zinnwald, Schlaggenwalde, zu Orawicza (sogen. Orawiczit); auf der Rubengrube bei Neurode.

3. Kaolin im engern Sinn (Porcellanerde). Locker, zerreiblich, mit erdigem Br. Mager anzufühlen, theilweise mit Wasser plastisch werdend. Aus Quarzporphyr resp. Pechstein hervorgegangen zu Morl bei Halle, Meissen in Sachsen; zumeist aus Skapolithfels bei Passau, aus Granit vielorts: Aue bei Schneeberg in Sachsen, Strehlen in Schlesien, Carclaze in Cornwall etc.; aus Gneiss zu St.-Yrieux bei Limoges.

Meerschaluminit (Simlait) ist meerschäumähnlicher Kaolin von Simla in Ostindien. — Dillnit, das Muttergestein des Diaspor von Dilln bei Schemnitz, weiss, matt, undurchs., ist ein Gemenge von Kaolin mit Diaspor. — Unter Eilbertit hat man mehrere, in ihrer Beschaffenheit dem Nakrit nahestehende, grünlich- oder gelblichweiss bis lauchgrüne, talkähnliche Mineralien verstanden. Aus den Zinnstein führenden Graniten von Cornwall und des Erzgebirges. Aehnlich ist Talcosit aus Victoria.

Dem Steinmark schliessen sich in ihren physikalischen Eigenschaften die bolähnlichen Mineralien an, ausgezeichnet durch amorphe Beschaffenheit, sehr feines Korn, muschligen oder feinerdigen Br. Werden mit Wasser nicht plastisch, sondern zerfallen gewöhnlich in eckige Stücke.

Bol (Bolos). Fühlt sich fettig an; glänzender Str. Braun. Auf Klüften und Spalten basaltischer Gesteine. Scheibenberg bei Freiberg in Sachsen, Striegau, Habichtswald, Säsebühl bei Dransfeld. — Fettbol, weich. Auf Erzgängen, Halsbrücke bei Freiberg. — Sphragid (Lemnische Erde), ein Bol von gelblicher, grauer Farbe, oft gefleckt, mit erdigem Br. Insel Stalimene, das alte Lemnos. — Hypoxanthit aus Toscana liefert die als Terra di Siena bekannte bräunlichgelbe, nach dem Brennen nussbraune Malerfarbe; Sinopit aus Kleinasien liefert das Pompejanischroth. — Die leberbraune Umbra (cyprische oder türkische U. zum Unterschiede von der kölnischen U., die aus Braunkohle besteht) und Gelberde (Melinit) sind Gemenge von überwiegend Eisenoxyd mit Thon. — Teratolith (Eisensteinmark, Sächsische Wundererde). Matt, rauh anzufühlen. Lavendel- bis pflaumenblau. Im Carbon von Planitz bei Zwickau. — Ochran, ein Bol von isabellgelber Farbe. Orawicza im Banat. — Stolpenit, ein Bol mit etwas CaCO_3 . Stolpen in Sachsen. — Bergeiseife (Oropion). Weich. Braun oder braunschwarz. Auf Klüften, in Nestern und Lagern. Artern in Thüringen, Stirbitz bei Bilin, Olkucz. — Smelit. Graulichweiss,

bläulich, mild, zähe. Telkibanya im Trachyt. — Smektit (Walkererde), sehr feinerdiges Gemenge mit SiO_2 , CaCO_3 etc. Als Sedimentgestein in verschiedenen Formationen auftretend, namentlich im Jura und in der Kreide. Auch im Diluvium. — Cimolite. Grau, Br. erdig, Str. glänzend. Lagerartig auf der griechischen Insel Argintiera (= Kimolos der Alten). — Pelikanit. Grünlich, Kantendurchschein. Im Granit der Gegend von Kiew. — Ehrenbergit. Hell rosenroth; wenn frisch fast gallertartig, trocken rissig und an der Zunge klebend. — Rhodalith. Rosenroth. Auf Höhlungen im Mandelstein von Ballintoy und Port Bradden in Antrim; ebendaher der gelblichrothe Erinit. — Plinthit. Ziegelroth, aus Trapp bei Down Hill und Glenarm in Antrim. — Tuesit. Bläulich weiss. Am Tweed in Schottland.

Melopsit. Gelblich-, graulich- oder grünlichweiss. Nesterartig im Gangquarz der Rotheisenerzgänge von Neudeck in Böhmen.

Pyrophyllit. $\text{H}_2\text{Al}_2\text{Si}_4\text{O}_{12}$. Rhomb., vielleicht monoklin.

Breitstänglige, radial- oder sternförmig gruppirte Aggregate, auch derb. # nach der Längsrichtung vollk. $H = 1$. $G = 2,7$. Mild, biegsam. Plngl., durchschein. Apfelgrün ins Grünlichweisse, auch weiss.

V. d. L. sich fächer- oder wurmförmig aufblättern, ohne zu schmelzen. In Schwefelsäure schwierig zersetzbar.

Auf Quarzgängen und Klüften im Granit. *Ottrez in Luxemburg, Beresowsk, Westanå in Schonen, Visp im Wallis, Villarica, in Brasilien, Nord-Carolina, Georgia, Arkansas.* Aehnlich: Talk.

Agalmatolith, der echte, ebenso wie das entsprechende Mg-Mineral (S. 388) Pagodit, Bildstein genannt, ist ein derber dichter P. mit unebenem, mattem bis schimmerndem Br. China, Nagyag, Schemnitz, Ochsenkopf bei Bockau in Sachsen. — Verwandt ist Gümbelet, weisse seidenglänzende Fasern oder Schüppchen, die als zarte Haut versteinerte Graptolithen- und Carbonpflanzen überziehen. Fichtelgebirge, Tarentaise.

Ferner mag hier angeschlossen sein: Bravaisit $\text{H}_8(\text{K}_2\text{MgCa})_2(\text{AlFe})_4\text{Si}_9\text{O}_{30}$. Derb, aus parallel gelagerten mikrokristallinen Fasern, die wahrscheinlich rhombisch sind, aufgebaut. $H = 1-2$. $G = 2,6$. Fettig anzufühlen. Durchscheinend. Grau, schwach grünlich. Noyant im Dép. Allier.

Anauxit. $\text{Al}_2\text{Si}_4\text{O}_{11} + 3\text{H}_2\text{O}$. Derbe feinkristalline Aggregate mit sehr vollk. # der Individuen. $H = 2-3$. $G = 2,26-2,38$. Grünlichweiss; kantendurchschein. Gangartig im verwitterten Basalt des Berges Hradischt bei Bilin.

Montmorillonit. $\text{H}_2\text{Al}_2\text{Si}_4\text{O}_{12} + \text{aq}$. Amorph. Mild und zerreiblich, nicht plastisch werdend. Rosenroth. Von kochender Schwefelsäure zersetzt. Montmorillon im Dép. de la Vienne.

Razumovskyn. $\text{Al}_2\text{Si}_3\text{O}_9 + 3\text{H}_2\text{O}$. Amorph. Weiss und grün gefleckt; dem Pimelith ähnlich. Kosemütz in Schlesien. — Aehnlich zusammengesetzt ist der sehr weiche, durchscheinende, graulich weisse Malthazit aus Basalklüften von Steindörfel bei Bautzen und der gras- bis zeisiggrüne, 2-10 Cr_2O_3 haltige Chromocker aus Porphyrrklüften von Halle und Waldenburg.

Allophan. $\text{Al}_2\text{SiO}_5 + 5\text{H}_2\text{O}$. Amorph. Derb in nierigen, traubigen und stalaktitischen Formen und als Ueberzug, mit opalartigem Aussehen. Br. muschl. bis uneben; spröd. $H = 3$. $G = 1,8-2$. Ggl., durchs. bis durchschein. Farblos, gelb, braun, roth, gewöhnlich aber durch CuO blau oder grün gefärbt. v. d. L. unschmelzbar, von Säuren zersetzt. Auf Gesteins-Klüften und Höhlungen. Dehr in Nassau, Gräfenthal bei Saalfeld, Zuckmantel in Schlesien, Grossarl in Salzburg, Petrow in Mähren, Neu-Moldowa im Banat. — Dem Allophan schliessen sich an: Kollyrit, amorph, derb, nierenförmig mit muschligem bis feinerdigem Br. $H = 1-2$. $G = 2$. Durchschein. bis undurchs. Weiss. Fühlt sich fettig an. Auf Klüften und Gängen, als Ueberzug. Weissenfels, Schemnitz und Hodritsch in Ungarn, Ezquerria in den Pyrenäen. — Samoit,

tröpfsteinartig in Höhlen auf Upolu (Samoa-Inseln). — Carolathin scheint ein durch Bitumen gefärbter honiggelber Allophan zu sein. In Steinkohle von Zabrze. — Miloschin. Erdig mit muschligen Br. $H = 1\frac{1}{2}$ –2. Indigoblau und grün. Mit Brauneisen bei Rudnjak in Serbien.

Halloysit. $H_4Al_2Si_2O_9 + aq.$ Amorph. In Knollen und Nieren. Br. muschl. bis erdig. $H = 1\frac{1}{2}$ –2 $\frac{1}{2}$. $G = 1,9$ –2,1. Wachsartig schimmernd, Str. glänzend. Weiss ins Blaue, Grüne und Graue. v. d. L. unschmelzbar, von conc. Schwefelsäure zersetzt. Oefters mit Galmei in Kalksteinen. Angleur bei Lüttich (sogen. Galaepectit), Altenberg bei Aachen, Tarnowitz und Miechowicz, Housscha bei Bayonne, La Vouth und Thieviere in Frankreich. — Lenzin von Kall in der Eifel ist nichts anderes als H. — Schrötterit von Freienstein in Steiermark und Cherokee Co. Alabama ist in seiner reinen, grünen oder braunen, glasglänzenden Var. ein Halloysit, in der kreideartigen Abänderung ein Gemenge von H. mit vorwaltendem Variscit und Diaspor.

Verwandt mit Halloysit sind noch: Glagerit $Al_4Si_3O_{12} + 6H_2O$ in Knollen, theils erdig, theils dicht und opalähnlich. Auf Brauneisenerzgängen von Bergnersreuth bei Wunsiedel.

In nachstehenden Mineralien wird die Thonerde der Kaolingruppe ganz oder theilweise durch Fe_2O_3 resp. Cr_2O_3 ersetzt.

Nontronit. $Fe_2Si_3O_9 + 5H_2O$. Amorph. Derb, öfters zerbrochen. Br. uneben. $G = 2$. Sehr weich, mild, fettig anzufühlen. Schimmernd oder matt, Str. glänzend. Undurchs. Strohgelb, zeisiggrün. v. d. L. unschmelzbar, verändert aber die Farbe und wird magnetisch. Von Säuren zersetzt. Nontron in der Dordogne, Andreasberg, Tirschenreuth, Heppenheim. — Chloropal (Gramenit, Pinguet, Unghwarit) ist ein Al_2O_3 -haltiger Nontronit, öfters mit Opal gemengt, in den er schliesslich übergeht. $H = 1$ –5. Unghwar und Munkacz in Ungarn, Passau, Wolkenstein in Sachsen, Tannhof bei Zwickau, Suhl.

Hisingerit. Amorph. Derb und in rauhflächigen Nieren. Br. muschl., spröd. $H = 3\frac{1}{2}$ –4. $G = 2,6$ –3. Fettiger Glg., undurchs. Pechschwarz, mit leber- oder grünlich braunem Str. Zus. schwankend, wesentlich ein wasserhaltiges Fe_2O_3 -Silicat. — v. d. L. schwer schmelzbar; von Säuren leicht zersetzt. Riddarhytta, Långban, Orijärvi. Das Vork. von Bodenmais ist Thraulit, von Degerö Degeröit, aus der Gillinge-Grube in Westmanland Gillingit genannt worden.

Wolkonskoit. Amorph. In Nieren und Trümmern. Br. muschl. $H = 2$ –2 $\frac{1}{2}$. $G = 2,2$ –2,3. Grasgrün bis schwärzlichgrün, Str. hellgrün. Fühlt sich fettig an, schimmernd oder matt, im Str. glänzend. Chem. Zus. schwankend, wesentlich ein wasserhaltiges Cr_2O_3 -Silicat mit Beimengungen von Fe_2O_3 , Al_2O_3 , MgO etc. — v. d. L. unschmelzbar. In permischen Sanden am Berge Efimyatskaja, Gouv. Perm.

Anhangsweise:

Bismutoferrit (Grüne Eisenerde). $Bi_2Fe_4Si_4O_{17}$. Mikro- und kryptokrystallin in dichten und erdigen Aggregaten. Br. erdig. $H = 3\frac{1}{2}$. $G = 4,48$. Schimmernd oder matt., undurchs. bis kantendurchschein. Zeisig- bis olivengrün, Str. heller grün. Auf Erzgängen und öfters mit Hornstein gemengt zu Schneeberg in Sachsen. — Wechselnde Gemenge Hornstein mit Bismutoferrit, aber auch mit Antimonverbindungen sind als Hypochlorit bezeichnet worden.

B. Titanate, Zirkoniate, Stannate,
zumeist in Verbindung mit Silicaten.

Perowskit. $CaTiO_3$ (58,8 TiO_2). Rhomb. ?

XX auf- und eingewachsen, pseudoregulär, gewöhnlich $\infty O\infty$ in Comb. mit ∞O , O , mehreren ∞On , mOm und mOn . Wie die Untersuchung der opt. Verb. und der Aetzfiguren lehrt, bestehen aber die XX aus complicirten Durchkreuzungszw., nach Flächen des scheinbaren $\infty O\infty$ und ∞O , von wahrscheinlich rhomb. Individuen,

die sich in ihrem Axenverhältniss dem Augit nähern. Auch derb in nierenförmigen Aggregaten.

$\infty O\infty$. $H = 5\frac{1}{2}$. $G = 3,95-4,1$. Diamantgl., ins Metallische, gewöhnlich undurchs. und schwarz, seltener durchscheinend und röthlichbraun, orange- oder honiggelb. Str. graulichweiss.

V. d. L. unerschmelzbar, Säuren unwirksam.

Eingewachsen im Talkschiefer von Zermatt; Magnet Cove in Arkansas, im körnigen Kalk von Achmatowsk. Aufgewachsen selten: Pfisch in Tyrol. Als mikroskopischer Gemengtheil in Nephelinbasalten und constant in Melilithbasalten.

Titanit. Sphen. $CaTiSiO_5$. Monoklin. $\beta = 94^\circ 38'$.

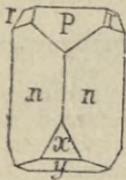


Fig. 428.

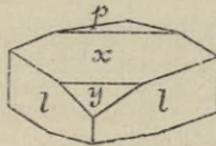


Fig. 429.

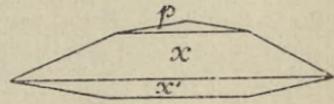


Fig. 430.

XX, je nachdem sie ein- oder aufgewachsen sind, mit verschiedenem Habitus. Eingewachsene XX flach briefcouvertförmig nach $P = oP$ und $n = \frac{2}{3}P_2$ ($136^\circ 12'$) Fig. 428, aufgewachsen häufig tafelig nach $x = \frac{1}{2}P_\infty$ ($55^\circ 21'$) Fig. 429 resp. $y = P_\infty$ ($34^\circ 21'$) oder prismatisch nach $l = \infty P$ ($133^\circ 52'$). Andere häufige Flächen: $r = P_\infty$ ($113^\circ 30'$), $s = 4P_4$ ($67^\circ 57'$). Zw. nach oP häufig, entweder tafelige Juxtapositionszw. (Fig. 430) oder auch Penetrationszw. Zuweilen derb in schaligen Aggregaten.

undeutlich, dagegen öfters schalige Zus. nach ∞P oder P_∞ . Br. muschl., spröd. $H = 5-5\frac{1}{2}$. $G = 3,4-3,6$. Glg., ins Diamant- und Fettartige geneigt. Durchs. bis undurchs. Gelb, grün, braun, rothbraun bis roth. Opt. positiv. A. E. $\parallel \infty P_\infty$. Grosser A.-W. M.-L. nahe \perp auf oP . Bei dunkleren Farben pleochroitisch.

V. d. L. an den Kanten zu dunklem Glase schmelzbar; von Salzsäure nicht, wohl aber von Schwefelsäure vollk. zersetzt.

Aufgewachsen auf Klüften von Silicatgesteinen neben Albit, Adular, Rhipidolith etc. St.-Gotthard, Val Maggia in Piemont, Pfunders- und Pfischthal in Tyrol, Sulzbachthal in Salzburg, Achmatowsk. Eingewachsen gewöhnlich von rothbrauner Farbe mit Vorliebe neben Hornblende in Syeniten (Plauenscher Grund bei Dresden), in Dioriten, Phonolithen, Amphiboliten. In körnigen Kalken von Grenville und Elmsley in Canada, Sanford in Maine; Bolton, Mass., Gouverneur in New-York. Auch bei Arendal.

Leukoxen und Titanomorphit, die als schmutzig weisser Verwitterungssaum um Titaneisen (namentlich im Diabas) resp. Rutil vorkommen, sind feinkörnige oder feinfaserige Titanit-Aggregate. — Greenovit ist der rothe MnO-haltige T. von St-Marcel in Piemont, Grothit der rothbraune, Al-, Fe-

und Y-haltige T. aus dem Syenit des Plauenschen Grundes genannt worden. — Yttrotitanit (Keilhaut) enthält Al, Y und Fe in reichlicher Menge. Braunroth. Auf Buö bei Arendal. — Der dunkelbraune bis gelblichbraune Eukolit-Titanit von Stokö und Frederiksvärn ist ein Ce- und Y-haltiger T. — Guarinit, chemisch wie Titanit, aber rhomb. und der Form nach sich dem Pseudobrookit anschliessend. Schwefelgelb. Somma.

Tschewkinit. Amorph mit flachmuschl. Br., sammetschwarz, Str. dunkelbraun, starker Ggl., ist chemisch ein Ce-, Di-, La-, Fe- und Be-haltiger Titanit. Im Granit von Miask und von der Küste Coromandel.

Johnstrupit. $(F.OH)Na_3Ce_2Ca_8(TiSi)_9O_{27}$, enthält ausserdem Zr, Th La, Di etc. Monoklin. $\beta = 86^\circ 55\frac{1}{2}'$. $\times\times$ lang linealisch nach der Verticalaxe gestreckt mit vorherrschendem $\infty P\infty$ und domatischer Endigung; längsgestreift. Zw. häufig nach $\infty P\infty$. $\# \infty P\infty$ ziemlich vollk. $H = 4$. $G = 3,19$ bis $3,29$. Ggl. auf den Flächen, Fettgl. auf dem Br., kantendurchschein. bis undurchs. Bräunlichgrün, angewittert gelblich, Str. gelblichgrün. A.-E. $\parallel \infty P\infty$. Auf den Syenitpegmatitgängen des südl. Norwegens sehr selten. Scheeren von Barkevik.

Mosandrit. Unterschied gegenüber Johnstrupit wesentlich chemisch, indem im Mosandrit mehr Ce, Zr, weniger Ca, Na und F enthalten ist. Die linealartigen $\times\times$ sind ohne Endausbildung. $G = 3$. Tief röthlichbraun, angewittert gelblich bis grünlichgelb. Str. blassgelb. Nicht ganz so selten wie Johnstrupit. Låven, Stockö, Barkevik-Scheeren.

Rinkit, vom Johnstrupit nur dadurch unterschieden, dass die A.-E. $\perp \infty P\infty$ steht. Kangerdluarsuk. — Nach BRÖGGER sind die 3 Mineralien Johnstrupit, Mosandrit, Rinkit mit einander homöomorph und stehen nach ihren krystallographischen, physikalischen und chemischen Eigenschaften der Epidotgruppe nahe.

Warwickit (Enceladit). Wesentlich ein Borotitanat von Mg und Fe. Monoklin. Gewöhnlich in kleinen, prismatischen $\times\times$ mit gerundeten Endflächen; grössere $\times\times$ rauhfächig. $\# \infty P\infty$. Br. uneben, spröd. $H = 3-4$. $G = 3,19-3,43$. Ggl. bis Plmgl., ins Metallische. Haarbraun bis dunkelschwarz. Im körnigen Kalk von Edenville, New-York.

Katapleit. $H_4Na_2Si_3ZrO_{11}$. Dimorph; bei gewöhnlicher Temperatur monoklin ($\beta = 90^\circ 12'$), von 140° ab hexag. rhomboedr. tetart. Verhält sich krystallographisch ganz wie Tridymit. Die meist kleinen tafelförmigen, oft rosettenartig oder dachziegelförmig zusammengehäuften $\times\times$ stellen scheinbar hexagonale Comb. oP , ∞P , P etc. dar, sind aber Drillinge monokliner Individuen. Diese mimetischen $\times\times$ sind unter sich wiederum nach neuen Zw.-Flächen verbunden. $\# \infty P$ deutlich. Br. splittrig. $H = 6$. $G = 2,8$. Die verhältnissmässig grossen Tafeln des reinen Natron-Katapleit sind blau, verwittert schmutzig grau, kleinere $\times\times$ grau bis weiss, zuweilen wasserhell; der häufigere Kalk-Katapleit, bei dem ein Theil Na_2O durch CaO vertreten, ist gelbroth, fleischroth, auch braun. v. d. L. leicht schmelzbar und von Säuren zersetzt. Auf den Pegmatitgängen des südl. Norwegens. Låven, Stokö, Arö, Barkevik-Scheeren. Natron-K. nur von Klein-Arö.

Eudialyt. $ClNa_{13}(CaFe)_6(SiZr)_{20}O_{52}$. Hexag. rhomboedr. $\times\times$ ziemlich gross, eingewachsen. $R(73^\circ 30')$, oR , ∞P_2 , $\frac{1}{4}R$. Derb in körnigen Aggregaten. $\# oR$ deutlich. Br. uneben. $H = 5-5\frac{1}{2}$. $G = 2,84-2,95$. Ggl., kantendurchschein. bis undurchs. Bräunlichroth. D.-Br. positiv. Von Salzsäure zersetzt. Kangerdluarsuk. Nur durch einen etwas niedrigeren Gehalt an SiO_2 und grössere Bethheiligung von MnO und C_2O_3 ist der krystallographisch und physikalisch nahezu idente Eukolit aus den Gängen des Langesundfjords unterschieden; die D.-Br. ist aber negativ.

Nordenskiöldin. $Ca(BO)_2SnO_4$. Hexag. rhomboedr. $\times\times$ tafelig nach oR , dazu noch ∞P_2 und R . $\# oR$ vollk. $H = 5\frac{1}{2}-6$. $G = 4,2$. Ggl., durchs. Hell schwefelgelb bis citrongelb. D.-Br. stark, negativ. Sieht Melinophan sehr ähnlich. v. d. L. unschmelzbar; von Salzsäure unvollständig zersetzt. Sehr selten. Gross-Arö.

X. Klasse. Uranate.

Salze und Verbindungen der hexahydrischen Uransäure $U(HO)_6$. Die hierher gehörigen, theils wasserfrei, theils wasserhaltig, meist derb und scheinbar amorph vorkommenden Mineralien sind in der Mehrzahl Umwandlungsproducte des relativ häufigsten derselben, des Uranpecherzes, und wie dieses selbst stark verunreinigt und daher in ihrer chemischen Constitution noch nicht hinreichend erkannt. Durch Deutung eines Theils der Beimengungen als chemisch gebunden ist man zu den im Nachstehenden wiedergegebenen Formeln gelangt.

Uranpecherz. Pechblende. Nasturan. Uraninit. $(UPb_2)_3U_2O_{12}$. Reg.

XX sehr selten O, ∞O und $\infty O\infty$; gewöhnlich derb und dicht, eingesprengt mit scheinbar amorphem Aussehen, seltener nierenförmig mit stängliger, krummschaliger Structur.

Br. muschl., spröd. H = 3—6. G = 5—9. Undurchs.. Auf frischem Br. Fettgl., sonst matt, undurchs. Schwarz ins Grünliche oder Bräunliche. Str. dunkelgrün bis bräunlichschwarz.

Früher als UO , U_2O_3 gedeutet und mit der Spinellgruppe in Verbindung gebracht; ca. 80—85 Uranoxyde, 3—10 PbO , verunreinigt durch FeO , CaO , SiO_2 und H_2O . — v. d. L. unschmelzbar, Boraxperle im O.-F. gelb, im R.-F. grün. In warmer Salpetersäure löslich; mit Ammoniak schwefelgelber Niederschlag.

Auf Erzgängen neben Bleiglanz und Silbermineralien, selten in grösserer Menge. Schneeberg, Annaberg, Marienberg, Johann-Georgenstadt, Joachimsthal. Příbram. Mehrorts in Cornwall, Norwegen und Schweden. Branchville, Conn.; Mitchell Co in Nord-Carolina.

Coracit, ein unreines Pecherz von der Nordküste des Oberen Sees. — Cleveit, ein Pecherz mit einem Gehalt an Y, Er, Ce, Th und in Folge von Verwitterung auch ca. $4H_2O$. Im Feldspath zu Garta bei Arendal. — Bröggerit (Thoruranin), ein Pecherz mit wesentlichem Th-Gehalt. Insel Moss bei Christiania. — Uranoniobit, ein Nb_2O_5 -haltiges Pecherz von Strömsheien in Säterdalen. — Pittinerz, ein Pecherz, das in Folge von Verwitterung geringere Härte (3—4) und Gewicht (4,8—5,5) sowie grünen Strich angenommen hat.

Uranpecherz verwittert leicht und bildet dabei mannigfache Umwandlungsmineralien. Ausser den an anderer Stelle besprochenen Uranphosphaten sind alle nachstehenden Mineralien derartige, stets wasserhaltige, sonst aber nur selten nach ihrer Zusammensetzung erkannte Umwandlungsproducte des Pecherzes.

Johannit (Uranvitriol). Monoklin. $\beta = 94^\circ 20'$. XX sehr klein, nierige Aggregate bildend. H = $2-2\frac{1}{2}$. G = 3,1. Farbe und Str. grasgrün Enthält neben U noch CuO , Schwefelsäure und Wasser. Joachimsthal, Johann-Georgenstadt.

Zippeit (Uranblüthe). Aehnlich zusammengesetzt wie Johannit. Die haar- oder schuppenförmigen Kryställchen sind rosetten- oder fächerartig grup-

pirt. Schwefelgelb. Auf alten Strecken und Halden zu Joachimsthal; daselbst kommt auch eine citron- bis orange gelbe Uranblüthe vor, die kein Cu enthält und blosses Uransulfat zu sein scheint.

Uranocker. Schwefel- bis citrongelber Anflug oder Ueberzug auf Uranpecherz, zerreiblich. Johann-Georgenstadt, Joachimsthal.

Uranosphärit $\text{Bi}_2\text{U}_2\text{O}_9 + 3\text{H}_2\text{O}$. Ziegelrothe bis orange gelbe feindrüsige Warzen. $G = 6,36$. Grube Weisser Hirsch bei Neustädtel.

Uranophan. $\text{CaU}_2\text{Si}_2\text{O}_{11} + 5\text{H}_2\text{O}$. Rhomb. Mikroskopisch kleine nadelige Kryställchen, meist aber derbe, scheinbar dichte Aggregate. Br. der Aggregate uneben oder flachmuschl. $H = 2\frac{1}{2}$. $G = 2,6-2,7$. Honiggelb bis zeisiggrün, auch schwärzlichgrün. Von Säuren zersetzt. In Granitapophysen bei Kupferberg in Schlesien.

Uranotil, chemisch vom Uranophan nicht verschieden; die feinen zu sternförmigen Aggregaten gruppirten $\times \times$ -Nadeln haben aber eine andere Spalt- richtung. Citrongelb. Auf Flussspath bei Wölsendorf in Bayern; Joachimsthal.

Gummit (Gummierz. Roth's Pechuran). $(\text{PbCaBa})\text{SiU}_3\text{O}_{12} + 5\text{H}_2\text{O}$. Kryptokrystallin, scheinbar amorph. Derb, eingesprengt, in Trümmern, selten nierenförmig. Br. muschl. $H = 2\frac{1}{2}-3$. $G = 3,9-4,5$. Undurchs. Fettgl. Röthlichgelb, hyacinthroth. Str. gelb. Stark verunreinigt, namentlich mit Mangan- oxyden und Phosphorsäure. v. d. L. unschmelzbar. Mit Uranpecherz bei Joachimsthal, Schneeberg, Johann-Georgenstadt. Flat rock mine, Mitchell Co, Nord-Carolina.

Eliasit, amorph erscheinend, Br. klein muschl., spröd. $H = 3\frac{1}{2}$. $G = \text{ca. } 4$. Dunkelröthlichbraun. Str. gelb. In plattenförmigen Trümmern von der Eliasgrube bei Joachimsthal. Scheint ein stark verunreinigter und verwitterter Gummit zu sein.

Alle Uranmineralien werden auf Uranfarben verarbeitet, die zur Färbung des Glases und in der Porcellanmalerei Verwendung finden.

XI. Klasse. Organische Verbindungen.

1. Abtheilung. Salze organischer Säuren.

Mellit. Honigstein. $\text{Al}_2\text{O}_3, \text{C}_{12}\text{O}_9 + 18 \text{H}_2\text{O}$. Tetrag.

XX gewöhnlich einzeln aufgewachsen, mit pyramidalem Habitus. P (M.-K. $93^\circ 5'$), oP (rauh, gekrümmt), $\infty P \infty$. Körnige Aggregate; derb, eingesprengt.

Br. muschl., wenig spröd. $H = 2-2\frac{1}{2}$. $G = 1,6$. Durchschein. Fettiger Ggl. Honig- oder wachsgelb. — v. d. L. verkohlend und reine Al_2O_3 hinterlassend.

In der Braunkohle von Artern und Lusitz in Böhmen; bei Walchow in Mähren trümerartig in Kreidesandstein; in der Steinkohle von Malowka, Gouv. Tula.

Oxalit. (Humboldtin.) $2\text{FeO}, \text{C}_2\text{O}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$. Krystallform? XX haarförmig, Aggregate faserig, körnig, erdig in traubigen Formen, in Knollen und Platten. Als Anflug. Br. uneben. Mild. $H = 2$. $G = 2,1-2,25$. Undurchs., schimmernd bis matt. Ocker- bis strohgelb mit gleichfarbigem Strich. — Wird v. d. L. auf Kohle erst schwarz, dann roth. Neben Gyps in der Braunkohle von Lusitz bei Kolosoruk in Böhmen. Gross-Almerode. Duisburg.

Whewellit. $\text{CaO}, \text{C}_2\text{O}_3 + \text{H}_2\text{O}$. Monoklin. $\beta = 107^\circ 19'$. Grosse herzförmige Zw. # basisch. Br. muschl. $H = 2\frac{1}{2}$. Plmgl. Weiss. Auf einer Kluft im Liegenden eines Steinkohlenflötzes zu Burgk im Plauenschen Grund.

2. Abtheilung. Kohlenwasserstoffe.

Fichtelit. C_5H_8 . Monoklin. $\beta = \text{ca. } 127^\circ$. Weisse, plmglänzende schuppige Aggregate und Anflüge auf Holz im Torf von Redwitz im Fichtelgebirge.

Hartit $\text{C}_{12}\text{H}_{20}$. Monoklin? Weiss, grau, bräunlich, wallrathähnlich. Säulige oder tafelige XX selten. # nach einer Richtung. Br. muschl. $H = 1-1\frac{1}{2}$. Sehr leicht in Aether löslich. In Braunkohle zu Oberhart bei Gloggnitz in Oesterreich, zu Rosenthal bei Köflach in Steiermark.

Könleinit. (Scheererit z. Th.) C_5H_4 . Kleine weisse diamantglänzende Nadeln oder Schüppchen, als Anflug auf bituminösem Holz. Redwitz in Bayern; Uznach bei St. Gallen.

Ozokerit. (Erdwachs. Neftgil. Paraffin.) C_nH_{2n} . Derb. Br. flachmuschl. bis hakig. Weich und knetbar. $G = 0,9$. Grünlich- bis gelblichbraun, grün; in dünner Schicht braun oder rothbraun durchschein. In grösster Menge bei Boryslaw in Galizien, Slanik in der Moldau, Baku. Wettin. New-Castle. — Elaterit, elastisches Erdpech unterscheidet sich vom Ozokerit wesentlich durch seine Elasticität. Auf Gängen zu Derbyshire, Montrelais bei Nantes.

