

WYDZIAŁY POLITECHNICZNE KRAKÓW

BIBLIOTEKA GŁÓWNA



L. inw.

1793

73

Rüdorff

Mineralogie und Geologie

72

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000297173

GRUNDRISS
DER
MINERALOGIE UND GEOLOGIE

FÜR
DEN UNTERRICHT AN HÖHEREN LEHRANSTALTEN
VON

DR. FR. RÜDORFF.

MIT ZAHLREICHEN HOLZSCHNITTEN
UND EINER GEOLOGISCHEN ÜBERSICHTSKARTE VON MITTEL-EUROPA.

ACHTE, UMGARBEITETE AUFLAGE.

BERLIN, 1906.
VERLAG VON H. W. MÜLLER.

W. 35. POTSDAMERSTR. 121 K.

136

BIBLIOTEKA POLITECHNICZNA
KRAKÓW

I. 1793

Akc. Nr. 346 / 49

Vorwort zur achten Auflage.

In der vorliegenden achten Auflage des Rüdorffschen Grundrisses der Mineralogie haben namentlich Kristallographie und Petrographie eine vollständige Umarbeitung erfahren. In der Kristallographie ist versucht worden, die Kristallsysteme auf möglichst einfache Weise aus den Symmetrieverhältnissen herzuleiten und die wichtigsten Beziehungen zwischen chemischen, physikalischen und morphologischen Eigenschaften darzulegen.

Neu hinzugekommen ist der kurze Abriß über Geologie. Die Ausstattung des Buches hat durch zahlreiche Abbildungen und eine geologische Karte eine wesentliche Bereicherung gefunden. — Der Gang des Lehrbuches ist ein rein systematischer; das schließt aber nicht aus, daß der Lehrer im Anschluß an den chemischen Unterricht seinen Inhalt methodisch verwertet. Zweckmäßig können Übungen im Laboratorium (Analyse und Bestimmung von Mineralien, Darstellung von Kristallen u. a.) sowie auch besonders geologische Exkursionen zur Ergänzung der wenigen Unterrichtsstunden dienen.

Auf Wunsch kann vorliegendes Werkchen mit dem von dem Unterzeichneten gleichfalls herausgegebenen Rüdorffschen Grundrisse der Chemie, Ausgabe B, zusammen in einem Bande bezogen werden.

Berlin, im März 1906.

Dr. Arthur Krause,

Professor an der Luisenstädtischen Oberrealschule.

Inhaltsübersicht.

Mineralogie.		Seite
A. Kristallographie		1
I. Reguläres System		5
II. Quadratisches oder tetragonales System		12
III. Hexagonales System		14
IV. Rhombisches System		17
V. Monoklines oder monosymmetrisches System		18
VI. Triklines oder asymmetrisches Kristallsystem		19
B. Chemische Eigenschaften		22
C. Physikalische Eigenschaften		23
D. Vorkommen, Bildung und Systematik der Mineralien		28
I. Elemente		29
II. Sauerstoffverbindungen oder Oxyde		35
III. Sulfide		41
IV. Chloride und Fluoride		48
V. Karbonate		49
VI. Sulfate		55
VII. Phosphate und Arsenate		60
VIII. Borate und Nitrate		61
IX. Siliciumdioxyd und Silikate		63
X. Organische Verbindungen		77
Petrographie		83
A. Eruptiv- oder Massengesteine		84
I. Tiefengesteine		84
II. Ergußgesteine		86
B. Sedimente oder geschichtete Gesteine		88
C. Die metamorphischen Gesteine oder kristallinischen Schiefer		92
Geologie.		
I. Vom Erdinnern ausgehende Wirkungen		95
II. Die Wirkungen des Wassers		100
III. Die Wirkungen der Luft		103
IV. Einflüsse der Pflanzen- und Tierwelt		104
V. Erdgeschichte		104
Register		122

Mineralogie.

Mineralien ¹⁾ sind anorganische Naturkörper, Elemente oder Verbindungen von einheitlicher Beschaffenheit, welche die feste Erdrinde bilden.

Diejenigen einfachen Mineralien oder Mineralgemenge, die ganze Gebirge oder wesentliche Teile eines Gebirges ausmachen, nennt man Gesteine oder Felsarten, z. B. Kalksteine, Tonschiefer, Sandstein, Granit, Basalt.

Wir unterscheiden an Handstücken von Granit die drei Mineralien Quarz, Feldspat und Glimmer nach ihren wesentlichsten Kennzeichen. Dabei beachten wir vorzugsweise 3 Gruppen von Eigenschaften:

1. morphologische ²⁾: Kristallgestalt;
2. chemische: ergeben sich aus der chemischen Zusammensetzung;
3. physikalische: Farbe, Härte, spez. Gew., Schmelzpunkt, Lichtbrechung u. a.

A. Kristallographie.

Kristalle ³⁾ sind die natürlichen, von ebenen Flächen begrenzten Formen eines bestimmten chemischen Stoffes. Sie entstehen beim Übergang in den festen Zustand

1. aus Lösungen: Alaun, Kochsalz, Salpeter;
2. aus dem Schmelzflusse: Schwefel, Wismut;
3. aus dampfförmigem Zustande: Sublimat, Arsenik.

Die Kristalle wachsen durch Anlagerung gleichartiger Teilchen und zwar nach verschiedenen Richtungen hin ungleichmäßig stark, aber stets so, daß der Parallelismus der Flächen erhalten bleibt. Die Größe und Form der Flächen ist daher veränderlich; dagegen sind ihre Neigungswinkel für ein bestimmtes Mineral, für einen bestimmten chemischen Stoff

¹⁾ Von Minera oder minerale (neulat.) Bergart, Gestein und *lóγος* Lehre, Wissenschaft. — ²⁾ *μορφή* Gestalt. — ³⁾ *κρῖσταλλος* Eis, Bergkristall, durchsichtige ungefärbte Steine; die Alten glaubten, Bergkristall sei unschmelzbares Eis.

immer dieselben, ihm eigentümlichen. Fig. 1—3 stellen Formen dar, die bei Alaunkristallen vorkommen; sie zeigen dieselben Flächenwinkel $109^{\circ} 28' 16''$,

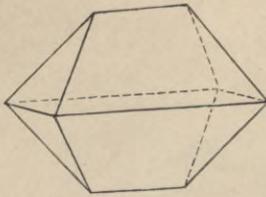


Fig. 1.

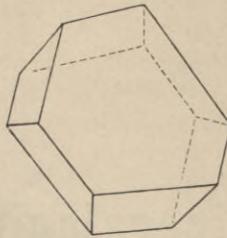


Fig. 2.

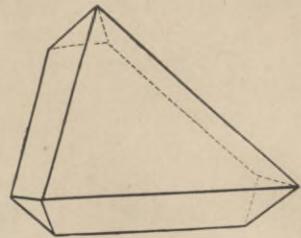


Fig. 3.

wie das reguläre Oktaeder¹⁾ Fig. 4, das in geometrischer Regelmäßigkeit bei den Kristallen nicht vorkommt. — Fig. 5, eine Form des Berg-

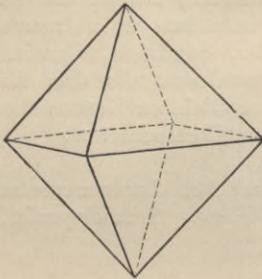


Fig. 4.

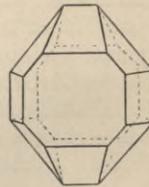


Fig. 5.



Fig. 6.

kristalls, entspricht in ihren Winkeln der in Fig. 6 dargestellten regelmäßigen Form, die man durch parallele Verschiebung der Flächen aus ihr entstehen lassen kann.

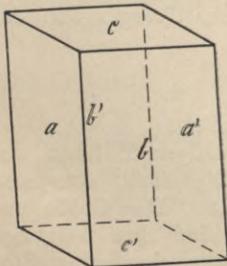


Fig. 7.

Bei der großen Mehrzahl der Kristalle beobachten wir zu jeder Kristallfläche eine ihr parallele. Zwei Paar paralleler Flächen (a, a' und b, b' Fig. 7) bilden ein offenes Prisma, das für sich allein an einem Kristall nicht vorkommen kann. Tritt ein drittes Flächenpaar c, c' hinzu, das die ersteren so schneidet, daß der Neigungswinkel $c/a \geq c/b$ ist (aber beide verschieden von $\sphericalangle a/b$), so ist keine Symmetrie in bezug auf die Flächenwinkel vorhanden:

Asymmetrisches oder triklinisches²⁾ Kristallsystem VI.

Ist dagegen, wie in Fig. 8, $\sphericalangle c/a = \sphericalangle c/b$, aber verschieden von $\sphericalangle a/b$, so findet Symmetrie statt

¹⁾ ὀκτώ acht, ἑδρα Fläche. — ²⁾ κλίνω ich neige.

gegen die Halbierungsebene des Winkels a/b . Diese oder eine ihr parallele Fläche ist demnach die einzige Symmetrieebene des Kristalls:

Monosymmetrisches oder monoklines Kristallsystem V.

Ist außerdem $\sphericalangle c/a = \sphericalangle c/b'$ (Fig. 9), hier also gleich $1 R$, so haben wir eine zweite Symmetrieebene, nämlich die Halbierungsebene des $\sphericalangle a/b'$. Diese Symmetrieebene steht senkrecht auf der ersteren, und es folgt aus dem Parallelismus der Flächen das Vorhandensein einer dritten Symmetrieebene, senkrecht zu den beiden ersteren und parallel zu c und c' :

Rhombisches System IV.

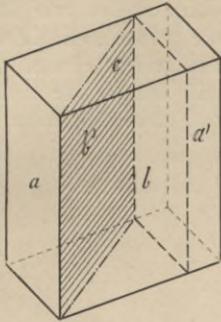


Fig. 8.

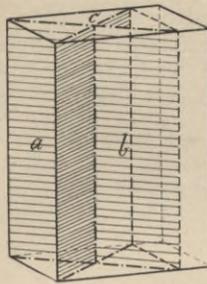


Fig. 9.

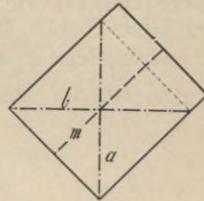


Fig. 10.

Sind außerdem 2 Symmetrieebenen gleichwertig, ist z. B. eine Prismenfläche des in Fig. 9 dargestellten Körpers gegen zwei Symmetrieebenen gleich, also unter 45° geneigt, so entsteht aus ihm ein Prisma mit rechteckigem Querschnitt, wie ihn Fig. 10 zeigt; a und b sind die Projektionen der beiden gleichwertigen Symmetrieebenen auf die dritte ungleichwertige:

Quadratisches System II.

Bei vielen Kristallen finden sich sechsseitige Prismen, deren senkrechter Querschnitt ein Sechseck mit Winkeln von 120° zeigt (Fig. 11). Sie haben drei gleichwertige Symmetrieebenen, die sich unter 60° schneiden (a, b, c in Fig. 11), und eine vierte zu diesen senkrechte und ungleichwertige:

Hexagonales System III.

Sind endlich alle drei aufeinander senkrechten Symmetrieebenen gleichwertig, so erhalten wir als einfachsten Fall den, daß eine Fläche alle drei Symmetrieebenen unter gleichen Winkeln, also unter $54^\circ 44' 8''$ schneidet. Die Gesamtheit dieser Flächen bildet das Oktaeder (Fig. 1—4): *Reguläres System I.*

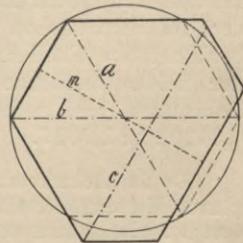


Fig. 11.

An m. Mehr als drei gleichwertige Symmetrieebenen, die einer Geraden parallel gerichtet sind, kommen bei den Kristallen nicht vor. — Sind zwei oder mehr gleichwertige Symmetrieebenen vorhanden, so treten noch Nebensymmetrieebenen auf, welche die Winkel der ersteren

halbieren und die unter sich gleichwertig sind, also im quadratischen System zwei, im hexagonalen drei (m in Fig 10 und 11), und im regulären sechs.

Nicht immer treten die gleichwertigen Flächen eines Kristalls in ganzer Vollzähligkeit (*Holoedrie*)¹⁾ auf, sondern nur mit der Hälfte (*Hemiedrie*)²⁾ oder dem vierten Teil (*Tetartoedrie*)³⁾ aller Flächen, je nachdem eine oder zwei Symmetriearten ausfallen. Danach ergeben sich 24 Untergruppen der oben erwähnten sechs Kristallsysteme, von denen aber nur wenige, die an Kristallen häufig vorkommen, in dem folgenden berücksichtigt werden sollen.

Die Kristallachsen. Die Hauptsymmetrieebenen schneiden sich in Geraden, die die sogenannten Achsen der Kristalle bilden. Die Achsen sind ebenfalls keine bestimmten Linien in den Kristallen, sondern stellen nur Richtungen in ihnen dar. Bei den letzten vier der oben genannten Kristallsysteme erhalten wir so ein Achsenkreuz von drei oder vier Achsen. Die Lage einer Fläche ist dann auch bestimmt durch die Länge der Achsen (von deren Schnittpunkt ab gerechnet), die von der Fläche abgeschnitten

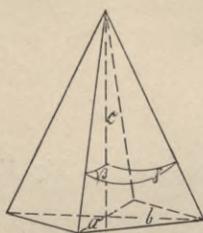


Fig. 12.

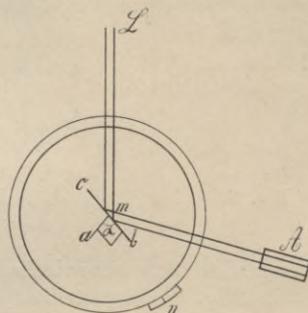


Fig. 13.

werden. Man nennt diese Längen die *Parameter* der Fläche und bezeichnet im allgemeinen ihr Verhältnis mit $a:b:c$, oder indem man $b=1$ setzt, mit $a:1:c$. Da die Flächenwinkel bei den Kristallen eines und desselben Stoffes konstant sind, so ist natürlich auch das Achsenverhältnis für jeden kristallisierten Stoff konstant und ihm eigentümlich. So berechnet sich bei dem im rhombischen System kristallisierenden Schwefel (Fig. 12) aus den beobachteten Flächenwinkeln der beiden vorderen ($2\beta = 106^\circ 38'$) und der beiden seitlichen Pyramidenflächen ($2\gamma = 84^\circ 58'$) mit Hilfe des Lehrsatzes vom rechtwinkligen sphärischen Dreieck das Achsenverhältnis $0,8130 : 1 : 1,9037$.