Hatchettin. Derbe wachsartige, z. Th. aus kleinen (rhombischen?) Täfelchen aufgebaute Massen, die in der Hauptsache aus Ozokerit bestehen oder doch Gemenge mit Ozokerit sind. Wachs- bis grünlichgelb, auch gelb-

lich weiss. Plmgl. bis Fettgl. Durchschein. bis undurchs. Loch Fyne, Merthyr-Tydvil. Wettin. Seraing.

Pyropissit. Derb und erdig, mild, sehr weich. Matt. $G = 0,9$. Schmutzig gelbbraun. Schmilzt zu asphaltähnlicher Masse und verbrennt mit heller Flamme. In kleinen Lagern in der Braunkohle zu Gerstewitz bei Weissenfels, Helbra bei Eisleben.

Petroleum, ein Gemenge der verschiedensten, bei verschiedenen Temperaturen flüchtigen Kohlenwasserstoffe, tritt gesteinsbildend auf und bildet demzufolge einen Gegenstand der Petrographie.

3. Abtheilung. Harze.

Die Harze sind Sauerstoffverbindungen der Kohlenwasserstoffe, und soweit sie in der Natur auftreten, wahrscheinlich allesammt Gemenge. Sämmtlich amorph.

Bernstein. Succinit. $C_{40}H_{64}O_4$, ein Gemenge einer unlöslichen Substanz mit 2 löslichen Harzen, ferner Bernsteinsäure und flüchtigem Oel. Amorph.

In Knollen, Geröllen, Körnern, tropfsteinartigen Formen, Platten; eingesprengt. Br. muschl., spröd. $H = 2-2\frac{1}{2}$. $G = 1$ bis $1,1$. Durchs. bis durchschein. Fettgl. Wachs- bis honiggelb (bernsteinfarben), ins Hyacinthrothe und Braune, gelblichweiss, geflammt. Schmilzt bei 287° , während der ähnliche Copal schon bei $200-220^{\circ}$ schmilzt, brennt mit Flamme und eigenthümlichem Geruch. Löslich in warmem Spiritus.

Vorkommen anstehend in der unteroligocänen Bernsteinerde (blauen Erde) des Samlandes; von da transportirt auf zweiter, dritter etc. Lagerstätte in jüngeren tertiären Schichten, namentlich im norddeutschen Diluvium und am Boden der Ost- und Nordsee. Zwischen Simeto und Catania auf Sicilien kommt ebenfalls anstehender Bernstein im Tertiär vor. — Bernsteinähnliche Harze finden sich vielfach in der Braunkohle und in tertiären wie cretaceischen Sandsteinen.

Mehr oder minder bernsteinähnlich, durch leichte gelbe oder braune Farben ausgezeichnet sind die nachstehenden meist in der Braunkohle oder im Lignit gefundenen Harze.

Retinit von Halle, Laubach im Vogelsgebirge, Bovey-Tracey in Devonshire. — Walchowit aus Kreidesandstein von Walchow und Obora in Mähren. — Krantzit von Lattorf und Nienburg bei Bernburg. — Copalin aus tertiärem Thon am Highgate Hill bei London. — Euosmit von Thumsenreuth in Bayern, Ixolyt von Oberhart bei Gloggnitz. — Jaulingit von Jauling bei St-Veit in Niederösterreich, Rosthornit von Guttaring in Kärnten. — Trinkerit von Carpano in Istrien, auch aus Gosau-Mergeln bei Gams in Steiermark. — Sieburgit von Sieburg bei Bonn.

Asphalt. Erdpech. Bergpech. Amorph.

Derb, eingesprengt, in Gangtrümmern, Platten; traubig, kugelig, nierenförmig. Br. muschl., mild. $H = 1-2$. $G = 1,1-1,2$. Undurchs., Fettgl. Pechschwarz. Schmilzt bei ca. 100° , löst sich theilweise in Aether, der Rückstand (sogen. Asphalt) in Terpentinöl.

Der Entstehung nach oxydirtes Petroleum; 1. daher lagerartig, wohin die Vorkommnisse vom Todten Meer und der Insel Trinidad auch zu rechnen sind, oder 2. auf Klüften und Gängen, nicht selten

neben Erzen wie z. B. Iberg bei Clausthal, Mörsfeld in der Pfalz, Kamsdorf, Cornwall etc.; ferner bei Bentheim im nordwestl. Hannover oder 3. als Imprägnation namentlich versteinungsreicher Kalk- und Sandsteine, z. B. Asphaltkalke von Limmer bei Hannover. Interessant die Ausfüllung von Muschel-, Schneckenschalen etc. mit Asphalt, das Vorkommen desselben auf Poren schwedischer Granite und innerhalb schwedischer Magnetitlager, z. B. Dannemora, Norberg, Garpenberg, Bisperg etc.

Zum Asphalt gehören Albertit (Melanasphalt), gangförmig bei Hilsborough in Albert Co, Neu-Braunschweig und Grahamit gangförmig in Weis-Virginien, ferner Walait, als Ueberzug von Kalkspath- $\times \times$ in der Rossitz-Oslawaner Steinkohlenformation.

Bogheadkohle. Bituminit. Torbanit. Flötzartig zwischen Steinkohlen und gleich diesen geschichtet. Amorph. Br. eben oder muschlig; die Bruchstücke scharfkantig, zäh und schneidbar. $G = 1,28$. Schimmernd bis matt. Schwärzlich- bis leberbraun, Str. gelblichgrau. In Aether nicht, theilweise in Terpentinöl löslich. In der Steinkohle von Torbanehill, Bathgate in Schottland, Pilsen in Böhmen, Kurakina bei Tula etc.

Dopplerit, stark glänzende, eckige Stücke aus Torf, von pechschwarzer Farbe und muschligem Br. Mehrorts aus bayerischen und alpinen Torfablagerungen.

Anthrakoxen. Br. kleinmuschl., bräunlich schwarz, bildet dünne Lagen zwischen Schieferkohle zu Brandeisl bei Schlan in Böhmen.

Piauzit. Schwarz, Fettgl. Gangtrümer in Braunkohle von Piauze in Krain; auf Nestern in Braunkohle bei Tüffer in Steiermark.

Pyroretin. Knollen- und plattenförmiges Harz, das bei Verkohlung durch Basalt aus Braunkohle hervorgegangen ist. Sehr spröd. Aussig.

Idrialit. $C_{80}H_{36}O_2$. Derb, in Knollen, als Anflug, gewöhnlich beigemengt dem Zinnober und dessen Gesteinsbegleitern. Structur blättrig. Mild. $H = 1-1\frac{1}{2}$. $G = 1,4-1,6$. Matt oder fettgl. Schmutzig grün, grau, braunschwarz. Löst sich in conc. heisser Schwefelsäure mit indigoblauer Farbe. Idria.

Kohlen. (Anthracit, Steinkohle, Braunkohle.)

Die Kohlen sind keine Mineralien; ihre organische Structur, ihre physikalische und chemische Beschaffenheit und ihr Vorkommen verweisen sie zu den Gesteinen; die Beschreibung der Kohlen ist demnach Gegenstand der Petrographie.

Anhang I. Die nutzbaren Mineralien.

Die nachstehende Uebersicht über die nutzbaren Mineralien erhebt keinen Anspruch auf Erschöpfung des Gegenstandes. Nur die wichtigsten der in Betracht kommenden Mineralien haben Berücksichtigung erfahren und das auch nur mit kurzen Bemerkungen über ihr geographisches Vorkommen, ihre Lagerstätten, Begleiter und Verwendung. In manchen Fällen konnte auch ein Hinweis auf den Text im beschreibenden Theil genügen.

Besprochen, resp. erwähnt wurden: Erze. Edelsteine. Schwefel. Graphit. Asbest. Apatit. Phosphorit. Kalk. Gyps. Anhydrit. Glaukonit. Flussspath. Strontianit. Coelestin. Witherit. Magnesit. Baryt. Quarz. Kieselguhr. Feldspath. Kaolin. Steinsalz und Kalisalze sammt den Begleitmineralien. Bittersalz. Soda. Glaubersalz. Natronsalpeter. Alunit. Kryolith. Beauzit. Tinkal. Sassolin. Farbstoffe, wie Bolus, Umbra, Grünerde etc. Materialien zur Bildhauerei, zu Ornamenten etc., wie Marmor, Alabaster, Serpentin, Agalmatolith, Malachit, Rhodonit, Chrysopras, Nephrit, Jadeit, Meerschäum.

Erze. — Das Wort Erz hat eine zweifache Bedeutung. Der Berg- und Hüttenmann versteht unter Erz alle Mineralien und Mineralgemenge, aus denen im Grossen und in wirthschaftlich vortheilhafter Weise Metall gewonnen werden kann; in diesem Sinn ist auch das Wort in der Folge gebraucht, wenn auch der Vollständigkeit halber eine Reihe seltener Mineralien aufgezählt wurden, die für sich zur Metallgewinnung niemals in Betracht kommen. Danach sind mit Gold imprägnirte Quarze Golderze, Spatheisen ist ein Eisenerz, Kryolith ein Aluminiumerz, während Pyrit, der nach dem gegenwärtigen Stand der Technik kaum je zur Eisengewinnung dient, kein Eisenerz ist. Der Mineralog legt dem Wort eine andere Bedeutung unter, doch ist dieselbe wie im gewöhnlichen Leben nicht ganz feststehend. Erze sind danach Mineralien, die ein Metall vererzt, d. h. in chemischer Verbindung enthalten und dabei gewöhnlich noch metallischen Habitus oder hohes Eigengewicht haben. Meist sind es Sulfide und Oxyde. Pyrit ist alsdann ein Erz, Kryolith keins.

Die Begleiter der Erze auf ihren Lagerstätten heissen Gang- oder Lagerarten.

Gold wird nahezu ausschliesslich aus solchen Erzen gewonnen, die ged. Gold in mechanischem Gemenge mit einer Gang- oder Lagerart, in den meisten Fällen Quarz, enthalten. Ueber das Vorkommen des ged. Goldes und seiner Begleiter cfr. S. 198. Besondere, aber sehr seltene Golderze sind Sylvanit, Nagyagit, Petzit, Maldonit. Als Nebenprodukt wird Gold noch aus güldischem Silber, goldhaltigen Arsen-, Schwefel- und Kupferkiesen gewonnen.

Silber. — Das meiste Silber wird trotz geringen Gehalts daran aus Bleiglanz gewonnen. Eigentliche Silbermineralien sind ged. Silber, Pyrargyrit, Proustit, Silberglanz, Melanglanz, Polybasit, Miargyrit, Antimonsilber, Arsen-silber, Silberfahlerz, Chlor-, Jod- und Bromsilber. Daneben finden sich noch als seltene Mineralien: Selen-silber, Tellursilber, Stromeyerit, Huntith, Crookesit, Wismuthsilber, Eukairit, Akanthit, Silberwismuthglanz, Alaskait, Plenaryrit, Schirmerit, Schapbachit, Brongniartit, Diaphorit, Freieslebenit, Stylotyp, Tapalpit, Pyrostilpnit, Polyargyrit, Silberkies, Argyrodit. Die Silbermineralien sind allermeist vergesellschaftet mit einander und zwar auf Gängen. Bezüglich ihres Vorkommens cfr. Pyrargyrit S. 229. Die gewöhnlichsten Begleiter sind Kalkspath, Quarz, Flussspath, Arsenkies, Bleiglanz, Zinkblende, Kupferkies.

Quecksilber. Gediegen selten, zumeist aus Zinnerber gewonnen. Vork. cfr. S. 200. Quecksilber findet sich sonst noch im Quecksilberfahlerz, Metacinnabarit, Onofrit, Tiemannit, Coloradoit, Livingstonit.

Kupfer. Die wichtigsten Kupfererze sind: Ged. Kupfer, Kupferkies, Buntkupfererz, Kupferglanz, Fahlerz, Bournonit, Enargit, Rothkupfererz, Malachit, Lasur, Atakamit. Selten sind und nur lokale Bedeutung erlangen Kupferindig, Kupferpecherz, Kupferschwärze, Kupfervitriol, Kieselkupfer und Kupferblau; ferner Selen-

kupfer, Umangit, Tenorit, Brochantit, Libethenit, Ehlit, Tagilit, Olivenit, Euchroit, Volborthit, Lirokonit, Diophas. Vorkommen sehr mannigfaltig, auf Gängen, Lagern etc. (cfr. Kupferkies S. 223), die oxydischen Mineralien am Ausgehenden.

Blei. In erster Linie Bleiglanz, untergeordnet die Bleispiessglanze Zinckenit, Jamesonit, Boulangerit, Plagionit, Dufrenoyit, Bournonit, sowie die oxydischen Salze Weissbleierz, Bleivitriol, Pyromorphit, Mimetesit. Seltene Bleimineralien sind: Selenblei, Bleihornerz, Leadhillit, Linarit, Rothbleierz, Melanochroit, Vauquelinit, Gelbbleierz, Scheelbleierz, Vanadinit, Eusynchit, Descloizit, Kentrolith, Melanotekit, Hyalotekit, Barysilit, Ganomalith. Vorkommen cfr. Bleiglanz S. 217.

Zink. Hauptsächlich Galmei (d. i. Zinkspath incl. Zinkblüthe und Kieselzinkerz), Zinkblende; lokal werden von Bedeutung Rothzinkerz und Franklinit. Seltene Zinkmineralien: Willemit, Troostit, Roepperit, Hopeit.

Cadmium wird besonders aus schlesischem Galmei und aus Zinkblende gewonnen; das eigentliche Cd-Mineral Greenockit ist selten. Verwendung zu Legirungen (Wood's Metall), als Farbe (gelbes CdS) und als blaues Feuer in der Feuerwerkerei.

Zinn. Als Zinnerz kommt allein Zinnstein in Betracht. Seltene Sn-Mineralien sind Zinnkies und Nordenskiöldin.

Eisen. Die eigentlichen Eisenerze sind nur Spatheisen, Roth-, Braun- und Magneteisen mit ihren Varietäten; gelegentlich findet gerösteter Schwefelkies, das Nebenproduct anderer Prozesse, Verwendung. Sonstige Eisenminerale sind: Gediegen Eisen, Markasit, Magnetkies, Arsenkies, Arseneisen, Berthierit, Titaneisen, Chromeisen, Nadeleisen, Eisenvitriol, Pissophan, Vivianit, Sympleksit, Grüneisenstein, Triplit, Triphylin, Kakoxen, Skorodit, Delvauxit, Eisensinter, Pharmakosiderit, Fayalith, Chamosit, Thuringit, Stilpnomelan, Cronstedtit, Hisingerit, Nontronit u. a.

Mangan. Die Manganerze werden in der Technik unter den Namen Braunstein zusammengefasst, dahin gehören Pyrolusit, Polianit, Manganit, Hausmannit, Braunit, Psilomelan, Wad, Varvicit. Andere Mn-Mineralien sind noch Mangankies, Manganblende, Manganspath, Tephroit, Långbanit, Mangankiesel u. a. Verwendung: Ferromangan, Kupfermanganlegirungen, Chlorbereitung.

Nickel. Die Hauptnickelerze sind Rothnickelkies und Chloanthit, ferner Garnierit; sehr viel Nickel wird aber aus Ni-haltigen Magnetkiesen gewonnen. Andere Ni-Mineralie sind: Millerit, Breithauptit, Gersdorffit, Ullmannit, Weissnickelkies, Eisennickelkies, Polydymit, Beyrichit, Horbachit, Nickelvitriol, Nickelblüthe, Nickelgymnit.

Kobalt. Am wichtigsten sind Speiskobalt und Glanzkobalt, weniger häufig Glaukodot, Linnet, Kobaltmanganerz, Heubachit, Kobaltspath, Kobaltvitriol, Kobaltblüthe. — Kobaltfarben!

Arsen. Als Erze kommen in Betracht: gediegen Arsen, Arsenikkies, Arseneisen und sonstige an Fe, Ni oder Co, auch Ag gebundene As-Mineralien. Realgar und Auripigment haben nur lokale Bedeutung. Fast immer mit Silbererzen verknüpft. Verwendung zur Darstellung von arseniger Säure und anderen Arsenpräparaten, die als Beize in der Kattundruckerei, zu Farben, zur Reinigung des Glases etc. benutzt werden.

Antimon. Antimonglanz, Senarmonit, ged. Antimon, nebenher Bleispiessglanze, Allemontit, Rothspiessglanz, Valentinit, Antimonocker. Legirungen! namentlich Schriftmetall und Britanniametall. Brechweinstein.

Wismuth. Hauptsächlich Wismuthglanz, untergeordnet ged. Wismuth, Wismuthkupfererz, Wismuthkobalt- und Wismuthnickelkies, Nadelerz, Wismuthocker, Kieselwismuth, sehr selten Wismuthsilber und Wismuthgold. Verknüpft mit gangförmig auftretenden Ag-, Ni- und Co-Erzen. Verwendung zu Porcellanlusterfarben, Schminke, leichtflüssigen Legirungen etc.

Aluminium. Zur Gewinnung des Aluminium dient vorzugsweise der grönländische Kryolith (S. 265), daneben auch Beauzit (S. 256). Als Nebenproducte werden dabei Alaun und aus dem Kryolith in grösster Menge auch Soda gewonnen.

Edelsteine. — Die Werthschätzung der Edelsteine gründet sich auf physikalische Eigenschaften (Härte, Durchsichtigkeit, Farbe, Glanz, Brechungsvermögen), auf Seltenheit des Vorkommens und häufig auch auf Modeanschauungen. Neben den eigentlichen Edelsteinen (Juwelen) werden noch die minder werthvollen Halbedelsteine oder gewöhnlichen Schmucksteine unterschieden. Oefters decken sich die Namen der Juweliere nicht mit der in der Mineralogie

gebrauchten Nomenclatur. Für die Erkennung geschliffener Steine werden besonders das spec. Gewicht und optische Eigenschaften, wie Doppelbrechung und Pleochroismus wichtig.

Diamant. Anstehend nur bekannt aus einem krystallinen Feldspathgestein, das in der Nähe von Bellary, Präsidentschaft Madras, Einlagerung im Gneiss bildet. Das die Capdiamanten vielfach umschliessende serpentinarartige Gestein kann nicht als Muttergestein gelten, da dasselbe eine vulkanische Tuffbreccie darstellt. Somit findet sich Diamant auf secundärer Lagerstätte, und zwar theils lose in jungen, alluvialen Sanden (Flusssanden etc.), theils in höher gelegenen, öfters wieder verfestigten Sanden, Schottern und Geröllablagerungen. Zu solchen älteren verfestigten Seifen wird man auch die Itakolumite, durch zahlreiche Glimmerblättchen biegsame Sandsteine archaischen Alters, zu rechnen haben. — Diamantführende Gebiete sind: 1. Indien, am Ostabfall des Dekhan; früher in Golkonda, gegenwärtig bei Punnah in Bundelkund. 2. Brasilien (seit 1725), besonders in den Provinzen Geraës und Bahia; theils in Flusssanden (Cascalho), alten Seifen und aus Eisenerzen bestehenden festen Schottern (Tapanhoacanga) und in Itakolumiten. Brasilianischen Ursprungs ist der Carbonado aus Sanden von La Chapada, Prov. Bahia. 3. Sundainseln, speciell Landeck auf Borneo. 4. Neu-Süd-Wales, in goldführenden Sanden von Mudgee. 5. Süd-Afrika (seit 1867), ursprünglich in den Flussschottern des Vaal in Griqualand West, seit 1871 in den „Dry Diggings“, d. h. kraterförmigen Einsenkungen von 200 bis 300 m Durchmesser innerhalb eines aus horizontal gelagerten Schiefen, Sandsteinen und Basalten aufgebauten Plateaus und mit einer Ausfüllung von vulkanischem, breccienartigen Tuff, welcher letztere die wohl aus der Tiefe mitgerissenen Diamanten in grösster Menge enthält. Die Production der 4 Gruben Kimberley, Dutoitspan, De Beer's und Bullfontein hat bei weitem die aller übrigen Länder überholt und auf die Preise der Diamanten stark gedrückt. Man kann den Werth der bisher gewonnenen afrikanischen Diamanten auf rund 1 Milliarde Mark veranschlagen.

Korund. Rubin. Sapphir. Die eingewachsenen $\times \times$, mit Ausnahme der jüngsten Funde im nordwestlichen Himalaya, haben keinen Werth als Edelsteine, die geschätzten Steine finden sich auf Seifen; die meisten stammen aus der Gegend von Ava in Birma oder von Syriam in Pegu, ferner aus den Sanden von Ceylon. Ueber Taschkent kommen centralasiatische Rubine in den Handel, die ihre Heimath vielleicht im Tian-Schan haben. Untergeordnet finden sich Sapphire am Ural, an vielen Punkten Nord-Amerikas. in Neu-Süd-Wales, auch wohl in Central-Frankreich und Böhmen.

Spinell, von Haus aus Contactmineral aus körnigen Kalken, edle Steine nur auf secundärer Lagerstätte. Gewöhnlicher Begleiter des Rubin in Siam, Birma, Pegu, Ceylon, auch Turkestan und Neu-Süd-Wales.

Beryll. Smaragd. Aquamarin. Theils eingewachsen, theils lose auf Seifen. Smaragd: eingewachsen in Glimmerschiefer, wie die $\times \times$ vom rechten Ufer der Takowaja, 85 Werst östl. von Jekaterinburg und wenig werthvoll das Vorkommen vom Habachthal in Salzburg. Die schönsten Smaragde stammen aus Kalkspathgängen von Muzo bei Santa Fé de Bogotà in Neu-Granada. Im Alterthum aus Aegypten am Rothen Meer und früher auch aus Peru. Aquamarin: auf Gängen in Graniten: Ural, Nertschinsk, Elba, Maine und Nord-Carolina; lose in Sanden bei Ava in Birma und in Brasilien.

Chrysoberyll. Hellgelbgrüner Chr. (Chrysolith der Juweliere), lose in Sanden in Brasilien, auf Ceylon und in Hinterindien. Dunkelgrün (Alexandrit) aus den Smaragdgruben an der Takowaja.

Euklas, auf secundärer Lagerstätte in Brasilien und am Ural.

Phenakit aus den Smaragdgruben an der Takowaja.

Topas, vielorts verbreitet. Im Topasfels des Schneckensteins, aus Graniten des Urals und des Ilmengebirges. Bei Villarica z. Th. auf Gängen in Thonschiefer, z. Th. lose. Auf Seifen in Minas Geraës (wasserklar oder blass grünlich), auf Ceylon (wasserklar und safrangelb), in Neu-Süd-Wales (blaugrün), in Colorado (farblos bis zimmetbraun).

Zirkon. Hyacinth. Nur die rothen gelten als Edelsteine. Lose, namentlich auf Ceylon und in Indien, ebenso in Neu-Süd-Wales.

Granat. Hessonit, nur auf Ceylon.

Almandin, eingewachsen im Glimmerschiefer des oberen Zillertals,

lose auf Ceylon, Syriam in Pegu (sogen. syrische Granaten), Brasilien, Nord-Amerika, bei Kolin in Böhmen; als „Cap-Rubine“ in den diamantenführenden Sanden am Vaalfluss. Pyrop, lose bei Meronitz in Böhmen (böhmische Granaten). Der grüne Demantoid findet sich eingewachsen in Serpentin und Asbest bei Poldnewnaja im District Sysstertsk im Ural.

Olivin. Chrysolith z. Th. Nur in Flusssanden. Ceylon, Pegu, Oberlauf des Nils, Brasilien.

Turmalin. Rubellit von Schaitansk. Indigolith (brasil. Saphir) aus dem Ural und Brasilien.

Grüne Turmaline (brasil. Smaragde) aus der Prov. Minas Geraës und als „ceylonische Chrysolithe“ von Brasilien.

Opal. Der Edelopal bildet Trümer in vulkanischen Breccien bei Czerwenitz in Eperiesgebirge und findet sich ähnlich, wenn auch weniger schön in Süd-Australien und Guatemala.

Türkis (orientalischer T.); werthvoll sind nur die himmelblauen Arten. Nischapur, auf Trümmern in einer jüngeren vulkanischen Breccie neben viel Brauneisenerz, analog in Magarathal am Sinai, am Mosesbrunnen in Arabien. Neuerdings von New-Mexico, südl. von Santa Fé.

Lasurstein. Lapis Lazuli. In Kalken der Bucharei, am Baikalsee, in Persien. — Bez. Bernstein cfr. S. 398.

Vom Quarz finden als Halbedelsteine Verwendung; Bergkrystall, Rauchtöpas, Citrin, Amethyst, Katzenauge, Tigerauge, Falkenauge (die noch nicht durch ausgeschiedenes Eisenhydroxyd braun gefärbt, sondern blaugrauen Arten des Tigerauges), Avanturin, Chalcedon, Onyx, Plasma, Heliotrop. Von Feldspäthen finden der Mondstein und die labradorisirenden Varietäten Verwendung. Gelegentlich und lokal werden verschiffen: Vesuvian (braun vom Vesuv, grasgrün aus dem Alasthal), Cordierit (Wasser- und Luchsaphir), Andalusit, Cyanit, Staurolith, Axinit, Diopsid, Hiddenit (Spodumen aus Nord-Carolina), Titanit.

Schwefel. Das Hauptgebiet der Schwefelproduction ist das südwestliche Sicilien, wo der Schwefel in vom Aetna und seinen Exhalationen unabhängigen miocänen Lagern vorkommt. Aehnliche Verhältnisse weisen die Vorkommnisse von Radoboj in Kroatien, Szwoszowice bei Krakau in Galizien, Teruel in Aragonien auf. Fumarolenthätigkeit verdanken der Schwefel von Vulcano, von Puzzuoli, von Corfu und Milo, von Krisuvik auf Island, vom Popocatepetl und manche californische Vorkommnisse ihre Entstehung. Ferner liefern der Kaukasus, die Küsten des Rothen Meeres, insbesondere die Umgegend des Golfs von Suez bedeutende Schwefelmengen. Daneben wird Schwefel aber auch bei der Röstung von Kiesen und sonstigen S-haltigen Erzen gewonnen, und die Schwefelsäure zum weitaus grössten Theil aus solchen Rohproducten hergestellt.

Graphit. Verwendung zu Bleifedern, feuerfesten Tiegeln, als Anstrichfarbe von Eisenwaaren, Schmiermittel etc. Technisch wichtige Vorkommen sind stets an krystalline Schiefer geknüpft. Früher waren von Bedeutung die in Phylliten aufsetzenden Graphitlager von Borrowdale bei Keswick in Cumberland (englische Bleistifte), gegenwärtig liefern die sibirischen und ceylonischen Gruben den Nürnberger Fabriken das Material. Das von Alibert 1847 entdeckte sibirische Vorkommen setzt im Tunkisker Gebirge, 50 Meilen westl. Irkutsk zwischen Granit und Syenit in körnigen Kalken auf. Der blätterige oder schuppige Graphit von Ceylon soll gangartig im Granit auftreten. — In Europa sind es die Böhmen umgürtenden Gebirge, in deren Gneissen und körnigen Kalken sich Graphitlager finden. Dahin gehört Passau in Bayern, Brunn am Walde, Geras, Deppach, Marbach in Niederösterreich, Krain, Vöttau, Hafnerluden in Mähren. In Böhmen selbst finden sich Lager zu Schwarzbach und Stuben bei Krumau; in geringem Umfang sind Graphitlager in der ganzen Alpenkette verbreitet. Nord-Amerika ist reich an Graphitlagern innerhalb der aus krystallinen Schiefen aufgebauten Alleghanies; am ergiebigsten ist gegenwärtig die Ticonderoga-Grube in New-York, während früher die Sonora-Grube, Tuolumme Co. in Californien Bedeutung hatte.

Asbest. Unter Asbest werden alle feinfaserigen, in den Fasern biegsamen, feuer- und säurebeständigen Hornblende-, Augit- und Serpentinvarietäten verstanden. In der Technik macht man fast allein Gebrauch vom Tremolitasbest (Amiant) und vom Serpentin-asbest (Chrysotil- oder Edelasbest).

Letzterer ist der beste und stammt hauptsächlich aus Canada, während der Tremolitasbest zum grossen Theil aus dem Veltlinerthal (Sondrio in der Lombardei) herrührt. Verwendung zu feuer- und säurebeständigen Geweben, Seilen, Pappen (Millboard), Abdichtungsringen etc.

Apatit und Phosphorit. — Verwendung als Mineraldünger entweder unmittelbar in fein gemahlenem Zustand oder mittelst Schwefelsäure aufgeschlossen als Superphosphat. 1. Auf Gängen in Verbindung mit Eruptivgesteinen oder krystallinen Schiefen. Im südlichen Norwegen zwischen dem Langesundfjord und Arendal setzen zahlreiche 1–100 cm mächtige Apatitgänge unregelmässig in Hornblendeschiefern und im in Skapolith-Hornblendefels umgewandelten Gabbro auf. Nur die letzteren Vorkommnisse sind abbauwürdig. Die Hauptlokalität ist Oedegaarden bei Brevig. Begleiter sind Enstatit, Phlogopit, Titaneisen und Rutil. Ein Theil des canadischen Apatits hat analoges Vorkommen, ebenso ein Theil der in Estremadura in der Provinz Caceres bei Logrosan und Alcantara in Granit und cambrischen Schiefen, z. Th. auch im Diorit aufsetzenden Gänge. 2. Metasomatische Lagerstätten und concretionäre Bildungen. In Kalksteinen, Mergeln und Thonschiefern hat sich ähnlich dem Dolomitirungsprocess der Phosphorsäuregehalt concentrirt; es haben sich unregelmässige Lager, Nester, Taschen oder rundliche Concretionen, öfters mit einem Kern organischer Substanz, gebildet. Vielfach sind in späterer Zeit derartige Ablagerungen vom Meere, auch von Flüssen zerstört, abgerundet und secundär abgesetzt worden, die mit Unrecht meist als Koprolithenablagerungen bezeichnet wurden. Hierher gehören die in devonischen Kalken zwischen Schalsteinen aufsetzenden Lahnphosphorite, die 12–31 Procent Phosphorsäure enthaltenden Schieferthone des westfälischen Kohlengebirges, die Phosphoritknollen der Gegend von Helmstedt, Peine, Hörde, Zilly, die Phosphoritconcretionen der ostbaltischen und mittelrussischen Kreide, letztere in den Gouvernements Kursk, Woronesh, Simbirsk. Wichtige Phosphoritablagerungen dieser Art kennt man ferner im Silur von Russisch- und Oesterreichisch-Podolien, in der mittleren und oberen Kreide Nord-Frankreichs, Belgiens und der Gegend von Cambridge in England. Ausgedehnte metasomatische Lager finden sich im Contact devonischer Kalke mit silurischen Schiefen auftretend, in der Umgegend von Caceres und im Untersilur Canadas. Von besonderer Bedeutung sind die aus tertiären Kalken hervorgegangenen Phosphorite von Süd-Carolina (Carolina- oder Bull-River-Phosphat) und Florida, weiter die aus Korallenriffen umgewandelten Phosphate der westindischen Inseln Navassa, Klein-Curaçao, Aruba, Sombrero. 3. Quellabsätze in Spalten und Höhlungen von Jurakalken, wie die des Plateaus von Quercy in den Departements Lot, Tarn et Garonne und l'Aveyron. Ausser Apatit und den früher erwähnten Kalisalzen wie auch dem Natronsalpeter finden als Mineraldünger noch Anwendung: Kalk, Gyps, Anhydrit und in New-Jersey der dort in grosser Masse auftretende Glaukonit.

Weitere nutzbare, in manchen Fällen bergmännisch gewonnene Mineralien sind noch:

Flussspath (S. 263) als Zuschlagmittel bei Hüttenprocessen und zur Gewinnung von Flussäure, Strontianit (S. 281), Coelestin (S. 290) und Witherit (S. 280), alle drei zur Entzuckerung der Melasse und in der Feuerwerkerei verwendet; ferner Magnesit (S. 276) zur Gewinnung von bitumenfreier Kohlensäure für Mineralwässer, Baryt (S. 289), Quarz (S. 255), Kieselguhr (S. 255), letzteres angewendet als Poliermittel und Wärmeschutz, zur Darstellung von Dynamit und Wasserglas. Bez. Smirgel cfr. S. 247.

Der Feldspath (Orthoklas), namentlich pegmatitischen Gängen innerhalb krystalliner Schiefer (Skandinavien etc.) entnommen, dient bei der Glas- und Porcellanfabrikation.

Kaolin in seiner reinen Varietät liefert die Porcellanerde. Bekanntere Lokalitäten sind Aue bei Schneeberg (Meissen), Untergriesbach und Oberzell bei Passau, Morl bei Halle, St.-Yrieux bei Limoges (Sèvres), St.-Austel in Cornwall. Unreinere, an vielen Orten gefundene Varietäten liefern die Pfeifenerde und den Töpferthon, aus denen Steingut (Wedgewoodwaren), feuerfeste Tiegel (Hessische Tiegel, Gross-Almerode) etc. hergestellt werden.

Steinsalz und Kalisalze. — Steinsalz findet sich schicht- und lagerartig oder als Imprägnation in allen geologischen Formationen, beispielsweise

gehören dem Silur an: der Onondagadistrict mit Salina und Syracuse in New-York, die Soolen der Gegend von Petersburg, dem Devon: chinesische Vorkommnisse, dem Carbon: Salinen der Gegend von Bristol in England und Saginawdistrict in Michigan, dem Perm: Norddeutschland, der Trias: nord- und süddeutsche, sowie lothringische Vorkommnisse, namentlich aber alpine Lokalitäten, wie Hall, Hallein, Ischl, Atsee, Berchtesgaden. Eocänen Alters ist der 95 m frei aufragende Salzberg von Cardona, dem Miocän gehört das Salz der Karpathen (Wieliczka, Bochnia, Kalusz) und Siebenbürgens (Máros-Ujvár) an. Recente Salzbildungen finden sich in gewinnungsfähiger Menge in der aralo-kaspischen Niederung (Elton-, Bogdo-, Baskuntschak-, Inderskischer See), in Centralasien, Californien, Nevada, Utah etc.

Die Mächtigkeit der Salzlager ist zuweilen eine sehr grosse; das Bohrloch von Sperenberg bei Berlin steht 1182,64 m im Steinsalz, ohne es durchteuft zu haben. — Die steten Begleiter des Steinsalzes sind Anhydrit und Gyps.

Die bedeutendsten deutschen Salzlagerstätten gehören dem obersten Zechstein an und finden sich in dem subhercynischen Vorland zwischen Vienenburg und Bernburg. Ausser den genannten Orten sind in diesem Gebiet als wichtige Abbauorte zu erwähnen: Stassfurt, Leopoldshall, Westeregeln, Aschersleben; ausserdem Lüththen in Mecklenburg. Die ausserordentliche Bedeutung dieses Gebietes liegt in dem Umstande, dass hier mit dem Steinsalz verknüpft die für Landwirtschaft und chemische Industrie unentbehrlichen Kalisalze vorkommen und auf das genannte Gebiet, wenn man von Kalusz in Galizien absieht, beschränkt sind.

Man kann unter den von Buntsandstein unmittelbar überlagerten Salzschiechten des genannten Gebiets in typischen Fällen 2 Gruppen unterscheiden: Primäre Salze (Region des älteren Steinsalzes), die directe Absätze einstiger Meeresbecken sind und secundäre Salze (Region des jüngeren Steinsalzes), die hervorgehen aus der wechselseitigen Einwirkung, Auslaugung und Wiederauskrystallisation von Lösungen der primären Salze. Die Reihenfolge und Zusammensetzung der primären Salze ist von unten nach oben: 1. Steinsalz mit Anhydritschnüren (Anhydritregion), 2. Steinsalz mit Polyhalitschnüren (Polyhalitregion), 3. Steinsalz mit Kieserit und Carnallit (Kieseritregion), 4. Steinsalz mit herrschendem Carnallit (Carnallitregion). Untergeordnete primäre Salze sind Boracit, Jarosit, Douglasit.

Darüber lagert als schützende Decke der sogen. Salzthon, d. h. Sedimente, die aus thonigem Mergel, aus Anhydrit und Dolomit bestehen, und Anhydrit, und nun folgt da, wo secundäre Salze zur Ablagerung gelangt sind, das jüngere Steinsalz, gemengt mit Polyhalit, mit Sylvin (sogen. Sylvinit), mit Kieserit und Sylvin (sogen. Hartsalz) und als wichtigstes Glied Kainit. Untergeordnet kommen noch vor die secundären Salze: Schönit, Tachyhydrit, Bischofit, Krugit, Reichardt, Glauberit, Glaserit, Astrakanit, Pinnoit, Schwefelkies, Schwefel.

Auf die jüngere Steinsalzregion folgt die Bedeckung mit Buntsandsteinschiechten.

Von den beiden wichtigsten Kalisalzen, dem Carnallit und dem Kainit wird der letztere roh vermahlen und direct als Kalidünger benützt, während Carnallit unter Benützung des Processes, dass eine heiss gesättigte Lösung desselben KCl auskrystallisiren, MgCl₂ dagegen in Lösung lässt, zur Chlorkaliumfabrikation verwendet wird. Das roh gewonnene KCl wird in der Hauptsache auf Kalisalpeter und Potasche verarbeitet. Soweit Kainit und Schönit nicht direct abgegeben werden, wird aus ihnen Kaliummagnesiumsulfat dargestellt, das als solches oder nach weiterer Umbildung in Kaliumsulfat in der Landwirthschaft Verwendung findet. Von den sonstigen Salzen wird Kieserit zur Gewinnung von Bittersalz (Appretur leichter Baumwollstoffe etc.) verwendet. Aus unter 0° abgekühlten Lösungen von Kieserit und Chlornatrium krystallisirt Glaubersalz aus, das namentlich zur Darstellung weissen Glases gebraucht wird. Das Chlormagnesium dient noch zur Darstellung von Salzsäure und von Brom.

Soweit das in der Medicin verwendete Bittersalz nicht aus dem Kieserit der Kalisalzlagerstätten hergestellt wird, wird dasselbe aus bittersalzhaltigen Quellen, z. B. von Epsom in England, von Saldschütz und Püllna in Böhmen etc. gewonnen.

Von der im Handel vorkommenden Soda rührt nur ein geringer Theil aus dem natürlichen Vorkommen her, wie solches in den Landseen Unter-

ägyptens, z. B. bei Fezzan, ferner bei Nizam in Ostindien, im Great Basin von Nevada (Desert lake, Soda lake u. a.), bei Colcha östlich von Iquique in Peru auftritt. Der grössere Theil wird künstlich aus Kochsalz hergestellt. Verwendung in der Seifen- und Glasfabrikation, in der Färberei und zur Wäsche.

Aehnliches gilt vom Glaubersalz, das zwar in grösserer Menge an denselben Orten, wie die Soda vorkommt, auch selbständige Lager bei Logroño und Lodosa im Ebrothal und Muchrevan in der Nähe von Tiflis bildet, dennoch zum überwiegenden Theil künstlich aus Chlornatrium dargestellt wird.

Natronsalpeter, zur Darstellung des Kalisalpers verwendet, der in der Natur nur spärlich auftritt, hat sein Hauptgebiet in der Umgebung von Tarapaca an der Südgrenze Perus, besonders in der Pampa del Tamarugal, wo seine Schichten, vermengt oder verknüpft mit Sand und anderen Natronsalzen eine Mächtigkeit von 1 m, ja von 2 m erreichen.

Zur Alaunfabrikation dient Alunit (S. 295), der beispielsweise zu Puzzioli, Tolfa bei Civitavecchia, Montioni im Herzogthum Piombino, Munkacs, Tokay, Beregszasz, auf den Inseln Milo, Argentin und Nipoligo im griechischen Archipel, am Mont Dore, in Samsin in Kleinasien etc. zu diesem Zweck verwendet wird, die Hauptmasse rührt jedoch aus Thonerde und Schwefelkies haltigen Gesteinen, aus Kryolith und Beauxit her. Natürlicher Alaun ist nur sparsam in der Natur verbreitet.

Von Borax und Borsäure liefernden Mineralien haben technische Bedeutung Boracit, Tinkal und Sassolin, während Larderellit und Lagonit nur mineralogisches Interesse besitzen. Die Hauptgebiete der Gewinnung sind die Soffioni und Lagoni in der toscanischen Maremma zwischen Volterra und Massa marittima, die heisse Quelle von Sasso bei Siena und Vulcano. Gegenwärtig haben auch die analogen Vorkommnisse Californiens und Nevadas, sowie der Boracit der Kalisalzlagertstätten hohe Bedeutung erlangt, während früher aller Borax aus Tibet (von Dera Puga und vom Bul Tso in der Nähe des Tengri Nor) gebracht wurde.

Verwendung als Farbstoff finden Graphit, Baryt, Kreide, Eisenerde, ferner Bolus, von dem der aus Armenien hochroth, von Sinope dunkelroth, von Lemnos und Schlesien gelbroth, der französische blassroth, von Blois blassgelb ist. Die Cyprische Umbra ist ebenfalls ein Bolus, während Kölnische Umbra und Kasseler Braun Braunkohle sind. Die Grünerde vom Monte Baldo bei Verona und von Cypern liefert eine grüne Farbe. Sonst sind auch wohl Malachit und Lasurstein für die Malerei benutzt worden.

Zu Zwecken der Bildhauerei wie zu Ornamenten und ähnlichem finden Anwendung:

Marmor. Der Osten Griechenlands und die cycladischen Inseln sind reich an Marmor, berühmt waren im Alterthum der parische und pentelische M. Seit der römischen Kaiserzeit bis in die Gegenwart nimmt der M. von Carrara in den apuanischen Alpen, der Trias angehörend, den ersten Rang ein. Man unterscheidet daselbst den helleren Chiaro und den dunkleren Bardiglio. Zum ersteren gehört der rein weisse, zuckerkörnige Statuario, der Statuenmarmor, und der etwas grober körnige, zumeist verwendete Bianco chiaro. Ausser Carrara betheiligen sich an der Gewinnung von Bildhauer- marmor noch Massa di Carrara und Serravezza, ausserhalb Italiens noch Schlanders und Laas im Pinzgau. Marmore für ornamentale Zwecke finden sich vielerorts, so im belgischen Kohlenkalk, im rheinischen Devon etc.

Alabaster, besonders schön im Tertiär von Volterra in Toscana, ferner von Sicilien und vom Montmartre bei Paris.

Serpentin. Verarbeitet zu Ornamenten, Platten, Gefässen werden namentlich die Vorkommnisse von Zöblitz und Waldheim in Sachsen und aus Toscana. Den gleichen Zwecken dienen der chinesische Agalmatolith, Malachit und Lasurstein, ferner Rhodonit (sogen. Orletz) von Jekaterinburg, Chrysopras von Frankenstein in Schlesien. Nephrit und Jadeit lieferten das Material zu prähistorischen Waffen.

Bezüglich Meerscham cfr. S. 388.

Anhang II. Bestimmungstabellen der häufigeren Mineralien.

Nur die wichtigeren und häufiger vorkommenden Mineralien sind in diese Tabelle aufgenommen worden. Isomorphe oder sonst verwandte Mineralien sind durch randliche Klammer zusammengefasst. — Gebrauchte Abkürzungen:

XX = Krystalle.

‡ = Spaltbarkeit.

Mgl. = Metallglanz.

Dgl. = Diamantglanz.

Fgl. = Fettglanz.

Ggl. = Glasglanz.

ds. = durchsichtig.

uds. = undurchsichtig.

dschnd. = durchscheinend.

halbm. = halbmatt.

vollk. = vollkommen.

s. vollk. = sehr vollkommen.

Name.	Krystallform. Zusammensetzung.	Habitus.	#	Bruch.	Tena- cität.
I. Klasse. Elemente.					
Diamant C	Reg. tetraedr.-hem. S. 194	XX gerundet, O, $\infty O^{1/2}$, $\infty O\infty$. Zw. mit gekerb- ten Rändern. Aggr. unregelmässig, kug- lig, löcherige Körner.	O vollk.	muschlig	spröd
Graphit C	Hexagonal (?) S. 195	sechseckige Tafeln, meist derb und eingesprengt.	oP vollk.	erdig, eben	milde
Schwefel S	Rhombisch S. 195	XX pyramidal, P, oP, ∞P . Zw. nach P ∞ . Aggr. derb, eingesprengt, erdig, dicht.	∞P u. oP unvollk.	muschlig	spröd

2. Abtheilung.

Isom. Gr. d. Arsen.	Arsen As	Hexag., rhom- boedr. S. 196	XX selten, klein. Aggr. glaskopffartig, schalig.	oR vollk.	fein- körnig	spröd
	Antimon Sb	Hexag., rhomboedr. S. 197	XX selten. Aggr. derb, späthig, ein- gesprengt.	oR vollk.	fein- körnig	spröd
	Wismuth Bi	Hexag., rhomboedr. S. 197	XX selten. Aggr. gestrickt, baumför- mig, federartig, blatt- förmig.	oR, - 2R vollk.	fein- körnig	milde

3. Abtheilung.

Isom. Gr. d. Goldes.	Gold Au (mit Ag)	Regulär S. 198	XX O, $\infty O\infty$, ∞O , ge- wöhnlich verzerrt, ge- strickt. Aggr. ein- und aufgewach- sen in Körnern, Blätt- chen, drahtmoosförmig.	—	hakig	dehn- bar
	Silber Ag (mit Au)	Regulär S. 199	XX $\infty O\infty$, O. Zw. nach O, verzerrt. Aggr. derb, eingesprengt, haarförmig.	—	hakig	dehn- bar
	Quecksilber Hg	Regulär S. 200	flüssig.	—	—	—
	Amalgam Hg und Ag	Regulär S. 200	XX ∞O , $2O_2$.	—	muschlig	spröd
	Kupfer Cu	Regulär S. 200	XX O, $\infty O\infty$, ∞O , ver- zerrt. Zw. nach O. Aggr. skeletartig, ästig, dendritisch, derb.	—	hakig	dehn- bar

Härte.	Gewicht.	Glanz.	Pellucidi- tät.	Farbe.	Strich.	Bemerkungen.
--------	----------	--------	--------------------	--------	---------	--------------

1. Abtheilung. Nichtmetalle.

10	3,5	Dgl.	ds. bis uds.	farblos, oft gefärbt	farblos	Bgl. Mineralien der Edelsteinseifen.
1-2	2,2	Mgl.	uds.	stahlgrau	grau	In Gneiss, Glimmer- schiefer, körnigen Kalken. Aehnl.: Molybdän- glanz.
1,5-2,5	2	Fgl.	ds. bis uds.	gelb, orange, braun	gelb	Bgl. Gyps, Arragonit, Calcit, Cölestin. Aehnl.: Bernstein.

Sprödmetalle.

3-4	5,7	Mgl. schnell matt werdend	uds.	bleigrau	bleigrau	Auf Silbererzgängen
3,5	6,7	Mgl.	uds.	zinnweiss	zinnweiss	Aehnl.: Diskrasit.
2-2,5	9,7	Mgl.	uds.	röthlich silberweiss	schwarz, glänzend	Bgl. Kobalterze, Zinn- stein. Aehnl.: Rothnickel- kies, Breithauptit, Linneit, Danait.

Geschmeidige Metalle.

2,5-3	19,3	Mgl.	uds.	goldgelb	goldgelb	Bgl. Pyrit, Braun- eisen, Quarz, Sei- fenmineralien Aehnl.: Pyrit, Kupfer- kies.
2,5-3	11	Mgl.	uds.	silberweiss	silber- weiss	Bgl. Silbererze, Blei- glanz, Schwer- spath, Kalkspath, Flussspath.
—	13,5	Mgl.	uds.	zinnweiss	—	Bgl. Zinnober.
3-3,5	14	Mgl.	uds.	silberweiss	silber- weiss	Bgl. Zinnober.
2,5-3	8,5-9	Mgl.	uds.	roth	glänzend	Bgl. Cuprit.

Name.	Krystallform. Zusammensetzung.	Habitus.	#	Bruch.	Tena- cität.	
Isom. Gr. d. Goldes.	Eisen Fe (oft Nickel- haltig)	Regulär S. 200	XX nicht bekannt. Aggr. derb, in Körnern, Platten, Klumpen.	∞0∞	hakig	dehn- bar
	Platin Pt	Regulär S. 201	XX selten Aggr. schuppige od. eckige Körner.	—	hakig	dehn- bar

II. Klasse. Sulfide. 1. Abtheilung.

Isom. Gr. d. Antimonit.	Realgar As ₂ S ₂	Monoklin S. 203	XX ∞P, oP, ∞P $\bar{2}$, kurz- säulig. Aggr. derb, dicht, Anflug.	oP, ∞P∞ vollk.	muschlig	milde
	Auripigment As ₂ S ₃	Rhom- bisch S. 204	XX ∞P, ∞P $\bar{3}$, ∞P∞, klein, linsenförmig ge- krümmt. Aggr. blättrig, traubig, nie- renförmig.	∞P∞ s. vollk.	uneben	milde bieg- sam
	Antimonit Sb ₂ S ₃	Rhombisch S. 204	XX ∞P, ∞P∞, P; nach der Verticalaxe ausge- dehnt, spiessig, nadlig, wellig gebogen. Aggr. nadlig, verfilzt, kug- lige Büschel, derb.	∞P∞ s. vollk.	muschlig	milde
	Bismutit Bi ₂ S ₃	Rhombisch S. 205	XX dem Antimonit sehr ähnlich. Aggr. strahlig, blättrig.	∞P∞ s. vollk.	muschlig	milde
Molybdänit MoS ₂	Hexagonal (?) S. 206	XX undeutlich, tafelförmig Aggr. derb, eingesprengt, krumblättrig.	oP s. vollk.	dünn- schalig	milde bieg- sam	

2. Abtheilung. Sulfide der

Isom. Gr. d. Wurtzit.	Zinkblende ZnS (mit FeS)	Reg. tetraedr. hem. S. 206	XX verzerrt + $\frac{0}{2}$, - $\frac{0}{2}$, ∞O, $\frac{3O_3}{2}$, ∞O∞. Zw. nach O. Aggr. derb, eingesprengt, strahlig, körnig, schalig, stalaktitisch.	∞O vollk.	späthig	spröd
	Wurtzit ZnS	Hexag.-rhomb. S. 207	XX selten, ∞P ₂ , P ₂ . Aggr. derb, faserig, schalig	oR und ∞P ₂	faserig	spröd
	Millerit NiS	Hexag.-rhomb. S. 208	XX, haarförmig dünn.	—	—	uneben
Rothnickelkies NiAs	Hexag.- rhomb. S. 208	XX selten, hexagonale niedrige Pyramiden. Aggr. derb, nierenförmig.	—	—	muschlig	spröd

Härte.	Gewicht.	Glanz.	Pellucidi- tät.	Farbe.	Strich.	Bemerkungen.
4,5-6	7,88	Mgl.	uds.	grau bis schwarz	glänzend	Meist meteorischen Ursprungs.
4-5	17-18	Mgl.	uds.	stahlgrau	stahlgrau	Bgl. Platinmetalle und Seifenminera- lien.

Sulfide der Sprödmetalle (Sulfosäuren).

1,5-2	3,5	Fgl.	dschnd.	morgenroth	orange- gelb	Bgl. Antimonit, Au- ripigment. Geht im Lichte in Auri- pigment über. Aehn.: Zinnober.
1,5-2	3,5	Fgl.	dschnd.	citrongelb	gelb	Bgl. Antimonit, Real- gar.
2	4,6	Mgl.	uds.	bleigrau mit Stich ins Grünliche	bleigrau	Bgl. Schwerspath, Antimonocker. Aehn.: Bismutit, Blei- glanz, Manganit, Zinckenit.
2-2,5	6,5	Mgl.	uds.	heller als Antimonit	bleigrau	Bgl. Wismuthocker Aehn. Antimonit.
1-1,5	4,8	Fgl.	uds.	bleigrau mit Stich ins Röthliche	grau, grünlich	In Granit, vielfach neben Zinnstein. Aehn.: Graphit.

geschmeidigen Metalle (Sulfobasen).

3,5-4	4,0	halbm. Dgl.	ds. bis dschnd.	gelb, roth, braun, schwarz	gelblich, leder- braun	Bgl. Bleiglanz. Aehn. Fahlerz, Gra- nat.
3,5-4	4,0	Gigl.	dschnd. bis uds.	braungelb	hellbraun	Bleiglanz, Blende.
3,5	5,3	Mgl.	uds.	me ssinggelb	schwarz	Bgl. Nickelerze.
5,5	7,5	Mgl.	uds.	hell kupferroth	bräunlich- schwarz	Bgl. Speiskobalt, Chloanthit, Baryt Aehn.: Breithauptit, Linneit, Danait, Magnetkies, Wis- muth, Buntkupfer- erz.

Name.	Krystallform. Zusammensetzung.	Habitus.	#	Bruch.	Tena- cität.	
(Antimonnickel NiSbrhombodr. S. 208)	Hexag.	×× sehr selten, tafelförmig. Aggr. derb, eingesprengt.	—	uneben	spröd	
Isom. Gr. d. Pyrit.	Pyrit FeS ₂	Reg. pentag- hem. S. 209	×× häufig, ∞O∞, $[\frac{\infty O_2}{2}]$ O, $[\frac{4O_2}{2}]$. Zw. nach ∞P. Aggr. kuglig, knollig, dicht	∞O∞ undeutl.	muschlig spröd	
	Kobaltglanz CoAsS	Reg. pent- hem. S. 210	×× eingewachsen, deut- lich, O, $[\frac{\infty O_2}{2}]$ (Ikosa- eder)	∞O∞ vollk.	muschlig spröd	
	Gersdorffit NiAsS	Reg. pentag- hem. S. 211	×× eingewachsen, selten, ∞O∞. Aggr. derb, eingesprengt.	∞O∞ ziemlich deutlich	uneben spröd	
	Ullmannit NiSbS	Reg. pentag- hem. S. 211	×× selten, ∞O∞, O, ∞O. Aggr. derb, körnig, einge- sprengt.	∞O∞ vollk.	uneben spröd	
	Speiskobalt CoAs ₂ (mit NiAs ₂)	Reg. pentag- hem. S. 211	×× aufgewachsen, ver- zerrt, ∞O∞, O, bauchig gekrümmt, wie lackirt. Aggr. derb, gestrickt, nie- renförmig.	—	uneben spröd	
	Chloanthit NiAs ₂ (mit FeAs ₂ u. CoAs ₂)	Reg. pent- hem. S. 212	wie Speiskobalt.	—	uneben spröd	
Isom. Gr. d. Markasit.	Markasit FeS ₂	Rhombisch S. 212	×× niedrig säulig oder tafelig, ∞P, $\frac{1}{3}P\infty$, brachydiagonal gestreift. Zw. häufig nach ∞P od. nach $P\infty$. Aggr. hahnenkammartig, radialstrahlig, derb.	∞P undeutl.	uneben spröd	
	Arsenkies FeAsS	Rhombisch S. 213	×× kurz säulenförmig, ∞P, $\frac{1}{4}P\infty$, a gestreift. Zw. häufig nach $P\infty$. Aggr. derb, eingesprengt, strahlig, körnig, nieren- förmig.	∞P undeutl.	uneben spröd	
	Danait (FeCo)AsS (6%Co)	Rhom- bisch S. 214	×× wie Arsenkies, nach Axe a gestreckt.			wie
	Glaukodot (FeCo)AsS (25%Co)	Rhom- bisch S. 214	×× tafelförmig.			wie
	Arseneisen FeAs ₂ (zu- weilen Au)	Rhom- bisch S. 214	×× klein, selten, ∞P, $P\infty$. Aggr. derb, eingesprengt, körnig.	oP deutlich	uneben	spröd

Härte.	Gewicht.	Glanz.	Pellucidi- tät.	Farbe.	Strich.	Bemerkungen.
5	7,5	Mgl.	uds.	licht kupferroth	röthlich- braun	Bgl. Speiskobalt. Aehn.: Rothnickel- kies, Magnetkies.
6,5	4,9–5,2	Mgl.	uds.	speisgelb	bräunlich- schwarz	Weit verbreitet. Aehn.: Markasit, Magnetkies, Ku- pferkies, Gold.
5,5	6,2	Mgl.	uds.	röthlich silberweiss	grau- schwarz	In Gneissen. Aehn. Danait, Lin- neit, Wismuth.
5,5	6–6,7	Mgl.	uds.	silberweiss	grau- schwarz	Bgl. Nickelblüthe. Aehn.: Ullmannit, Speiskobalt.
5–5,5	6,2–6,5	Mgl.	uds.	bleigrau	dunkel- grau.	Aehn.: Bleiglanz, Speiskobalt, Gers- dorffit.
5,5	6,4–7,3	Mgl.	uds.	zinnweiss, dunkelgrau anlaufend	grau- schwarz	Bgl. Rothnickelkies, Schwerspath, Kob- altblüthe. Aehn.: Chloanthit, Ullmannit, Gers- dorffit, Arsenkies, Arseneisen.
5,5	6,4–6,8	Mgl.	uds.	zinnweiss, dunkelgrau anlaufend	grau- schwarz	Bgl. Rothnickelkies, Schwerspath, Nickelblüthe. Aehn.: Speiskobalt.
6–6,5	4,65–4,88	Mgl.	uds.	speisgelb mit Stich ins Grünliche	grünlich- grau	Ueberall verbreitet. Aehn.: Schwefelkies, Kupferkies.
5,5–6	6–6,2	Mgl.	uds.	silberweiss bis stahlgrau	schwarz	Bgl. Kobalt-, Nickel- und Silbererze, Zinnstein. Aehn.: Arseneisen, Chloanthit, Speis- kobalt, Markasit, Antimonsilber.
						In Gneiss. Aehn.: Arsenkies, Glanzkobalt, Glau- kodot.
						In Chloritschiefer. Aehn.: Glanzkobalt, Danait.
5–5,5	6,9–7,4	Mgl.	uds.	silberweiss	schwarz	In Serpentin. Aehn. Arsenkies.

Name.	Krystallform. Zusammensetzung.	Habitus.	#	Bruch.	Tena- cität.
Magnetkies Fe ₁₁ S ₁₂ (mit Ni)	Hexagonal S. 215	×× selten, tafelig, oP, ∞P. Aggr. derb, eingesprengt.	∞P ₂ ziemlich vollk. schalig nach oP	uneben	spröd
Linneit (NiCo) ₃ S ₄	Regulär S. 216	××, O, ∞O∞. Zw nach O. Aggr. derb u. eingesprengt.	∞O∞ unvollk.	uneben	spröd
Tesseralkies CoAs ₃	Reg. pent.-hem. S. 216	××, O, ∞O∞.	∞O∞ deutlich	muschlig uneben	spröd
Bleiglanzreihe.	Bleiglanz PbS (mit Silber) S. 217	Regulär ××, ∞O∞, O, ∞O. Zw. nach O. Aggr. späthig, körnig, sel- ten faserig, sehr fein- körnig (Bleischweif).	∞O∞ s. vollk.	späthig, flach- muschlig	milde
	Silberglanz Ag ₂ S S. 218	Regulär ×× verzerrt, ∞O∞, O. Zw. nach O. Aggr. derb, zahn- u. haar- förmig.	undeutl.	klein- muschlig	sehr ge- schmei- dig
Kupferglanzreihe.	Kupferglanz Cu ₂ S S. 219	Rhombisch ×× dicktaflig, pseudo- hexagonal, Drillinge. Aggr. derb, Versteinerungs- mittel.	∞P unvollk.	muschlig	milde
	Antimonsilber Ag ₂ Sb (?) S. 220	Rhombisch ×× säulig, pseudohexa- gonal cycl. Zw. nach ∞P. Aggr. derb, späthig.	P∞ vollk.	späthig	spröd
Zinnoberreihe.	Zinnober HgS S. 220	Hexag.-trapez.- tetart. ×× klein, dicktaflig, oR, R, ∞R. Aggr. derb, erdig, krumm- schalig.	∞R z. deutlich	uneben splittrig	milde
	Kupferindig CuS S. 221	Hexag.- rhomboedr. ×× selten, oR, ∞R. Aggr. feinkörnig, pulvrig.	oR s. vollk.	eben	milde
Sylvanit (AuAg)Te ₂	Monoklin S. 221	×× kurznaclig. Aggr. schriftähnlich.	2 Rich- tungen deutlich	—	milde
Nagyagit (PbAu)(STe) ₂	Rhombisch S. 221	×× tafelig, ∞P∞. Aggr. blättrig.	∞P∞ s. vollk.	—	mild, bieg- sam

3. Abtheilung.

Kupferkies CuFeS ₂	Tetrag.-sphen- hem. S. 223	×× holoedrisch oder te- traedrisch + $\frac{P}{2}$, - $\frac{P}{2}$, 2P∞. Zw. häufig nach $\frac{P}{2}$ Aggr. derb, eingesprengt, traubig.	2P∞ undeutl.	muschlig bis uneben	spröd
----------------------------------	-------------------------------	--	-----------------	---------------------------	-------

Härte.	Gewicht.	Glanz.	Pellucidi- tät.	Farbe.	Strich.	Bemerkungen.
3,5—4,5	4,6	Mgl.	uds.	tombakbraun	grau- schwarz	Fahlbandartig! Auf Silbererzgingen. Aehn.: Silberkies, Rothnickelkies, Buntkupferkies.
5,5	4,8—5,0	Mgl.	uds.	röthlich stahlgrau, kupferroth anlaufend	schwärz- lichgrau	Bgl. Kupferkies, Spatheisen. Aehn.: Kobaltglanz.
6	6,5—6,8	Mgl.	uds.	grünweiss, röthlich anlaufend	schwarz	Bgl. Kobalterze. Aehn.: Speiskobalt.
2,5	7,3—7,6	Mgl.	uds.	bleigrau mit Stich ins Röthliche	graulich- schwarz	Bgl. Zinkblende, Sil- bererze, Galmei. Aehn.: Antimonit, Ullmannit.
2—2,5	7—7,4	Mgl.	uds.	dunkelblei- grau	glänzend	Bgl. Silbererze. Aehn.: Kupferglanz, Magnetit, Chromit, Stephanit.
2,5—3	5,5—5,8	Mgl.	uds.	dunkelblei- grau	glänzend	Bgl. Cuprit, Malachit, Kupferlasur. Aehn.: Silberglanz, Magnetit, Chromit.
3,5	9,4—10	Mgl.	uds.	silberweiss	glänzend	Bgl. Silbererze, Ar- sen. Aehn.: Antimon.
2—2,5	8—8,2	Dgl.	in dünner Sch. ds.	cochenille- roth	coche- nilleroth	Bgl. Quecksilber, Bitumen. Aehn.: Realgar, Cu- pfit, Rotheisen, Rothgültigerz.
1,5—2	3,8	Fgl.	uds.	blauschwarz, indigblau	schwarz	Bgl. Kupferglanz, Kupferkies.
1,5—2	8	Mgl.	uds.	stahlgrau- silberweiss	glänzend	Bgl. Gold. Aehn.: Nagyagit.
1—1,5	7	Mgl.	uds.	dunkelblei- grau	grau- schwarz	Bgl. Gold. Aehn.: Sylvanit.

Sulfosalze.