Da das Achsenverhältnis stets aus den Flächenwinkeln berechnet wird, ist die genaue Messung derselben von größter Wichtigkeit; sie geschieht am besten mit dem Reflexionsgoniometer (Fig. 13). Der Kristall wird an der drehbaren Achse eines festen Teilkreises so befestigt, daß die Kante des zu messenden Winkels α möglichst mit der Drehungsachse zusammenfällt, und dann die Achse so eingestellt, daß die

1) ὅλος, ganz, vollständig, ἑδρα Fläche. — 2) ἡμ- halb. — 3) τέταρτος vierte.

Strahlen der einige Meter entfernten Lichtquelle L von der Kristallfläche mb nach dem in A befindlichen Auge reflektiert werden. Dreht man alsdann die Achse mit dem Kristall so weit, daß das Licht von der Fläche ma nach A reflektiert wird, so ist ma in die Richtung von mc gefallen, und man kann an dem mit der Achse fest verbundenen Nonius n den Betrag der Drehung $2R - \alpha$ ablesen.

Gesetz der einfachen vielfachen Parameter. Die Beobachtung zeigt, daß außer den durch das Achsenverhältnis $a : b : c$ bestimmten Flächen bei Kristallen desselben Stoffes, ja sogar an demselben Kristall, Flächen mit dem Verhältnis $a : mb : nc$ vorkommen, wobei m und n einfache rationale Werte oder ∞ darstellen. So finden sich an einem Schwefelkristall (Fig. 14) außer der Pyramidenfläche $P = a : b : c$ noch eine Prismenfläche $\infty P = a : b : \infty c$ und eine zweite Pyramidenfläche $\frac{1}{2}P = a : b : \frac{1}{2}c$, die nur dann an dem Kristall zur Erscheinung kommen können, wenn sie parallel zu sich selbst entweder dem Kreuzungspunkte der Achsen genähert oder von diesem entfernt werden. Das Zusammenvorkommen zweier oder mehrerer solcher Formen von gleichem Symmetriegrade und dem gleichen einfachen Achsenverhältnisse, nennt man eine *Kombination*. Hierbei gilt die Regel, daß trotz unregelmäßiger Ausbildung nach verschiedenen Richtungen hin doch alle Flächen der kombinierten Körper sichtbar werden; so zeigen sich an einem Flußspatwürfel (Fig. 15) alle Ecken durch die acht Oktaederflächen mehr oder weniger stark grade abgeschnitten.

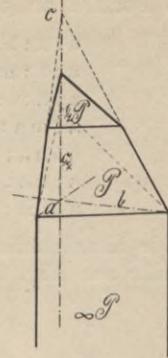


Fig. 14.

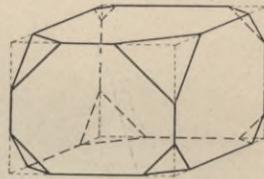


Fig. 15.

I. Reguläres System.

Die drei gleichwertigen, aufeinander senkrecht stehenden Hauptsymmetrieebenen ergeben als Durchschnitte ein Achsenkreuz, das von drei gleichwertigen aufeinander senkrechten Achsen gebildet wird. Man stellt die hierhergehörigen Formen so auf (Fig. 16, in perspektivischer Ansicht), daß eine Achse (c') aufrecht, die zweite von links nach rechts (b' , quer) und die dritte von vorn nach hinten (a' , längs) gerichtet ist. Die Achsenebenen teilen den Raum in acht Teile, Oktanten.

Wir tragen auf den Achsen von dem Achsenschnittpunkt aus gleiche Stücke $= a$ ab und legen durch die Endpunkte Ebenen; so erhalten wir z. B. in dem rechten, oberen, vorderen Oktanten (Fig. 16) als Durchschnitt dieser Ebene mit den Achsenebenen ein regelmäßiges Dreieck und durch Wiederholung dieser Konstruktion in allen Oktanten ein reguläres Oktaeder (Fig. 18), dessen Zeichen demnach nach Weiß $a : a : a$ oder in der abgekürzten Naumannschen Bezeichnungsweise O ist.

1. Holoedrie.

Aus der Grundform $a:a:a$ leiten sich durch Multiplikation zweier Achsenabschnitte mit einem einfachen rationalen Wert oder mit ∞ weitere 6 Formen ab, die auch alle an regulären Kristallen vorkommen:

- $a:a:a = O = \text{Oktaeder (Fig. 18).}$
 $a:a:ma = mO = \text{Pyramidenoktaeder (Fig. 34).}$
 $a:a:\infty a = \infty O = \text{Rhombendodekaeder}^1 \text{ (Fig. 22).}$
 $a:ma:ma = mOm = \text{Ikositetraeder}^2 \text{ (Fig. 27 und 28).}$
 $a:na:ma = mOn = \text{Hexakisoktaeder}^3 \text{ (Fig. 35).}$
 $a:na:\infty a = \infty On = \text{Pyramidenwürfel (Fig. 32).}$
 $a:\infty a:\infty a = \infty O\infty = \text{Würfel (Fig. 19).}$

Die Konstruktion der Flächen des Pyramidenoktaeders ($m=2$) ist ebenfalls aus Fig. 16 ersichtlich; in gleicher Weise verfähre man bei den

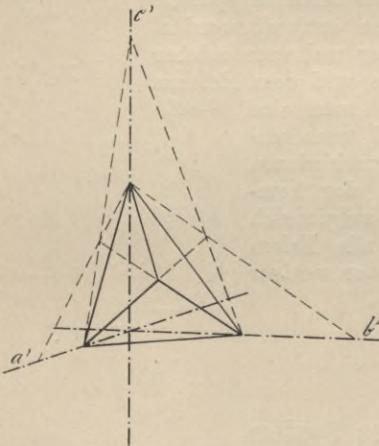


Fig. 16.

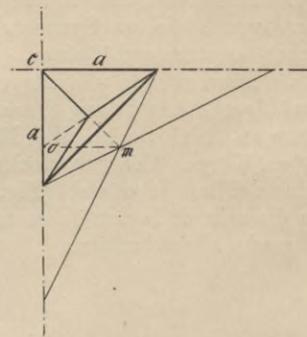


Fig. 17.

übrigen Körpern. — Oft ist es zweckmäßig, statt der perspektivischen Darstellung die Projektion der Flächen auf eine Achsenebene anzuwenden. So stellt Fig. 17 die Projektion der in Fig. 16 konstruierten Flächen auf die Ebene $a'b'$ dar. Der Punkt o wird durch Projektion des Punktes m auf die a' -Achse gefunden.

Aufgaben. Berechne den Flächenwinkel des Oktaeders, ferner die beiden Flächenwinkel des Pyramidenoktaeders $2O$ und des Ikositetraeders ($2O2$). Welche Flächenwinkel und Kantenwinkel ergeben sich für das Rhombendodekaeder? Welche Formel kommt dem Ikositetraeder zu, das an den Polkanten Winkel von $144^{\circ} 54' 11''$ hat?

¹⁾ δώδεκα zwölf, ἑξά Fläche. — ²⁾ εἰκοσι zwanzig, τετρα vier. — ³⁾ ἑξάκις sechsmal.

Kombinationen.

Die sieben Formen des regulären Systems können alle an verschiedenen Kristallen derselben Substanz vorkommen, ebenso können auch alle in ein- und demselben Kristall zu einer Kombination zusammentreten. In der Tat werden aber gewisse Formen bei bestimmten Substanzen mit Vorliebe ausgebildet. Für die Erklärung der Kombinationen ist es wichtig, die Lage der Flächen in einem Oktanten sich gegenwärtig zu halten. Die folgenden Abbildungen, sowohl der einfachen Körper wie der Kombinationen, sind alle von geometrischer Regelmäßigkeit, wie sie an Kristallen kaum annähernd gefunden wird.

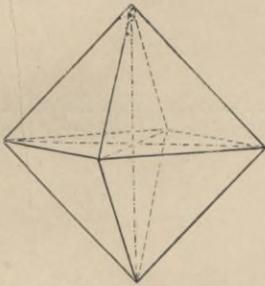


Fig. 18.

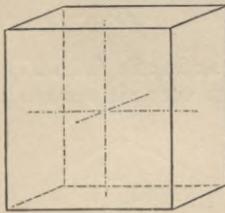


Fig. 19.

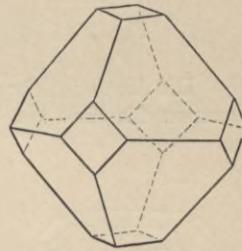


Fig. 20.

Das *Okttaeder* (Fig. 18 Alaun, Magneteisenstein, Spinell) und der *Würfel* (Fig. 19 Steinsalz) stumpfen sich in Kombinationen (Fig. 20—21 und Fig. 15 Flußspat, Alaun) gegenseitig die Ecken gerade ab.

Das *Rhombendodekaeder* (Fig. 22), das für sich am Granat und Magneteisenstein häufig vorkommt, stumpft sowohl am Okttaeder wie auch

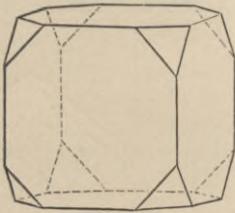


Fig. 21.

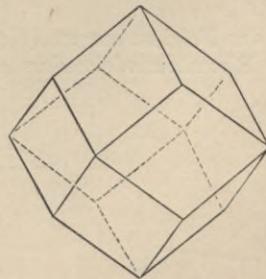


Fig. 22.

am Würfel die Kanten grade ab (Fig. 23 Granat, Fig. 24 Alaun). Überwiegt das Rhombendodekaeder, so stumpft ihm das Okttaeder die dreiseitigen (Fig. 25 Granat), der Würfel die vierseitigen Ecken gerade ab. —

Fig. 26 (Alaun) stellt eine Kombination von Würfel, Oktaeder und Rhombendodekaeder dar.

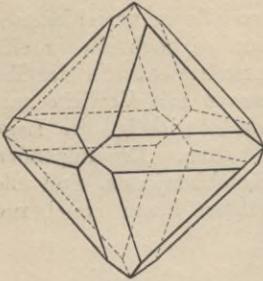


Fig. 23.

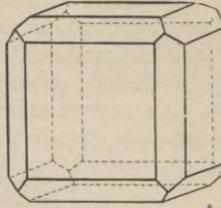


Fig. 24.

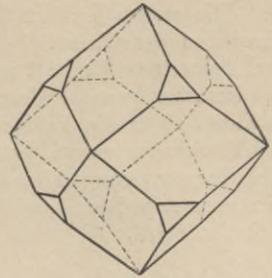


Fig. 25.

Die *Ikositetraeder* z. B. $a : 2a : 2a$ (Fig. 27) und $a : 3a : 3a$ (Fig. 28) u. a. kommen für sich am Granat vor; sie spitzen am Oktaeder und Würfel die

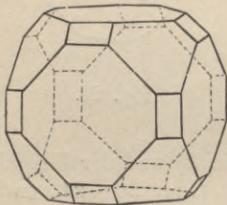


Fig. 26.

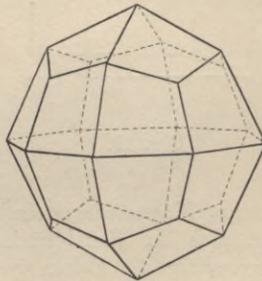


Fig. 27.

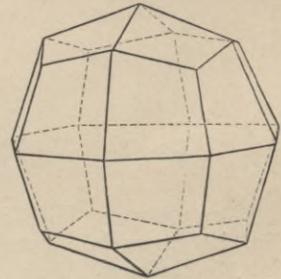


Fig. 28.

Ecken von den Flächen aus zu (Fig. 29 u. 30), und das erstere stumpft die Kanten des Rhombendodekaeders gerade ab (Fig. 31).

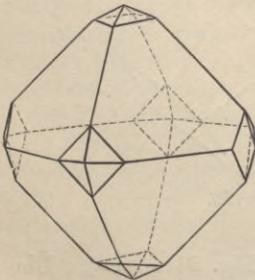


Fig. 29.

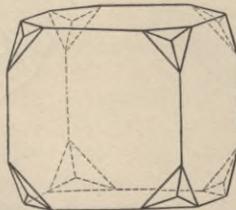


Fig. 30.

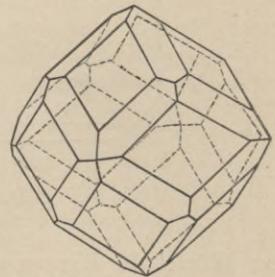


Fig. 31.

Die *Pyramidenwürfel* $a : na : \infty a$ (Fig. 32) schärfen am Würfel die Kanten zu (Fig. 33).

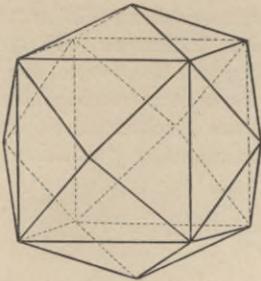


Fig. 32.

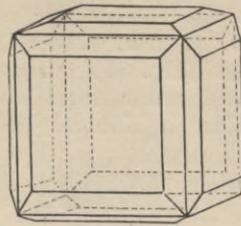


Fig. 33.

Die *Pyramidenoktaeder* (Fig. 34) und die *Hexakisoktaeder* oder *Achtundvierzigflächner* (Fig. 35) kommen für sich und in Kombination mit Oktaeder

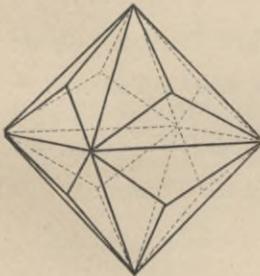


Fig. 34.