3,5—4	4,1—4,3	Mgl.	uds.	messinggelb mit Stich ins Grünliche	grünlich- schwarz	Bgl. Bleiglanz, Blende, Pyrit, Markasit, Zinn- stein, Spatheisen, Baryt, Flussspath. Aehn.: Markasit, Pyrit.
-------	---------	------	------	---	----------------------	--

Name.	Krystallform. Zusammensetzung.	Habitus.	#	Bruch.	Tena- cität.	
Buntkupfererz FeCu ₃ S ₃	Regulär S. 224	XX selten, traubig grup- pirt ∞O∞, O. Aggr. derb, eingesprengt.	O s. unvollk.	muschlig bis uneben	spröd	
Zinckenit PbSb ₂ S ₄	Rhombisch S. 225	XX strahlig, spiessig, ∞P, P∞. Drillinge nach ∞P	—	uneben	milde	
Miargyrit AgSbS ₂	Monoklin S. 225	XX klein dicktaflig. Aggr. aufgewachsen, in Drusen.	—	klein- muschlig	milde	
Jamesonit Pb ₂ Sb ₂ S ₅	Rhombisch S. 226	XX ∞P, ∞P∞. Aggr. strahlig, faserig, derb feinfaserig (Federerz), verfilzt, lappig, roth (Zundererz).	oP vollk.	—	milde	
Boulangerit Pb ₃ Sb ₂ S ₆	Rhombisch S. 227	XX nicht bekannt. Aggr. derb, feinkörnig, faserig.	—	—	spröd	
Bournonit CuPbSbS ₃	Rhombisch S. 227	XX dicktaflig, ∞P, oP, ∞P∞, ∞P∞, P∞, P∞. Zw. nach ∞P (Rädelerz). Aggr. derb, körnig, einge- sprengt.	∞P∞ undeutl.	muschlig	spröd	
Isom. Gr. d. Rothgültig.	Pyrargyrit Ag ₃ SbS ₃	Hex.-rhom- boed.-hemi- morph S. 229	XX ∞P ₂ , -1/2R, R ₃ , R, flächenreich. prismatisch oder skale- noedrisch. Zw. nach 1/4R, bouquetartig. Aggr. dendritisch, Anflug	P z. vollk.	muschlig splittrig	spröd
	Proustit Ag ₃ AsS ₃	Hex.-rhom- boedr.-hemim. S. 229	XX R ₃ , ∞P ₂ , -1/2R, -2R, R, ∞R, skalenoedrisch. Aggr. derb, dendritisch, Anflug.	P unvollk.	muschlig	spröd
Feuerblende Ag ₃ SbS ₃	Monoklin S. 230	XX klein, taflig, ∞P∞. Zw. nach ∞P∞, büschel- förmig.	∞P∞	—	—	
Fahlerz 4(Cu ₂ FeZn)S. As ₂ S ₃ 4(Cu ₂ Ag ₂ FeZn)S. Sb ₂ S ₃ (kein Blei!)	Reg. tetraedr.-hem. S. 230	XX tetraedrisch $\frac{O}{2}$, ∞O, $\frac{2O_2}{2}$. Zw. nach O. Aggr. derb, eingesprengt, körnig, dicht.	O s. unvollk.	muschlig bis uneben	spröd	

Härte.	Gewicht.	Glanz.	Pellucidi- tät.	Farbe.	Strich.	Bemerkungen.
3	4,9—5,1	Mgl.	uds.	röthlich tom- bakbraun, rasch bunt anlaufend	schwärz- lichgrau	Bgl. Kupferkies, Ku- pferglanz, Blende, Bleiglanz. Aehnl.: Magnetkies, Blende.
3—3,5	5,3	Mgl.	uds.	dunkel- bis bleigrau	schwarz	Bgl. Antimonit, Quarz. Aehnl.: Antimonit.
2—2,5	5,2—5,4	Dgl.- Mgl.	dschnd.	dunkelblei- grau-eisen- schwarz	kirschroth	Bgl. Rothgültigerz Aehnl.: Rothgültig- erz.
2—3	5,5—5,8	Mgl.	uds.	stahl- bis bleigrau	grau- schwarz.	Bgl. Bleiglanz, Bour- nonit, Quarz. Aehnl.: Zinckenit.
2,5—3	5,8—6	seiden- artiger Mgl.	uds.	dunkel bleigrau	grau-	Bgl. Bleiglanz, Anti- monit, Antimon- ocker. Aehnl.: Federerz.
2,5—3	5,7—5,9	stark fettiger Mgl.	uds.	stahl- bis bleigrau und eisenschwarz	grau	Bgl. Bleiglanz, Fah- lerz, Baryt, Spath- eisen. Aehnl.: Fahlerz.
2,5	5,85	metall- artiger Dgl.	dschnd. bis uds.	im auffallen- den Licht schwarz bis grauschwarz, im durchfall- enden röth- lichbis purpur	roth	Bgl. Silbererze, Blei- glanz, Kalkspath. Aehnl.: Proustit, Cu- pritt, Miargyrit, Rotheisen, Zin- nober.
2,5	5,57	Dgl.	halbds. bis dschnd.	im auffallen- den Licht schwarz bis röthlich- schwarz, im durchfallenden zinnober- roth	scharlach- zinnober- roth	Bgl. Silbererze, Blei- glanz, Kalkspath. Aehnl.: Pyrargyrit, Cupritt, Zinnober.
2	4,2—4,3	perlmutter- artiger Dgl.	dschnd.	hyacinthroth	gelbroth.	Bgl. Pyrargyrit.
3—4	4,36—5,36	fettiger Mgl.	uds.	stahlgrau bis eisenschwarz, bunt angelau- fen, mit Ku- pferkies über- zogen	schwarz bis röth- lichbraun	Bgl. Kupferkies, Blende, Bleiglanz, Bournonit, Quarz, Spatheisen, Baryt. Aehnl.: Bournonit.

Name.	Krystallform. Zusammensetzung.	Habitus.	#	Bruch.	Tena- cität.
Sprödglasserz Ag ₅ SbS ₄	Rhombisch S. 232	×× pseudo-hexagonal, taf- lig, ∞P, oP, ∞P∞, Zw. wie Kupferglanz. Aggr. rosettenartig, derb, Anflug.	—	muschlig bis uneben	milde
Polybasit (Ag ₂ Cu ₂) ₉ Sb ₂ S ₁₂	Rhombisch S. 233	×× pseudo-hexagonal, taf- lig, ∞P, oP. Aggr. derb, eingesprengt.	oP unvollk.	uneben	milde
Enargit Cu ₃ As ₄	Rhombisch S. 233	×× säulenförmig, ∞P, ∞P∞, oP. Aggr. derb, körnig, strahlig, späthig.	∞P s. vollk.	—	spröd
Zinnkies Cu ₂ FeSnS ₄	Reg. tetrag.-hem. S. 234	×× sehr selten. ∞O∞, $\frac{0}{2}$ Aggr. derb, feinkörnig, dicht.	—	—	spröd

III. Klasse. Oxyde.

Arsenit As ₂ O ₃	Regulär S. 235	×× O. Aggr. mehlig, haarförmig.	O	—	—
Sénarmontit Sb ₂ O ₃	Regulär S. 236	×× O Aggr. derb, körnig, dicht.	O unvollk.	uneben	spröd
Valentinit Sb ₂ O ₃	Rhombisch S. 236	×× prismatisch, ∞P Aggr. derb, stänglig, schalig.	∞P∞ vollk.	—	milde
Quarz SiO ₂	Hexag.-trapez.-tetart S. 237	×× holo-hexagonal, pris- matisch oder pyramidal, ∞P (quer gestreift), +R, -R. Aggr. körnig, dicht, stäng- lig, fasrig.	+R unvollk.	muschlig splittig	spröd
Chalcedon SiO ₂	kryptokrystall- Quarz S. 241	Aggr. traubig, glaskopf- artig.	—	muschlig bis uneben	—
Tridymit SiO ₂	Rhombisch S. 241	×× klein, tafelig, pseudo- hexagonale Drillinge.	schalig nach oP	—	—
Brookit TiO ₂	Rhombisch S. 242	×× tafelig, ∞P∞, ∞P, oP.	∞P∞ undeutl.	—	spröd
Rutil-Gr. Anatas TiO ₂	Tetra- gonal S. 242	×× klein, spitzpyramidal, P, oP.	P und oP vollk.	—	spröd

Härte.	Gewicht.	Glanz.	Pellucidi- tät.	Farbe.	Strich.	Bemerkungen.
2-2,5	6,2-6,3	Mgl.	uds.	bleigrau bis eisenschwarz	grau- schwarz	Bgl. Silbererze. Aehn.: Kupferglanz, Silberglanz.
2-2,5	6-6,25	Mgl.	roth dschnd.	eisenschwarz	schwarz	Bgl. Silbererze. Aehn.: Kupferglanz, Silberglanz.
3	4,36-4,47	blende- artiger Mgl.	uds.	stahlgrau bis eisenschwarz	schwarz	Bgl. Kupferkies. Aehn.: Manganit.
4	4,4	Mgl.	uds.	gelblich stahlgrau	schwarz	Bgl. Zinnstein, Ku- pferkies. Aehn.: Markasit, Pyrit.

1. Abtheilung. Einfache Oxyde.

1,5	3,7	Glg.	ds.	farblos bis weiss	weiss	Bgl. Arsenerze. Aehn.: Sénarmontit.
2-2,5	5,25	Dgl. und Fgl.	ds.	farblos bis grau	weiss	Bgl. Antimonerze. Aehn.: Arsenit.
2,5-3	5,6	Dgl. und Perlmgl.	ds.	weiss bis graulich	weiss	Bgl. Antimonit.
7	2,5-2,8	Glg.	ds.	farblos: Bergkr. viol.: Amethyst; rauchbraun: Rauchtopas; weiss: Gem. Quarz u. Milch- quarz; gelb, roth, braun: Eisenkiesel.	weiss	Allgemein verbreitet Aehn.: Cordierit, Apatit, Phenakit, Beryll, Topas, Ko- rund, Nephelin, Spinell, Diamant.
7	2,6	Glg.	dschnd.	weiss; roth: Carneol. grün: Plasma u. Chrysopras; gebändert: Achat.	weiss	—
6,5-7	2,3	Glg.	ds. bis dschnd.	farblos, weiss, grau	weiss	In Trachyt.
5,5-6	3,8-4,1	metall- artiger Dgl.	dschnd. bis uds.	rothbraun- schwarz	braun	Mit Rutil, Anatas, Bergkrystall, Adu- lar.
5,5-6	3,8-3,9	metall- bis fettartiger Dgl.	halbds. bis dschnd.	gelb, braun, hyacinthroth	grau	Mit Brookit, Rutil, Ilmenit, Bergkry- stall, Adular.

Name.	Krystallform. Zusammensetzung.	Habitus.	#	Bruch.	Tena- cität.	Härte.	Gewicht.	Glanz.	Pellucidi- tät.	Farbe.	Strich.	Bemerkungen.	
Rutil-Gruppe.	Rutil TiO ₂	Tetragonal S. 243	XX säulenförmig, ∞P, ∞P∞, ∞P ₂ , P. Zw. nach P∞, knieförmig, cyclisch, gitterartig.	∞P vollk.	muschlig bis uneben	—	6—6,5	4,2—4,3	metall- artiger Dgl.	dschnd. bis uds.	braunroth	gelblich	Bgl. Ilmenit, Eisen- glanz, Apatit, Bergkrystall, Adu- lar. Aehn!.: Rothzinkerz, Titaneisen.
	Zirkon ZrSiO ₄	Tetragonal S. 243	XX säulenförmig, pyra- midal, ∞P, P, ∞P∞.	P und ∞P unvollk.	muschlig bis uneben	—	7,5	4,4—4,7	Glg. bis Fgl.	ds. bis dschnd.	farblos und gefärbt (Hyacinthen)	weiss	In Zirkonsyenit. Aehn!.: Vesuvian, Zinnstein.
	Zinnstein SnO ₂	Tetragonal S. 244	XX kurz, dicksäulig, ∞P, P, P∞, ∞P∞, meist Zw. nach P∞. Aggr. derb, eingesprengt, feinfasrig, Gerölle.	∞P∞ und ∞P unvollk.	muschlig	spröd	6—7	6,8—7	Dgl. bis Fgl.	dschnd. bis uds.	braun- schwarz, gelb	ledergelb bis farblos	Bgl. Topas, Fluss- spath, Apatit, Zinn- waldit, Wolfram, Scheelit, Seifen- mineralien. Aehn!.: Vesuvian, Zir- kon, Turmalin, Blende, Granat, Wolfram.
Polianit MnO ₂	Tetragonal S. 245	XX kurzsäulig, ∞P, ∞P∞, oP. Aggr. stalaktitisch, nieri- g.	∞P∞	uneben	—	6,5—7	4,7—5,0	Mgl.	uds.	licht stahl- grau	grau- schwarz	Bgl. Brauneisen. Aehn!.: Pyrolusit, Manganit.	
Pyrolusit MnO ₂	S. 245	Pseudomorphosen nach Po- lianit oder Manganit; strahlig.	—	—	—	2—2,5	—	—	uds.	grau	schwarz	Bgl. Manganerze. Aehn!.: Polianit, Man- ganit.	
Rothzinkerz ZnO	Hexag. hemi- morph S. 246	XX fehlend. Aggr. derb, körnig, gross- späthig, schalig.	oP vollk.	muschlig	spröd	4—4,5	5,4—5,7	Dgl.	dschnd.	blut- bis hyacinthroth	röthlich- gelb	Bgl. Franklinit. Aehn!. Rutil, Zin- nober, Cuprit.	
Periklas MgO	Regulär S. 246	XX klein, O, ∞O∞, derb.	∞O∞ vollk.	—	—	6	3,7	Glg.	ds.	grünlichgrau, farblos und gefärbt	weiss	—	
Korund-Gruppe.	Korund Al ₂ O ₃	Hexag. rhomboedr. S. 246	XX säulig oder pyramidal, tonnenförmig, ∞P ₂ , R, oR. Aggr. körnig bis dicht (Smirgel).	R vollk.	muschlig bis splittrig	—	9	3,9—4	Glg.	ds.	blau (Sapphir) roth (Rubin)	weiss	Bgl. Magnetit, Chlo- rit; in Graniten und Basalten. Aehn!.: Smaragd, Dia- mant, Turmalin, Cordierit, Apatit.
	Rotheisenerz Fe ₂ O ₃	Hexag. rhomboedr. S. 247	XX (Eisenglanz) taflig, pyramidal, rhomboedr., oR, R, $\frac{1}{2}$ R ₂ . Aggr. derb, blättrig, schup- pig, fasrig, dicht, glas- kopffartig, erdig (Rother Glaskopf und Rotheisen).	R undeutl.	muschlig	spröd	5,5—6,5	5,2	Mgl. resp. matt	uds.	stahlgrau bis eisenschwarz, bunt anlau- fend, derb roth	roth bis braun	Weit verbreitet. Aehn!.: Magnetit, Chromit, Cuprit, Rothgültigerz, Ti- taneisen, Limonit, Psilomelan.
	Titaneisen FeTiO ₃	Hexag. tetart.-rhom- boedr. S. 248	XX eingewachsen, taflig oder rhomboedr., R, oR, — $\frac{1}{2}$ R, — $\frac{2}{2}$ R. Aggr. körnig, schalig, lose Gerölle.	R undeutl.	muschlig bis uneben	—	5—6	4,56—5,2	Mgl.	uds.	eisenschwarz bis schwarzbraun	schwarz	Bgl. Rutil, Apatit. Aehn!. Magnetit, Ei- senglanz, Nigrin.
Rothkupfererz Cu ₂ O	Reg. plag- hem. S. 249	XX O, ∞O. Aggr. derb, körnig, selten haarförmig.	O deutlich	muschlig bis uneben	spröd	3,5—4	5,7—6	metall- artiger Dgl.	dschnd. bis uds.	cochenille- roth, metal- lisch bleigrau	braunroth	Bgl. Malachit und Kupferlasur. Aehn!.: Rothgültigerz, Rotheisen, Zinnober.	

Name.	Krystallform. Zusammensetzung.	Habitus.	#	Bruch.	Tena- cität.
2. Abtheilung.					
Isom. Gr. des Spinell.	Spinell MgO.Al ₂ O ₃	Regulär S. 250	XX O. ∞O, 3O ₃ . Zw. nach O, eingewachsen oder lose Körner.	O unvollk.	muschlig —
	Zinkspinell ZnO.Al ₂ O ₃	Regulär S. 251	XX O. Zw. nach O. Aggr. körnig.	O vollk.	muschlig spröd
	Franklinit (ZnMn)O.Fe ₂ O ₃ S.	Regulär 251	XX O. ∞O. Aggr. derb u. eingesprengt.	O unvollk.	muschlig —
	Chrom Eisenstein FeO.Cr ₂ O ₃	Reg. S. 252	XX selten, O. Aggr. meist derb, einge- sprengt.	O unvollk.	uneben bis muschlig
	Magneteisenerz FeO.Fe ₂ O ₃	Reg. S. 252	XX eingewachsen, O, ∞O. Aggr. derb, körnig, schalig.	O unvollk.	muschlig spröd
Chrysoberyll BeO.Al ₂ O ₃	Rhombisch S. 253	XX eingewachsen, taflig, ∞P∞, ∞P∞. Zw. nach 3P∞.	∞P∞ deutlich	muschlig —	
Hausmannit Mn ₃ O ₄	Tetragonal S. 254	XX ein- und aufgewach- sen, pyramidal, P. Aggr. derb, körnig.	oP deutlich	uneben —	

3. Abtheilung.

Opal SiO ₂ + aq	Amorph S. 255	derb, eingesprengt, traubig, durchtrümernd.	—	muschlig	—
Stiblich H ₂ Sb ₂ O ₅	Amorph S. 255	derb oder erdig.	—	—	—
Brucit MgO.H ₂ O	Hexag. rhomboedr. S. 256	XX taflig, oR, +R. Aggr. derb, schuppig, feinf- fasrig.	oR s. vollk.	—	milde
Diaspor Al ₂ O ₃ .H ₂ O	Rhombisch S. 256	XX klein, taflig, nach ∞P∞. Aggr. blättrig.	∞P∞ s. vollk.	—	sehr spröd
Beauxit Al ₂ O ₃ .2H ₂ O	Amorph S. 256	derb, thonartig.	—	—	—
Hydrargillit Al ₂ O ₃ .3H ₂ O	Monoklin S. 256	XX pseudo hexag. Tafeln. Aggr. radialfasrig, schuppig.	oP vollk.	—	zäh
Sassolin B ₂ O ₃ .3H ₂ O	Triklin S. 257	Blättchen.	—	—	—
Manganit Mn ₂ O ₃ .H ₂ O	Rhombisch S. 257	XX prismatisch, ∞P, oP. Aggr. strahlig, stänglig.	∞P∞ s. vollk. ∞P vollk.	uneben	spröd

Härte.	Gewicht.	Glanz.	Pellucidi- tät.	Farbe.	Strich.	Bemerkungen.
Zusammengesetzte Oxyde.						
8	3,5—4,1	Ggl.	ds. bis uds.	farblos, und roth gefärbt	weiss	Contactmineral. Aehnl.: Zirkon, Gra- nat, Korund.
8	4,34	fettiger Ggl.	dschnd. bis uds.	schwärzlich grün	grau	Bgl. Franklinit und Rothzinkerz.
6—6,5	5,0—5,1	Mgl.	uds.	eisenschwarz	braun bis rothbraun	Bgl. Rothzinkerz. Aehnl.: Chromit, Mag- netit, Kupferglanz.
5,5	4,5	fettiger Mgl.	uds.	eisen- bis bräunlich- schwarz	braun	In Serpentin. Aehnl.: Magnetit, Franklinit. (Nicht magnetisch).
5,5—6,5	5,1	Mgl.	uds.	eisenschwarz	schwarz	Durch Magnetismus von Chromit, Ti- taneisen, Haus- mannit unterschieden.
8,5	3,7	fettiger Ggl.	ds. bis dschnd.	grünlich- weiss, sma- ragdgrün	weiss	Bgl. Smaragd. Aehnl. Korund, Spinell.
5—5,5	4,7—4,8	fettiger Mgl.	uds.	eisenschwarz	braun	Bgl. Manganerze. Aehnl.: Magnetit, Braunit.

Hydroxyde.

5,5—6,5	2,1—2,3	Ggl. bis Fgl. und Wachsgl.	ds. bis uds.	farblos und gefärbt	weiss	Aehnl.: Chalcidon.
5	5,3	Fgl.	uds.	gelb	weiss	Bgl. Antimonerze.
2	2,3	Ggl. bis Perlmgl.	ds. bis dschnd.	weiss	weiss	Bgl. Serpentin. Aehnl.: Talk, Gyps, Glimmer.
6	3,4	Ggl. bis Perlmgl.	ds. bis dschnd.	farblos, gelb- lich grünlich	weiss	Bgl. Chlorit, Magnetit.
2—3	—	—	—	roth, braun	braun	Aehnl.: Bolus, Thon.
2,5—3	2,35	Ggl. bis Perlmgl.	dschnd.	farblos und weiss	weiss	Aehnl.: Wavellit, Chalcidon.
1	1,5	Perlmgl.	dschnd.	weiss	weiss	Bgl. Schwefel.
3,5—4	4,3—4,4	Mgl.	uds.	eisenschwarz mit Stich ins Braune	braun	Bgl. Manganerze, Schwerspath. Häu- fig in Pyrolusit ver- wandelt. Aehnl.: Antimonit.

Name.	Krystallform. Zusammensetzung.	Habitus.	#	Bruch.	Tena- cität.
(Göthit Fe ₂ O ₃ .H ₂ O	Rhombisch S. 257	×× klein, prismatisch, ∞P, ∞P∞. Aggr. derb, blättrig, schup- pig, strahlig. Varietäten: Nadeleisenerz, Rubinglimmer, Lepido- krokot.	∞P∞ s. vollk.	—	spröd
Limonit 2Fe ₂ O ₃ .3H ₂ O	Krystallinisch S. 258	kryptokrystallinisch, fasrig, strahlig, glaskopffartig, stalaktitisch, ockerig. Varietäten: Brauner Glas- kopf, Stilpnosiderit, dichter Brauneisenstein, er- diger Brauneisenstein.	—	muschlig bis erdig	spröd
Psilomelan MnO ₂ +MnO+aq	Krystallinisch S. 259	kryptokrystallin, fasrig, dicht, traubig, glaskopf- artig.	—	muschlig bis eben	spröd
Wad MnO ₂ , MnO, aq	Amorph S. 260	derb, knollig, nierig, als Ueberzug, locker, schau- mig.	—	muschlig bis erdig	mild

IV. Klasse. Haloidsalze.

Steinsalz-Gruppe.	Sylvin KCl	Regulär S. 261	×× ∞O∞, O. Aggr. körnig, späthig.	∞O∞ s. vollk.	muschlig	spröd
	Steinsalz NaCl	Regulär S. 261	×× ∞O∞. Aggr. körnig, fasrig.	∞O∞ s. vollk.	muschlig	spröd
	Salmiak NH ₄ Cl	Regulär S. 262	×× O, 3O3 Aggr. Krusten, traubig, fasrig, mehlig.	O unvollk.	muschlig	milde
	Kerargyrit AgCl	Regulär S. 262	×× klein, ∞O∞, O, ∞O. Aggr. Krusten, derb, Anflug.	—	muschlig	ge- schmei- dig.
	Embolit Ag(ClBr)	Regulär S. 263	×× klein, ∞O∞, O, ∞O. Aggr. Krusten, derb, Anflug.	—	muschlig	ge- schmei- dig.
Flussspath CaF ₂	Regulär S. 263	×× ∞O∞, O, ∞O. Aggr. späthig, dicht, derb.	O vollk.	muschlig	spröd	

2. Abtheilung. Doppel-

Carnallit KCl+MgCl ₂ +6H ₂ O	Rhombisch S. 265	×× selten, pseudohexag. Aggr. derb, grobkörnig.	—	muschlig	spröd
Kryolith 6NaF.Al ₂ F ₆	Monoklin S. 265	×× würfelförmig, ∞P, oP. Aggr. derb, späthig.	oPs. vollk. ∞P vollk. P∞ deutl.	—	spröd

Härte.	Gewicht.	Glanz.	Pellucidi- tät.	Farbe.	Strich.	Bemerkungen.
5—5,5	3,8—4,3	unvollk. Dgl.	dschnd.	nelken- bis schwärzlich- braun	roth- bis braungelb	Pseudomorphosen nach Pyrit. Bgl. Brauneisenstein, Rotheisenstein.
1—5,5	3,4—4	halb- metallisch	uds.	braun, schwarz, ockergelb	rothbraun	Aehnli.: Rotheisenerz, Psilomelan.
5,5—6	4,23	schim- mernd bis matt	uds.	bläulich- schwarz	bräunlich- schwarz, glänzend	Bgl. Brauneisenstein, Baryt. Aehnli.: brauner und rother Glaskopf.
0,5—1,5	2,3—3,7 (scheinbar leichter)	matt	uds.	braun bis schwarz	braun, glänzend, abfärbend	—

1. Abtheilung. Einfache Haloide.

2	1,9—2	Ggl.	ds.	farblos und gefärbt	weiss	Bgl. Steinsalz, Kali- salze.
2	2,1—2,2	Ggl.	ds.	farblos und gefärbt	weiss	Bgl. Gyps, Anhydrit.
1,5—2	1,5—1,6	Ggl.	ds.	farblos und gefärbt	weiss	Bgl. Lava, Kohle.
1—1,5	5,5—5,6	diamant- artiger Fgl.	dschnd.	grau, grünlich	glänzend	—
1—2	5,8—6	Dgl.	dschnd.	gelbgrün	zeisiggrün	—
4	3,1—3,2	feuchter Ggl.	ds.	farblos und violett, grün, gelb gefärbt	weiss	Weit verbreitet. Aehnli.: Baryt, Apatit, Orthoklas.

Chloride und -Fluoride.

1	1,60	Ggl.	ds.	farblos, oft gefärbt	weiss	Bgl. Steinsalze, Kali- salze.
2,5—3	2,96	feuchter Ggl.	dschnd.	weiss und röthlich gefärbt	weiss	Bgl. Eisenspath. Aehnli.: Anhydrit, Schwerspath.

Name.	Krystallform. Zusammensetzung.	Habitus.	#	Bruch.	Tena- cität.
3. Abtheilung. Chloride etc. in Verbindung					
Kainit KCl.MgSO ₄ .3H ₂ O	Monoklin S. 266	XX selten. Aggr. derb, feinkörnig.	∞P∞ vollk. ∞P deutl.	—	mild ins Spröde
Phosgenit PbCl ₂ .PbCO ₃	Tetragonal S. 267	XX kurzsäulig, ∞P∞, oP, ∞P.	∞P und ∞P∞ vollk.	muschlig	milde
Atakamit CuCl ₂ .3Cu(OH) ₂	Rhombisch S. 267	XX prismatisch, ∞P, ∞P∞, P∞. Aggr. stänglig, blättrig, nierenförmig.	∞P∞ vollk.	muschlig	spröd

V. Klasse.

Boracit Mg ₇ B ₁₆ O ₃₀ Cl ₂	Rhomb. u. regulär S. 269	XX regulär-tetraedrisch, ∞O∞, ∞O, $\frac{O}{2}$. Aggr. derb, feinfasrig.	—	muschlig	spröd
Tinkal Na ₂ B ₄ O ₇ .10H ₂ O	Monoklin S. 270	XX kurzsäulig, augitähn- lich, ∞P, ∞P∞, ∞P∞, oP, P.	∞P∞ und ∞P	muschlig	spröd

**VI. Klasse. Nitrate,
A.**

Kalisalpeter KNO ₃	Rhombisch S. 272	XX selten; künstl. XX prismatisch. Aggr. nadel- u. haarförmig.	∞P∞ und ∞P wenig vollk.	muschlig	spröd
Natronsalpeter NaNO ₃	Rhomboedr. S. 272	XX wie bei Calcit; selten. Aggr. krystallinisch.	R z. vollk.	muschlig	spröd

B. Carbonate, 1. Abtheilung.

Isom. Gr. d. Kalkspath.	Kalkspath CaCO ₃	Hexag. rhomboedr. S. 273	XX - 1/2R, - 2R, ∞R, R ₃ , oO. Zw. nach oR und - 1/2R. Aggr. späthig, körnig, stänglig, fasrig, dicht, erdig, stalaktitisch.	R s. vollk.	muschlig selten wahr- nehmbar	spröd
	Dolomit (CaMg)CO ₃	Hexag. rhomboedr. S. 276	XX + R, oft sattelförmig gebogen. Zw. nach oR Aggr. körnig, stänglig.	R vollk.	muschlig	spröd
	Magnesit MgCO ₃	Hexag. rhomboedr. S. 276	XX + R. Aggr. körnig, stänglig.	R s. vollk.	—	spröd
	Zinkspath ZnCO ₃	Hexag. rhomboedr. S. 277	XX klein, gerundet, +R Aggr. derb, nierig, stalak- titisch, zellig, schalig.	R vollk.	uneben bis splittrig	spröd

Härte.	Gewicht.	Glanz.	Pellucidi- tät.	Farbe.	Strich.	Bemerkungen.
mit Oxyden und Sauerstoffsalzen.						
2	2,1	schim- mernd	dschnd.	farblos, gelb- lich, grau	weiss	Bgl. Steinsalz, Kali- salze.
2,5—3	6,2	fettiger Dgl.	ds. bis dschnd.	weiss, grau, gelb	weiss	Bgl. Bleiglanz.
3—3,5	3,76	Ggl.	halbds. bis dschnd.	lauch-, gras- bis schwärz- lichgrün	apfelgrün	Bgl. Cuprit, Limonit Aehn.: Malachit, Li- bethenit, Olivenit.

Borate.

7	2,9—3	Ggl.	ds. bis dschnd.	farblos	weiss	Bgl. Gyps, Carnallit.
2—2,5	1,7—1,8	Fgl.	ds.	farblos	weiss	Aehn.: Natron.

**Carbonate, Selenite.
Nitrate.**

2	1,9—2,1	Ggl.	ds.	farblos	weiss	Aehn.: Aragonit.
1,5—2	2,1—2,2	Ggl.	ds.	farblos	weiss	Aehn.: Kalkspath.

Wasserfreie Carbonate.

3	2,72	Ggl.	ds. bis uds.	farblos und gefärbt	weiss	Ueberall verbreitet. Aehn.: Aragonit, An- hydrit, Baryt, Do- lomit. In kalter Säure unter Auf- brausen löslich.
3,5—4	2,9	Ggl.	ds. bis dschnd.	farblos und gefärbt	weiss	Weit verbreitet. Aehn.: Calcit. In kalter Säure nicht löslich.
4—4,5	3,0	Ggl.	ds. bis dschnd.	farblos und gefärbt	weiss	In Talk- und Chlorit- schiefer, Serpentin. Aehn.: Calcit, Dolo- mit.
5	4,3	Ggl. bis Perlmgl.	dschnd. bis uds.	farblos, meist gelb, grau gefärbt	weiss	Bgl. Kieselzinkerz.

Name.	Krystallform. Zusammensetzung.	Habitus.	#	Bruch.	Tena- cität.	
Isom. Gr. d. Kalkspath.	Eisenspath FeCO_3	Hexag. rhomboedr. S. 278	XX oft sattelförmig oder linsenförmig, + R. Aggr. derb, körnig, radial- strahlig (Sphärosiderit). Concretionen.	R vollk.	muschlig bis splittrig	spröd
	Manganspath MnCO_3	Hexag. rhomboedr. S. 278	XX meist klein, R, Ra. Aggr. derb, körnig, radial- strahlig.	R vollk.	muschlig bis uneben	spröd
Isom. Gr. d. Aragonit.	Aragonit CaCO_3	Rhombisch S. 279	XX prismatisch, pseudo- hexagonal, ∞P , $\infty P\infty$, oP , $P\infty$. Zw. nach ∞P häufig. Aggr. strahlig, stänglig, fasrig, kuglig.	$\infty P\infty$ undeutl.	muschlig	spröd
	Witherit BaCO_3	Rhombisch S. 280	XX pseudohexagonale Py- ramiden. Drillinge nach ∞P häufig. Aggr. derb, traubig, kuglig.	∞P unvollk.	uneben	spröd
	Strontianit SrCO_3	Rhombisch S. 281	XX nadlig, spießig, ∞P , $P\infty$, $2P\infty$. Zw. nach ∞P . Aggr. büschlig, derb, fasrig.	∞P unvollk.	muschlig	spröd
	Cerussit PbCO_3	Rhombisch S. 281	XX pyramidal, pseudo- hexagonal, P , $2P\infty$, ∞P Zw. und cycl. Drillinge, stern- und fächerartig. Aggr. derb, nierenförmig, stänglig.	∞P und $2P\infty$ undeutl.	muschlig	spröd

2. Abtheilung. Basische und

Natron $\text{Na}_2\text{CO}_3 + 10 \text{H}_2\text{O}$	Monoklin S. 282	XX nur künstlich. Aggr. körnig-stänglig, mehl.	$\infty P\infty$	muschlig	milde
Zinkblüthe $\text{ZnCO}_3 \cdot 2 \text{Zn(OH)}_2$? S. 283	Aggr. erdig, schalig.	—	—	spröd
Malachit $\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu(OH)}_2$	Monoklin S. 284	XX nadlig, haarförmig, ∞P , $\infty P\infty$, oP . Zw. nach $\infty P\infty$ häufig. Aggr. nierig, traubig, sta- laktitisch, radialfasrig.	oP , $\infty P\infty$ vollk.	muschlig	spröd
Kupferlasur $2 \text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu(OH)}_2$	Monoklin S. 285	XX kurzsäulig oder tafelig. Aggr. derb, dicht, traubig, strahlig.	$P\infty$ z. vollk.	muschlig bis uneben	spröd

VII. Klasse. Sulfate, Chromate,

A. Sulfate. 1. Abtheilung.

Glauberit $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot \text{CaSO}_4$	Monoklin S. 287	XX dicktaflig, oP , $-P$, ∞P . Aggr. nierig, schalig.	oP vollk.	muschlig	—
---	--------------------	--	-------------	----------	---

Härte.	Gewicht.	Glanz.	Pellucidi- tät.	Farbe.	Strich.	Bemerkungen.
3,5—4,5	3,8	Glg. bis Perlmgl.	dschnd. bis uds.	gelb bis braun	hellbraun	Weit verbreitet.
3,5—4,5	3,5	Glg.	dschnd.	himbeerroth	röthlich weiss	—
3,5—4	2,9	Glg. bis Fgl.	ds. bis dschnd.	farblos, wein- gelb gefärbt	weiss	Weit verbreitet. Aehn.: Kalkspath. Natrolith, Stron- tianit.
3—3,5	4,2	Glg. bis Fgl.	dschnd.	weiss	weiss	Bgl. Bleiglanz. Aehn.: Cerussit, Quarz.
3,5	3,7	Glg. bis Fgl.	ds. bis dschnd.	farblos, weiss	weiss	Bgl. Baryt. Aehn.: Aragonit.
3—3,5	6,5	fettiger Dgl.	ds. bis dschnd.	farblos, weiss	weiss	Bgl. Bleiglanz. Aehn.: Anglesit, Schwerspath.

wasserhaltige Carbonate.

1—1,5	1,45	Glg.	ds. bis dschnd.	farblos	weiss	Aehn.: Tinkal.
2—2,5	3,25	—	uds.	weiss	glänzend	Bgl. Galmei.
3,5—4	3,9	Glg.	dschnd. bis uds.	grün	hellgrün	Bgl. Kupfererze. Aehn.: Phosphoro- chalcit, Atakamit, Libethenit, Olive- nit.
3,5—4	3,8	Glg.	dschnd.	lasurblau	smalte- blau	Bgl. Kupfererze. Aehn.: Limonit, Vi- vianit, Lasurstein.

Molybdate, Wolframate.

Wasserfreie Sulfate.

2,5—3	2,7	Glg. bis Fgl.	dschnd.	farblos, roth gefärbt	weiss	Bgl. Steinsalz.
-------	-----	------------------	---------	--------------------------	-------	-----------------

Name.	Krystallform. Zusammensetzung.	Habitus.	#	Bruch.	Tena- cität.
Isom. Gr. d. Baryt.	Anhydrit CaSO ₄	Rhombisch S. 288	XX selten, oP, ∞P∞, ∞P∞. Aggr. späthig, körnig, dicht.	∞P∞ Perlmgl. ∞P∞ Glg. oP Fgl. alle 3 vollk.	muschlig spröd
	Baryt BaSO ₄	Rhombisch S. 299	XX flächenreich, taf- lig, ∞P∞, P∞, P∞, ∞P ₂ . Aggr. schalig, krummblät- rig, hahnenkammartig, strahlig, körnig, dicht.	∞P∞ vollk. mit Perlmgl. P∞ zieml. vollk. splittrig Glg.	muschlig wenig spröd
	Coelestin SrSO ₄	Rhombisch S. 290	XX prismatisch oder taf- lig, P∞, P∞, ∞P∞, ∞P ₂ . Aggr. späthig, körnig, scha- lig, parallel-strahlig, dicht.	∞P∞ vollk. P∞ zieml. vollk.	muschlig wenig spröd
	Anglesit PbSO ₄	Rhombisch S. 290	XX flächenreich, prisma- tisch, taf- lig oder pyra- midal, P∞, P∞, ∞P ₂ , ∞P∞, P ₂ , P.	∞P∞ und P∞ unvollk.	muschlig spröd

2. Abtheilung.

Glaubersalz Na ₂ SO ₄ + 10H ₂ O	Monoklin S. 292	XX natürliche selten, mehl- artige Ausblühungen.	∞P∞ vollk.	muschlig	spröd
Kieserit MgSO ₄ + H ₂ O	Monoklin S. 292	XX pyramidal, selten. Aggr. dicht.	—	—	—
Gyps CaSO ₄ + 2H ₂ O	Monoklin S. 293	XX dicktaflig oder prisma- tisch, ∞P, -P, ∞P∞, P. Zw. häufig nach ∞P∞ (Schwalbenschwanzzw.) oder P∞ (linsenförmig). Aggr. derb, grossspäthig, parallel-fasrig, schuppig, feinkörnig.	∞P∞ s. vollk. (Perlmgl.); P vollk. (Seidengl.) ∞P∞ unvollk. Glg.)	—	milde, bieg- sam
Polyhalit K ₂ SO ₄ + MgSO ₄ + 2CaSO ₄ + 2H ₂ O	Monoklin? S. 295	XX lange Prismen, ∞P, ∞P∞, oP. Aggr. derb, fasrig.	∞P deut- lich	fasrig	spröd
Alunit 3(Al ₂ O ₃ · SO ₃) + K ₂ O · SO ₃ + 6H ₂ O	Rhomboedr. S. 295	XX klein, krummfläch., R. Aggr. körnig, dicht, erdig.	oR z. vollk.	muschlig splittrig	spröd
Alaun K ₂ SO ₄ + Al ₂ (SO ₄) ₃ + 24H ₂ O	Reg. pent.-hem. S. 296	XX natürliche selten O. Ausblühung.	—	muschlig	spröd
Bittersalz MgSO ₄ + 7H ₂ O	Rhomb. hemiedr. S. 298	XX säulenförmig, ∞P. Ausblühung, erdig, fasrig.	∞P∞ vollk.	—	spröd

Härte.	Gewicht.	Glanz.	Pellucidi- tät.	Farbe.	Strich.	Bemerkungen
3—3,5	2,9	Glg.	ds. bis dschnd.	farblos, bläu- lich gefärbt	weiss	Bgl. Gyps, Steinsalz. Aehn.: Kryolith, Gyps, Baryt, Calcit.
3—3,5	4,5	Glg. bis Fgl.	ds. bis uds.	farblos und gelb, roth gefärbt	weiss	Weit verbreitet. Aehn.: Coelestin, Aragonit, Calcit.
3—3,5	3,9	Glg.	ds. bis dschnd.	farblos, häu- fig bläulich	weiss	Bgl. Schwefel, Mer- gel, Gyps, Calcit. Aehn.: Baryt.
3	6,2	starker Dgl. bis fettig	ds. bis dschnd.	farblos	weiss	Bgl. Bleiglanz. Aehn.: Cerussit, Ba- ryt, Scheelit.

Wasserhaltige Sulfate.

1,5—2	1,4—1,5	Glg.	ds.	farblos	weiss	Steinsalz.
3	2,6	Glg. schim- mernd	ds. bis dschnd.	farblos, gelb- lich gefärbt	weiss	Bgl. Kalisalze.
1,5—2	2,3	Glg.	ds. bis uds.	farblos und gefärbt	weiss	Bgl. Anhydrit, Stein- salz, Thon. Aehn.: Anhydrit, Baryt, Glimmer.
3—3,5	2,75	Fgl.	dschnd.	fleischroth	weiss	Bgl. Kalisalze und Steinsalz.
3,5—4	2,7	Glg. bis Perlmgl.	uds.	farblos	weiss	In Trachyt.
2—2,5	1,8	Glg.	ds.	farblos	weiss	—
2—2,5	1,7—1,8	Glg.	ds.	farblos	weiss	Bgl. Kieserit.

Name-	Krystallform. Zusammensetzung.	Habitus.	#	Bruch.	Tena- cität.
B.					
Krokoit PbCrO ₄	Monoklin S. 299	×× langsäulig, ∞P, -P. Aggr. derb, eingesprengt, Anflug.	∞P z. vollk.	muschlig bis uneben	milde
Isom. Gr. d. Scheelit.	Scheelit CaWO ₄	×× scharf, klein, pyra- midal, P, P∞, oP, P ₃ . Aggr. krystallinisch, kör- nig, nierig.	P∞ vollk.	muschlig bis uneben	spröd
	Wulfenit PbMoO ₄	×× aufgewachsen, pyra- midal, dünntafelig, P, ∞P, oP. Aggr. derb, drusig, löchrig.	P z. vollk.	muschlig bis uneben	spröd bis milde
Wolframit (FeMn)WO ₄	Monoklin S. 302	×× gross, dicktaflig, ∞P, ∞P ₂ , ∞P∞. Zw. nach ∞P∞. Aggr. strahlig, schalig- blättrig.	∞P∞ vollk.	uneben	spröd

VIII. Klasse. Phosphate, 2. Abtheilung. Chlor- und

Isom. Gr. d. Apatit.	Apatit 3Ca ₃ P ₂ O ₈ .Ca(ClF) ₂ hem. S. 306	×× langsäulig oder dick- taflig, ∞P, oP, P, 1/2P, ∞P ₂ , 3P ₃ / ₂ . Aggr. kryptokrystallin, fei- nfasrig, nierig, kuglig, knollig (Phosphorit).	Ablösung nach oP und ∞P	muschlig	spröd
	Pyromorphit 3Pb ₃ P ₂ O ₈ .PbCl ₂ pyr- hemiedr. S. 308	×× säulenförmig, oft ton- nenförmig gekrümmt, ∞P, oP, P. Aggr. traubig, nierig. Pseu- domorphosen.	—	muschlig bis uneben	spröd
	Mimetesit 3Pb ₃ As ₂ O ₈ .PbCl ₂ hem. S. 308	×× wie Pyromorphit. Aggr. kleintraubig, nierig. erdig.	—	muschlig bis uneben	spröd

3. Abtheilung. Wasserhaltige

Pharmakolith HCaAsO ₄ +2H ₂ O	Monoklin S. 310	×× haarförmig. Aggr. lockere Kugeln, Bü- schel.	∞P∞ vollk.	—	milde
Isom. Gr. d. Vivianit.	Vivianit 3FeO.P ₂ O ₅ + 8H ₂ O	×× langsäulig, ∞P, ∞P ₃ , ∞P∞, ∞P∞. Aggr. strahlig, fasrig, erdig.	∞P∞ vollk.	—	milde bieg- sam
	Kobaltblüthe 3CoO.As ₂ O ₅ + 8H ₂ O	×× klein, nadelförmig, ∞P∞, ∞P∞, P∞. Aggr. strahlig-blättrig.	∞P∞ s. vollk.	—	milde bieg- sam
Nickelblüthe 3NiO.As ₂ O ₅ +8H ₂ O	Monoklin S. 312	Aggr. erdig, flockig.	—	—	milde

Härte.	Gewicht.	Glanz.	Pellucidi- tät.	Farbe.	Strich.	Bemerkungen.
Chromate.						
2,5—3	6	fettiger Dgl.	dschnd.	gelblichroth	orange	Aehn.: Realgar, Zinn- ober.
4,5—5	6	Fgl. bis Dgl.	dschnd.	grauweiss bis gelb und braun	weiss	Bgl. Wolframit, Zinn- stein. Aehn.: Anglesit, Cerussit, Baryt.
3	6,6	Fgl. bis Dgl.	ds. bis dschnd.	gelb bis roth	gelbweiss	Bgl. Bleiglanz.
5—5,5	7,3	fettiger Mgl.	uds.	schwarz	dunkel- rothbraun bis schwarz	Bgl. Zinnstein, Scheelit. Aehn.: Columbit.

Arseniate, Antimoniate, Vanadate. Fluorhaltige Phosphate etc.

5	3,2	Ggl. bis Fgl.	ls. bis uds.	farblos, gelb, grün, roth gefärbt	weiss	Weit verbreitet. Aehn.: Quarz, Nephel- in, Beryll, Feld- spath, Galmei.
3—4	7,0	Dgl. bis Fgl.	dschnd.	grün und braun	schwach- gelb bis weiss	Bgl. Bleiglanz. Aehn.: Apatit, Mi- metesit.
3,5—4	7,2	Dgl. bis Fgl.	dschnd.	gelb	schwach- gelb bis weiss	Bgl. Bleiglanz. Aehn.: Apatit, Pyro- morphit.

Phosphate und Arseniate.

2	2,7	Seidengl.	dschnd.	weiss	weiss	Bgl. Arsenerze.
2	2,6	Mgl. bis Ggl.	dschnd.	blau	bläulich	Bgl. Brauneisen, Py- rit, Magnetkies, Torf. Aehn.: Kupferlasur, Hauyn, Lasurstein.
2,5	2,9	Perlmgl. bis Ggl.	dschnd.	roth	hellroth	Bgl. Kobalterze.
2	3	—	uds.	apfelgrün	grünlich	Bgl. Nickelerze.

Name.	Krystallform. Zusammensetzung.	Habitus.	#	Bruch.	Tena- cität.
Wavellit	Rhombisch $3Al_2O_3 \cdot 2P_2O_5 + 12H_2O$ S. 313	XX klein, nadlig. Aggr. sternförmig, radial- strahlig.	$\infty P, P\infty$	strahlig	spröd
Türkis	Amorph $2Al_2O_3 \cdot P_2O_5 + 5H_2O$ S. 313	nierig, traubig.	—	muschlig	spröd
Kraurit	Rhombisch $2Fe_2O_3 \cdot P_2O_5 + 3H_2O$ S. 315	XX selten, würfelähnlich. Aggr. radialfasrig, nierig.	—	—	s.spröd
Kakoxen	? $2Fe_2O_3 \cdot P_2O_5 + 12H_2O$ S. 315	Aggr. feinnadlig, radial- strahlig.	—	fasrig	—
Isom. Gr. d. Libethenit.	Libethenit Rhombisch $4CuO \cdot P_2O_5 + H_2O$ S. 315	XX anscheinend okta- edrisch, $\infty P, P\infty$. Aggr. nierig, kugelig.	—	muschlig bis uneben	spröd
	Olivenit Rhombisch $4CuO \cdot As_2O_5 + H_2O$ S. 316	XX prismatisch, nadlig, $\infty P, \infty P\infty, P\infty$. Aggr. traubig, fasrig, erdig.	—	muschlig bis uneben	spröd
Phosphorchalcit	? $6CuO \cdot P_2O_5 + 3H_2O$ S. 317	Aggr. nierig, traubig, fasrig.	—	uneben bis splittrig	spröd
Kupferglimmer	Hexag. rhomboedr. $8CuO \cdot As_2O_5 + 12H_2O$ S. 317	XX taflig, oR. Aggr. blättrig.	oR s. vollk.	—	milde
Gr. d. Uranglimmer.	Kalkuranglimmer $CaO \cdot 2(UO_2)O \cdot P_2O_5 + 8H_2O$ S. 318	XX pseudotetragonale Ta- feln. Aggr. schuppig.	oP s. vollk.	—	milde
	Kupferuranit Tetrag. $CuO \cdot 2(UO_2)O \cdot P_2O_5 + 8H_2O$ S. 318	XX dünn, taflig, oP. Aggr. schuppig.	oP s. vollk.	—	spröd
	Zeunerit Tetragonal $CuO \cdot 2(UO_2)O \cdot As_2O_5 + 8H_2O$ S. 318	wie Kupferuranit.	oP s. vollk.	—	spröd

4. Abtheilung. SO_3 -haltige

Eisensinter	Amorph	nierig, stalaktitisch.	—	muschlig	spröd
SO_3 -haltiges Fe_2O_3 - Phosphat od. Arse- niat (Pittizit)	S. 318				

Härte.	Gewicht.	Glanz.	Pellucidi- tät.	Farbe.	Strich.	Bemerkungen.
3,5—4	2,4	Ggl.	dschnd.	weiss	weiss	Auf Kieselschiefer, Grauwacke. Aehn.: Natrolith, Hydrargillit.
6	2,7	Wachsgl.	uds.	blau bis grün	weiss	Auf Kieselschiefer.
3,5—4	3,4	Fgl.	uds.	grün	hellgrün	Bgl. Brauneisen.
weich	2,4	Seidengl.	uds.	gelb bis bräunlich	gelb	Bgl. Brauneisen.
4	3,7	Fgl.	dschnd.	dunkelgrün	olivengrün	Bgl. Kupfererze. Aehn.: Malachit, Phosphorchalcit, Olivenit, Atakamit.
3	4,4	Ggl. bis Fgl.	halbds. bis dschnd.	dunkelgrün	olivengrün	Bgl. Kupfererze. Aehn.: Libethenit.
5	4,2	fettiger Ggl.	uds.	dunkelgrün	spangrün	Bgl. Kupfererze. Aehn.: Malachit, Li- bethenit, Olivenit.
2	2,5	Perlmgl.	ds. bis dschnd.	grün	hellgrün	Bgl. Kupferkies, Cuprit. Aehn.: Kalk- und Kupferuranit.
1—2	3,1	Perlmgl.	dschnd.	gelb bis grün	gelb	Bgl. Brauneisen. Aehn.: Kupferuranit, Kupferglimmer.
2—2,5	3,5	Perlmgl.	dschnd.	grasgrün	apfelgrün	Bgl. Brauneisen. Aehn.: Kalkuranit, Zeunerit, Kupfer- glimmer
2,5	3,5	Perlmgl.	dschnd.	grasgrün	apfelgrün	Bgl. Uranpecherz, Brauneisen. Aehn.: Kupferuranit, Kalkuranit, Kup- ferglimmer.

Phosphate und Arseniate.

3	2	Harzgl.	dschnd.	harzbraun	gelb	Bgl. Arsenkies. Aehn.: Kolopho- nium.
---	---	---------	---------	-----------	------	---

Name.	Krystallform. Zusammensetzung.	Habitus.	#	Bruch.	Tena- cität.
IX. Klasse. Silicate, A. Silicate. Andalusit-					
trimorph.	Andalusit Al ₂ SiO ₅	Rhombisch S. 321	XX eingewachsen, dick- säulig, quadr. Habitus, ∞P, oP, mit Glimmer bedeckt. Aggr. stänglig, körnig. Var.: Chiastolith, dünne XX mit dunklem Kern.	∞P deutl.	uneben spröd
	Sillimanit Al ₂ SiO ₅	Rhombisch S. 321	XX selten. Aggr. stänglig, fasrig, krummschalig.	∞P∞ vollk.	uneben spröd
	Disthen Al ₂ SiO ₅	Triklin S. 322	XX eingewachsen, breit- stänglig, ∞P∞, ∞P∞ Zw. nach ∞P∞. Aggr. radialstrahlig und verworren strahlig.	∞P∞ s. vollk.	— spröd
Topas 5Al ₂ SiO ₅ . Al ₂ SiF ₁₀	Rhom- bisch S. 322	XX aufgewachsen, flächen- reich, ∞P, ∞P ² , 4P∞, oP, P. Aggr. derb (Pyrophyalith) parallelstrahlig (Pyknit).	oP s. vollk.	muschlig bis uneben	spröd
Staurolith H ₂ Fe ₂ Al ₁₀ Si ₄ O ₂₆	Rhombisch S. 324	XX eingewachsen, pris- matisch, ∞P, oP, ∞P∞, P∞. Durchwachungs- zw. häufig nach ³ / ₂ P∞, kreuzförmig nach ³ / ₂ P ³ / ₂ .	∞P∞ deutlich	muschlig bis uneben u. splittrig	spröd
Datolith H ₂ Ca ₂ B ₂ Si ₂ O ₁₀	Monoklin S. 325	XX aufgewachsen, kurz- säulig, ∞P, ∞P ² , -P∞, oP. Aggr. derb, körnig, traubig (Botryolith).	—	unvollk. muschlig	spröd
Gadolinit Fe ₂ Be ₂ Y ₂ Si ₂ O ₁₀	Monoklin S. 326	XX selten, prismatisch. Aggr. derb, eingesprengt.	—	muschlig und splittrig	spröd
Turmalin-					
Turmalin Si ₁₂ B ₆ O ₆₃ Al ₁₆ (NaLi) ₄ H ₈ Si ₁₂ B ₆ O ₆₃ Al ₁₀ (FeMg) ₁₂ H ₆	Hexag. rhomb. hem. S. 327	XX ein- oder aufgewach- sen, Säulen von rundl. dreiseitigem Querschnitt, ∞R, ∞P ₂ , R, - ¹ / ₂ R, - ₂ R, oR, ∞P ³ / ₄ . Aggr. parallelstrahlig.	—	uneben bis muschlig	spröd
Axinit H(CaFeMn) ₃ Al ₂ BSi ₄ O ₁₆	Triklin S. 328	XX aufgewachsen, tafelig mit scharfen Kanten, ∞P, ∞P', 'P, P', ∞P∞. Aggr. schalig, breitstänglig.	∞P∞ deutlich	muschlig	spröd

Härte.	Gewicht.	Glanz.	Pellucidi- tät.	Farbe.	Strich.	Bemerkungen.
Titanate, Zirconiate. Topas-Gruppe.						
7—7,5	3,1	Glg.	ds. bis uds	roth bis grau	weiss	In Glimmerschiefer und Gneiss mit Sillimanit. Chiastolith in Thon- schiefer. Aehn.: Turmalin.
6—7	3,23	fettiger Glg.	ds. bis dschnd.	gelbgrau, nelkenbraun	weiss	In Gneissen, Glim- merschiefer. Aehn.: Disthen.
c, 4,5 ⊥ c, 7	3,6	Glg.	ds. bis dschnd.	blau, bläulich, weiss, farblos	weiss	In krystallinen Schie- fern mit Staurolith. Aehn.: Sillimanit.
8	3,5	Glg.	ds. bis uds.	farblos und weingelb gefärbt	weiss	In zinnerzföhrnden Graniten u. Quarz- porphyren. Auf Edelsteinseifen.
7—7,5	3,5	Glg.	ds. bis uds.	roth bis schwarz- braun	weiss	In Gneissen und Glimmerschiefer mit Cyanit. Aehn.: Granat.
5—5,5	2,9	Glg., der Bruch fettig	ds. bis dschnd.	farblos und grünlich	weiss	Auf Klüften basischer Eruptivgesteine.
6,5	4,3	fettiger Glg.	uds.	pechschwarz	grünlich- grau	In Granit und grani- tischen Gängen.
Gruppe.						
7—7,5	3,1	Glg.	ds. bis uds.	meist schwarz, auch blau, roth, farblos	weiss	Weit verbreitet in Granit, Gneiss, Granulit. Aehn.: Epidot, Au- git, Hornblende, Lievrit, Smaragd.
6,5—7	3,3	Glg.	ds. bis dschnd.	nelkenbraun	weiss	In krystallinen Schie- fern, Diabas, Granit.

Name.	Krystallform. Zusammensetzung.	Habitus.	#	Bruch.	Tena- cität.
Zoisit-Epidot					
Zoisit $H_2Ca_4Al_6Si_6O_{26}$	Rhomb. S. 328	×× nach der Vertikalaxe gestreckt, oft gekrümmt und geknickt, ∞P, ∞P∞, ${}_2P∞$.	∞P∞ s. vollk.	uneben	spröd
isomorph.	Epidot $H_2Ca_4(AlFe)_6Si_6O_{26}$ S. 329	×× in Drusen sehrflächenreich nach der Orthoaxe gestreckt, ∞P∞, oP, P, P∞.	oP s. vollk. ∞P∞ vollk.	muschl., uneben, splittrig	spröd
	Orthit $H_2(CaFe)_4(AlCe)_6Si_6O_{26}$ S. 330	×× selten, taflich nach ∞P∞.	oP und ∞P∞ undeutl.	muschl. bis uneben	spröd
	Prehnit $H_2Ca_2Al_2Si_3O_{12}$ S. 330	×× taflich nach oP, meist gekrümmt, hahnenkammartig.	oP deutlich	uneben	spröd
Vesuvian $[H_6(CaMg)_3(AlFe)_2]_{14}Si_{45}O_{189}$ S. 331	Tetrag. S. 331	×× gut ausgebildet, kurz u. dicksäulig, ∞P, ∞P∞, oP, P∞.	∞P und ∞P∞ unvollk.	uneben und splittrig	spröd

Granat

Granat	Regulär S. 332	×× gut ausgebildet, ∞O, ${}_2O_2$, ${}_3O^{3/2}$, ∞O ₂ .	∞O unvollk.	muschl. und splittrig	spröd
$Ca_3Al_2Si_3O_{12}$ Grossular					
$Mg_3Al_2Si_3O_{12}$ Pyrop					
$Fe_3Al_2Si_3O_{12}$ Almandin					
$Ca_3Fe_2Si_3O_{12}$ Aplom					
$Ca_3Cr_2Si_3O_{12}$ Uwarowit					

Cordierit

Cordierit $Mg_2Al_4Si_5O_{18}$	Rhomb. S. 334	×× eingewachsen, mit gerundeten Kanten, pseudohexagonal.	∞P∞ deutlich Absonde- rung nach oP	muschl. bis uneben	spröd
Beryll $Be_3Al_2Si_6O_{18}$	Hexag. S. 335	×× ein- und aufgewachsen, lang säulenförmig; ∞P, vertical gestreift und gerundet, oP, P.	oP vollk.	muschl. bis uneben	spröd

Härte.	Gewicht.	Glanz.	Pellucidi- tät.	Farbe.	Strich.	Bemerkungen.
Gruppe.						
6	3,3	Glg. und Plmgl.	uds.	aschgrau, gelblich grün- lichgrau	weiss	In krystallinischen Hornblende führenden Schiefen. Aehn.: Tremolit.
6—7	3,4	Glg.	ds. bis dschnd. uds.	×× dunkel- grün Aggr. pistaz- grün, gelb- grün	grau	Weit verbreitet auf Klüften als Gesteinsgemengtheil, als Umwandlungsprodukt. Aehn.: Strahlstein.
5,5—6	3—4	fettiger halbmet. Glg.	uds.	pechschwarz	grünlich- grau oder braun	Eingewachsen in Graniten und granitischen Gängen. Aehn.: Gadolinit.
6—7	2,9	Glg. und Plmgl.	ds. bis dschnd.	farblos bis gelblichgrün	weiss	Wie Zeolithe auf Klüften und Gangtrümmern basischer Eruptivgesteine u. kryst. Schiefer.
6,5	3,4	etwas fettiger Glg.	ds. bis dschnd.	kolophonium- braun	weiss	Contactmineral. Aehn.: Zirkon, Granat, Zinnstein.

Gruppe.

6,5—7,5	3,4—4,3	Glg. bis Fgl.	ds. bis uds.	meist braun- roth; Grossular: farblos bis grün; Pyrop: blut- roth; Melanit: schwarz; Uwarowit: grün	weiss	In krystallinen Schiefen und Contactmineral. Aehn.: Vesuvian, Zinkblende.
---------	---------	------------------	--------------	---	-------	---

Gruppe.

7—8	2,6	fettiger Glg.	ds. bis dschnd.	graugelblich, violblau, tief- blau pleochroitisch	weiss	In Gneissen und Graniten. Aehn.: Quarz und Elaeolith.
7,5—8	2,7	Glg.	ds. bis dschnd.	wasserhell, weiss, grün (Smaragd), blaugrün (Aquamarin)	weiss	In Glimmerschiefer eingewachsen und auf Seifen. Bgl. Chrysoberyll. Aehn.: Korund, Chrysoberyll.

Name.	Krystallform. Zusammensetzung.	Habitus.	#	Bruch.	Tena- cität.
Olivin-					
Olivin (Mg Fe) ₂ SiO ₄	Rhomb. S. 336	XX selten, eingewachsen, flächenreich, ∞P, ∞P ₂ , ∞P ₃ , oP. Aggr. körnig, eingesprengt und lose.	∞P ₃ vollk. ∞P ₂ unvollk.	muschl.	spröd
Chondrodit H ₂ (Mg Fe) ₁₉ Si ₈ O ₃₄ F ₄ ; S. 339	Monoklin. S. 339	XX flächenreich. Aggr. körnig.	oP deutlich	muschl. bis uneben	spröd
Lievrit H ₂ Ca ₂ Fe ₄ Fe ₂ Si ₄ O ₁₈ ; S. 339	Rhomb. S. 339	XX längsäulig oder nadlig, ∞P, P ₃ , P, oP. Aggr. derb, strahlig, fasrig.	∞P ₃ und oP deutlich	unvollk. muschl. bis uneben	spröd
Kieselzink H ₂ Zn ₂ SiO ₅	Rhomb. hemim. S. 339	XX klein, tafelförmig, unten pyramidal, oben domat. Aggr. kuglig, nierig, stal- laktitisch, fasrig.	∞P vollk.	muschl. bis uneben	spröd
Dioptas H ₂ CuSiO ₄	Rhomboedr. te- tartoedr. S. 340	XX aufgewachsen, säulig, ∞P ₂ , - ₂ R.	R vollk.	muschl. bis uneben	spröd

Gruppe der Augite

Rhombische Augite.	Enstatit MgSiO ₃	Rhomb. S. 343	XX nicht scharf begrenzt, ∞P, ∞P ₃ , ∞P ₂ . Aggr. körnig, derb.	∞P deutl. ∞P ₃ undeutl.	—	spröd
	Bronzit (Mg Fe)SiO ₃	Rhomb. S. 343	XX selten; ∞P ₃ mit bronzefarbigem Schiller, wellig gebogen. Aggr. derb, körnig.	∞P deutl. ∞P ₃ vollk. (schalige Abson- derung)	—	spröd
	Hypersthen (Fe Mg)SiO ₃	Rhomb. S. 344	XX selten; ∞P ₃ mit kupferrothem Schiller. Aggr. körnig, blättrig	∞P ₃ vollk.	—	spröd
Monokline Augite.	Wollastonit CaSiO ₃	Monoklin S. 345	XX tafelförmig, einge- wachsen ∞P ₃ , ∞P. Aggr. derb, breitstrahlig, schalig, körnig, fasrig.	∞P ₃ und P ₃ vollk.	—	spröd
	Diopsid CaMgSi ₂ O ₆	Monoklin S. 345	XX quadratische Säulen ∞P ₃ , ∞P ₂ , 4P ₃ . Aggr. derb, breitstänglig, körnig.	∞P deutl.	muschl. bis uneben	spröd

Härte.	Gewicht.	Glanz.	Pellucidi- tät.	Farbe.	Strich.	Bemerkungen.
Gruppe.						
6,5—7	3	Glg.	ds. bis dschnd.	olivengrün, gelblich, braun	weiss	In basischen Erup- tivgesteinen (Bas- alt).
6—6,5	3,2	Glg. bis Harzgl.	ds. bis uds.	gelb bis braun	weiss	In Kalkauswürflin- gen der Somma und in körnigen Urkalcken. Aehn.: Humit, Kli- nohumit.
5,5—6	4,0	Glg. oder halbmet. Fgl.	uds.	grünlich schwarz	schwärz- lich	In augitischen Schie- fern.
5	3,4	Plmg. bis Glg.	ds. bis dschnd.	farblos bis gelb	weiss	Bgl. Zinkspath.
5	3,3	Glg.	dschnd. bis ds.	smaragdgrün	grün	Bgl. Calcit.

und Hornblenden.

5,5	3,1—3,2	Glg.	dschnd. bis uds.	grauweiss bis grünlich	weiss	Auf Apatitgängen, in Gabbro. Bgl. Apatit, Phlogo- pit.
5,5	3,2—3,3	seidenarti- ger, met. Gl.	dschnd. bis uds.	braun und grün	weiss	In Gabbro.
6	3,3—3,4	Glg. mit metall. Schiller	uds.	schwarz	weiss	In Hypersthenfels u. Gabbro. Aehn.: Diallag.
4,5—5	2,8—2,9	Glg.	dschnd.	weiss	weiss	Contactmineral.
5—6	3,3	Glg.	ds. bis dschnd.	grün	weiss	In krystallinen Schie- fern. Bgl. Klinochlor und Granat.