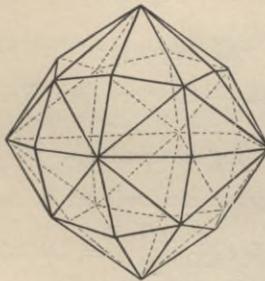


Fig. 35.

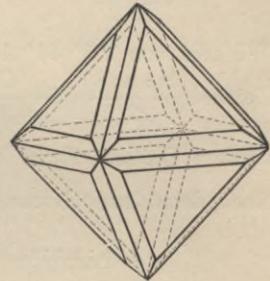


Fig. 36.

und Würfel (Fig. 36 u. 37) am Diamanten vor. — In Fig. 38 schärft ein Achtundvierzigflächner dem Rhombendodekaeder die Kanten zu. Welchen Bedingungen müssen dann m und n genügen?

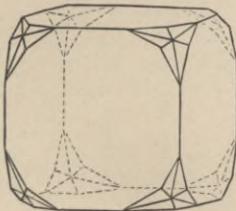


Fig. 37.

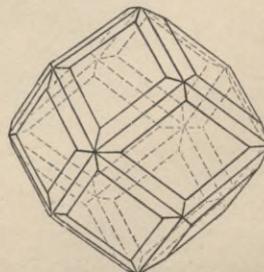


Fig. 38.

2. Tetraedrische oder geneigtfächige Hemiedrie.

Die Symmetrieverhältnisse der Hauptsymmetrieebenen fallen weg; daher verschwinden die Flächen der abwechselnden Oktanten. Gehen wir von dem vorderen, rechten, oberen Oktanten aus, so bleibt von den vorderen Oktaederflächen (Fig. 39) nur noch die links unten, von den hinteren die links oben und rechts unten bestehen. Diese Flächen schneiden sich gehörig vergrößert in Kanten, die den Oktaederkanten parallel sind, unter

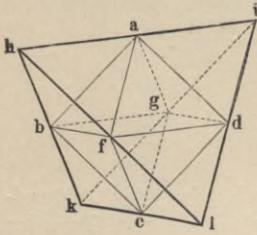


Fig. 39.

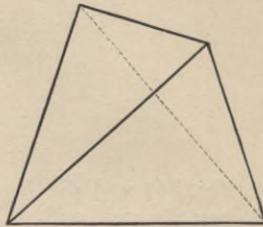


Fig. 40.

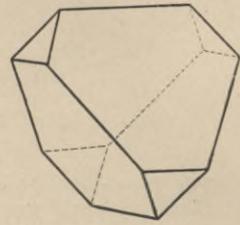


Fig. 41.

Winkeln von $70^{\circ} 31' 44''$ und begrenzen das reguläre Tetraeder, dessen Zeichen $\frac{a : a : a}{2}$ oder $\frac{O}{2}$ ist. — In derselben Weise ergibt die linke, obere, vordere Oktaederfläche das Gegentetraeder $-\frac{a : a : a}{2}$ oder $-\frac{O}{2}$ (Fig. 40). Nach demselben Gesetz ergeben die anderen holodrischen Formen:

$$\frac{1}{2}(a : a : ma) \quad \text{oder} \quad \pm \frac{mO}{2} = \text{Deltoiddodekaeder.}$$

$$\frac{1}{2}(a : ma : ma) \quad \text{„} \quad \pm \frac{mOm}{2} = \text{Pyramidentetraeder.}$$

$$\frac{1}{2}(a : na : ma) \quad \text{„} \quad \pm \frac{mOn}{2} = \text{Hexakistetraeder.}$$

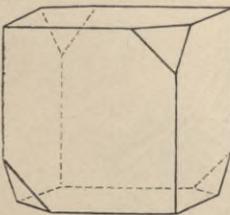


Fig. 42.

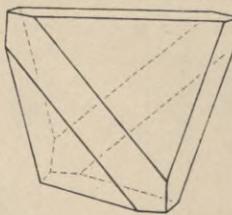


Fig. 43.

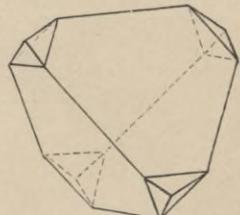


Fig. 44.

Dagegen erscheinen alle Formen, in deren Zeichen ∞ vorkommt, scheinbar wieder als holodrische. — Die tetraedrisch hemiedrischen Körper

bilden ein eigenes Kristallsystem; ihre Formen bilden deshalb auch nur untereinander, nicht mit denen des holoedrischen Systems Kombinationen

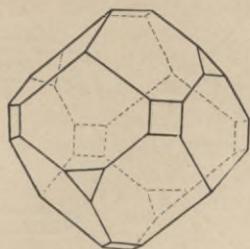


Fig. 45.

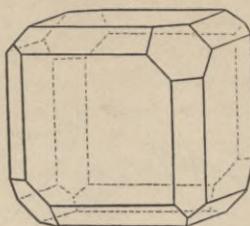


Fig. 46.

(Fig. 42—46 Boracit und Fahlerz). Wohl aber können die Gegenformen miteinander vorkommen und so die vollflächigen Körper vortäuschen, z. B.

$\pm \frac{0}{2}$ in Fig. 41.

3. Parallelfächige oder pentagonale Hemiedrie.

Die Symmetrieverhältnisse der Nebensymmetrieebenen fallen aus, daher verschwinden die abwechselnden Flächen eines Pyramidenwürfels, oder die denselben Raum einnehmenden Flächen des Hexakisoktaeders. Nur diese

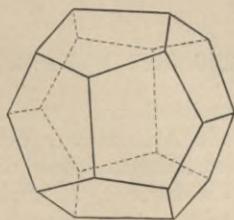


Fig. 47.

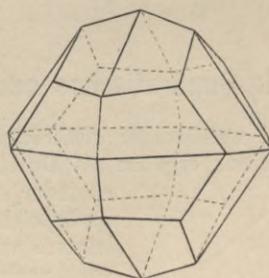


Fig. 48.

beiden Körper ergeben neue Formen, deren Zeichen zum Unterschiede von den vorigen in eckige Klammern eingeschlossen werden:

$$\frac{1}{2} [a : na : \infty a] \text{ oder } \left[\frac{\infty On}{2} \right] = \text{Pentagondodekaeder } ^1) \text{ (Fig. 47).}$$

$$\frac{1}{2} [a : na : ma] \text{ oder } \left[\frac{mOn}{2} \right] = \text{gebrochenes Pentagondodekaeder oder das}$$

¹⁾ πεντάγωνος fünfeckig, δώδεκα zwölf.

Diploeder¹⁾ (Fig. 48). Beide kommen mit den übrigen, scheinbar holoedrischen Körpern in Kombinationen vor (Fig. 49—51, Schwefelkies, Glanzkobalt).

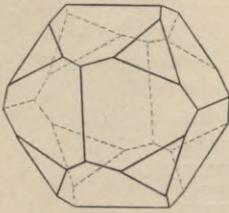


Fig. 49.

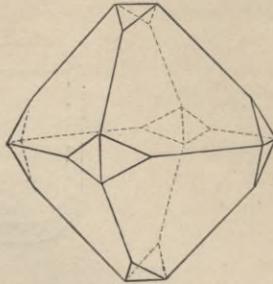


Fig. 50.

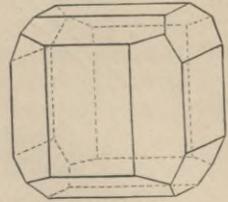


Fig. 51.

4. Tetartoedrie.

Wenn auf das positive Hexakistetraeder das Gesetz der parallelfächigen Hemiedrie angewandt wird, so entstehen ein rechtes und ein linkes tetraedrisches Pentagondodekaeder, $\frac{mOn}{4} \left. \begin{matrix} r \\ 1 \end{matrix} \right\}$. Beide Formen können durch Drehung nicht zur Deckung gebracht werden; sie sind enantiomorph (entgegengesetzt gestaltet) und verhalten sich wie Gegenstand und Spiegelbild. Solche rechten und linken Formen kommen bei Kristallen vor, welche die Ebene des polarisierten Lichtes nach rechts oder links drehen (NaClO_3).

II. Quadratisches oder tetragonales System.

Die drei aufeinander senkrechten Symmetrieebenen, von denen zwei gleichwertig sind, ergeben als Durchschnitt ein Achsenkreuz von drei aufeinander senkrechten Achsen. Zwei derselben (a) sind gleichwertig, die dritte (c) ist ungleichwertig; letztere wird aufrecht gestellt, eine a-Achse von vorn nach hinten (längs), die andere von rechts nach links (quer) gestellt. Die einfachste Form ist:

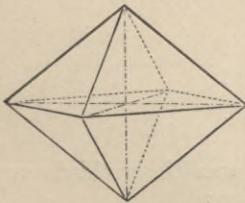


Fig. 52.

1. die quadratische Pyramide $a : a : c$, abgekürzt P (Fig. 52, Zirkon, Zinnstein). Wird $a = 1$ gesetzt, so ist der Wert von c bestimmend für die Lage der Fläche. Der Wert von c ist für jedes Mineral, für jede kristallisierte chemische Verbindung konstant. — Berechne c beim Zinn-

stein aus dem Flächenwinkel an der Horizontalkante $= 87^\circ 7'$ und beim Rutil aus dem Flächenwinkel an einer Polkante $= 128^\circ 8'$.

¹⁾ *διπλός* doppelt, zweifach.

2. *Spitzere und stumpfere quadratische Pyramiden* $a : a : mc = mP$ ergeben sich durch Multiplikation von c mit einem einfachen rationalen Faktor $m \geq 1$. Die Wahl der Grundpyramide ist willkürlich.

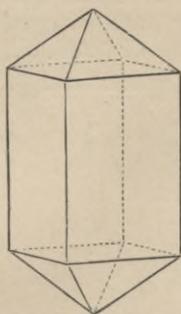


Fig. 53.

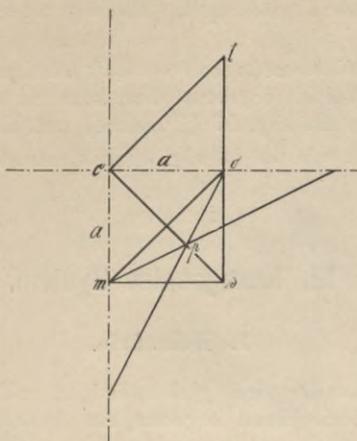


Fig. 54.

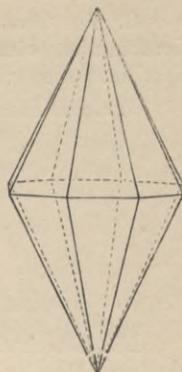


Fig. 55.

3. *Das quadratische Prisma* $a : a : \infty c = \infty P$ ist eine offene Form und tritt nur in Kombination auf (Fig. 53, $\infty P.P$). Projizieren wir die Flächen der eben erwähnten Formen auf die Ebene der a -Achsen (Fig. 54), so stellt $m o c$ die Projektion aller Pyramidenflächen eines Oktanten und $m o$ die einer Prismenfläche dar.

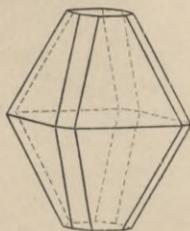


Fig. 56.

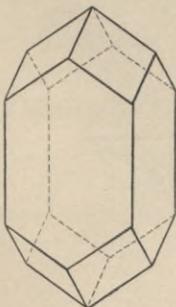


Fig. 57.

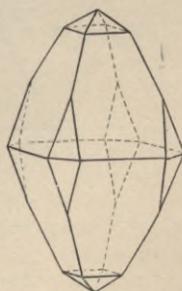


Fig. 58.

4. *Ditetragonale Pyramiden* $a : na : mc = mP_n$ (Fig. 55). Die Flächen eines Oktanten erscheinen in der Projektion als die Dreiecke mpc und opc .

5. *Ditetragonales Prisma* $a : na : \infty c = \infty P_n$ erscheint in der Projektion als mp und op . — Warum kann die Basis der ditetragonalen Pyramiden oder Prismen kein reguläres Achteck sein?

6. *Quadratische Pyramiden zweiter Stellung* $a : \infty a : mc = mP_{\infty}$ stumpfen bei denen erster Stellung mit gleichem c die Polkanten ab (Fig. 56). Ihre Flächen greifen in 2 Oktanten über, z. B. cst in der Projektion Fig. 54.

7. *Das quadratische Prisma zweiter Stellung* $a : \infty a : \infty c = \infty P_{\infty}$, in der Projektion st , und

8. *die Geradenfläche* $\infty a : \infty a : c = oP$ würden beide zusammen als Kombination einen Würfel ergeben. Sie kommen aber auch getrennt in Kombinationen vor, z. B. Fig. 57 ($P. \infty P_{\infty}$) und Fig. 56 ($P. P_{\infty}. oP$).

Welche Formen zeigt die in Fig. 58 dargestellte Kombination?

III. Hexagonales System.

1. Holoedrie.

Die Durchschnitte der drei gleichwertigen und der vierten ungleichwertigen Hauptsymmetrieebenen ergeben ein Achsenkreuz, das aus drei gleichwertigen, sich in einer Ebene unter 60° schneidenden a -Achsen und einer senkrecht zu stellenden ungleichwertigen c -Achse besteht. In ähnlicher Weise wie beim quadratischen System erhalten wir folgende Formen, deren gegenseitige Beziehungen sich am besten aus nebenstehender Horizontalprojektion (Fig. 59) erkennen lassen:

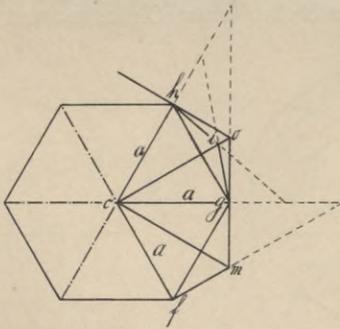


Fig. 59.

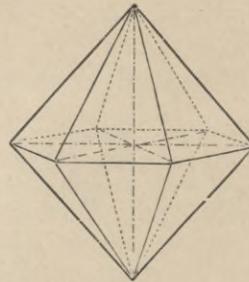


Fig. 60.