Name.	Krystallform. Zusammensetzung.	Habitus.	#	Bruch.	Tena- cität.
Monokline Augite.	Di allag Ca Mg Si ₂ O ₆ mit Al ₂ O ₃ S. 346	Monoklin XX selten. Aggr. derb und eingewach- sen, breitblättrig nach ∞P∞.	∞P∞ ausge- zeichnet mit fas- riger Tex- tur	—	spröd
	Augit (Fe Mg) Ca Si ₂ O ₆ } (Fe Mg) Al ₂ Si O ₆ } S. 346	Monoklin XX kurzsäulig, ∞P, ∞P∞, ∞P∞, 2P ₂ . Zw. nach ∞P∞. Aggr. derb, eingesprengt, körnig.	∞P deutl.	muschlig bis uneben	spröd
	Akmit Na Fe Si ₂ O ₆ S. 348	Monoklin XX linealähnlich, ∞P∞, ∞P∞. Zw. nach ∞P∞ sehr häufig.	∞P, ∞P∞ ∞P∞	—	spröd
Rhodonit Mn Si O ₃	Triklin S. 349	XX selten. Aggr. derb, körnig, dicht.	∞P' und ∞P deutl.	—	spröd
Hornblenden.	Anthophyllit (Mg Fe) Si O ₃ S. 349	Rhomb. XX selten. Aggr. breitstänglig, fasrig, asbestartig, schalig.	∞P∞ schalige Absond. s. vollk.	—	spröd
	Tremolit Ca Mg ₃ Si ₄ O ₁₂ S. 350	Monoklin XX langsäulig, ∞P. Aggr. stänglig, strahlig, fasrig.	∞P s. vollk.	—	spröd
	Aktinolith Ca (Fe Mg) ₃ Si ₄ O ₁₂ S. 350	Monoklin XX langsäulig, ∞P. Aggr. strahlig, feinfasrig (Asbest z. Th.).	∞P s. vollk.	—	als Asbest biegs.
Hornblende Ca (Fe Mg) ₃ Si ₄ O ₁₂ } (Fe Mg) ₂ (Al Fe) ₄ Si ₂ O ₁₂ } S. 350	Monoklin XX kurzsäulig, ein- und aufgewachsen, ∞P, ∞P∞, oP, P, P∞. Zw. nach ∞P∞. Aggr. derb, körnig, stäng- lig, fasrig.	∞P s. vollk.	schilfrig	spröd	

Skapolith-

Skapolith (Si ₉ O ₂₄ Cl Al ₃ Na ₄ (Marial.) (Si ₆ O ₂₅ Al ₆ Ca ₄ (Mejonit) S. 353	Tetrag. pyr- hem. XX säulenförmig, ∞P, ∞P∞, P, P∞. Aggr. derb, grosskörnig, strahlig.	∞P∞ vollk. ∞P un- vollk.	muschl.	spröd
Melilith (Ca Mg Na ₂) ₆ (Al Fe) ₂ Si ₅ O ₁₉ S. 354	Tetrag. XX kurzsäulig und tafelig, ∞P, ∞P∞, oP. Aggr. strahlig.	oP z. deutl.	muschl.	spröd

Härte.	Gewicht.	Glanz.	Pellucidi- tät.	Farbe.	Strich.	Bemerkungen.
4	3,3	Auf ∞P∞ seidenart. Plmgl. mit metall. Schimmer	dschnd.	graugrün bis braun	weiss	Gemengtheil des Gabbro. Aehn.: Bronzit und Hypersthen.
6	3,4	Glg.	meist uds.	lauchgrün (Fassait); schwarz (gem. und basalt. Augit)	graugrün	Weit verbreitet. Dia- bas, Metaphyr, Augitporphyrit, Bas- alt. Aehn.: Hornblende, Turmalin.
6—6,5	3,4—3,5	Glg.	uds.	bräunlich- bis grünlich- schwarz	hellgrün	Granit und Elaeolith- syenit. Aehn.: Aegirin.
5—5,5	3,6	Glg.	dschnd. bis uds.	rosenroth	röthlich- weiss	Bgl. Manganspath, Quarz. Aehn. Manganspath.
5,5	3,2	Plmgl. bis Glg.	dschnd.	nelkenbraun und gelblich- grau	bräunlich- weiss	Aehn.: Bronzit und Hypersthen.
5—6	2,9—3	Glg.	dschnd.	weiss bis hellgrau und hellgrün	weiss	In Talkschiefer. Aehn.: Cyanit.
5,5—6	2,9—3	Glg.	dschnd.	dunkelgrün	weiss	In Talk- und Chlorit- schiefern. Aehn.: Epidot.
5—6	3,1—3,3	Glg.	uds.	grün- und rabenschwarz lauch- bis blaugrau (Pargasit)	graugrün	Weit verbreitet. Aehn.: Augit, Tur- malin.

Gruppe.

5—6	2,6	Glg. bis Fgl.	dschnd.	trübe, weiss und röthlich	weiss	Metamorphisches Mineral. In körni- gen Kalken, Gneis- sen u. a. kryst. Schiefern. Aehn.: Orthoklas, Apatit.
5—5,5	2,9	Glg. bis Fgl.	dschnd.	honiggelb bis braun	weiss	In vulkanischen Aus- würflingen und Basalten.

Name.	Krystallform. Zusammensetzung.	Habitus.	#	Bruch.	Tena- cität.
Nephelin-Sodalith-					
Nephelin (NaK) ₈ Al ₈ Si ₉ O ₃₄	Hexag. S. 355	XX kurzsäulig, ∞P, oP. Aggr. derb u. eingesprengt.	∞P und oP unvollk.	muschl. bis uneben	spröd
isomorph.	Sodalith 3Na ₂ Al ₂ Si ₂ O ₈ +2NaCl S. 356	Reg. XX ∞O. Aggr. derb, körnig.	∞O z. vollk.	muschl. bis uneben	spröd
	Nosean und Hauyn Na ₂ Al ₂ Si ₂ O ₈ +Na ₂ SO ₄ S. 356	Reg. XX ∞O. Aggr. unregelmässig, kör- nig.	∞O deutlich	muschl. bis uneben	spröd
	Lasurstein ? S. 357	Reg. XX selten, ∞O. Aggr. feinkörnig, mit ein- gesprengtem Pyrit.	∞O unvollk.	muschl. bis uneben	spröd
Leucit K ₂ Al ₂ Si ₄ O ₁₂	Reg. u. Rhomb. S. 357	XX gutausgebild.; schein- bar 2O ₂ u. zuweilen ∞O. Aggr. körnig.	—	muschl.	spröd

Feldspath-

Orthoklas K ₂ Al ₂ Si ₆ O ₁₆	Monoklin S. 359	XX aufgewachsen, oP, ∞P∞, ∞P, 2P∞, ein- gewachsen tafelig nach ∞P∞, ∞P, oP, P∞, 2P∞. Zw. nach ∞P∞ (Karls- bader), 2P∞ (Bavenoer), oP (Manebacher). Aggr. späthig.	oP vollk. ∞P∞ etwas weniger vollk. ∞P unvollk.	muschl. uneben splittrig	spröd
Mikroklin K ₂ Al ₂ Si ₆ O ₁₆	Triklin S. 363	XX ähnlich dem Orthoklas. Aggr. späthig.	oP, ∞P∞, ∞'P, ∞'P'	muschl. splittrig	spröd
Albit Na ₂ Al ₂ Si ₆ O ₁₆	Triklin S. 364	XX ähnlich dem Orthoklas, mit doppeltem Typus als Albit, resp. Periklin. Meist Zw. nach ∞P∞. Aggr. mit Zwillingstreifung.	oP, ∞P∞, ∞'P, ∞'P'	muschl. bis uneben	spröd
Anorthit CaAl ₂ Si ₂ O ₈	Triklin S. 367	Wie Albit.	oP, ∞P∞, ∞'P, ∞'P'	muschl. bis uneben	spröd

Härte.	Gewicht.	Glanz.	Pellucidi- tät.	Farbe.	Strich.	Bemerkungen.
Gruppe.						
5—6	2,6	Glg. und Fgl.	ds. bis dschnd.	weiss, grau bläulich	weiss	In älteren Eruptivgesteinen (Elaeolith). In vulkanischen Auswürflingen (Nephelin). Aehnl. Apatit, Quarz, Cordierit.
5—6	2,3	Glg. und Fgl.	ds. bis uds.	farblos und blau	weiss	In Elaolithsyenit u. vulkanischen Auswürflingen.
5—6	2,3	fettiger Glg.	ds. bis uds.	farblos, blau (Hauyn)	weiss	In vulkanischen Auswürflingen.
5,5	2,4	glasartige Fgl.	uds.	blau	weiss	In Kalkstein.
5,5—6	2,5	fettiger Glg.	dschnd.	weiss, grau	weiss	In jungen Eruptivgesteinen. Aehnl.: Analcim.

Gruppe.

6	2,55	Auf oP Plmg., sonst Glg.	ds. bis uds.	farblos, (Adular) weiss, glasig (Sanidin) röthlich (gem. Feldspath) grün (Amazonenstein z.Th.)	weiss	Weit verbreitet als Gesteinsgemengtheil von Granit, Syenit, Porphy, Trachyt, Gneiss. Aehnl.: Apatit, Skapolith, Andalusit, triklone Feldspäthe.
6	2,57	Glg. und Plmg.	dschnd.	farblos, oft grün (Amazonenstein z.Th.)	weiss	Wie Orthoklas.
6—7	2,6	Glg. und Plmg.	ds. bis dschnd.	farblos, weiss	weiss	Gemengtheil vieler Gesteine. Aehnl.: Orthoklas, Anorthit.
6	2,75	Glg. und Plmg.	ds. bis uds.	farblos, weiss	weiss	Gemengtheil basischer Gesteine. In vulkanischen Gesteinen. Aehnl.: Orthoklas, Albit.

Name.	Krystallform. Zusammensetzung.	Habitus.	#	Bruch.	Tena- cität.				
Oligoklas { Na ₂ Al ₂ Si ₆ O ₁₆ CaAl ₂ Si ₂ O ₈	Triklin S. 367	Wie Albit.	oP, ∞P∞, ∞'P, ∞P'	muschl. bis uneben	spröd				
Labrador { CaAl ₂ Si ₂ O ₈ Na ₂ Al ₂ Si ₆ O ₁₆	Triklin S. 367	Wie Albit. XX selten.	oP, ∞P∞, ∞'P, ∞P'	muschl. bis uneben	spröd				
Familie der									
Natrolith Na ₂ Al ₂ Si ₃ O ₁₀ + 2H ₂ O	Rhomb. S. 368	XX dünne pseudotetrag. Säulen, stumpfe Pyra- mide. Aggr. büschelförmig, oft concentrisch gefärbt.	∞P vollk.	muschl.	spröd				
Skolezit CaAl ₂ Si ₃ O ₁₀ + 3H ₂ O	Monoklin S. 369	Dem Natrolith sehr ähnlich.	∞P vollk.	muschl.	spröd				
Analcim Na ₂ Al ₂ Si ₄ O ₁₂ + 2H ₂ O	Reg. S. 370	XX 2O ₂ , ∞O∞. Aggr. körnig, dicht erdig.	—	uneben bis muschl.	spröd				
Laumontit H ₄ CaAl ₂ Si ₄ O ₁₄ + 2H ₂ O	Monoklin S. 370	XX langsäulig, vertical gestreift, ∞P, -P∞. Aggr. stänglig, erdig.	oP vollk.	—	spröd				
Apophyllit 4H ₂ CaSi ₂ O ₆ · KF + 2H ₂ O	Tetrag. S. 370	XX pyramidal, prismatisch oder tafelig, P, ∞P∞, oP. Aggr. blättrig, schalig.	oP z. vollk. ∞P∞ unvollk.	uneben	spröd				
Heulandit H ₄ CaAl ₂ Si ₆ O ₁₈ + 3H ₂ O	Monoklin S. 371	XX tafelig, nach ∞P∞, ∞P∞, oP, P∞, 2P. Aggr. derb, strahlig-blät- trig.	∞P∞ s. vollk.	uneben	spröd				
isomorph.	Desmin { CaAl ₂ Si ₆ O ₁₆ + 6H ₂ O CaAl ₂ Si ₂ O ₈ + 3H ₂ O	XX meist in bündel- und garbenförmigen Gruppen, scheinbar rhombisch ∞P, ∞P∞, oP. Aggr. stänglig-strahlig.	∞P∞ vollk.	uneben	spröd				
	Phillipsit { CaAl ₂ Si ₆ O ₁₆ + 6H ₂ O CaAl ₂ Si ₂ O ₈ + 3H ₂ O					XX klein, mehrfach ver- zwillingt zu pseudorhom- bischen, pseudo-tetrag. und pseudoreg. Formen.	oP und ∞P∞ undeutl.	uneben	spröd
	Harmotom BaAl ₂ Si ₆ O ₁₆ + 6H ₂ O BaAl ₂ Si ₂ O ₈ + 3H ₂ O					Monoklin S. 374	Immer Durchkreuzungs- zwillinge nach P∞, ∞P, ∞P∞, oP.	∞P∞ deutlich	uneben
Chabasit CaAl ₂ Si ₆ O ₁₆ + 8H ₂ O CaAl ₂ Si ₂ O ₈ + 4H ₂ O	Hexag. rhomb. S. 374	XX würfelförmige Rhom- boeder, R, -1/2R, -2R. Ergänzungszwillinge mit ausspringenden Ecken.	R wenig deutlich	uneben	spröd				

Härte.	Gewicht.	Glanz.	Pellucidi- tät.	Farbe.	Strich.	Bemerkungen.
6	2,64	Glg. und Plngl.	dschnd.	farblos, weiss, grünlich	weiss	Gesteinsgemength.
6	2,69	Glg. met. Schiller	dschnd.	farblos, weiss, oft blau mit schönem Farbenspiel	weiss	In basischen Erup- tivgesteinen und krystallinen Schie- fern.
Zeolithe.						
5—5,5	2,3	Glg.	ds. bis dschnd.	weiss, gelb- lich, röthlich	weiss	In Hohlräumen von Basalten und in Phonolithen. Aehn. Skolezit, Ara- gonit.
5—5,5	2,3	Glg.	ds. bis dschnd.	weiss, gelb- lich, röthlich	weiss	Wie Natrolith.
5,5	2,1—2,3	Glg.	ds. bis dschnd.	wasserhell, weiss, röthlich	weiss	Auf Blasenräumen von Basalten. Aehn.: Leucit.
3—3,5	2,3	Glg. und Plngl.	dschnd.	farblos; durch Wasserver- lust trübe, verwittert	weiss	Auf Klüften älterer Eruptivgesteine.
4,5—5	2,35	Plngl. auf oP	ds. bis dschnd.	farblos, weiss, röthlich	weiss	Auf Blasenräumen basaltischer Ge- steine und auf Erz- gängen.
3,5—4	2,2	Plngl. auf ∞P∞, sonst Glg.	ds. bis dschnd.	farblos, weiss, ziegelroth	weiss	In Basalten, auf Erz- gängen.
3,5—4	2,1—2,2	Plngl. auf ∞P∞, sonst Glg.	ds. bis dschnd.	farblos, weiss	weiss	In Basalten; auf Erz- gängen.
4,5	2,2	Glg.	ds. bis dschnd.	farblos, weiss, gelblich	weiss	In Hohlräumen von Basalten.
4,5	2,5	Glg.	dschnd.	weiss	weiss	In Hohlräumen basi- scher Eruptivge- steine und auf Erz- gängen.
4,5	2,1—2,2	Glg.	ds. bis dschnd.	farblos, weiss, röthlich	weiss	In Basalten und ähn- lichen Gesteinen. Aehn.: Kalkspath.

Name.	Krystallform. Zusammensetzung.	Habitus.	#	Bruch.	Tena- cität.
Glimmer-					
Biotit (KH) ₂ (Mg Fe) ₂ (AlFe) ₂ Si ₃ O ₁₂ S. 376	Monoklin	×× tafelförmig, pseudo- hexagonal. Aggr. schalig, schiefrig, schuppig.	oP höchst vollk.	—	milde, bieg- sam
Zinnwaldit F ₂ (LiK) ₃ FeAl ₃ Si ₅ O ₁₆ S. 377	Monoklin	Wie Biotit.	oP höchst vollk.	—	milde, bieg- sam
Muscovit H ₄ K ₂ Al ₆ Si ₆ O ₂₄ S. 378	Monoklin	Wie Biotit.	oP höchst vollk.	—	milde, bieg- sam
Lepidolith F ₂ (SiK) ₂ Al ₂ Si ₃ O ₉ S. 378	Monoklin	Wie Biotit.	oP höchst vollk.	—	milde, bieg- sam
Paragonit H ₄ Na ₂ Al ₆ Si ₆ O ₂₄ S. 380	Monoklin	Aggr. feinschuppig, dicht.	oP höchst vollk.	—	milde
Margarit H ₂ CaAl ₄ Si ₂ O ₁₂ S. 380	Monoklin	×× selten, wie Biotit. Aggr. körnig, blättrig, schuppig.	oP s. vollk.	—	spröd, zer- brechl.
Chlorit-					
Pennin { H ₄ Mg ₃ Si ₂ O ₉ H ₄ Mg ₂ Al ₂ SiO ₉ S. 382	Monoklin	×× aufgewachsen in Dru- sen mit rhomboedr. Ha- bitus. Aggr. dicht, derb.	oP vollk.	—	milde, zielm. bieg- sam
Klinochlor { H ₄ Mg ₃ Si ₂ O ₉ H ₄ Mg ₂ Al ₂ SiO ₉ S. 383	Monoklin	×× aufgewachsen in Dru- sen von rhomboedri- schem oder monoklinem Habitus, flächenreich. Aggr. schuppig.	oP vollk.	—	milde
Prochlorit { H ₄ Mg ₂ Al ₂ SiO ₄ H ₄ Mg ₃ Si ₂ O ₉ S. 384	Monoklin	×× wenig deutlich, sechs- seitige Tafeln. Aggr. kamm- und wulst- förmig gewundene Säul- chen.	oP vollk.	—	milde
Talk- oder					
Serpentin H ₄ Mg ₃ Si ₂ O ₉ S. 389	? Rhomb	Aggr. dicht, blättrig, fasrig.	—	muschl. oder splittrig	milde
Talk H ₂ Mg ₃ Si ₄ O ₁₂ S. 387	? Monoklin	Aggr. blättrig, schalig, dicht (Speckstein).	oP ausge- zeichnet	uneben bis splittrig	mild, ge- mein biegs.
Meerschäum H ₄ Mg ₂ Si ₃ O ₁₀ S. 388	?	Aggr. feinerdig, derb, knollig.	—	flach- muschl.	milde

Härte.	Gewicht.	Glanz.	Pellucidi- tät.	Farbe.	Strich.	Bemerkungen.
Gruppe.						
2,5—3	2,8—3,2	Plmgl. bis Mgl.	ds. bis uds.	dunkel gefärbt	weiss	Weit verbreitet.
2—3	2,9—3,1	Plmgl. bis Mgl.	dschnd.	blassviolett, grau, braun	weiss	In Zinnstein führen- dem Granit und Greisen.
2—3	2,76—3,1	Plmgl. bis Mgl.	ds. bis dschnd.	farblos, gelb- lich, röthlich	weiss	Weit verbreitet als wesentlicher und accessorischer Ge- steinsgemengtheil.
2	2,8—2,9	Plmgl.	dschnd.	pfrsichblüth- roth bis rosenroth	weiss	Bgl. Fluorhaltige Mi- neralien.
2—2,5	2,8—2,9	Plmgl.	dschnd.	weiss, apfel- grün	weiss	In Paragonitschiefer. Bgl. Staurolith, Dis- then.
3,5—4,5	3	starker Plmgl.	dschnd.	weiss, röth- lichweiss	weiss	Bgl. Smirgel, Sma- ragd.
Gruppe.						
2,5	2,7	Plmgl.	ds. bis dschnd.	bläulichgrün	grünlich- weiss	Weit verbreitet.
2	2,7	Plmgl. und Ggl. bis Fgl.	dschnd.	bläulich- bis schwärzlich- grün	grünlich- weiss	Im Chloritschiefer. Bgl. Granat und Diop- sid.
1	2,8	matter Ggl.	dschnd.	lauch- bis schwärzlich- grün	grünlich- weiss	Im Chloritschiefer u. Verwitterungspro- duct von Augit und Hornblende.
Serpentin-Gruppe.						
3—4	2,6	matt oder schim- mernd	dschnd. bis uds.	grün-schwarz	grünlich- weiss	—
1	2,7	Plmgl.	ds. bis uds.	licht apfel- grün	weiss	Im Speckstein zu- weilen Pseudomor- phosen nach Quarz, Dolomit.
2—2,5	2; scheinbar leichter	matt	uds.	weiss	glänzend	Klebt stark an der Zunge.

Name.	Krystallform. Zusammensetzung.	Habitus.	#	Bruch.	Tena- cität.
Kaolin-					
Kaolin $H_4Al_2Si_2O_9$? Monoklin S. 389	Aggr. locker, feinschuppig, feinerdig.	oP vollk.	flach- muschl. oder erdig	ge- mein biegs.
Pyrophyllit $H_2Al_2Si_4O_{12}$? Rhomb. S. 391	Aggr. breitstänglig, radial- oder sternförmig, derb.	nach der Längs- richtung vollk.	uneben	mild, biegs.
Tita-					
Perowskit $CaTiO_3$? Rhomb. S. 392	×× pseudoregulär, ∞O∞, ∞O, O. Aggr. nierenförmig.	∞O∞ z. vollk.	—	spröd
Titanit $CaTiSiO_5$	Monoklin S. 393	×× eingewachsen: flach, briefcouvertförmig, oP, $\frac{2}{3}P\bar{2}$, aufgewachsen: taf- lig nach $\frac{1}{2}P\infty$, $P\infty$ oder prismatisch nach ∞P. Zw. nach oP häufig.	undeutl. oft schalig nach ∞P oder $P\infty$	muschl.	spröd
X. Klasse.					
Uranpecherz $(UPb_2)_3U_2O_{12}$	Regulär S. 395	×× sehr selten. Aggr. derb, dicht, schein- bar amorph.	—	muschl.	spröd
XI. Klasse.					
Mellit $Al_2C_{12}O_{12}$	Tetrag. S. 397	×× pyramidal, P, oP, ∞P∞. Aggr. körnig.	—	muschl.	wenig spröd
Ozokerit C_nH_{2n}	— S. 397	derb.	—	flach- muschl. bis hakig	knet- bar
Bernstein $C_{40}H_{64}O_4$	Amorph S. 398	Knollen, Gerölle, Körner, tropfsteinartig.	—	muschl.	spröd
Asphalt C, H, O	Amorph S. 398	traubig, kugelig, nieren- förmig.	—	muschl.	milde

Härte.	Gewicht.	Glanz.	Pellucidi- tät.	Farbe.	Strich.	Bemerkungen.
(Thon-) Gruppe.						
1	2,4	Plmgl. und matt	uds.	weiss	weiss	Verwitterungsprod. d. Feldspäthe etc.
1	2,7	Plmgl.	dschnd.	apfelgrün bis grünlichweiss	weiss	In Granit. Aehn. Talk.
nate.						
5,5	4,0	Dgl. bis Mgl.	uds.	schwarz	graulich- weiss	In Talkschiefer.
5—5,5	3,5	Ggl. bis Dgl. und Fgl.	ds. bis uds.	gelb, grün, braun, roth	weiss	Auf Klüften von Silicatgesteinen, in Syeniten, Horn- blendeschiefern u. körnigen Kalken.
Uranate.						
3—6	5—9	matt und Fgl.	uds.	schwarz	dunkel- grün bis bräunlich- schwarz	Auf Erzgängen neben Bleiglanz und Sil- bermineralien.
Organische Verbindungen.						
2—2,5	1,6	fettiger Ggl.	dschnd.	honig- oder wachsgelb	weiss	In Braunkohle.
weich	0,9	Fgl.	dschnd.	grün bis braun	fettig	Steinsalz, Schwefel.
2—2,5	1—1,1	Fgl.	ds. bis dschnd.	wachs- bis honiggelb	weiss	In Bernsteinerde und auf secundären La- gerstätten.
1—2	1,1—1,2	Fgl.	uds.	pechschwarz	klebrig	In Kalkstein, Mergel, Thon, Sandstein.

Register.

Die cursiv gedruckten Namen beziehen sich auf den ersten allgemeinen Theil, die antiqua gedruckten auf den zweiten speciellen Theil des Buches. Die Namen der beiden Anhänge I und II sind in das Register nicht aufgenommen.

- A.
- Abichit 317.
Abstumpfung 27.
Achat 241.
Achirit 340.
Achmatit 330.
Achroit 327.
Achtaragdit 342.
Achtundvierzigflächner 41.
Adamin 316.
Adamsit 379.
Adelpholith 304.
Adiatherman 137.
Adular 362.
Aedelforsit 345. 370.
Aedelit 331.
Aegirin 348.
Aenigmatit 353.
Aeschynit 305.
Aetzfiguren 92.
Agalmatolith 388. 391.
Aggregate 4. 84.
Agricolit 341.
Aikinit 302.
Akanthikon 330.
Akanthit 220.
Äkerit = Blauer Spinell 251.
Akmit 348.
Aktinolith 350.
Alabandin 207.
Alabaster 294.
Alaskait 225.
Alaune 296.
Alaunschiefer 296.
Alaunstein 295.
Albertit 399.
Albin 371.
Albit 359. 364. 366.
Albitgesetz 365.
Alexandrit 254.
Alisonit 218.
Allagit 349.
- Allaktit 312.
Allanit 330.
Allemontit 197.
Allochroit 334.
Allochromatisch 134.
Alloklas 214.
Allomorphit 290.
Allopladium 202.
Allophan 391.
Allophit 387.
Almandin 251. 333.
Alstonit 281.
Altait 218.
Alumian 295.
Aluminit 295.
Alumocalcit 255.
Alunit 295.
Amalgam 200.
Amazonenstein 361. 363.
Amazonit 363.
Amblygonit 309.
Amblystegit 344.
Amesit 382. 384.
Amethyst 240.
—, orient. 247.
Amiant 350.
Ammoniakalaun 296.
Amorph 3.
Amphibol 349.
— -Anthophyllit 350.
Amphigen 357.
Amphilogit 379.
Amphodelit 367.
Analcim 370.
Analysenberechnung 144.
Anatas 242.
Anauxit 391.
Andalusit 320. 321.
Anderbergit 244.
Andesin 367.
Andradit 333.
Andrewsit 315.
Anglarit 311.
Anglesit 291.
- Anhydrit 288.
Anisotrop 3. 95.
Ankerit 276.
Anlauffarben 135.
Anlegegoniometer 7.
Annabergit 312.
Anneroedit 304.
Annit 377.
Annivit 228.
Anomalien, optische 131.
Anomit 376.
Anorthit 359. 364. 367.
Anorthoklas 363.
Anthophyllit 349.
Anthracit 399.
Anthrakonit 274. 275.
Anthrakoxen 399.
Antigorit 387.
Antimon 197.
Antimonarsenfahlerz 231.
Antimonblende 205.
Antimonblüthe 236.
Antimonfahlerz 231.
Antimonglanz 204.
Antimonit 204.
Antimonnickel 208.
Antimonnickelglanz 210.
Antimonnickelkies 211.
Antimonocker 255.
Antimonsilber 220.
Antimonsilberblende 229.
Antrimolith 369.
Apatelit 297.
Apatit 306. 307.
Aphrit 280.
Aphrodit 388.
Aphrosiderit 385.
Aphtalose 287.
Aphtonit 231.
Apjohnit 296.
Aplom 333.
Apophyllit 370.
Apyrit 327.
Aquamarin 335.

- Aragonit 279.
 Arcanit 287.
 Ardennit 341.
 Arendalit 330.
 Arfvedsonit 352.
 Argentit 218.
 Argentopyrit 224.
 Argyrodit 234.
 Argyropyrit 224.
 Arit 209.
 Arkansit 242.
 Arksutit 266.
 Arnimit 299.
 Arquerit 200.
 Arsen 196.
 Arsenantimonfahlerz 231.
 Arsenantimonnickelglanz 211.
 Arsenargentit 222.
 Arsenblüthe 235.
 Arseneisen 214.
 Arseneisensinter 318.
 Arsenfahlerz 231.
 Arsenik 196.
 Arsenikalkies 214.
 Arsenikglanz 197.
 Arsenikkies 213.
 Arsenikkobalt 215.
 Arsenikkobaltkies 216.
 Arseniknickel 215.
 Arseniosiderit 315.
 Arsenit 235.
 Arsenkies 213.
 Arsenkupfer 222.
 Arsennickel 208.
 Arsennickelglanz 211.
 Arsennickelkies 211. 212.
 Arsenolith 235.
 Arsenomelan 225.
 Arsenopyrit 213.
 Arsensilber 197.
 Arsensilberblende 229.
 Asbest 350.
 Asbolan 260.
 Asmanit 242.
 Aspasiolith 335.
 Asperolith 340.
 Asphalt 398.
 Asphalten 398.
 Aspidolith 377.
 Astrakanit 295.
 Astrophyllit 381.
 Atakamit 267.
 Atelestit 317.
 Atelit 268.
 Atheriastit 354.
 Atlasit 284.
 Atlasspath 275.
Atomgewichte 145.
 Atopit 306.
 Attakolith 314.
 Auerbachit 244.
 Auerlith 244.
 Augelith 314.
 Augit 346.
 Augit, basaltischer 347.
 Augitgruppe 342.
 Aurichalcit 284.
 Auriopigment 204.
 Aurolith 335.
Ausfüllungspseudomorphosen 187.
Auslöschung 109.
 Autunit 318.
 Automolit 251.
 Avalit 380.
 Avanturin 240.
 Awaruit 201.
Axe, optische 96.
Axensystem 11.
Axenverhältniss 24.
 Axinit 328.
 Azurit 285.
- B.**
- Babingtonit 349.
 Bagrationit 330.
 Baikalit 346.
 Baltimorit 387.
 Balvraidit 387.
 Bamlit 321.
 Bandjaspis 241.
 Barkevikit 352.
 Barnhardtit 224.
 Barrandit 315.
 Barsowit 368.
 Barylith 341.
 Barysilit 341.
 Baryt 289.
 Barytcoelestin 290.
 Barytfeldspath 362.
 Barytglimmer 377.
 Barytharmotom 374.
 Barytcalcit 282.
 Barytophyllit 381.
 Barytplagioklas 367.
 Barytsalpeter 273.
 Baryumnitrat 273.
 Baryumuranit 318.
 Basaltjaspis 241.
 Basanomelan 249.
Basis 52.
 Bastit 344.
 Bastnäsit 267.
 Bastonit 377.
 Batrachit 337.
 Baudisserit 277. 283.
 Baulit 362.
 Bavalcit 385.
 Bavenoer Gesetz 360. 365.
 Beaumontit 372.
 Beauxit 256.
 Bechilith 270.
 Beegerit 232.
Begrenzungs-elemente 6.
 Beilstein 350.
 Belonosit 301.
 Bementit 337.
 Beraunit 315.
Berechnung der Krystalle 21.
 Bergamaskit 351.
 Bergbutter 296.
 Bergflachs 350.
 Berggold 198.
 Bergholz 350.
 Bergkork 350. 387.
 Bergkrystall 239.
 Bergleder 387.
 Bergmannit 369.
 Bergmehl 275.
 Bergmilch 275.
 Bergpech 398.
 Bergseife 390.
 Berlinit 314.
 Bernstein 398.
 Berthierin 385.
 Berthierit 225.
 Bertrandit 338.
Berührungszwillinge 33.
 Beryll 335.
 Berzeliit 305.
 Beudantit 318.
 Beustit 330.
 Beyrichit 216.
 Bieberit = Kobaltvitriol 299.
 Bildstein 388. 391.
Bildung der Mineralien 178.
 Binarkies 212.
 Bindheimit 306.
 Binnit 226.
 Biotit 376.
 Bischofit 264.
 Bismutit 205.
 Bismutoferrit 392.
 Bismutosphaerit 285.
 Bittersalz 298.
 Bitterspath 276.
 Bjelkit 227.
 Blackband 278.
 Blättererz 222.
 Blättertellur 222.
 Blätterzeolith 371.
 Blaubleierz 218. 308.
 Blaueisenerde 311.
 Blaueisenerz 258. 311.
 Blauerze 278.
 Blauspath 314.
 Blei 200.
 Bleiantimonglanz 225.
 Bleiarsenglanz 225.
 Bleierde 282.

- Bleiglätte 250.
 Bleiglanz 217.
 Bleiglas 291.
 Bleiglimmer 282.
 Bleigummi 314.
 Bleihornerz 267.
 Bleilasur = Linarit 299.
 Bleiniere 306.
 Bleischweif 217. 218.
 Bleivitriol 291.
 Bleiwismuthglanz 225.
 Blende 206.
 Blenden 203.
 Bloedit 295.
 Blutstein 248.
 Bobierit 311.
 Bodenit 330.
 Bogheadkohle 399.
 Bohnerz 259.
 Bol 390.
 Bolivit 205.
 Bologneserspath 290.
 Boltonit 336.
 Bolus 390.
 Bonsdorffit 335.
 Borax 270.
 Boracit 269.
 Bornit 224.
 Borocalcit 270.
 Boromagnesit 271.
 Boronatrocalcit 271.
 Bort 194.
 Bosjemanit 296.
 Botryogen 297.
 Botryolith 325.
 Boulangerit 227.
 Bournonit 227.
 Bowenit 387.
Brachyaxe 69. 77.
 Bragit 303.
 Brandisit 381.
 Brandtit 310.
Brasilianer Gesetz 61. 238.
 Braunbleierz 308.
 Brauneisenerz 259.
 Brauneisenstein 258.
 — dichter 259.
 — erdiger 259.
 — thoniger 259.
 Braunerze 278.
 Braunit 254.
 Braunkohle 399.
 Braunmanganerz 257.
 Braunspath 276.
 Braunstein 245.
 Bravaisit 391.
Brechung des Lichtes 97.
 Breislakit 353.
 Breithauptit 208.
 Breunerit 277.
 Brevicit 369.
 Brewsterit 372.
 Brochantit 299.
 Bröggerit 395.
 Bromargyrit 263.
 Bromsilber 263.
 Brongniartit 226.
 Bronzit 343.
 Brookit 242.
Bruch 91.
 Brucit 256.
 Brushit 310.
 Bucholzit 321.
 Bucklandit 329. 330.
 Bunsenin 222.
 Bunsenit 246.
 Buntbleierz 308.
 Buntkupfererz 224.
 Buratit 284.
 Bustamit 349.
 Buttermilcherz 318.
 Byssolith 350.
 Bytownit 367.
- C.
- Cabrerit 312.
 Calamin 339.
 Calamit 350.
 Calaverit 222.
 Calcioferrit 315.
 Calciostrontianit 281.
 Calciorthorit 244.
 Calcit 273.
Calderonsche Platte 110.
 Caledonit 285.
 Callait 313.
 Cancrinit 356.
 Cantonit 221.
 Caporcianit 370.
 Cappelinit 325.
 Captivos 242.
 Caracolit 267.
 Carbonado 194.
 Carmenit 222.
 Carnallit 265.
 Carnat 390.
 Carneol 241.
 Carolathin 392.
 Carrollit 224.
 Cascalho 195.
 Cassinit 362.
 Castelnaudit 305.
 Castillit 224.
 Catawbirit 253.
 Cathkinit 389.
 Cavolinit 356.
Centrum der Symmetrie 26.
 Cerin 330.
 Cerinstein 339.
 Cerit 339.
 Cerussit 281.
 Cervantit 236.
 — = Antimonocker 255.
 Ceylanit 251.
 Chabasit 374.
 Chalcedon 241.
 Chalkanthit 299.
 Chalkodit 385.
 Chalkolith 318.
 Chalkomenit 286.
 Chalkophanit 259.
 Chalkophyllit 317.
 Chalkopyrit 223.
 Chalkosiderit 315.
 Chalkosin 219.
 Chalcostibit 225.
 Chalkotrichit 249.
 Chamasit 201.
 Chamosit 385.
Charakter der Doppelbrechung 112. 116. 125.
 Chathamit 212.
 Cheleutit 212.
 Chessylith 285.
 Chesterlith 363.
 Chiestolith 321.
 Childrenit 314.
 Chilenit 220.
 Chilesalpeter 272.
 Chiolith 266.
 Chiviatic 224.
 Chladnit 343.
 Chloanthit 212.
 Chlorammonium 262.
 Chlorastrolith 331.
 Chlorbromsilber 263.
 Chlorit 383. 384.
 Chloritgruppe 382.
 Chloritoid 381.
 Chloritspath 381.
 Chlorokalium 261.
 Chlorocalcit 264.
 Chloromelanit 398.
 Chloropal 255. 392.
 Chlorophäit 387.
 Chlorophänerit 387.
 Chlorophan 264.
 Chlorophyllit 335.
 Chloropit 386.
 Chlorospinell 251.
 Chlorotil 316.
 Chlorquecksilber 263.
 Chlorsilber 262.
 Chodnewit 266.
 Chondroarsenit 312.
 Chondrodit 338.
 Christianit 373.
 Christobalit 242.
 Christophit 207.
 Chrombleierz 299.
 Chromchlorit 383.
 Chromdiopsid 346.

- Chromeisenstein 252.
 Chromglimmer 380.
 Chromgranat 334.
 Chromit 252.
 Chromocker 391.
 Chromphosphorkupfer-
 bleispath 300.
 Chromspinell 251.
 Chromturmalin 328.
 Chrysoberyll 253.
 Chrysokolla 340.
 Chrysolith 338.
 Chrysophan 381.
 Chrysopras 241.
 Chrysotil 387.
 Churchit 310.
 Cimolit 391.
 Cinnabarit 220.
Circularpolarisation 128.
 Cirrolith 314.
 Citrin 239.
 Clarit 234.
 Claudetit 236.
 Clausthalit 218.
 Clayit 232.
 Cleiophan 207.
 Cleveit 395.
 Cleveland-ore 259.
 Clingmanit 380.
 Clintonit 381.
 Cluthalit 370.
 Cobaltomenit 286.
 Coccinit 263.
Coefficienten 11.
 Coelestin 290.
 Coeruleoaktit 314.
 Cohenit 201.
 Colemanit 271.
 Coloradoit 222.
 Columbit 304.
Combination 27.
 Comptonit 369.
 Condurrit = Arsenkupfer
 222.
 Connellit 268.
Constitutionswasser 143.
Contactmineralien 188.
 Cookeit 378.
 Copalin 398.
 Copiapit 297.
 Coquimbit 297.
 Coracit 395.
 Cordierit 334.
 Cornwallit 317.
 Corongit 256.
Correlate Formen 29.
 Corundellit 380.
 Cosalit 227.
 Cossyrit 353.
 Cotunnit 263.
 Couseranit 354.
 Covellin 221.
 Crednerit 254.
 Crichtonit 249.
 Cronstedlit 385.
 Crookesit 219.
 Crucilith 259. 324.
 Crucit 259. 324.
 Cuban 224.
 Cuboit 370.
 Culsageeit 377.
 Cuprit 249.
 Cuprocalcit 250.
 Cuprodescloizit 316.
 Cupromagnesit 299.
 Cuproplumbit 218.
 Cuproscheelit 301.
 Cyanit 322.
 Cyanochroit 293.
 Cyanochrom 293.
 Cyanotrichit 299.
Cyclische Verwachsung 36.
 Cyclopit 367.
 Cymophan 253.
 Cyprin 332.
 Cyrtolith 244.

D.
 Damourit 379.
 Danait 214.
 Danalith 342.
 Danburit 324.
 Daourit 327.
 Darwinit 222.
 Datolith 325.
 Daubr eit 268.
Dauphin er Gesetz 61. 238.
 Davreuxit 380.
 Davyn 356.
 Dawsonit 283.
 Dechenit 306.
Deduction 15.
 Deger oit 392.
 Delessit 385.
 Delphinit 330.
Deltoiddodekaeder 44.
Deltoidikositetetraeder 41.
 Delvauxit 315.
 Demant 194.
 Demantoid 334.
 Demantspath 247.
 Demidowit 340.
 Dermatin 387.
 Descloizit 316.
 Desmin 372.
Deuteroprisma 51.
Deuteropyramide 51.
 Devonit 313.
 Dewalquit 341.
 Deweylith 389.
 Diabantit 385.
 Diabantochronnyn 385.
 Diadelphit 313.
 Diadochit 318.
 Diaklasit 344.
 Diallag 346.
 Dialogit 278.
 Diamant 194.
 Diaphorit 227. 349.
 Diaspor 256.
Diatherman 137.
Dichroismus 135.
 Dichroit 334.
Dichroskop 135.
 Dickinsonit 311.
 Didymit 379.
 Dietrichit 296.
 Digenit 222.
Dihexagonales Prisma 51.
Dehexagonale Pyramide 50.
 Dihydrat 316.
 Dillnit 390.
 Diopsil 345.
 Dioptas 340.
 Diphanit 380.
Diploeder 47.
 Dipyr 354.
 Diskrasit 220.
Dispersion, gedrehte 127.
 — *geneigte* 127.
 — *horizontale* 127.
Dimorphie 151.
Disthenoide 65.
 Disterrit 381.
 Disthen 320. 322.
Ditrigonales Prisma 50.
 Diterophanit 292.
 Dolomit 276.
Doma 70.
 Domeykit 222.
 Domingit 226.
Doppelbrechung 103.
 Doppelspath 275.
 Dopplerit 399.
 Douglasit 265.
 Dravit 328.
 Dreelit 290.
 Duckstein 275.
 Dudgeonit 312.
 Dudleyit 377.
 Dufrenit 315.
 Dufrenoysit 226.
 Dumortierit 325.
 Dumreicherit 296.
 Duporthit 387.
 Durangit 309.
Durchsichtigkeit 133.
Dyakisdodekaeder 47.
 Dysanalyt 303.
 Dysluit 251.

E.

Ecken 6.
 Edenit 352.
 Edingtonit 370.
 Edisonit 242.
 Egeran 331.
 Eggonit 340.
 Ehlit 316.
 Ehrenbergit 391.
 Eichwaldit 270.
 Eilbertit 390.
Eingeschriebene Rhom-
boeder 56.
Einheitsfläche 11.
Einschlüsse 82.
 Eis 235.
 Eisen, meteorisches 201.
 — tellurisches 201.
 Eisenalaun 296.
 Eisenantimonlanz = Ber-
 thierit 225.
 Eisenblüthe 280.
 Eisenboracit 270.
 Eisenchlorit 385.
 Eisenerde, grüne 392.
 Eisenglanz 247. 248.
 Eisenglimmer 377.
 Eisengymnit 389.
 Eisenkalkolivin 337.
 Eisenkies 209.
 Eisenkiesel 240.
 Eisenknebelit 337.
 Eisenkobaltkies 215.
 Eisennatrolith 369.
 Eisennickelkies 207.
 Eisenniere 259.
 Eisenpecherz 259. 309.
 Eisenplatin 202.
 Eisenrahm 248.
 Eisenrosen 248. 249.
 Eisensinter 318.
 — weisser 315.
 Eisenspath 278.
 Eisenspinell = Pleonast
 251.
 Eisensteinmark 390.
 Eisenthongranat 333.
 Eisenturmalin 327.
 Eisenvitriol 298.
 Eisenzinkspath 278.
 Eisspath 362.
 Ekdemit 267.
 Ekebergit = Skapolith 353.
 Ekmannit 382.
 Elaeolith 355.
Elasticität 93.
Elasticitätsaxen 95.
Elasticitätsfläche 95.
 Elaterit 397.
 Electrum 198.

Eleonorit 315.
 Eliasit 396.
 Elpasiolith 266.
 Embolit 263.
 Emerylith 380.
 Emmonit 281.
 Emplektit 225.
Enantiomorphe Formen 29.
 Enargit 233.
 Enceladit 394.
 Endlichit 309.
 Enhydros 241.
 Enstatit 343.
 Eosit 301.
 Eosphorit 314.
 Ephesit 379.
 Epiboulangerit 234.
 Epichlorit 385.
 Epidot 329.
 Epigenit 234.
 Epiphanit 384.
 Epistilbit 372.
 Epsomit 298.
 Erbsenstein 275. 280.
 Erdkobalt 312.
 — schwarzer 260.
 Erdmannit 326.
 Erdpech 398.
 Erdwachs 397.
Ergänzungszwillinge 33.
 Erinit 316. 391.
 Eriochalcit 263.
 Erlan 333.
 Ersbyit = Mejonit 355.
 Erythrin 312.
 Erythrosiderit 265.
 Erythrozinke 208.
 Escherit 330.
 Esmarkit 335. 367.
 Ettringit 296.
 Euchlorit 377.
 Euchroit 316.
 Eudialyt 394.
 Eudnophit 370.
 Eugenglanz 233.
 Eukairit 219.
 Eukamptit 377.
 Euklas 326.
 Eukolit 294.
 Eukolittitanit 394.
 Eukrasit 244.
 Eukryptit 356.
 Eulytin 341.
 Euosmit 398.
 Euphyllit 379.
 Eupyrchroit 308.
 Euralith 385.
 Euxenit 304.
 Evansit 314.
 Evigtokit 266.
 Exanthalit 292.

F.

Fahle 203.
 Fahlerz 230.
 — dunkles 231.
 — lichtetes 231.
 Fahlunit 334. 335.
 Falkenhaynit 228.
 Fairfieldit 311.
 Famatinit 234.
Farbe der Mineralien 134.
 Fasergyps 294.
 Faserkalk 275.
 Faserkiesel 321.
 Faserquarz 240.
 Fassait 347.
 Faujasit 371.
 Fauserit 298.
 Fayalit 337.
 Federerz 226.
 Federsalz 296.
 Feldspath, gemeiner 362.
 — glasiger 362.
 Feldspathgruppe 358.
 Felsöbanyit 295.
 Ferberit 302.
 Fergusonit 303.
 Ferrit 338.
 Ferrotellurit 292.
 Fettbol 390.
 Feuerblende 230.
 Feueropal 255.
 Feueropalstein 241.
 Fibroferrit 297.
 Fibrolith 321.
 Fichtelit 397.
Fiederstreifung 33.
 Fiedlerit 267.
 Fillowit 311.
 Fischerit 313.
Flächen 6.
Flächensymbol 13.
Flächenwinkel 6.
 Flinkit 312.
 Fluellit 265.
 Fluocerit 267.
Fluorescenz 136.
 Fluorit 263.
 Fluss 263.
 Flussspath 263.
 Forcherit 255.
 Foresit 373.
Formen, geschlossene 27.
Formsymbol 13.
 Forsterit 336.
 Fournetit 232.
 Fowlerit 337. 349.
 Francolith 307.
 Franklandit 271.
 Franklinit 251.
 Frauenglas 294.

Freieslebenit 227.
Frenzelit 205.
Freyalith 244.
Friedelit 382.
Frieseit 224.
Fritzscheit 318.
Fuchsit 380.
Fullonit 258.

G.

Gadolinit 326.
Gänseköthigerz 318.
Gahnit 251.
Galaktit 369.
Galapectit 392.
Galenit 217.
Galenobismutit 225.
Galmei 277. 339.
— rother 278.
Ganomalith 341.
Ganomatit 318.
Garnierit 338. 389.
Gastaldit 352.
Gaylussit 283.
Gearsutit 266.
Gedrit 350.
Gehlenit 355.
Geierit 214.
Gekrösestein 289.
Gelbbleierz 301.
Gelbeisenerz 297.
Gelbeisenstein 259.
Gelberde 390.
Gelberz 223.
Geneigtflächige Hemiedrie
30.
Genthit 389.
Geokronit 232.
Gerhardtit 273.
Gersdorffit 211.
Gerstenkörner 283.
Gesetz der rationalen Aven-
abschnitte 9.
— — *Winkelconstanz* 5.
— — *Symmetrie* 26.
Gesteine 170.
Gibbsit 256.
Gieseckit 355. 379.
Gigantolith 335. 379.
Gilbertit 324.
Gillingit 392.
Giobertit 276.
Gismondin 357. 374.
Glagerit 392.
Glanz 133.
Glanze 207.
Glanzeisenerz 248.
Glanzkobalt 210.
Glasbachit 292.
Glaserit 287.
Glaserz 218.

Glaskopf, brauner 259.
— grüner 315.
— rother 248.
— schwarzer 259.
Glauberit 287.
Glaubersalz 292.
Glaukodot 214.
Glaukolith 354.
Glaukonit 386.
Glaukophan 352.
Glaukopyrit 215.
Gleitflächen 90.
Glimmergruppe 375.
Glinkit 337.
Glockerit 297.
Gmelinit 375.
Göthit 257. 258.
Gold 198.
— -amalgam 200.
Goniometer 7.
Goslarit 298.
Goyazit 314.
Grahamit 399.
Gramenit 392.
Grammatit 350.
Granat 332.
Granulin 242.
Graphit 195.
Grastit 383.
Graubraunsteinerz = Pyro-
lusit 345.
Grausilber 285.
Grauspiessglanz 204.
Greenockit 208.
Greenovit 393.
Grensesit 386.
Grochautit 384.
Groddeckit 375.
Groppit 335.
Grorolith 260.
Grossular 333.
Grothit 393.
Grünautit 216.
Grünbleierz 308.
Grüneisenerz 315.
Grünerde 386.
Grunerit 352.
Gualdalcazarit 221.
Guanajuatit 205.
Guanit 310.
Guanovulit 292.
Guarinit 394.
Guejarit 224.
Gümbelit 391.
Gummierz 396.
Gummit 396.
Gurhofian 276.
Gurolit 371.
Gymnit 389.
Gyps 293.
Gyrolith 371.

H.

Haarkies 208.
Haarsalz 295.
Hämafibril 312.
Hämatit 247.
Hämatokonit 274. 275.
Hämatolith 313.
Hämatostibiit 306.
Härte 91.
Hagemannit 266.
Haidingerit 310.
Haidinger'sche Lupe 135.
Halit 261.
Hallit 377.
Halloysit 392.
Halotrichit 295. 296.
Hamartit 267.
Hanksit 285.
Hannayit 310.
Harmotom 372. 374.
Harringtonit 369.
Harrisit 219.
Harstigit 331.
Hartit 397.
Hartmanganerz 259.
Harze 398.
Hatchettin 397.
Hatchettolith 304.
Hauchecornit = Nickelwis-
muthsulfid. Tetragon.
Lichtbroncegelb. Grube
Friedrich im Siegen-
schen.
Hauerit 210.
Haughtonit 377.
Hauptaxe 26.
Hauptbrechungsindices 98.
Hauptsymmetrieaxe 26.
Hauptsymmetrieebene 26.
Hausmannit 254.
Hauyn 356.
Haydenit 375.
Hayesin 270.
Haytorit 241. 325.
Hebronit 309.
Hedenbergit 346.
Hedyphan 309.
Heliophyllit 267.
Heliotrop 241.
Helminth 384.
Helvetan 377.
Helvin 341.
Hemidoma 74.
Hemiedrie 28.
Hemimorphie 31.
Hemimorphit 339.
Hemiprisma 78.
Hemipyramide 74.
Henwoodit 314.
Hepatit 290.

- Hercynit 251.
 Herderit 309.
 Hermannit 353.
 Herregrundit 299.
 Herrerit 277.
 Herschelit 375.
 Hessit 219.
 Hessonit 333.
 Hetairit 254.
 Heterogenit 259.
Heteromorphie 151.
 Heteromorphit 226.
 Heubachit 259.
 Heulandit 371.
Hexaeder 41.
Hexagonales System 49.
Hexakisoktaeder 41.
Hexakistetraeder 45.
 Hiddenit 348.
 Hieratit 266.
 Hillängsit 352.
 Himbeerspath 278.
 Hiortdahlit 349.
 Hisingerit 392.
 Hitchcockit 314.
 Hjelmmit 303.
 Hörnesit 311.
 Hövellit 261.
Hohlraumausfüllungen
 172.
 Holmesit 381.
 Holmit 381.
Holoeder 28.
 Holzopal 255.
 — zinn 245.
 Homichlin 224.
 Homilit 326.
Homogene Körper 1.
 Honigstein 397.
 Hopeit 310.
 Horbachit 216.
 Hornblei = Bleihornerz
 267.
 Hornblende 351.
 — basaltische 352.
 — grüne 352.
 — schwarze 352.
 Hornblendegruppe 342.
 Hornmangan 349.
 Hornsilber 262.
 Hornstein 241.
 Horseflesh-ore 224.
 Hortonolith 337.
 Houghit 256.
 Howlith 331.
 Huantayit 262.
 Hübnerit 302.
 Hullit 386.
 Humboldtolith 354.
 Humboldtin 397.
 Humit 338.
- Huntolith 222.
 Hureaulith 312.
 Hversalt 296.
 Hyacinth 243.
 Hyalit 255.
 Hyalophan 362.
 Hyalosiderit 337.
 Hyalotekit 341.
 Hydrargillit 256.
 Hydroapatit 308.
 Hydrobiotit 377.
 Hydroboracit 271.
 Hydrocerit 283.
 Hydrocerussit 285.
 Hydrocyanit 292.
 Hydrodolomit 283.
 Hydrofluocerit 267.
 Hydrogiobertit 583.
 Hydrohämatit 258.
 Hydroilmenit 249.
 Hydrokasterit 358.
 Hydromagnesit 283.
 Hydromagnocaloit 283.
 Hydronephelit 355. 369.
 Hydrophan 255.
 Hydrophit 387.
 Hydrotalkit 256.
 Hydrotetraphroit 337.
 Hydrozinkit 283.
 Hygrophyllit 379.
 Hypargyronblende 226.
 Hypersthen 344.
 Hypochlorit 392.
Hypostatische Pseudomor-
phosen 188.
 Hypoxanthit 259. 390.
 Hystatit 249.
- I.**
- Iberit 335.
 Ichthyophtalm 370.
Idiochromatisch 134.
 Idokras 331.
 Idrialin 221.
 Idrialit 399.
 Igelströmit 337.
 Iglesiasit 282.
 Ignatiewit 296.
 Ihleit 297.
Ikosaeder 47.
 Ilmenit 248.
 Ilmenorutil 243.
 Ilvait 339.
Imprägnationen 173.
Imprägnationsstruktur
 176.
 Indianit 367.
Indices 12.
 Indigolith 327.
- Individuen* 4.
 Inesit 375.
Interferenzfigur 114. 120.
 Iridium 202.
 Iridosmium 202.
 Iserin 249.
Isodimorphie 151.
 Isoklas 310.
Isomorphe Gruppen 147.
Isomorphie 146.
Isotrope Medien 3. 95.
 Itabirit 248.
Itakolumit 195. 198.
 Ittnerit 357.
 Iwaarit 333.
 Ixiolith 304.
 Ixolit 398.
- J.**
- Jacobsit 253.
 Jade = Saussurit.
 Jadeit 348.
 Jalpait 218.
 Jamesonit 226.
 Jarosit 297.
 Jaspis 241.
 Jaspopal 255.
 Jaulingit 398.
 Jefferisit 377.
 Jeffersonit 346.
 Jenkinsit 387.
 Jeremejewit 270.
 Jodargyrit = Jodsilber 263.
 Jodit 263.
 Jodobromit 263.
 Jodsilber 263.
 Jodyrit 263.
 Johannit 395.
 Johnstonit 218.
 Johnstrupit 394.
 Jodanit 232.
 Jolith 334.
 Joseit 198.
 Jossait 300.
 Julianit 231.
- K.**
- Kämmernerit 383.
 Kärsutit 351.
 Kainit 266.
 Kainosit 356.
 Kakochlor 260.
 Kakoxen 315.
 Kalait 313.
 Kalialaun 296.
 Kalifeldspath 359.
 Kaliglimmer 378.
 Kalinit 296.
 Kaliophililit 356.

- Kalisalpeter 272.
 Kaliumsulfat 287.
 Kalkbaryt 290.
 Kalkeisengranat 333.
 Kalkfeldspath 358. 359.
 Kalkglimmer 380.
 Kalkharmotom 373.
 Kalkkatapleit 394.
 Kalkmalachit 284.
 Kalksalpeter 273.
 Kalkspath 273.
 Kalkthongranat 332.
 Kalktuff 275.
 Kalkuranglimmer 318.
 Kalkuranit 318.
 Kalkvolborthit 316.
 Kallilith 211.
 Kallochrom 299.
 Kalomel 263.
 Kaluszit 293.
 Kamazit 201.
 Kammkies 213.
 Kampylit 309.
 Kaneelstein 333.
 Kanonenspath 274.
Kantenwinkel 6.
 Kaolin 362. 368. 389. 390.
 Kaolingroupe 389.
Kaolinisirung 184.
 Kaolinit 389.
 Kapnicit 313.
 Kapnit 278.
 Kappenquarz 240.
 Karinthin 352.
 KarlsbaderGesetz 360. 365.
 Karminspath 305.
 Karneol 240.
 Karpholith 331.
 Karstenit 288.
 Karyinit 305.
 Kascholong 255.
 Kassiterit 244.
 Kassiterotantalit 304.
 Kastor 358.
 Katapleit 394.
 Kataspilit 379.
 Katzenauge 240.
 Kausimkies 213.
 Kehrsalpeter 272.
 Keilhaut 394.
 Kelyphit 333.
 Kenngottit 226.
 Kentrolith 341.
 Keramohalit 295.
 Kerargyrit 262.
 Kerasin 267.
 Kerolith 389.
 Kerrit 384.
 Kibdelophan 249.
 Kies 209.
 Kiese 203.
 Kieselguhr 255.
 Kieselkupfer 340.
 Kieselmalachit 340.
 Kieselmangan 349.
 Kieselschiefer 241.
 Kieselsinter 255.
 Kieselwismuth 341.
 Kieselzink 339.
 Kieserit 292.
 Kilbrickenit 232.
 Killinit 379.
 Kirwanit 353.
 Kischtimit 267.
 Kjerulfin 309.
 Klaprothit 226.
 Kleiophan 207.
 Klementit 385.
Klinoaxe 74.
 Klinochlor 382. 383.
 Klinohumit 338.
 Klinoklas 317.
 Klinophäit 297.
 Klipsteinit 349.
 Knebelit 337.
 Knistersalz 262.
 Kobaltarsenkies 214.
 Kobaltblüthe 312.
 Kobaltglanz 210.
 Kobaltin 210.
 Kobaltkies 216.
 Kobaltmanganerz 260.
 Kobaltnickelkies 216.
 Kobaltspath 279.
 Kobaltvitriol 299.
 Kobelit 227.
 Kochehit 303.
 Kochsalz 261.
 Kölbingit 353.
 Könleinit 397.
 Köttigit 312.
 Kohlen 399.
 Kohleneisenstein 278.
 Kohlengalmei 277.
 Kohlenwasserstoff 397.
 Kolkolith 346. 347.
 Kokscharowit 352.
 Kollophan 310.
 Kollyrit 391.
 Kolophonit 331. 334.
 Komarit 389.
 Konarit 389.
 Kongsbergit 200.
 Konichalcit 313.
 Konit 276.
 Koppit 304.
 Korallenerz 221.
 Kornerupin 325.
 Kornähren, Frankenstei-
 ner 219.
 Korund 246.
 Korundophilit 382. 384.
 Korynit 211.
 Kotschubeyit 384.
 Kouphalit 330.
 Krablit 362.
 Krantzit 398.
 Kraurit 315.
 Kreittonit 251.
 Kremserit 265.
 Krennerit 222.
 Kreuzstein 374.
 Krisuvigit 299.
 Krokoit 299.
 Krokydolith 348. 352.
 Krugit 295.
 Kryolith 265.
 Kryophyllit 378.
 Kryptohalit 266.
 Kryptolith 305.
 Kryptotil 325.
Krystall 4.
Krystalldrusen 83.
Krystallgruppe 83.
Krystalloptik 94.
Krystallteknik 80.
Krystallreihe 27.
Krystallstock 32.
Krystallsystem 28. 37.
Krystallwasser 143.
Kugelprojection 19.
 Kupfer 200.
 Kupferantimonerglanz 225.
 Kupferblau 340.
 Kupferblende 231.
 Kupferblüthe 249.
 Kupferbraun 259.
 Kupferglanz 219.
 Kupferglas 219.
 Kupferglimmer 317.
 Kupfergrün 340.
 Kupferindig 221.
 Kupferkies 223.
 Kupferlasur 285.
 Kupfermanganerz 260.
 Kupfernickel 208.
 Kupferpecherz 250. 259.
 Kupfersammlerz 299.
 Kupferschaum 317.
 Kupferschwärze 260.
 Kupfermaragd 340.
 Kupferuranit 318.
 Kupfervitriol 299.
 Kupferwismuthglanz 225.
 228.
 Kupfferit 350.
 Kymatin 351.
 Kymatolith 348.
 Kyrosit 213.

L.

Labrador 367.
 Lagunit 271.

- Lanarkit 292.
 Lancasterit 283.
 Långbanit 341.
 Langit 299.
 Lansfordit 283.
 Lanthanit 283.
 Lapis Lazuli 357.
 Larderellit 271.
 Lasionit 313.
 Lasurstein 357.
Lateralstruktur 167.
 Latrobit 367.
 Laumontit 370.
 Laurionit 267.
 Låvenit 348.
 Lavezstein 388.
 Laxmannit 300.
 Lazulith 314.
 Leadhillit 285.
 Leberblende 207.
 Leberkies 213.
 Lechedor 262.
 Lecontit 292.
 Ledererit 375.
 Lehuntit 369.
 Lemnische Erde 390.
 Lenzin 392.
 Leonhardit.
 Leopoldit 261.
 Lepidochlorit 384.
 Lepidokrokotit 258.
 Lepidolith 378.
 Lepidomelan 377.
 Lepidomorphotit 379.
 Lepidophaeit 260.
 Lepolith 367.
 Leptochlorit 384.
 Lerbachit 218.
 Lesleyit 379.
 Lettsomit 299.
 Leuchtenbergit 383.
 Leucit 357.
 Leukochalcit 316.
 Leukophan 353.
 Leukophyllit 379.
 Leukopyrit 215.
 Leukotil 387.
 Leukoxen 249. 393.
 Levyn 375.
 Leydyit 386.
 Libethenit 315.
 Liebenerit 355. 379.
 Liebigit 283.
 Lievrit 339.
 Limonit 258.
 Linarit 299.
 Lindsayit 368.
Linearprojection 18.
 Linneit 216.
 Linsenerz 317.
 Lintonit 369.
 Lirokonit 317.
 Liskeardit 314.
 Lithioneisenglimmer 377.
 Lithionglimmer 377. 378.
 Lithionit 377.
 Lithiophilic 305.
 Lithiophorit 260.
 Livingstonit 224.
 Löllingit 214.
Löslichkeit 153.
Löthrohrtablette 156.
Löthrohrverfahren 154.
 Löweit 295.
 Löwigit 296.
 Loganit 384.
 Lonchidit 213.
 Lophoit 384.
 Loxoklas 362.
 Lucasit 377.
 Luchssapphir 334.
 Luckit 299.
 Ludlamit 312.
 Ludwigit 270.
 Lüneburgit 271.
 Lumachell 275.
 Lunnit 317.
 Lydit 241.
- M.**
- Maconit 384.
 Magnesiaaalaun 296.
 Magnesiaeisenglimmer 376.
 Magnesiaglimmer 376.
 Magnesiasalpeter 273.
 Magnesioferrit 253.
 Magnesit 276.
 Magnetisenerz 252.
 Magnetisenerz, schlackiges 253.
Magnetische Eigenschaften 139.
 Magnetit 252.
 Magnetkies 215.
 Magnochromit 252.
 Magnoferrit 253.
 Magnolit 292.
Makroaxe 69. 77.
 Malachit 284.
 Malachitkiesel 340.
 Malakolith 346.
 Malakon 244.
 Maldonit 220.
 Malinowskit 232.
 Mallardit 299.
 Malthazit 391.
 Manebacher Gesetz 361. 365.
 Manganalaun 296.
 Manganblende 207.
 Manganbrucit 256.
 Manganepidot 330.
 Manganidokras 332.
 Manganit 257.
 Mangankies 210.
 Mangankiesel 349.
 Mangankupfererz 254.
 Manganocalcit 279.
 Manganophyll 377.
 Manganosit 246.
 Manganostibiit 306.
 Manganschaum 260.
 Manganspath 278.
 Manganotantalit 304.
 Manganthongranat 333.
 Marcelin 254.
 Margarit 380.
 Margarodit 379.
 Marialith 354.
 Marienglas 294.
 Markasit 212.
 Marmatit 207.
 Marmolith 387.
 Marmor 275.
 Martinsit 293.
 Martit 247.
 Mascagnin 287.
 Masonit 381.
 Massicot 250.
 Matlockit 267.
 Maxit 285.
 Meerschalmut 390.
 Meerschalm 388.
 Megabazit 302.
 Megabromit 263.
 Mejonit 354.
 Melaconit 250.
 Melanasphalt 399.
 Melanglanz 232.
 Melanit 333.
 Melanocerit 325.
 Melanochroit 300.
 Melanolith 386.
 Melanophlogit 255.
 Melanotekit 341.
 Melanothallit 263.
 Melanterit 298.
 Melilith 354.
 Melinit 390.
 Melinophan 353.
 Mellit 397.
 Melonit 216.
 Melopsit 389. 391.
 Menaccanit 249.
 Mendipit 267.
 Mendozit 296.
 Meneghinit 232.
 Mengit 305.
 Menilit 255.
 Mennige 250.
 Meolith 389.