$a : a : (\infty a) : c = P$ (Fig. 60)	} hexagonale Pyramiden und Prismen erster Stellung; in der Projektion fgc und fg.
$a : a : (\infty a) : mc = mP$	
$a : a : (\infty a) : \infty c = \infty P$	
$a : na : (xa) : c = Pn$ (Fig. 61)	} dihexagonale Pyramiden und Prismen; in der Projektion cgi, chi und gi, hi.
$a : na : (xa) : mc = mPn$	
$a : na : (xa) : \infty c = \infty Pn$	

$$\begin{array}{l}
 a : 2a : (2a) : c = P2 \\
 a : 2a : (2a) : mc = mP2 \\
 a : 2a : (2a) : \infty c = \infty P2 \\
 \infty a : \infty a : (\infty a) : c = oP, \text{ Geradendfläche.}
 \end{array}
 \left. \begin{array}{l} \\ \\ \\ \end{array} \right\} \begin{array}{l} \text{hexagonale Pyramiden und Prismen} \\ \text{zweiter Stellung; in der Projektion} \\ \text{cm o und m o.} \end{array}$$

n ist eine einfache rationale Zahl >1 und <2 . Die Fläche cgi der dihexagonalen Pyramide mit dem Zeichen $a : na : c$ (Fig. 59) schneidet die eine a -Achse (cg) in der Entfernung a , die zweite (ch) in der Entfernung na und die dritte (cf) in der Entfernung xa . Da $fg \parallel ch$, so ist $\frac{na}{a} = \frac{xa}{xa-a}$, also $x = \frac{n}{n-1}$, d. h. x ist ebenfalls eine rationale Zahl oder unendlich.

Fig. 62 stellt eine Kombination von Prisma und Pyramide erster Stellung dar (Quarz); Fig. 63 zeigt außerdem noch eine spitzere Pyramide zweiter Ordnung und die Geradendfläche (Apatit). — Berechne c beim Quarz aus dem Winkel an den Polkanten der Pyramide $133^\circ 44'$ oder aus dem Winkel zwischen Pyramiden- und Prismenfläche = $141^\circ 47'$.

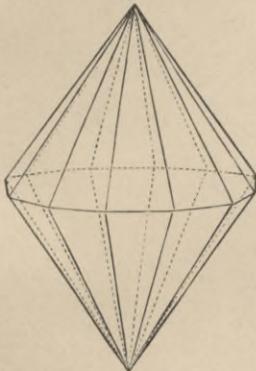


Fig. 61.

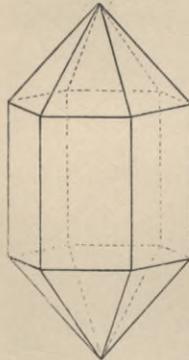


Fig. 62.

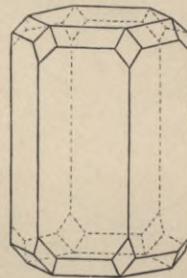


Fig. 63.

2. Rhomboedrische Hemiedrie.

Wenn die Symmetrieverhältnisse der vier Hauptsymmetrieebenen wegfallen, so bleiben nur die Flächen in einem Zwölftel des Achsenraums bestehen, während die der benachbarten Zwölftel verschwinden. Fig. 64 stelle wiederum die Horizontalprojektion der sechsseitigen Pyramide dar; c' und c'' seien die Endpunkte der c -Achse oberhalb und unterhalb der Fläche der a -Achsen. Lassen wir oben die Pyramidenfläche $c'fg$ sich ausdehnen, so muß sich unten die Fläche des benachbarten Sextanten $c''gh$ ausdehnen. Beide schneiden die Nebensymmetrieebene cu in den Parallelen $c'd$ und $c''e$; daher schneiden sie sich selbst in einer Linie durch $g \parallel c'd$, die in der Projektion als $sr \perp cg$ erscheint. Ebenso wird $ru \perp cf$ konstruiert, und die Fläche $c'fg$ erscheint als Rhombus $curs$.

Durch Vervollständigung der Konstruktion erhalten wir:

1. Das *Rhomboeder* $\pm \frac{1}{2} (a : a : c) = \pm \frac{P}{2}$ (Fig. 65) und ebenso spitzere

und stumpfere Rhomboeder $\pm \frac{mP}{2}$. Sie werden von sechs Rhomben begrenzt und besitzen zwei gleichseitige Ecken an den Enden der c -Achse und sechs auf- und absteigende Mittelkanten, die den Polkanten parallel gehen.

2. Das *Skalenoeder*¹⁾ $\pm \frac{1}{2}(a : na : c) = \pm \frac{Pn}{2}$ (Fig. 66) entsteht in gleicher Weise aus der dihexagonalen Pyramide, indem sich oben (vgl. Fig. 64) die Flächen eines Sextanten, $c'fk$ und $c'gk$, unten die des benachbarten $c''gi$ und $c''hi$ ausdehnen. $c'kg$ und $c''ig$ schneiden sich in einer Geraden, deren Projektion mit sr zusammenfällt, die aber weniger gegen die Horizontalebene geneigt ist als die entsprechende Mittelkante des Rhomboeders. Statt der Rhombenfläche $c'urs$ treten daher die beiden Dreiecke $c'ur$ und $c'sr$ auf.

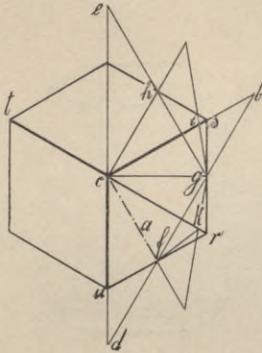


Fig. 64.

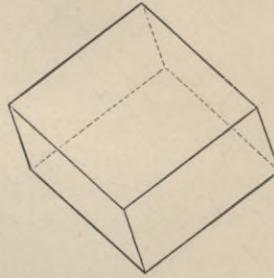


Fig. 65.

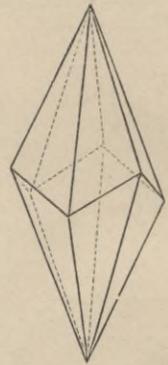


Fig. 66.

Wenn die Fläche $c'gk$ das Zeichen $a : na : c'$ hat, so schneidet gk die verlängerte cd in einem Punkt x , so daß $cx = \frac{n}{2-n} \cdot cd$, wie sich leicht aus dem vollständigen Vierseit $degm$ (m ist Durchschnittspunkt von ef und gk) herleiten läßt. Die Mittelkante des Skalenoeders sr geht also $\parallel c'x$, und ein Skalenoeder, das dieselben Mittelkanten hat wie das eingeschriebene Rhomboeder, muß eine größere c -Achse $= \frac{n}{2-n} \cdot c$ haben. Oft wird das Hauptrhomboeder mit $\pm R$ bezeichnet; dann bedeutet $\pm mR$ ein stumpferes oder spitzeres Rhomboeder. Das dem Skalenoeder $\frac{mPn}{2}$ eingeschriebene Rhomboeder hat daher das Zeichen $\frac{m}{n}R$, wobei $n' = \frac{n}{2-n}$, und man erhält aus diesem das Skalenoeder, wenn man seine c -Achse um das n' -fache verlängert, was man in der Formel durch den hinter das R gesetzten Faktor n' andeutet; also $\frac{mPn}{2} = \frac{m}{n'}Rn'$. Statt $\frac{1}{2}(a : \frac{3}{2}a : 3c) = \frac{3P^{3/2}}{2}$ schreiben wir $R3$; ebenso ist $\frac{1}{2}(a : \frac{4}{3}a : \frac{4}{5}c) = \frac{2}{5}R2$ und $\frac{1}{2}(a : \frac{3}{2}a : \frac{3}{4}c) = \frac{1}{4}R3$.

¹⁾ *σκαληνός* uneben.

Die übrigen Formen des hexagonalen Systems erscheinen wieder als holoedrische; Fig. 67 zeigt eine Kombination eines sechsseitigen Prismas erster Ordnung mit einem Rhomboeder (Kalkspat). — Berechne c beim Kalkspat aus dem Winkel des Spaltungsrhomboeders $105^{\circ} 5'$.

IV. Rhombisches System.

Die drei aufeinander senkrechten ungleichwertigen Symmetrieebenen (Fig. 9) schneiden sich in drei aufeinander senkrechten ungleichwertigen Achsen. Eine derselben, die Vertikalachse c , wird aufrecht gestellt; von den beiden anderen wird die kürzere a (Brachydiagonale) von vorn nach hinten (längs), die größere b (Makrodiagonale)¹⁾ von links nach rechts (quer) gerichtet.

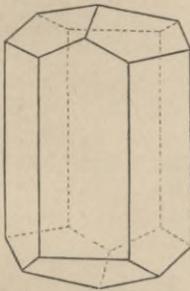


Fig. 67.

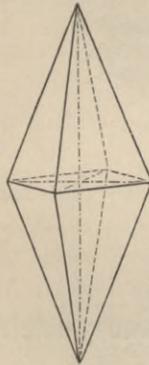


Fig. 68.

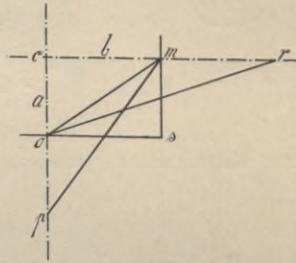


Fig. 68a.

Aus der Grundform $a : b : c$, oder der rhombischen Pyramide P (Fig. 68) leiten sich folgende Formen ab, deren Projektion auf die ab -Ebene aus Fig. 68a zu erkennen ist:

- | | | |
|--|---|---|
| $a : b : c = P$
$a : b : mc = mP$
$a : nb : mc = mP\bar{n}$
$na : b : mc = mP\bar{n}$ | } | rhombische Pyramiden, die in der Projektion
als com , cor und cpm erscheinen;
$n > 1$. |
| $a : b : \infty c = \infty P$
$a : nb : \infty c = \infty P\bar{n}$
$na : b : \infty c = \infty P\bar{n}$ | } | aufrechte rhombische Prismen, in der Pro-
jektion om , or und pm . |
| $a : \infty b : mc = mP\infty$, Querprismen ($cosm$).
$\infty a : b : mc = mP\infty$, Längsprismen ($cosm$).
$\infty a : \infty b : c = oP$, die Geradendfläche.
$a : \infty b : \infty c = \infty P\infty$, die Querfläche (os).
$\infty a : b : \infty c = \infty P\infty$, die Längsfläche (ms). | | |

¹⁾ βραχύς kurz, μακρός lang.

Fig. 69 stellt eine Kombination der Pyramide P mit einer stumpferen Pyramide, der Geradenfläche und dem Längsprisma dar, wie sie häufig am Schwefel vorkommt.

Fig. 70 zeigt ∞P , $P\infty$, $P\infty$ und $\infty P\infty$ (Salpeter) und Fig. 71 $P\infty$, $P\infty$ und oP (Schwerspat).

Zur Berechnung des Achsenverhältnisses $a : 1 : c$ ist die Messung zweier Winkel erforderlich (vgl. Fig. 12). — Berechne a und c beim Schwerspat

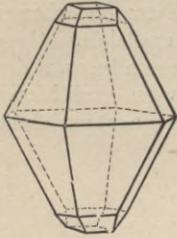


Fig. 69.

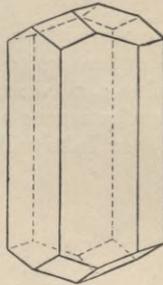


Fig. 70.

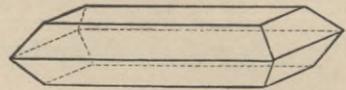


Fig. 71.

aus den Winkeln des Längsprismas $78^{\circ} 20'$ und des Querprismas $105^{\circ} 22'$ an den Mittelkanten gemessen.

V. Monoklines oder monosymmetrisches System.

Die Formen dieses Systems bezieht man auf drei ungleichwertige Achsen, von denen die senkrecht gestellte *Vertikalachse* c und die von vorn nach hinten aufsteigende *Klinoachse* a miteinander den $\sphericalangle \beta$ bilden (Fig. 72 ist von der rechten Seite gesehen), während die b - oder *Orthoachse*¹⁾ auf beiden senkrecht steht. Die ac -Ebene ist die Symmetrieebene. — Die Wahl der a - und c -Achse ist willkürlich; sie sind parallel zweien in der Symmetrieebene liegenden Kanten eines Kristalls. Der Winkel β ist für jede kristallisierte Substanz ebenso charakteristisch, wie das Achsenverhältnis.

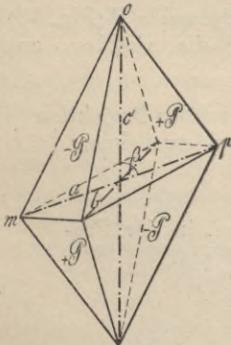


Fig. 72.

zusammen die in Fig. 72 dargestellte Kombination $+P. - P.$

¹⁾ ὀρθός gerade, rechtwinklig.

Aus der Grundform $a:b:c$ ergeben sich durch Ausdehnung in der Richtung der drei Achsen weitere Hemipyramiden mit den Zeichen:

$$\begin{aligned} a:b:mc &= \pm mP \\ a:nb:mc &= \pm mPn^1) \\ na:b:mc &= \pm mPn, \end{aligned}$$

ferner, indem einer der Achsenabschnitte unendlich wird:

$$\begin{aligned} a:b:\infty c &= \infty P, \\ a:nb:\infty c &= \infty Pn, \\ na:b:\infty c &= \infty Pn, \end{aligned} \left. \vphantom{\begin{aligned} a:b:\infty c \\ a:nb:\infty c \\ na:b:\infty c \end{aligned}} \right\} \text{aufrechte Prismen,}$$

$$a:\infty b:mc = \pm mP\infty, \text{ Querprismen,}$$

$$\infty a:b:mc = mP\infty, \text{ Längs- oder Klinoprismen,}$$

und indem zwei Achsen unendlich werden:

$$\begin{aligned} \infty a:\infty b:c &= oP, \text{ die Basisfläche,} \\ \infty a:b:\infty c &= \infty P\infty, \text{ die Längsfläche,} \\ a:\infty b:\infty c &= \infty P\infty, \text{ die Querfläche.} \end{aligned}$$

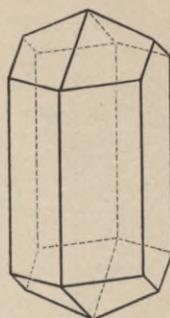


Fig. 73.

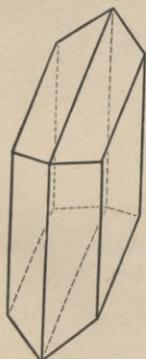


Fig. 74.

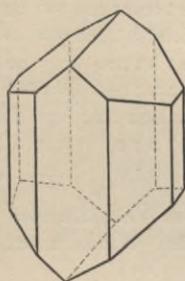


Fig. 75.

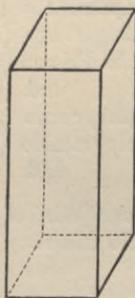


Fig. 76.

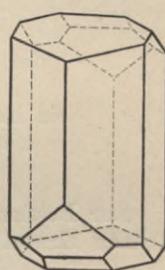


Fig. 77.

Bei den in Fig. 73—77 dargestellten Kombinationen sind die aufrechten Prismen, die Quer- und Längsflächen leicht zu erkennen. Bei Fig. 73 und 74 (Gips) und bei Fig. 75 (Augit) treten $\pm P$ hinzu, bei Fig. 76 und 77 oP und bei der letzteren (Feldspat) noch P , $P\infty$ und $2P\infty$. Zur Bestimmung des Achsenverhältnisses und des Winkels β ist die Messung dreier Winkel erforderlich; der Flächenwinkel zwischen Basis und Querfläche ist $= \beta$.

VI. Triklines oder asymmetrisches Kristallsystem.

Die Formen dieses Systems bezieht man auf drei ungleichwertige Achsen, die miteinander rechts, oben, vorn die schiefen Winkel α , β , γ

¹⁾ Pn bedeutet, daß die horizontale b-Achse, Pn , daß die geneigte a-Achse in der n-fachen Entfernung geschnitten werden.

bilden (Fig. 78). Da keine Symmetrieebene vorhanden ist, so treten nur einzelne parallele Flächenpaare auf. Die Richtung der Achsen wird be-

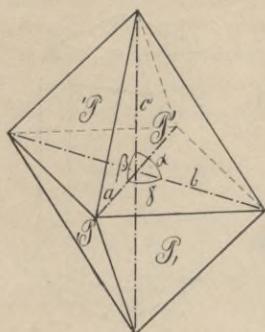


Fig. 78.

stimmt durch die Durchschnittskanten dreier willkürlich gewählter Flächenpaare, die sich unter schiefen Winkeln schneiden und als Längs-, Quer- und Basisflächen angesehen werden. Eine Ebene, welche die drei Achsen schneidet, bestimmt das Achsenverhältnis $a : b : c$. Dem Zeichen $a : b : c$ entsprechen aber vier verschiedene Flächenpaare, die wie in Fig. 78 vorn oben mit P' und P , unten mit P , und P bezeichnet werden.

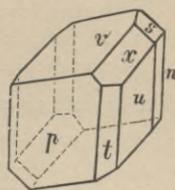


Fig. 79.

Die Bezeichnung der abgeleiteten Flächen geschieht im übrigen wie früher. Bei der in Fig. 79 dargestellten Kombination erkennen wir:

- die Querfläche (t) = $a : \infty b : \infty c = \infty P_{\infty}$;
- die Längsfläche (n) = $\infty a : b : \infty c = \infty P_{\infty}$;
- das aufrechte Prisma (u) = $a : b : \infty c = \infty P'$;
- und (p) = $a : b : \infty c = \infty P$;
- ein halbes Querprisma (x) = $a : \infty b : 2c = 2' P'_{\infty}$;
- die Viertelpyramide (s) = $a : b : c = P'$;
- und (v) = $a : b : c = P$.

Zur Bestimmung der Winkel und des Verhältnisses der Achsen eines triklinen Kristalls ist die Messung von fünf Winkeln erforderlich.

Zwillinge.

Nicht selten verwachsen zwei oder mehrere Kristalle in bestimmter, gesetzmäßiger Weise miteinander unter *Zwillingsbildung* und zwar in der Art, daß sie eine an dem Kristall vorkommende oder an ihm mögliche Ebene gemeinsam haben, daß aber der eine Kristall gegen den anderen um die Normale dieser Fläche als Achse um 180° gedreht erscheint. Diese Ebene heißt die *Zwillingssebene*; sie ist niemals eine Symmetrieebene der Einzelkristalle, dagegen stehen die Zwillingsindividuen symmetrisch zur Zwillingssebene.

Die Zwillinge sind leicht kenntlich an den einspringenden Winkeln.

Fig. 80 ist ein Zwilling des regulären Oktaeders. Man kann sich denselben dadurch entstanden denken, daß ein Oktaeder parallel einer Oktaederfläche, der Zwillingssebene, durchschnitten ist, und die eine Hälfte gegen die andere um eine auf der Schnittfläche senkrecht stehende Achse um 180° gedreht ist. Fig. 81 zeigt einen Zwilling des Zinnsteins: zwei Kristalle (quadratisches Prisma und Pyramide erster Stellung) sind mit der Fläche der Pyramide zweiter Stellung zusammengewachsen; Fig. 82 stellt

einen Zwillingkristall des Gipses dar: zwei Kristalle sind mit der Querfläche zusammengewachsen. In beiden Fällen ist der eine Kristall gegen den anderen um 180° gedreht.

Durch eine ähnliche Verwachsung von drei oder vier Kristallen entstehen *Drillinge* oder *Vierlinge* (Schneekristalle).

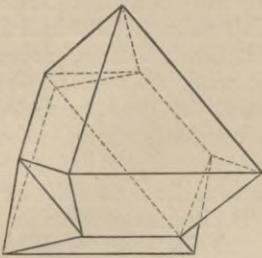


Fig. 80.

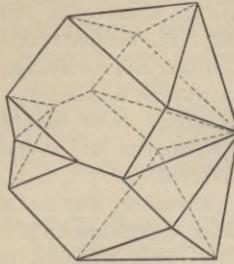


Fig. 81.

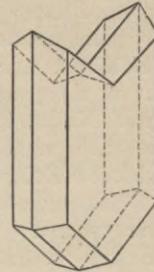


Fig. 82.

Nur äußerlich verschieden sind die sogenannten Durchwachsungszwillinge. Bei Fig. 83 (Flußspat) sind zwei Würfel nach der Oktaeder-

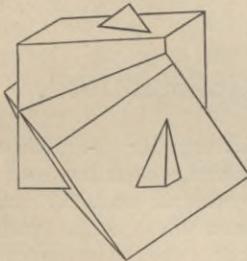


Fig. 83.

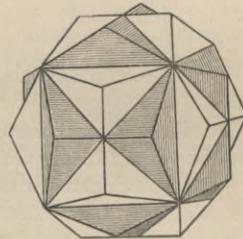


Fig. 84.

fläche, bei Fig. 84 (Schwefelkies) zwei Pentagondodekaeder nach der Fläche des Rhombendodekaeders verwachsen.

Kristallaggregate und Pseudomorphosen.¹⁾

Selten kommen die Kristalle einzeln und in der regelmäßigen Weise ausgebildet vor, wie das Modell und die meisten der obigen Abbildungen die Formen zeigen. In der Regel finden wir sie zu mehreren in regelloser Weise auf einer gemeinsamen Grundlage zusammengewachsen, so daß die einzelnen Individuen gehindert sind, sich vollständig auszubilden. Oft kleiden sie die Wände von Hohlräumen aus (Kristalldrusen) und sind dann nur an den freien Enden ausgebildet.

¹⁾ *ψευδο-* falsch, *μορφή* Gestalt.

Kristallinische Ausbildung. Stehen die Einzelkristalle einer Substanz so dicht, daß sie nach allen Richtungen in ihrer freien Ausbildung gestört werden, und die einzelnen Individuen nicht mehr durch ihre Flächen, wohl aber durch ihre Spaltbarkeit als solche erkannt werden können, so spricht man von kristallinischer Ausbildung und unterscheidet *grobkristallinisches* Gefüge (grobkörniger Marmor), *feinkristallinisches* Gefüge (carrarischer Marmor, Fasergips). Wenn selbst das Mikroskop die einzelnen Teilchen nicht mehr unterscheiden läßt, sondern auf die kristallisierte Beschaffenheit der Substanz nur aus ihren Eigenschaften (spez. Gew., Härte, Schmelzpunkt u. a.) geschlossen werden kann, so spricht man von *dichtem Gefüge* (dichter Kalkstein, Alabaster). Der dichte Zustand ist ganz verschieden, wenn auch manchmal schwer zu unterscheiden, von dem *amorphem* oder gestaltlosen Zustand (Lavagläser, Opal).

Pseudomorphosen. Mitunter kommt ein Mineral in kristallähnlichen Formen vor, die ihm nicht eigentümlich sind, z. B. Brauneisenstein in der Form von Würfeln oder Pentagondodekaedern. Diese Formen gehörten Kristallen von Schwefelkies an, deren Substanz durch allmähliche chemische Einwirkung von Luft und Wasser in Eisenhydroxyd verwandelt wurde. Die Pseudomorphosen oder Afterkristalle haben mit eigentlichen Kristallen nichts zu tun; wohl aber geben sie einen wichtigen Hinweis auf die Entstehungsgeschichte mancher Mineralien.

B. Chemische Eigenschaften.

Nächst der Kristallform ist die Ermittlung der chemischen Zusammensetzung eines Minerals für die Charakterisierung desselben von der größten Wichtigkeit. Aus welchen Stoffen ein Mineral besteht, untersucht die *qualitative*, in welchen Gewichtsverhältnissen diese Stoffe vorhanden sind, die *quantitative Analyse*. Aus den Resultaten der letzteren ergibt sich — von zufälligen Verunreinigungen abgesehen — die chemische Formel des Minerals wie die jeder künstlichen chemischen Verbindung; überhaupt ist ein durchgreifender Unterschied zwischen beiden nicht vorhanden. Häufig gelingt es, ein Mineral künstlich mit allen seinen Eigenschaften darzustellen; für die Ausbildung großer Kristalle der schwer löslichen Substanzen in der Natur ist jedenfalls meist eine außerordentlich lange Zeit erforderlich gewesen.

Dimorphismus. Für die Beziehung zwischen chemischer Zusammensetzung und Kristallform haben wir oben als Grundgesetz aufgestellt, daß jedem Mineral, wie jedem einheitlichen chemischen Stoff, nur eine bestimmte, ihm eigentümliche Kristallform mit bestimmtem Achsenverhältnis zukommt. — Einige Mineralien und noch mehr künstliche Verbindungen machen eine Ausnahme davon, indem sie zweigestaltig (dimorph) oder drei- und vielgestaltig (tri- und polymorph) auftreten, z. B.

Calciumkarbonat (CaCO_3) als Kalkspat hexagonal-rhomboedrisch, als Aragonit rhombisch.

Eisendisulfid (FeS_2) als Schwefelkies regulär-pentagonal, als Speerkies rhombisch.

Titandioxyd (TiO_2) als Rutil quadratisch ($c = 0,6442$), als Anatas quadratisch ($c = 1,7777$), als Brookit rhombisch.

In einigen Fällen gelingt es, die Bedingungen herzustellen, unter denen die eine oder die andere Form entsteht. Calciumkarbonat scheidet sich aus warmen Lösungen als Aragonit, aus kalten als Kalkspat ab. Schwefel erhält man aus Lösungen in den rhombischen Pyramiden der natürlichen Kristalle, aus dem Schmelzfluß in monoklinen Prismen, die allerdings nur oberhalb 96° beständig sind.

Der Dimorphismus ist stets mit einer Verschiedenheit der physikalischen Eigenschaften verbunden; es wäre wohl möglich, daß er in letzter Linie auf einer anderen Anordnung der Atome in der Molekel, also doch auf einer stofflichen Verschiedenheit, beruht.

Isomorphismus. Ganz dieselben Kristallformen (von den regulären abgesehen) mit gleichem oder nahezu gleichem Achsenverhältnis können auch bei *verschiedenartigen* Substanzen vorkommen; jedoch zeigen diese isomorphen (gleichgestaltigen) Stoffe stets eine analoge chemische Konstitution. Beispiele für Isomorphismus sind: Kalkspat, Spateisenstein, Manganspat, Zinkspat und Magnesit (Rhomboeder); Magneteisenstein, Spinell und Chromeisenstein (reguläre Okt.); Apatit und Pyromorphit (hexagonale Säulen). Isomorphe Körper kristallisieren durcheinander; der Spateisenstein enthält oft erhebliche, aber sehr wechselnde Mengen von Calcium-, Magnesium- und Mangankarbonat; aus einer gemeinsamen Lösung von Bittersalz und Zinkvitriol scheiden sich Kristalle aus, die beide Salze in wechselndem Verhältnis enthalten (Mischkristalle); ein Kristall von Chromalaun kann in einer Lösung von gewöhnlichem Alaun weiterwachsen.

Auch der trikline Kupfervitriol ($\text{CuSO}_4 + 5\text{H}_2\text{O}$) und der monokline Eisenvitriol ($\text{FeSO}_4 + 7\text{H}_2\text{O}$) bilden Mischkristalle und zwar in der Form des ersteren mit $5\text{H}_2\text{O}$, wenn das Kupfersulfat, in der des zweiten mit $7\text{H}_2\text{O}$, wenn das Eisensulfat überwiegt; beide Sulfate sind *isodimorph*.

Aus den Resultaten der Analyse eines isomorphen Mischkristalls kann eine einfache Formel nur berechnet werden, wenn die Mengen der sich ersetzenden Stoffe auf die äquivalenten Mengen eines derselben umgerechnet werden.

Berechne die Formel eines Spateisensteins, der bei der Analyse 37,21 Proz. Fe, 4,45 Proz. Mn, 3,90 Proz. Mg, 10,89 Proz. C und als Rest 43,55 Proz. Sauerstoff ergeben hat.