- Mercur = Quecksilber 200.
Meroedrie 80.
 Meroxen 376.
 Mesitinspath 277.
 Mesole 369.
 Mesolith 369.
 Mesotyp 369.
 Messelit 310.
 Messingblüthe 284.
Messinstrumente 7.
 Metabrushit 310.
 Metachlorit 385.
 Metacinnabarit 221.
Metamorphische Lagerstätten 172.
 Metasericit 379.
 Metavoltin 297.
 Metaxit 387.
 Miargyrit 225.
 Micarell 379.
 Miemit 276.
 Miesit 308.
 Mikrobromit 263.
Mikrochemie 161.
 Mikroklin 359. 363.
 Mikroklinallbit 363.
 Mikroklinperthit 363.
 Mikrolith 304.
 Mikroperthit 363.
 Mikrosommit 356.
 Mikrothin 365.
 Milarit 358.
 Milchquarz 240.
 Mildglanzerz 233.
 Millerit 208.
 Miloschin 392.
 Mimetesit 308.
Mimetische Krystalle 36.
Mineral 1.
Mineralformation 165.
Minerallagerstätten 164.
 Minette 259.
 Mirabilit 292.
 Misenit 287.
 Misspickel 213.
 Misy 297.
 Mixit 317.
 Mizzonit 354.
 Mokkastein 241.
 Molybdänbleierz 301.
 Molybdänglanz 206.
 Molybdänit 206.
 Molybdänocker 237.
 Molybdomenit 286.
 Molysit 264.
 Monazit 305.
 Monazitoid 305.
 Mondstein 361.
 Monetit 310.
 Monheimit 278.
 Monimolith 306.
 Monit 310.
Monoklines System 74.
 Monradit 387.
 Monrolith 321.
 Montanit 299.
 Montebrasit 309.
 Monticellit 337.
 Montmilch 275.
 Montmorillonit 391.
 Moosachat 241.
 Moresnetit 340.
 Morion 239.
 Moroxit 307.
Morphologie der Mineralien 3.
Morphotropie 150.
 Morvenit 374.
 Mosandrit 394.
 Mottramit 316.
 Mullicit 311.
 Murchisonit 362.
 Muriacit 288.
 Muromontit 330.
 Muschelmarmor 275.
 Muscovit 378.
 Myelin 390.
- N.**
- Nadeleisenerz 257.
 Nadeleisenstein 258.
 Nadelierz 228.
 Nadelzinn 245.
 Nadorit 267.
 Nagelkalk 275.
 Nagyagit 222.
 Nakrit 390.
 Namaqualith 256.
 Nantokit 263.
 Nasturan 395.
 Natriumsulfat 287.
 Natroborocalcit = Ulexit 272.
 Natrocalcit 283.
 Natrolith 369.
 Natromikroklin 363.
 Natron 282.
 Natronalaun 296.
 Natronfeldspath 358. 359.
 Natronglimmer 380.
 Natronkatapleit 394.
 Natronorthoklas 362.
 Natronsalpeter 272.
 Naumannit 218.
 Neftgil 397.
 Nematolith 256.
 Neochrysolith 337.
 Neotokit 349.
 Neotyp 274.
 Nephelin 355.
 Nephrit 350.
 Neukirchit 257.
 Newberyit 310.
 Newjanskit 202.
 Newportit 381.
 Nickelantimonoglanz = Ullmannit 211.
 Nickelarseniat 306.
 Nickelblüthe 312.
 Nickelglanz 211.
 Nickelgymnit 389.
 Nickelin 208.
 Nickelkies 208.
 Nickelsmaragd 284.
 Nickelvitriol 298.
 Nickelwismuthglanz 216.
Nicolsches Prisma 107.
 Nierenkies 223.
 Nigrescit 387.
 Nigrin 243.
 Niobit 304.
 Nipholith 266.
 Nitratin 272.
 Nitrocalcit 273.
 Nitromagnesit 273.
 Nocerin 267.
 Nohlit 304.
Nomenclatur 192.
 Nontronit 392.
 Nordenskiöldin 394.
 Nordmarkit 324.
 Normaldolomit 276.
 Nosean 356.
 Numeait 389.
 Nussierit 308.
 Nuttallith 354.
- O.**
- Ochran 390.
 Oellacherit 380.
 Oerstedt 244.
Offene Formen 27.
 Oisanit 330.
 Okenit 345. 371.
Oktaeder 40.
 Oktibbehit 201.
 Olafit 367.
 Oligoklas 367.
 Oligonspath 278.
 Olivenerz 316.
 Olivenit 316.
 Olivin 336. 337.
 Omphacit 348.
 Onegit 258.
 Onkoit 384.
 Onkosin 379.
 Onofrit 221.
 Onyx 241.
 Oosit 335. 379.
 Opal 255.
 Ophit = Serpentin 386.

- Orangit 244.
 Orawiczit 390.
 Organische Verbindungen 397.
 Oropion 390.
 Orthit 330.
Orthoaze 74.
 Orthochlorite 382.
Orthodoma 75.
 Orthoklas 359.
Orthopinakoid 75.
 Ortstein 259.
 Oryzit 372.
 Osmelith 345.
 Osmiridium 202.
 Osteolith 307.
 Ostrait 244.
 Ottrelith 381.
 Owenit 385.
 Oxalit 397.
 Oxyde 235.
 Ozokerit 397.
- P.**
- Pachnolith 266.
 Pagodit 391.
 Pajsbergit 349.
 Palladium 202.
 Palladiumgold 198.
 Pandermit 271.
 Papierspath 274.
 Paradoxit 362.
 Paraffin 397.
 Paragenesis 165.
 Paragonit 380.
Parallelfächige Hemiedrie 30.
Parallelerwachsung 32.
 Paraluminit 295.
Parameter 9.
 Parazit 270.
 Parastilbit 372.
 Pargasit 352.
 Parisit 267.
 Partschin 334.
 Partzit 255.
 Passaut 354.
 Paterait 301.
 Patrinit 228.
 Pattersonit 384.
 Paulit = Hypersthen 344.
 Pechblende 395.
 Pechuran, rothes 396.
 Peganit 313.
 Pegmatolith 362.
 Pektolith 345.
 Pelhamin 387.
 Pelhamit 387.
 Pelikanit 391.
 Peliom 334.
- Pelokonit 260.
Penetrationszwillinge 33.
 Pennin 382.
Pentagondodekaeder 46.
Pentagonikositetraeder 48.
 Peplolith 335.
 Percylith 267.
 Peridot 336. 337.
 Periklas 246.
 Periklin 364. 366.
 Periklingesetz 365.
 Peristerit 366.
 Perlglimmer 380.
 Perlsinter 255.
 Perlspath 276.
 Perowskit 392.
 Perthit 361. 362.
 Petalith 358.
 Petroleum 398.
 Petzit 219.
 Phacelit 356.
 Phaestin 344.
 Phakolith 374.
 Pharmakolith 310.
 Pharmakosiderit 315.
 Phenakit 338.
 Phengit 379.
 Philadelphit 377.
 Phillipsit 372. 373.
 Phlogopit 377.
 Phönicit 300.
 Phönikochroit 300.
 Pholerit 390.
 Phosgenit 267.
 Phosphocerit 305.
 Phosphorchromit 300.
 Phosphoreisensinter 318.
Phosphorescenz 136.
 Phosphorit 307.
 Phosphoritknollen 307.
 Phosphorkupfererz 317.
 Phosphorochalcit 317.
 Phosphuranylit 317.
 Photicit 349.
 Phyllit 381.
 Phyllochlorit 384.
Physik der Mineralien 86.
 Piauzit 399.
 Picit 315.
 Pickeringit 296.
 Picotit 251.
 Piemontit 330.
 Pikranalcim 370.
 Pikroalumogen 296.
 Pikroepidot 330.
 Pikrolith 387.
 Pikromerit 293.
 Pikropharmakolith 310.
 Pikrophyll 346.
 Pikrosmin 387.
 Pikrotephroit 337.
- Pilarit 341.
 Pilinit 332.
 Pilolith 387.
 Pimelith 389.
Pinakoid 70.
 Pinguit 392.
 Pinit 335. 379.
 Pinitoid 379.
 Pinnoit 271.
 Piotin 389.
 Pisanit 299.
 Pisolith 275.
 Pissophan 297.
 Pistazit 329.
 Pistomesit 277.
 Pitkärändit 351.
 Pittinerz 395.
 Pittizit 318.
Plagiedrische Tetartoeder 48.
 Plagiocitrit 297.
 Plagioklas 364.
 Plagionit 226.
Plagiosphenoid 67.
 Planerit 314.
 Plasma 241.
 Platin 201.
 Platiniridium 202.
 Plattnerit 250.
 Plenargyrit 225.
Pleochroismus 135.
 Pleonast 251.
 Plinian 214.
 Plinthit 391.
 Plombierit 371.
 Plumbocalcit 274.
 Plumbonacrit 285.
 Plumbostannit 234.
 Plumosit 226.
Polarisationsapparate 105.
Polarisationsebene 99.
 Polianit 245.
 Polirschiefer 253.
Polkanteneinkel 6.
 Pollucit 358.
 Pollux 358.
 Polyadelphit 334.
 Polyargit 368.
 Polyargyrit 233.
 Polybasit 233.
 Polychroolith 335.
 Polychroit 334.
 Polydymit 216.
 Polyhalit 295.
 Polykras 304.
 Polyolithionit 378.
 Polymignyt 305.
Polymorphie 151.
 Polysphärit 308.
Polysynthetische Zwillinge 33.

- Polytelit 232.
 Polyxen 202.
 Poonahlit 369.
 Porcellanerde 390.
 Porcellanit 354.
 Porcellanjaspis 241.
 Porcellanspath 354.
 Porpezit 198.
 Prasem 240.
 Prasin 317.
 Prasiolith 335.
 Predazzit 256.
 Pregrattit 380.
 Prehnit 330.
 Pribramit 258.
 Priceit 271.
 Prismatin 325.
 Probirstein 241.
 Prochlorit 382. 384.
Projection 18.
 Prosopit 266.
 Protobastit 344.
Protoprisma 51.
Protopyramide 51.
 Protovermiculit 377.
 Prousttit 229.
 Pseudoapatit 308.
 Pseudobiotit 377.
 Pseudobrookit 249.
 Pseudocotunnit 265.
 Pseudogaylussit 283.
 Pseudolibethenit 316.
 Pseudomalachit 317.
Pseudomorphosen 187.
 Pseudonatrolith 372.
 Pseudonephelin 356.
 Pseudophit 383.
 Pseudosommit 356.
 Pseudotriplit 305.
 Psilomelan 259.
 Pterolith 377.
 Pucherit 306.
 Pufferit 373.
 Punamustein 350.
Punktsystem 10.
 Puschkinit 330.
 Pyknit 323.
 Pyknophyllit 379.
 Pyknotrop 387.
 Pyralolith 388.
 Pyrargillit 335.
 Pyrargyrit 229.
 Pyrgom 347.
 Pyrit 209.
 Pyroaurit.
 Pyrochlor 304.
 Pyrochroit 202.
Pyroelektricität 140.
 Pyroklasit 310.
 Pyrolusit 245.
 Pyromorphit 308.
 Pyroorthit 330.
 Pyrop 333.
 Pyrophyllit 331.
 Pyrophysalit 322.
 Pyropissit 398.
 Pyroretin 399.
 Pyrosklerit 346.
 Pyrosmalith 381.
 Pyrostibit 205.
 Pyrostilpnit 230.
 Pyroxen 343.
 Pyrrhit 304.
 Pyrrhoarsenit 305.
 Pyrrhosiderit 257.
 Pyrrhotin 215.

Q.
 Quarz 237.
 — gemeiner 240.
 — linker 240.
 — rechter 238.
 Quecksilber 200.
 Quecksilberfahlerz 231.
 Quecksilberhornerz 263.
 Quecksilberlebererz = Lebererz 221.
 Quenstedtit 297.

R.
 Rabdionit 260.
 Rabenglimmer 378.
 Radiolith 369.
 Rädelerz 228.
 Raimondit 297.
 Ralstonit 266.
 Rammelsbergit 215.
 Randanit 255.
 Randit 283.
 Ranit 369.
 Raphilit 351.
 Raseneisenstein 259.
 Ratofkit 264.
 Rauchtopas 239.
 Rauschgelb 204.
 Rauschroth 203.
 Raunit 335.
 Razumovskyn 391.
 Realgar 203.
 Reddingit 310.
 Redruthit 219.
Reflexion des Lichtes 97.
Reflexionsgoniometer 7.
Reguläres System 39.
 Reichardt tit 298.
 Reinit 301.
 Reissit 372.
 Remingtonit 284.
 Rensselaerit 388.
 Retinit 398.
 Reussin 292.
 Rhabdophan 314.
 Rhätizit 322.
 Rhagit 317.
 Rhastolyt 377.
 Rhetinalith 387.
 Rhipidolith 383. 384.
 Rhodalith 391.
 Rhodizit 270.
 Rhodiumgold 198.
 Rhodochrom 383.
 Rhodochrosit 278.
 Rhodonit 349.
 Rhodophyllit 383.
Rhombendodekaeder 41.
Rhombisches System 69.
Rhomboeder 54.
Rhomboedrische Tetartoe-drie 60.
 Rhyakolith 362.
 Richellit 315.
 Richterit 353.
 Riebeckit 352.
 Rinkit 394.
 Rinit 232.
 Riponit 354.
 Rittingerit 230.
 Römerit 297.
 Röpferit 337.
 Rösslerit 310.
 Röthel 248.
 Röttisit 389.
 Rogenstein 275.
 Rohwand 276.
 Romeit 306.
 Roscoelith 380.
 Rosolith 310.
 Rosellan 368.
 Rosenbuschit 345.
 Rosenquarz 240.
 Rothornit 393.
 Rothbleierz 299.
 Rotheisenerz 247.
 Rotheisenstein 248.
 Rothgültig, dunkles 229.
 — fahles 226.
 — lichtetes 229.
 Rothkupfererz 249.
 Rothnickelkies 208.
 Rothoffit 334.
 Rothspiessglaserz 205.
 Rothzinkerz 246.
 Rubellan 377.
 Rubellit 327.
 Rubicell 251.
 Rubin-Balais 251.
 Rubinglimmer 258.
 Rubin, orient., 247.
 Rubin-Spinell 251.
 Ruinenmarmor 275.
 Rumpfit 386.
 Rutil 242. 243.

S.

- Saccharit 367.
 Safflorit 215.
 Sagenit 243.
 Salamstein 247.
 Salit 346.
 Salmiak 262.
 Salmiit 381.
 Salpeter 272.
 Salzkupfererz 267.
 Samarskit 304.
 Samoit 391.
 Sammetblende 258.
 Sandbergerit 231.
 Sandstein, kryst. 274. 275.
 Sanidin 362.
 Saponit 388.
 Sapphir 247.
 Sapphirquarz 240.
 Sapphirin 325.
 Sarawakit 268.
 Sarder 241.
 Sardinian 291.
 Sardonyx 241.
 Sarkinit 309.
 Sarkolith 354.
 Sartorit 225.
 Sassolin 257.
 Satinspar 279.
 Saussurit 329. 354. 368.
 Saynit 216.
 Schalenblende 207.
 Schapbachit 227.
 Schaumgyps 294.
 Schaumkalk 280.
 Scheelbleierz 301.
 Scheelit 300.
 Scheelspath 300.
 Scheererit 397.
 Schefferit 346.
 Scherbenkobalt 196.
 Schieferspath 275.
 Schilfglaserz 227.
 Schillerspath 344.
 Schirmerit 226.
Schlagfigur 90. 375.
Schmelzbarkeit 153.
 Schneebergit 306.
 Schönit 293.
 Schörl 326. 328.
 Schreibersit 201.
 Schreibkreide 275.
 Schriffterz 222.
 Schriftgranit 362.
 Schrifttellur 222.
 Schröckingerit 283.
 Schrötterit 392.
 Schuchardtit 386.
 Schwarzbleierz 282.
 Schwarzzeisenerz 258.
 Schwarzerz 231.
 Schwarzgültig 232.
 Schwartzembergitz 267.
 Schwatzit 231.
 Schwefel 195.
 Schwefelkies 209.
 Schweizerit 387.
 Schwerbleierz 250.
 Schwerspath 289.
 Schwimmkiesel 255.
 Scovillit 314.
 Seebachit 375.
 Seeerz 259.
 Seifenerz 199.
 Seifenstein 388.
Seitenkantenvinkel 6.
 Seladonit 386.
 Selbit 285.
 Selenblei 218.
 Selenbleispath 292.
 Selenkobaltblei 218.
 Selenkupfer 220.
 Selenquecksilber 221.
 Selenschwefel 196.
 Selenschwefelquecksilber 221.
 Selensilber 218.
 Selenwismuthglanz 205.
 Sellait 264.
 Senarmontit 236.
 Sepiolith 388.
 Sericit 378. 379.
 Serpentin 386.
 — blättriger 387.
 — edler 387.
 — fasriger 387.
 — gemeiner 387.
 Serpentinastbest 387.
Serpentinisirung 184.
 Serpierit 299.
 Sesquimagnesiaalaun 296.
 Seybertit 381.
 Shepardit 343.
 Siberit 327.
 Siderit 278.
 Siderodot 278.
 Siderokonit 274. 275.
 Sideronatriit 297.
 Siderophyllit 377.
 Sideroplesit 277.
 Sideroschisolith 385.
 Siegburgit 398.
 Siegenit 216.
 Silaonit 205.
 Silber 199.
 Silberantimonglanz 225.
 Silberbleifahlerz 232.
 Silberfahlerz 231.
 Silberglanz 218.
 Silberhornerz 262.
 Silberkies 224.
 Silberkupferglanz 219.
 Silberwismuthglanz 225.
 Silfbergit 352.
 Silicoborocalcit 331.
 Sillimanit 320. 321.
 Simlait 390.
 Simonyit 295.
 Sinopit 390.
 Sipyilit 303.
 Sismondin 381.
 Skål 388.
Skalenoeder 54.
 Skapolith 353.
 Skleroklas 225.
 Skolepsit 357.
 Skolezit 369.
 Skorodit 314.
 Skutterudit 216.
 Smaltin 211.
 Smaragd 335.
 — oriental. 247.
 Smaragdrit 351.
 Smektit 391.
 Smelit 390.
 Smirgel 247.
 — Ronsberger 251.
 Smithsonit 277.
 Snarumit 350.
 Soda 282.
 Sodalith 356.
 Solfatarit 296.
 Sombrierit 307.
 Sommervillit 354.
 Sonnenstein 367.
 Sonomaït 296.
 Spadaït 388.
Spaltbarkeit 89.
 Spaniolit 231.
 Spargelstein 307.
 Spartaït 274.
 Spatheisenstein 278.
 Spathiopyrit 215.
Specifisches Gewicht 87.
 Speckstein 388.
 Speerkies 213.
 Speiskobalt 211.
 Spessartin 333.
 Sphärocobaltit 279.
 Sphärosiderit 278.
 Sphalerit 206.
 Spnen 393.
Sphenoide 65.
 Sphenoklas 335.
 Sphragid 390.
 Spiauterit 207.
 Spiessglanzbleierz 227.
 Spinell 250.
 — blauer 251.
 — edler 251.
 — grüner 251.
 — schwarzer 251.

Spinellan 356.
Spinellgesetz 49.
 Spodumen 348.
 Spreustein 369.
 Sprödglaserz 232.
 Sprödglimmer 380.
 Sprudelstein 280.
 Staffelit 307.
 Stahlerz 221.
 Stannate 392.
 Stannin 234.
 Stannit 245.
 Stassfurtit 270.
 Staurolith 324.
Stauroskop 109.
 Steatit 324. 387. 388.
 Steinheilith 334.
 Steinkohle 399.
 Steinmannit 218.
 Steinmark 390.
 Steinsalz 261.
 Stellit 345.
 Sternbergit 224.
 Sternquarz 240.
 Stibiconit 255.
 Stiblich 255.
 Stilbit 371. 372.
 Stilpnomelan 385.
 Stilpnosiderit 259.
 Stinkfluss 264.
 Stinkgyps 294.
 Stirlingit 337.
 Stolpenit 390.
 Stolzit 301.
 Strahlenblende 207.
 Strahlerz 317.
 Strahlkies = Markasit 212.
 Strahlstein 350.
 — glasiger 346.
 Strahlzeolith 372.
 Stratopäit 349.
 Strengit 315.
Strich 135.
 Striegisan 313.
 Strigovit 385.
 Strogonovit 354.
 Strohstein 331.
 Stromeyerit 219.
 Strontianit 281.
 Strontianocalcit 274.
 Struvit 310.
 Studentit 228.
 Stüvenit 296.
 Stylotyp 228.
 Stypticit 297.
 Succinit 398.
 Sulfantimoniate 233.
 Sulfarseniate 233.
 Sulfogermanate 234.
 Sulfohalit 267.
 Sulfostannate 234.

Susannit 285.
 Sussexit 271.
 Svanbergit 318.
 Sychnodymit 216.
 Sylvanit 222.
 Sylvin 261.
 Sylvinit 261.
Symmetrieebene 25.
Symmetrieelemente 25.
Symmetriegesetz 26.
 Sympleisit 311.
 Synadelphit 313.
 Syngenit 293.
Synthese der Mineralien
 175.
 Sysserskit 202.
Systematik 190.
 Szabóit 344.
 Szajbelyit 271.
 Szmikit 293.

T.

Tabergit 384.
 Tachyaphaltit 244.
 Tachyhydrit 265.
 Taenit 201.
 Tafelspath 274.
 Tagilit 316.
 Talcosit 390.
 Talk 387.
 Talkapatit 308.
 Talkchlorit 384.
 Talkgruppe 386.
 Talkspath 276.
 Tallingit 268.
 Taltalit 328.
 Tankit 368.
 Tantalit 304.
 Tapanhoacanga 253.
 Tapiolit 304.
 Tarapacait 300.
 Tarnowitzit 280.
 Tauriscit 298.
Tautozonal 14.
 Tavistockit 314.
 Tekticit 295.
 Tellur 197.
 Tellurblei 218.
 Tellurit 236.
 Tellurquecksilber 222.
 Tellursilber 219.
 Tellurwismuth 197.
Tenacität 93.
 Tengerit 283.
 Tennantit 231.
 Tenorit 250.
 Tephorit 337.
 Tephrolith 390.
 Terra di Siena 259.
 Tesselit 371.
 Tesseralkies 216.
Tetartoedrie 31.
Tetartopyramide 78.
 Tetradymit 197.
Tetraeder 44.
 Tetraedrit 230.
Tetragonales System 63.
Tetrakisshexaeder 41.
 Tetraphylin 305.
 Texasit 284.
 Thalit 389.
 Thallit 330.
 Tharandit 276.
 Thenardit 287.
 Thermonatrit 282.
 Thermophyllit 387.
 Thinolith 283.
 Thjorsautit 368.
 Thomsenolith 266.
 Thomsonit 369.
 Thoneisenstein 278.
 Thongruppe 389.
 Thorit 244.
 Thoruranin 395.
 Thraulit 392.
 Thulit 329.
 Thuringit 385.
 Tiemannit 221.
 Tigerauge 240.
 Tinkal 270.
 Tinkalcit 271.
 Tirolit 317.
 Titanate 392.
 Titan Eisen 248.
 Titanit 393.
 Titanmagnet Eisen 252.
 Titanolivin 337.
 Titanomorphit 249. 393.
 Tiza 271.
 Tomosit 349.
 Topas 322.
 — orient. 247.
 Topazolith 334.
 Topfstein 388.
 Torbernit 318.
 Totaigit 387.
Totalreflectometer 101.
 — *-reflexion* 98.
Trapezoeder 59.
 — *hexagonales* 58.
 Trappeisen 253.
 Traversellit 351.
 Travertin 275.
 Tremolit 350.
Triakisoktaeder 41.
 — *-tetraeder* 45.
 Trichalcit 316.
 Tridymit 241.
Trigonale Pyramide 59.
Trigonales Prisma 59.
 — *Trapezoeder* 59.

Triklines System 77.
 Triklasit 335.
 Trinkerit 398.
 Tripel 255.
 Triphan 348.
 Triphylin 305.
 Triplit 309.
 Triploidit 309.
 Trippkeit 306.
 Tritomit 325.
Tritoprisma 57.
Tritopyramide 57.
 Troegerit 317.
 Troilit 207. 215.
 Trolleit 314.
 Trombolith 306.
 Trona 283.
 Troostit 338.
Trümmerstructur 167.
 Tschermigit 296.
 Tschewkinit 394.
 Türkis 313.
 Tuesit 391.
 Tungstein 300.
 Turjit 258.
 Turmalin 326.
Turmalinzange 107.
 Turnerit 305.
 Tutenmergel 275.
 Tyrit 303.
 Tysonit 264.

U.

Ueberschwefelblei 218.
 Uigit 331.
 Ulexit 271.
 Ullmannit 211.
 Umangit 222.
 Umbra, cyprische 259.
 390.
Umhüllungspseudomorphosen 188.
Umschriebene Rhomboeder 56.
Umwandlung der Mineralien 182.
 Unghwarit 392.
 Uralit 348. 351.
 Uralorthit 330.
 Uranate 395.
 Uranblüthe 395.
 Uranglimmer 318.
 Uraninit 395.
 Urankalkcarbonat 283.
 Uranocircit 318.
 Uranocker 396.
 Uranoniobit 395.
 Uranophan 396.
 Uranosphärit 396.

Uranospinit 318.
 Uranotantalit 304.
 Uranothallit 283.
 Uranothorit 244.
 Uranotil 396.
 Uranpecherz 395.
 Uranvitriol 395.
 Urao 282
 Urusit 297.
 Urvölgylit 299.
 Utahit 297.
 Uwarowit 334.

V.

Valentinit 236.
 Vanadinbleierz 309.
 Vanadinit 309.
 Variscit 313.
 Varvicit 257.
 Vasit 330.
 Vauquelinit 300.
 Venasquit 381.
Verbreitung der Mineralien 168.
 Vermiculit 377.
Verwachsungsfläche 33.
 Vesuvian 331.
 Veszelyit 317.
Vicinalflächen 82.
 Viellinge 33.
 Villarsit 338.
 Violan 346.
 Visirgraupen 245.
 Vitriolblei 291.
 Vitriolocker 297.
 Vivianit 311.
 Völknerit 256.
 Voglit 283.
 Voigtit 377.
 Volborthit 316.
 Volcanit 196.
 Voltait 297.
 Vorhauserit 387.
 Vulpinit 289.

W.

Wad 260.
Wärmeausdehnung 138.
Wärmeleitung 137.
 Wagnerit 307.
 Walait 399.
 Walchowit 398.
 Walkererde 391.
 Walkerit 345.
 Walpurgin 317.
 Waluwewit 381.
 Wapplerit 310.
 Waringtonit 299.

Warwickit 394.
 Washingtonit 249.
 Wasser (Eis) 235.
 Wasserblei 206.
 Wasserkies 212.
 Wassersapphir 334.
 Wavellit 313.
 Websterit 295.
 Weichgewächs 218.
 Weichmanganerz 245.
 Weissbleierz 281.
 Weisserz 214.
 Weissgültigerz 232.
 Weissnickelkies 212. 215.
 Weissit 335.
 Weissspiessglanzerz 236.
 Weissstellur 223.
Wellenfläche 95.
Wellennormale 95.
 Wernerit 359. 354.
 Werthemannit 295.
 Whewellit 397.
 Whitneyit 222.
 Willemit 338.
 Williamsit 387.
 Willcoxit 380.
 Wiluit 331.
Winkel der opt. Axen 122.
 Winklerit 259.
 Wiserin 242. 305.
 Wiserit 284.
 Wismuth 197.
 Wismuthantimonnickelglanz 211.
 Wismuthblende 341.
 Wismuthglanz 205.
 Wismuthgold 220.
 Wismuthkobaltkies 212.
 Wismuthocker 236.
 Wismuthsilber 220.
 Wismuthsilbererz 227.
 Wismuthspath 285.
 Withamit 330.
 Witherit 280.
 Wittichenit 228.
 Wocheinit 256.
 Wöhlerit 348.
 Wölichit 228.
 Wörthit 321.
 Wolfachit 215.
 Wolfram 302.
 Wolframit 302.
 Wolframocker 237.
 Wolfsgbergit 225.
 Wolkonskoit 392.
 Wollastonit 345.
 Wolnyn 289.
 Woodwardit 299.
Würfel 41.
 Würfelzerz 315.
 Würfelzeolith 374.

Wulfenit 301.
 Wundererde, sächsische
 390.
 Wurtzit 207.

X.

Xanthit 332.
 Xanthoarsenit 312.
 Xanthokon 234.
 Xantholith 324.
 Xanthophyllit 381.
 Xanthorthis 330.
 Xanthosiderit 259.
 Xenolith 321.
 Xenotim 305.
 Xylochlor 371.
 Xylotil 387.

Y.

Yttergranat 333. 334.
 Ytterspath 305.
 Yttrocerit 266.
 Yttrilmenit 304.

Yttrotantalit 303.
 Yttrotantalit, brauner 303.
 Yttrotitanit 394.

Z.

Zahn-Türkis 313.
 Zaratit 284.
 Zeagonit 374.
 Zellquarz 240.
 Zeolithe 368.
 Zepharovichit 313.
 Zeunerit 318.
 Zeuxit 328.
 Ziegelerz 250.
 Zinckenit 225.
 Zinkaluminit 296.
 Zinkblende 206.
 Zinkblüthe 283.
 Zinkit 246.
 Zinkosit 292.
 Zinkspath 277.
 Zinkspinell 251.
 Zinkvitriol 298.
 Zinn 200.

Zinnerz 244.
 Zinngraupen, weisse 300.
 Zinnkies 234.
 Zinnober 220.
 Zinnstein 244.
 Zinnwaldit 377.
 Zirkon 243.
 Zirkonate 392.
 Zöblitzit 387.
 Zoisit 328.
 Zone 14.
 Zonengesetz 14.
 Zonengleichung 15.
 Zonochlorit 331.
 Zorgit 218.
 Zundererz 226.
 Zunyit 325.
 Zuschärfung 27.
 Zweckenspath 274.
 Zwieselit 309.
 Zwillinge des eisernen
 Kreuzes 209.
 Zwillingsnaht 33.
 Zwillingerwachsung 62.
 Zygadit 366.

Druckfehler und Berichtigungen,
deren Correctur vor Benutzung des Buches vorzunehmen ist.

Seite 16	Zeile 23	von oben	lies [nz']	statt [nz].
" 16	" 7	" unten	" $h_2 k_2 l_2$	" $h_2 k_2 l_1$.
" 16	" 4	" "	" Fig. 10	" Fig. 9.
" 23	" 14	" oben	" $-0,97437$	" $9,98872$.
" 26	" 7-8	" "	ist statt der dort gegebenen Definition einer Hauptsymmetrieebene zu setzen: Steht auf einer Hauptaxe eine S.-E. senkrecht, so heisst diese eine H.-S.-E.	
" 37	" 18	" "	lies 2 Gruppen von S.-E. statt 3 Gruppen von S.-E.	
" 41	" 1	" "	a : a : ∞ a statt a : a : a.	
" 70	" 18	" unten	s. die rechte und linke Begrenzung des Makrodomas statt s. die vordere und hintere Begrenzung des Brachydomas.	
" 70	" 16	" unten	s. die vordere und hintere Begrenzung des Brachydomas statt s. die rechte und linke Begrenzung des Makrodomas.	
" 71	ist in Fig. 204 $\infty P \infty$ statt $\infty \bar{P} \infty$ zu setzen.			
" 72	Zeile 16-18 von unten ist statt „Im rhomb. System ist nur eine Art von Hemiedrie möglich etc.“ zu setzen: Im rhomb. System sind 2 Hemiedrien möglich, nämlich die sphenoidische H., bei welcher der Verlust einer S.-E. auch den der beiden anderen nach sich zieht, und die monoklinische H., bei der 2 S.-E. verloren gehen, während die dritte erhalten bleibt.			
" 196	Zeile 7 von oben lies oP statt P.			
" 196	" 15	" unten	mit Ausnahme des Wismuth und Tellur statt mit Ausnahme des Tellur.	
" 229	" 15	" "	ist nachzutragen: Str. roth.	
" 231	" 26	" "	lies Schwerspath statt Schwefelspath.	
" 234	" 11	" "	schwarz statt schwach.	
" 240	" 5	" "	mikroskopischen statt mikropischen.	
" 250	" 11	" oben	Melaconit statt Malaconit.	
" 254	" 8	" oben	$Al_2 O_3$ statt $Al_2 O$.	
" 299	" 23	" unten	Warringtonit statt Warringtonit.	
" 331	" 11	" unten	$(Si_{15} O_{63})_3$ statt $Si_{15} O_{63}$.	
" 336	" 3	" "	Boltonit statt Baltonit.	
" 372	" 1	" oben	ist einzufügen: $H = 3\frac{1}{2} - 4$. $G = 2,1 - 2,2$.	
" 387	" 12	" unten	lies Hydrophit statt Hydrophyt.	





WYDZIAŁY POLITECHNICZNE KRAKÓW

BIBLIOTEKA GŁÓWNA



5267

L. inw.

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000294728