C. Physikalische Eigenschaften.

Das Verhalten der Mineralien gegen mechanische Einwirkung, gegen Licht, Wärme und Elektrizität sollte für jede Spezies ebenso konstant sein, wie für jeden anderen einheitlichen Stoff. Die Mineralien sind aber selten chemisch rein; mechanische Verunreinigungen und isomorphe Beimischungen verändern manche Eigenschaften wie Farbe, Durchsichtigkeit und Glanz

der Mineralien im hohen Grade, während andere wie Spaltbarkeit, Härte, spezifisches Gewicht, Lichtbrechungsvermögen weniger beeinflußt werden. Diese letzteren sind deshalb ebenso wie Kristallgestalt und chemische Zusammensetzung charakteristisch für die Mineralspezies, z. B. den Quarz, während erstere die Varietäten desselben, wie Bergkristall, Rauchtropas und Amethyst kennzeichnen.

1. Kohäsionserscheinungen.

Spaltbarkeit und Bruch. Viele Mineralien lassen sich durch einen Schlag mehr oder weniger leicht so spalten, daß glatte, ebene Bruchflächen entstehen. Die Spaltbarkeit hängt aufs engste mit der Kristallgestalt zusammen; sie erfolgt stets parallel den gleichwertigen Kristallflächen mit gleichem Grade der Leichtigkeit, z. B. beim Steinsalz und Bleiglanz nach den drei Flächen des Würfels, beim Flußspat nach den vier Flächen des Oktaeders, beim Kalkspat nach den drei Flächen des Hauptrhomboeders. Bei Kristallen der nicht regulären Systeme findet sich oft ein verschiedener Grad der Spaltbarkeit parallel den nicht gleichwertigen Flächen. So ist der monokline Gips vollkommen spaltbar nach der Längsfläche, viel unvollkommener nach zwei anderen Richtungen. — Bei den nicht spaltbaren Mineralien erhält man ganz unregelmäßige Bruchflächen, die aber doch bei demselben Mineral eine ähnliche Beschaffenheit zeigen; Feuerstein hat einen *muschligen*, Kreide einen *erdigen*, Eisenkies einen *unebenen* Bruch. — Bei dem Versuch, die Mineralien durch Schlag oder Druck zu zerteilen, zeigen sie noch in anderer Weise ein verschiedenes Verhalten; die meisten sind *spröde* (Steinsalz, Feldspat), andere, besonders die weichen, sind *mild* (Gips, Graphit), wieder andere *dehnbar* (Silber, Kupfer), *elastisch biegsam* (Glimmer).

Härte. Ob ein Mineral härter ist als ein anderes, erkennt man leicht daran, daß man in dem einen ein Mineral in dem anderen ritzen kann. Aus einer Anzahl der häufigeren Mineralien wählte Mohs zehn aus, welche in aufsteigender Reihe die zehn Grade der Härteskala bilden:

1. Talk. 2. Steinsalz. 3. Kalkspat. 4. Flußspat. 5. Apatit.
6. Feldspat. 7. Quarz. 8. Topas. 9. Korund. 10. Diamant.

Gips hat die Härte 1,5, weil er zwar den Talk ritzt, aber selbst vom Steinsalz geritzt wird.

Dichte oder spezifisches Gewicht ist ein wichtiges unterscheidendes Merkmal für viele sonst ähnliche Mineralien. Das spezifische Gewicht (G) kann nach den üblichen Methoden (Hydrostatische Wage) leicht bis zu einer Genauigkeit von drei Dezimalstellen bestimmt werden, doch finden sich bei den Varietäten eines Minerals wegen verschiedener Beimengungen schon Abweichungen in der ersten Dezimalen. Bei isomorphen Mischkristallen zeigen die Abweichungen eine bestimmte Gesetzmäßigkeit.

2. Thermische, elektrische und magnetische Eigenschaften.

Nur bei amorphen oder regulär kristallisierten Stoffen ist das Wärmeleitungsvermögen nach allen Richtungen gleich; bei Kristallen mit ungleich-

wertigen Achsen ist es ein verschiedenes. Wird eine aus einem Bergkristall parallel zur c-Achse geschliffene Platte mit einer dünnen Wachsschicht überzogen und dann in der Mitte mit einer heißen Metallspitze berührt, so schmilzt das Wachs von der Spitze aus in Form einer Ellipse fort, deren große Achse mit der c-Achse zusammenfällt. Das Wärmeleitungsvermögen des Bergkristalls erreicht also in der Richtung der c-Achse den größten, in *allen* Richtungen senkrecht zu ihr den kleinsten, immer gleichen Wert.

In bezug auf die *Schmelzbarkeit* unterscheidet man bei der Prüfung mit dem Lötrohr leichtschmelzbare (Antimonglanz), schwerschmelzbare (Feldspat) und unschmelzbare Mineralien (Quarz).

Manche Mineralien sind leicht durchdringlich für Wärmestrahlen, *diatherman* (Steinsalz, Sylvin), die meisten viel weniger leicht (Gips) oder gar nicht; letztere sind *atherman*.

Einige Mineralien sind Leiter der Elektrizität (Metalle und einige Sulfide), andere sind Nichtleiter (Schwefel). Von letzteren werden einige durch Reiben (Schwefel) oder durch Erwärmen (Turmalin und Quarz) elektrisch. Wird eine quer zur c-Achse geschliffene Platte eines Bergkristalls erwärmt und dann aus einem Sieb mit einem Gemisch von Schwefel und Mennige bestäubt, so bleibt in abwechselnden Sextanten der negative Schwefel, in den anderen die positive Mennige haften. — Viele eisenhaltige Mineralien werden vom Magneten angezogen, am stärksten, abgesehen vom Eisen selbst, das Magneteisenerz, viel weniger der Magnetkies; ersteres ist oft polarmagnetisch (natürlicher Magnet).

3. Optische Eigenschaften.

Die Mineralien sind für die Lichtstrahlen in verschiedenem Grade durchlässig; man nennt sie danach *durchsichtig*, *durchscheinend*, *kantendurchscheinend* und *undurchsichtig*. Die Durchsichtigkeit wird sehr beeinflusst durch fremde Beimengungen. Dasselbe gilt von der unwesentlichen Färbung einiger an und für sich farblosen Mineralien, wie rotes Steinsalz, blauer oder grüner Flußspat, brauner oder blauer Quarz. Dagegen ist die Färbung anderer Mineralien eine wesentliche, durch ihre chemische Beschaffenheit bedingte (Gold, Eisenkies, Malachit). Manchmal zeigt das feine Pulver eines Minerals, wie man es beim Reiben auf einer unglasierten Porzellanplatte erhält, eine charakteristische Verschiedenheit von der Farbe der unverletzten Masse (*Strich* des Minerals). — Die Oberfläche der natürlichen Kristallflächen ist mehr oder weniger spiegelnd oder matt und zeigt oft einen verschiedenartigen *Glanz*; Metallglanz findet sich besonders bei Metallen und Sulfiden, Glasglanz bei Silikaten u. a.

Brechung. Die amorphen Körper (Glas) und die regulären Kristalle (Steinsalz) zeigen einfache, alle übrigen Kristalle doppelte Brechung des Lichtes, wenn diese auch nur bei wenigen so auffällig ist, wie bei dem isländischen Doppelspat (Kalkspat).

Fig. 85 stelle einen Durchschnitt durch einen Kalkspat dar, bei dem die natürliche oder künstliche Fläche *mf* parallel der c-Achse geht; diese selbst liege in der

Einfallsebene des Lichtbündels sf , $s'm$. Bei dem gewöhnlichen Lichtstrahl sf erfolgen die Schwingungen senkrecht zum Strahl nach allen Richtungen des Raumes; im Kalkspat trifft er gewissermaßen zwei verschiedene Medien an, eins in der Richtung der a -Achsen, das andere in der Richtung der c -Achse. Er wird deshalb in zwei Strahlen zerlegt, von denen der erstere, der ordentliche o , nur in der Ebene der a -Achsen schwingt, also bei jeder Richtung von sf im Kristall ein Medium von gleicher Dichte findet. Der ordentliche Strahl folgt deshalb dem Brechungsgesetz, und man konstruiert ihn in bekannter Weise als Normale zu der Tangente, die von m an den mit $fg = \frac{ms'}{n_o}$ (der Brechungsindex n_o beim Kalkspat 1,6585) um f geschlagenen Kreis gezogen ist. Der zweite

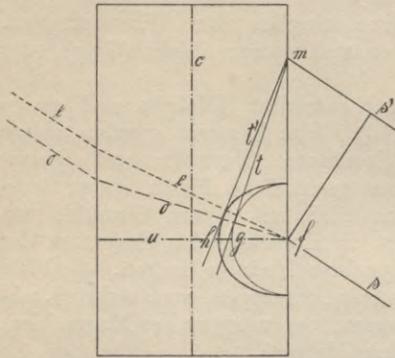


Fig. 85.

geschlagene Kreis gezogen ist. Der zweite Strahl, der außerordentliche e , schwingt in einer durch die c -Achse gelegten Ebene (in unserem Falle der Einfallsebene). Ist seine Richtung im Kristall senkrecht zur c -Achse, seine Schwingungen also parallel derselben, so finden diese ein Medium von am meisten abweichender Dichte (n_e beim Kalkspat = 1,4863); ist seine Richtung parallel der c -Achse, so erfolgen seine Schwingungen in der Richtung der a -Achsen, treffen also dasselbe Medium, wie der ordentliche Strahl. In jeder anderen Richtung treffen die Schwingungen des außerordentlichen Strahls (e in der Fig. 85) ein Medium von wechselnder zwischen diesen Grenzwerten liegenden Dichte, so daß n_e je nach der Richtung von sf alle Werte

von 1,6585 bis 1,4863 annehmen kann. Konstruiert man über $fh = \frac{s'm}{n_e}$ als halbe große Achse und aus fg als halber kleiner Achse eine Ellipse, zieht an diese von m aus die Tangente t' , so gibt der Berührungsradius die Richtung von e an. — Beim Austritt aus einer der Eintrittsfläche mf parallelen Fläche ergeben sich zwei Strahlen o und e parallel sf und von halber Helligkeit des letzteren. Parallel der c -Achse findet im Kristall keine Doppelbrechung statt (optisch einachsig), senkrecht zur c -Achse decken sich die beiden Bilder. — Ebenso wie beim Kalkspat liegen die Verhältnisse bei anderen Kristallen des hexagonalen und des quadratischen Systems, nur ist bei vielen $n_e < n_o$. Die Kristalle der übrigen Systeme zeigen wegen der Ungleichwertigkeit der drei Achsen kompliziertere Verhältnisse; sie besitzen stets zwei Richtungen, in denen keine Doppelbrechung stattfindet (optisch zweiachsig).

Polarisation. Die durch doppelte Brechung in einem Kristall erhaltenen Strahlen schwingen auch nach dem Austritt aus demselben stets in zwei zueinander senkrechten Ebenen; sie sind zueinander *polarisiert*, und zwar nennt man die Schwingungsebene des einen Strahls die Polarisations-ebene des zweiten. — Einige grüne und braune Varietäten des hexagonalen Turmalins haben die Eigenschaft, bei einer gewissen Dicke den ordentlichen Strahl zu absorbieren; wird nun das durch eine parallel der c -Achse geschliffene Turmalinplatte ($abcd$ Fig. 86 u. 87) polarisierte Licht durch eine zweite ebensolche ($efgh$) gesandt, so wird nur derjenige Teil durchgelassen,

der sich durch Projektion auf die Schwingungsebene der zweiten Platte ergibt, — bei parallelen Platten (Fig. 86) also alles, bei gekreuzten (Fig. 87) gar nichts. Dieselben Beobachtungen lassen sich noch besser mit dem wasserhellen Kalkspat machen, wenn auf irgend eine Weise einer der beiden Strahlen beseitigt wird (z. B. im *Nikolschen* Prisma durch Totalreflexion des ordentlichen Strahls).

Interferenzbilder. Bringt man ganz dünne Blättchen eines doppelbrechenden Kristalls, z. B. Spaltungsstückchen von Gips in den Gang der Lichtstrahlen zwischen die gekreuzten Turmalinplatten oder die Nikols, so erscheinen dieselben bei einer vollständigen Drehung in ihrer eigenen Ebene viermal dunkel und dazwischen farbig. Die Farben sind abhängig von der Substanz, der Dicke der Blättchen und ihrer Lage im Kristall und gehen bei der Drehung eines Nikols um 90° allmählich in die Komplementärfarben über; sie entstehen dadurch, daß die beiden in den dünnen Blättchen durch Doppelbrechung entstandenen Strahlen, deren Gangunterschied für gewisse Farben eine oder mehrere Wellenlängen beträgt, auf die Schwingungsebene des zweiten Nikols projiziert werden. Besonders wichtig sind diese Erscheinungen für die Untersuchung der Gesteinsdünnschliffe im Polarisationsmikroskop.

Werden dickere, senkrecht zur optischen Achse geschliffene Platten hexagonaler oder quadratischer Kristalle zwischen die gekreuzten Nikols oder Turmalinplatten gebracht, so erblickt man, weil die schrägen Strahlen in der Platte doppelt gebrochen werden, ein schwarzes Kreuz und zwischen dessen Armen bunte Ringe (Fig. 88). Bei ebensolchen Platten von rhombischen, monoklinen und triklinen Kristallen, die senkrecht zur Winkelhalbierenden der optischen Achsen geschliffen sind, entsteht ein Interferenzbild wie Fig. 89, das bei einer Drehung der Kristallplatte in ein Bild mit zwei senkrecht aufeinander stehenden schwarzen Streifen übergeht. Bei parallelen Nikols erscheinen die dunklen Stellen der Bilder weiß, und die Farben der Ringe gehen in die komplementären über.

Drehung der Polarisationssebene. Gewisse Stoffe haben die Eigenschaft, als Kristall oder in Lösung die Polarisationssebene des Lichtes um einen bestimmten Betrag zu drehen. Es sind dies immer Kristalle, welche in enantiomorphen Formen (Seite 12) als rechte und linke Körper auftreten können (Quarz, Natriumchlorat), und zwar drehen die rechten Formen die Polarisationssebene um denselben Betrag nach rechts, wie die linken nach links. — Bei organischen Verbindungen (z. B. Weinsäure, Zucker) zeigt



Fig. 86.

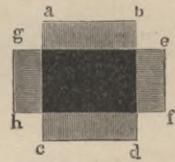


Fig. 87.



Fig. 88.

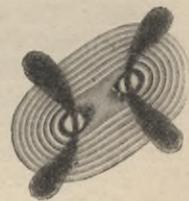


Fig. 89.

sich, daß dem asymmetrischen Bau der Kristalle auch ein asymmetrischer Bau der Molekel (asymmetrischer Kohlenstoff) entspricht.

D. Vorkommen, Bildung und Systematik der Mineralien.

Die Mineralien kommen häufig in sehr großen, ausgedehnten Massen vor, so daß sie am Aufbau der Erde einen wesentlichen Anteil nehmen; sie bilden dann einzeln oder in Gemengen die Gesteine oder Felsarten. Oft aber sind sie von Gesteinen umschlossen und treten in verhältnismäßig beschränkten Massen auf.

Gänge nennt man Klüfte oder Spalten im Gestein, ausgefüllt mit anderer Mineralsubstanz. Sie sind die vorzüglichsten Fundstätten der Erze und vieler anderen Mineralien.

Lager und *Flöze* nennt man lang und breit ausgedehnte Mineralmassen, die den Schichten des umgebenden Gesteins parallel lagern. Sie enthalten entweder Erze oder andere nutzbare Mineralien.

Die Bildungsweisen der Mineralien sind sehr verschiedene; im allgemeinen kann man aber Ausscheidung aus dem Schmelzflusse (Quarz und viele Silikate) oder aus wäßrigen Lösungen (Kalkspat, Gips) als die wichtigsten annehmen. Auch in der Gegenwart beobachten wir die Bildung von Leuciten und Augiten in der erkaltenden Lava des Vesuv, die Entstehung von Tropfstein in Höhlen, den Absatz von Salzsichten am Boden der Salzseen. Die einmal gebildeten Mineralien gehen durch die Einwirkung der Luft und des Wassers, besonders auch durch die Wärme des Erdinnern, vielfache Veränderungen ein; es bilden sich neue Mineralien, deren Entstehungsgeschichte oft aus ihrem Vorkommen erkannt werden kann. Doch ist es nicht angängig, auf die Abstammung der Mineralien eine Klassifikation derselben zu gründen.

Dagegen wird auf die chemische Zusammensetzung, und zwar besonders auf die Natur des elektronegativen Bestandteils, bei der Einteilung das größte Gewicht zu legen sein, weil so die isomorphen Gruppen beisammen bleiben. Man unterscheidet folgende Klassen:

- I. *Elemente.*
 - II. *Sauerstoffverbindungen oder Oxyde und Hydroxyde der Metalle.*
 - III. *Schwefelverbindungen der Metalle oder Sulfide.*
 - IV. *Chloride und Fluoride.*
 - V. *Karbonate.*
 - VI. *Sulfate.*
 - VII. *Phosphate und Arsenate.*
 - VIII. *Borate und Nitrate.*
 - IX. *Siliciumdioxid und Silikate.*
 - X. *Organische Verbindungen.*
-

Abkürzungen.

Reg. Syst. = Reguläres System.	Hex.-rhomboed. Syst. = Rhomboedrische
Quadr. Syst. = Quadratisches System.	Hemiedrie des Hex. Syst.
Hex. Syst. = Hexagonales System.	Rhomb. Syst. = Rhombisches System.
V. d. L. = Vor dem Lötrohr auf Kohle.	Monokl. Syst. = Monoklines System.
G. = Volumgewicht = spezifisches Gew.	Trikl. Syst. = Triklines System.
* = wichtigere Mineralien.	H. = Härte.

I. Elemente.***1. Schwefel (S).**

Rhomb. Syst.: P und Komb. von $P \cdot \frac{1}{3}P$; $P \cdot P\infty \cdot \frac{1}{3}P \cdot oP$ (Fig. 69). — Kristalle zu Drusen vereinigt; kristallinisch bis dicht. — Spröde; Bruch muschelig, uneben; H. = 2; G. = 2,07. — Durchscheinend bis undurchsichtig; fettglänzend; gelb bis braungelb, bisweilen durch Beimengungen grau oder braunrot. Wird durch Reiben elektrisch. Knistert beim Erwärmen in der Hand. Schmilzt bei $114^{\circ}C$, entzündet sich bei etwa 260° und verbrennt mit blauer Flamme zu SO_2 . Siedet bei 448° , ist sublimierbar und kristallisiert aus geschmolzenem Zustande in monoklinen Prismen (dimorph).

Findet sich in Gängen, Lagern, Nestern und eingesprengt in Gips, Mergel und Kalkstein, so namentlich in sehr großen Mengen bei Girgenti auf Sicilien (500 000 t jährliche Ausbeute), in Klüften vulkanischer Gesteine bei vielen noch tätigen oder erloschenen Vulkanen und als pulveriger Absatz schwefelwasserstoffhaltiger Quellen z. B. bei Aachen. Er wird durch Ausschmelzen gewonnen und durch Destillation gereinigt.

Wird zur Herstellung von Zündwaren, Schießpulver, Schwefelsäure, zum Vulkanisieren des Kautschuks, zum Bleichen der Seide und Wolle, Ausschwefeln der Weinfässer, sowie zum Bestäuben der unreifen Weintrauben als Mittel gegen den Traubenpilz (Oidium) und in der Medizin angewandt.

***2. Diamant ¹⁾ (C).**

Reg. Syst.: O; $\infty O\infty$; Om; ∞O ; mOn. Kristalle meist mit bauchigen Flächen und gekrümmten Kanten, gewöhnlich einzeln. — Spalt. vollk. nach O.; Bruch muschelig; spröde; H. = 10; G. = 3,5. — Durchsichtig bis durchscheinend; wasserhell, farblos, bisweilen grau, selten gelb, grün, braun, rot, schwarz; Diamantglanz; starke Lichtbrechung; Nichtleiter der Elektrizität. — Chem. Zus.: Kohlenstoff. In Säuren und anderen Lösungsmitteln unlöslich, v. d. L. unschmelzbar, im Knallgasgebläse zu CO_2 verbrennend; wurde zuerst im Jahre 1694 auf der Akademie zu Florenz im Fokus eines Hohlspiegels verbrannt.

¹⁾ *ἀδάμας* Stahl, Diamant, unbezwingbar.

Im Sande der Flüsse und aufgeschwemmtem Lande: Ostindien (Golconda), Borneo, Sumatra, Ural, Australien, jetzt besonders in Brasilien und Südafrika, wo im Jahre 1867 am Vaalflusse der erste Diamant gefunden wurde. Hier, namentlich bei Kimberley, werden die Diamanten auch auf ursprünglicher Lagerstätte — in der blauen Erde —, einem zwar veränderten aber doch unzweifelhaft vulkanischen Gestein, bergmännisch gewonnen.

Wird zum Glasschneiden, Gravieren in Metall, Steinbohren, zum Behauen und Schärfen der Mühlsteine, als Pulver (Diamantbord) zum Schleifen der Diamanten und vorzugsweise als Schmuckstein angewandt. Das Schleifen derselben wurde 1456 von Ludwig van Berquem in Brügge erfunden. Zum Besatz der Bohrkronen für Tiefbohrungen in hartem Gestein dienen besonders die *Karbonados* aus Bahia in Brasilien, eine dichte, schwarze und undurchsichtige Varietät des Diamanten, die den Vorzug hat, daß sie nicht spaltbar und weniger spröde ist als die Einzelkristalle.

Der Diamant ist der geschätzteste Edelstein. Der Wert desselben richtet sich nach Größe, Reinheit, Farbe und Art des Schliffes. Das Gewicht der Diamanten wird nach *Karat*¹⁾ angegeben. 1 Karat = 0,205 Gramm. Ein Karatstein kostet roh etwa 30 Mark, geschliffen über 300 Mark; aber mit dem Gewicht steigt der Preis annähernd mit der Quadratzahl des Gewichtes. Steine von 10 bis 20 Karat gehören schon zu den schönen, darüber zu den Seltenheiten. Nur wenige übersteigen das Gewicht von 100 Karat. Die größten bekannteren Diamanten sind:

Der *Regent* von $136\frac{3}{4}$ Karat, schönster Brillantschliff, wurde für $2\frac{1}{2}$ Millionen Frank für Ludwig XV. gekauft. In Frankreich.

Der *Orloff* im russischen Zepter, $194\frac{3}{4}$ Karat, kostete 450 000 Rubel.

Der *Kohinur* (Berg des Lichtes) war früher im Besitz des Großmoguls von Delhi und wurde 1850 der Königin von England geschenkt, wog damals 186 Karat, jetzt von neuem geschliffen $102\frac{3}{4}$ Karat. Er soll ursprünglich 800 Karat gewogen haben.

Die Kaiserliche Schatzkammer in Wien bewahrt einen gelblichen Diamanten von $139\frac{1}{2}$ Karat im Werte von 1 Million Gulden.

Der *Sancy* von $53\frac{1}{2}$ Karat wurde für 500 000 Frank an den Kaiser von Rußland verkauft.

Ein Diamant von $28\frac{1}{2}$ Karat und 600 000 Mark Wert befindet sich neben anderen etwas leichteren im Grünen Gewölbe zu Dresden. In neuerer Zeit sind in Südafrika zahlreiche große Diamanten gefunden worden, darunter der *Viktoria* (geschliffen 180 Karat) und der *Excelsior* von $971\frac{3}{4}$ Karat Rohgewicht, der geschliffen den schönen Jubiläumsdiamanten (239 Karat) lieferte. Weitaus übertroffen werden aber diese Funde durch einen Stein von 3032 Karat, der im Jahre 1905 bei Johannesburg gefunden wurde.

Soll der Diamant als Schmuckstein dienen, so wird er stets mit zahlreichen Schlißflächen versehen, die so gewählt werden, daß eine möglichst vielfache Spiegelung und Brechung des Lichtes eintritt. Man unterscheidet

¹⁾ Karat vom arabischen *Kirat* Kern des Johannisbrotens, kleines Gewicht.

viele Arten des Schliffes, von denen zwei, der Brillantschliff in Fig. 90 u. 91 und der Rosettenschliff in Fig. 92 in der seitlichen Ansicht und von

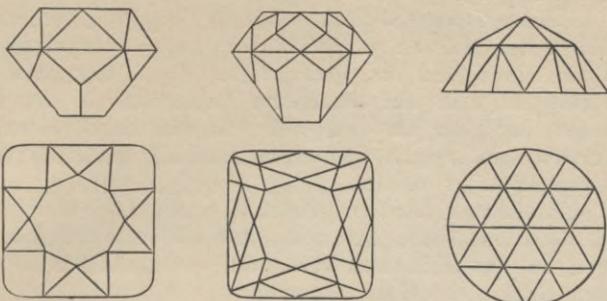


Fig. 90.

Fig. 91.

Fig. 92.

oben dargestellt sind. Beim Brillantschliff ruht die ganze untere Pyramide in der Fassung.

*3. Graphit.¹⁾ Reißblei (C).

Hex.-rhomboedr. Syst.: Sechseckige dünne Tafeln oR, daher eine zweite Form des dimorphen Kohlenstoffs; meist derb, in schiefrigen, schuppigen und dichten Massen. — Nach oR vollk. spaltb.; weich, abfärbend, fettig anzufühlen. H. = 0,5 bis 1,5; G. = 2,1 bis 2,3. Undurchsichtig, metallglänzend, eisenschwarz; Leiter der Elektr. — Graphit ist Kohlenstoff, oft mit etwas Ton, Kalk, Eisenoxyd und anderen Stoffen verunreinigt; unschmelzbar, v. d. L. und selbst in Sauerstoff schwer verbrennend, in Säuren unlöslich.

Eingesprengt, nester- und lagerweis in kristallinen Schiefen, körnigem Kalk usw., Passau, Wunsiedel, Borrowdale in England, Krumau in Böhmen, Pargas in Finnland, Südsibirien, Ticonderoga in New-York und St. John in Neubraunschweig, Kalifornien, Ceylon, Südafrika.

Findet Verwendung zu Bleistiften, feuerfesten (Passauer) Tiegeln, zum Anstreichen eiserner Öfen, Polieren des Bleischrotes, Schmierer von Maschinenteilen, in der Galvanoplastik.

Die im folgenden erwähnten gediegenen Metalle bilden zwei Reihen; die dehnbaren — Gold, Platin, Silber, Kupfer, Quecksilber, Eisen — kristallisieren regulär, die spröden — Wismut, Antimon, Arsen —, die den Übergang zu den Nichtmetallen bilden, sind hexagonal-rhomboedrisch und zwar isomorph.

*4. Gold (Au).

Reg. Syst.: O; $\infty O\infty$; ∞O , und Komb. dieser Körper. Kristalle klein; drahtförmig, häufig in Blechen und Blättchen, eingesprengt und

¹⁾ γράω ich schreibe.

eingewachsen. Sehr dehnbar; H. = 2,5; G. = 16—19. — Goldgelb bis messinggelb; sehr glänzend. V. d. L. schmelzbar. — Chem. Zus.: Gold mit mehr oder weniger Silber (von 1—40 Proz.) und Spuren von Kupfer und Eisen. In Königswasser löslich.

Das Gold findet sich an ursprünglicher Lagerstätte eingesprengt in vulkanischen Gesteinen und in Quarzgängen des Gneis und Glimmerschiefers als *Berggold* oder auf sekundärer Lagerstätte in den Kies- und Sandablagerungen der Täler als *Waschgold*. Es wird durch einen Schlemmprozeß (im ersteren Falle nach vorherigem Pochen) mit Hilfe von Quecksilber oder Cyankalium gewonnen.

Zu den goldreichsten Ländern gehört in erster Linie der Westen von Nordamerika, dann Südafrika, Australien und das russische Asien; in geringen Mengen ist das Gold weit verbreitet. — Im Jahre 1904 wurden auf der ganzen Erde 560 t Gold gewonnen.

Wird zu Münzen, Schmuckgegenständen, zum Vergolden anderer Metalle, Färben des Glases und in der Photographie angewandt.

*5. Platin¹⁾ (Pt).

Reg. Syst.: Kristalle sehr selten, $\infty O\infty$. Meist auf sekundärer Lagerstätte; kleine platte oder abgerundete Körner (Platinsand), größere unregelmäßige Klumpen selten (die größten 8—9 Kilo). — Geschmeidig und sehr dehnbar. H. = 4—5; G. = 17—19 (reines Platin H. = 2,5; G. = 21,5). — Nur im Knallgasgebläse schmelzbar. — Stahlgrau bis silberweiß; stark glänzend. Chem. Zus.: Platin, fast stets mit Eisen und Iridium, ferner mit Rhodium, Palladium, Osmium, Ruthenium und Kupfer verunreinigt. Nur in Königswasser löslich.

Es werden jährlich gegen 5000 kg Platin gewonnen, davon 90 Proz. am Ural, an dessen Ostabfall es im Flußsand der Täler zusammen mit Gold, den sog. Platinmetallen (Osmium, Iridium, Ruthenium), Zirkon, Korund und Diamanten, aber auch an primärer Lagerstätte in einem olivinhaltigen Eruptivgestein gefunden wird.

Dient als Draht und Blech zu chemischen und physikalischen Zwecken, zu Tiegeln, Schalen und Retorten.

*6. Silber (Ag).

Reg. Syst.: O; $\infty O\infty$. Kristalle klein, meist verzerrt. Haar-, draht- und baumförmig, moosartig, in Blechen und Platten, als Anflug, eingesprengt. — Bruch hakig; geschmeidig, dehnbar. — H. = 2—3; G. = 10—11. — Besitzt hohen Metallglanz; ist silberweiß, oft gelblich und bunt angelaufen. — Chem. Zus.: Silber mit geringen Mengen Gold, Kupfer, Quecksilber usw. In Salpetersäure löslich. V. d. L. leicht schmelzbar.

Findet sich meist auf Gängen mit anderen Silbererzen zusammen: Erzgebirge, Harz, Böhmen, Siebenbürgen und Ungarn, Spanien, Kongsberg in

¹⁾ *plata* (span.) Silber.

Norwegen (1834 eine 7 $\frac{1}{2}$ Zentner schwere Masse), Süd- und besonders Nordamerika. — Die weitaus größte Menge des Silbers (Weltproduktion im Jahre 1901 gegen 5200 t) wird aus den sulfidischen Erzen gewonnen.

Silber wird zu Münzen, Schmuckgegenständen, Eßgeräten, in der Photographie und Medizin angewandt.

7. Quecksilber (Hg).

Flüssig, in kleinen Tropfen. — Zinnweiß; stark glänzend. — G. = 13,5. Chem. Zus.: Quecksilber, meist etwas silberhaltig, mitunter als Silberamalgam in Kristallen des regulären Systems.

Findet sich in geringen Mengen in Zinnober (siehe dort) eingesprengt.

*8. Kupfer (Cu).

Reg. Syst.: O; ∞O_{∞} ; ∞O , und Komb.; Kristalle verzerrt und unregelmäßig verwachsen. Meist haar-, draht-, baumförmig, in Platten, Blechen, in unregelmäßigen Körnern und Klumpen. — Bruch hakig; dehnbar; H. = 2,5—3; G. = 8,5—9. — V. d. L. schmelzbar. — Stark metallglänzend; kupferrot, oft gelblich oder braun angelauten, bisweilen oberflächlich in Malachit verwandelt. — Chem. Zus.: Cu, fast rein. In Salpetersäure löslich.

Es findet sich mit anderen Kupfererzen zusammen auf Gängen, in Lagern und Nestern, mitunter auf zweiter Lagerstatt in losen Blöcken als Geschiebe. Besonders große Blöcke von über 1000 Zentnern wurden in Michigan am Oberen See gefunden, doch stammt die Hauptmasse des jährlich produzierten gediegenen Metalls (0,6 Mill. t im Jahre 1904) aus Oxyden, Karbonaten und besonders Sulfiden des Kupfers.

Das Kupfer dient zu Münzen und Gerätschaften, zum Beschlagen von Seeschiffen, zu Kupferstichplatten, zu Legierungen und zur Herstellung chemischer Präparate, besonders aber in der Elektrotechnik.

Gediegenes Blei findet sich als sehr seltenes Mineral in draht-, haar- oder plattenförmigen Massen in Alston-Moor in Cumberland, Stützerbach in Thüringen, Siebenbürgen, Chile.

*9. Eisen (Fe).

Gediegenes Eisen tellurischen, d. h. irdischen Ursprungs ist wahrscheinlich das Eisen, das im Jahre 1870 von Nordenskiöld im Basalt an der westgrönländischen Küste in zentnerschweren Massen gefunden wurde. Es hat große Ähnlichkeit mit dem Meteoreisen¹⁾. Letzteres ist kosmischen Ursprungs, d. h. es stammt aus dem Weltraum und besteht aus Bruchstücken kleiner, von der Erde angezogener Weltkörper. Bei dem Herabfallen auf die Erde werden Feuererscheinungen, mit heftigem Getöse verbunden, wahrgenommen. Die Hauptmasse zerspringt in Stücke von unregelmäßiger Gestalt, die oberflächlich mit einer schwarzen Schicht bedeckt

¹⁾ *μετ-έωρος* in der Luft schwebend, *ελώρα* Schwebel.

sind. Das Meteoreisen bildet dichte, oft schwammig poröse Massen, in deren Höhlungen oft kristallisierte Verbindungen vorkommen. Durch Ätzen entstehen auf den Schlißflächen eigentümliche (Widmannstättensche) Figuren. Es enthält stets (bis zu 20 Proz.) Nickel, oft eine Verbindung von Nickel, Eisen und Phosphor.

Das Meteoreisen findet sich in einzelnen Stücken an der Oberfläche der Erde. Bekannte Fundorte sind: Sibirien (das Pallassche Eisen 800 kg), Hradschina bei Agram $35\frac{1}{3}$ kg (fiel 1751), Ellbogen in Böhmen $95\frac{1}{2}$ kg, am Flusse Bendego in Brasilien $8\frac{1}{2}$ t, Lenarto in Ungarn 97 kg, Schwiebus in Brandenburg 109 kg, Braunau in Böhmen 21 und 15 kg (fiel 1847), der Cap York-Meteorit 70 t, von Peary 1897 nach New York gebracht.

Häufiger als das Meteoreisen finden sich die *Meteorsteine*, steinartige Massen, die feinkörnige bis dichte Gemenge von Silikaten wie Olivin, Augit usw. sind und gediegenes, nickelhaltiges Eisen in kleineren und größeren Körnern eingesprengt enthalten.

Meteorsteine sind gefunden bei Juvenas im Dép. Ardèche 100 kg (fiel 1821), Stannern in Mähren, etwa 100 Steine von $\frac{1}{2}$ bis $1\frac{1}{2}$ kg (fiel 1808), Knyahinya in Ungarn 280 kg (1866), Pultusk in Polen (30. Jan. 1868).

*10. Wismut (Bi).

Hex.-rhomboedr. Syst.: Rhomboeder (ähnlich dem Würfel). Natürliche Kristalle selten, oft verzerrt. Meist in Blättern und Körnern, eingesprengt. — Spaltbar oR; spröde; H. = 2,5; G. = 9,8. — Stark metallglänzend; rötlichweiß, oft bunt angelaufen. — Chem. Zus.: Bi, oft mit etwas Arsen. In Salpetersäure löslich. V. d. L. leicht schmelzbar (bei 265°).

Das Wismut findet sich auf Gängen in Granit, Gneis, oft mit Kobalt- und Nickelerzen, namentlich im Erzgebirge, wo es das wichtigste Wismut-erz ist.

Wismut wird zu leichtflüssigen Legierungen (Rosesches und Woodsches Metall), zu thermoelektrischen Ketten und zur Darstellung einiger Wismutsalze angewandt.

11. Antimon (Sb).

Hex.-rhomboedr. Syst.: Kristalle sehr selten; meist derb und eingesprengt, aber nie in größeren Mengen, so daß für die Gewinnung des gediegenen Metalles nur der Antimonglanz Sb_2S_3 (siehe dort) in Betracht kommt.

12. Arsen¹⁾ (As).

Hex.-rhomboedr. Syst.: Kristalle selten, meist derb, dicht, mit nierenförmiger, traubiger Oberfläche, sich schalig oder stenglig absondernd. Kristalle nach oR spaltbar. Bruch uneben; spröde; H. = 3,5; G. = 5,7. — Verflüchtigt sich v. d. L. mit knoblauchartigem Geruch, ohne vorher zu schmelzen. Im Glasrohr sublimierbar, einen metallischen Spiegel

¹⁾ ἀρσενικόν Arsenik.

bildend. — Lichtbleigrau, doch nur auf frischer Bruchfläche, läuft rasch an und dann schwarzgrau. — Chem. Zus.: As, oft mit etwas Antimon.

Auf Gängen mit anderen Erzen z. B. im Harz und im Erzgebirge.

Wird unter dem Namen Scherbenkobalt, Näpfchenkobalt als Fliegenstein und zum Schrothärten angewandt.

II. Sauerstoffverbindungen oder Oxyde.

Unter den Oxyden erkennt man drei isomorphe Gruppen:

<i>hex.-rhomboedr.</i>	<i>regulär</i>	<i>quadratisch</i>
Fe ₂ O ₃ Roteisenstein	FeO, Fe ₂ O ₃ Magneteisenstein	SnO ₂ Zinnstein
Al ₂ O ₃ Korund	FeO, Cr ₂ O ₃ Chromeisenstein	TiO ₂ Rutil
(FeTi) ₂ O ₃ Titaneisenerz	MgO, Al ₂ O ₃ Spinell	ZrO ₂ , SiO ₂ Zirkon.
	UO, U ₂ O ₃ Pechblende	

Auch die Hydroxyde von der Formel M₂O₃.H₂O sind isomorph. Andere Oxyde stehen vereinzelt; Quarz (SiO₂) soll bei den Silikaten besprochen werden.

*13. Magneteisenstein (FeO, Fe₂O₃).

Reg. Syst.: O; seltener ∞O; Zwillinge des O (Fig. 80); Kristalle ein- und aufgewachsen; derb, körnig, dicht, in losen Körnern (Magneteisensand). — Bruch muschlig, uneben; spröde; H. = 5,5; G. = 5,1. — Undurchsichtig; schwach metallglänzend; eisenschwarz; Strich schwarz. — Stark magnetisch, oft attraktiv (natürlicher Magnet). V. d. L. sehr schwer schmelzbar. — Chem. Zus.: Fe₃O₄ = FeO, Fe₂O₃; in kochender Salzsäure löslich.

Häufiges Mineral, sehr geschätztes Eisenerz, als *wesentlicher* Bestandteil in manchen Eruptivgesteinen, wie Melaphyr und Basalt. Schöne Kristalle im Chloritschiefer der Alpen eingewachsen: Ziller- und Pfitschtal in Tirol, Traversella in Piemont, St. Gotthard, Fahlun in Schweden. In mächtigen Lagern in Norwegen und Schweden (Arendal, Dannemora), ganz besonders in Lappland (Gellivara und Kiruna), dessen Erze (3 Mill. t jährlich) mit der neu erbauten Ofotenbahn zur Ausfuhr nach Narvik am atlantischen Ozean gebracht werden.

*14. Roteisenstein. *Hämatit*¹⁾ (Fe₂O₃).

Hex.-rhomboedr. Syst.: R in Komb. mit oR, — $\frac{1}{2}$ R, $\frac{4}{3}$ P2, $\frac{1}{4}$ R. Flächen oft bauchig; Kristalle eingewachsen, oft aufgewachsen zu Drusen gruppiert. — Derb, mit fasriger und schaliger Absonderung. — Bruch muschlig, uneben und splittrig. — Spröde; H. = 6,0; G. = 5,2. — Undurchsichtig; metallglänzend; eisenschwarz, stahlgrau bis bronzerot, oft bunt angelaufen; Strich rotbraun bis kirschrot. V. d. L. unschmelzbar; schwach magnetisch. — Fe₂O₃; in kochender Salzsäure sich schwierig lösend.

¹⁾ *αἷμα* Blut, *αἰματῆρος λίθος* Blutstein.

Varietäten:

1. *Eisenglanz*. Kristallisiert, stark glänzend, bunt angelaufen: Rio auf Elba, Altenburg in Sachsen, Framont in Lothringen, Vesuv, Ätna, Auvergne.

2. *Eisenglimmer*. Dünablättrig, tafelartig, schuppig, stark glänzend: St. Gotthard, Tilkerode am Harz, Siegen, Ungarn, Brasilien.

3. *Roteisenstein*.

a) Roter Glaskopf. Von radial faseriger, krummschaliger Struktur, mit traubiger oder nierenförmiger Oberfläche, in den mannigfaltigsten Formen. Glänzend, stahlgrau bis braunrot. Pseudomorphosen nach Flußspat und Kalkspat bildend.

Sehr verbreitetes Eisenerz: Harz, Schwarzwald, Nassau, Sachsen, Schweden, England.

b) Dichter Roteisenstein bildet dichte, derbe Massen, hat einen flachmuscheligen bis ebenen Bruch und ist braunrot. Kommt in Gängen und auf Lagern vor: Dillenburg, Siegen, Freiberg, Steiermark. Bildet häufig Pseudomorphosen nach Kalkspat, Flußspat, Schwefelkies usw.

c) Ockriger Roteisenstein bildet erdige, wenig harte bis zerreibliche Massen, ist braun bis blutrot, abfärbend: Rötel, roter Ocker. Bildet mit Ton vermengt den roten Toneisenstein, der oft stengelige oder körnige Struktur zeigt: Schwarzenberg, Schneeberg, Brilon, Saalfeld, Böhmen.

Das Roteisenerz dient zur Gewinnung des Eisens, der Rötel zum Schreiben, der rote Ocker als Anstrichfarbe, der stengelige Glaskopf zum Polieren.

Titaneisenerz $(\text{FeTi})_2\text{O}_3$ ist dem Roteisenstein sehr ähnlich und ein häufiger Bestandteil vieler Eruptivgesteine, in denen es mitunter ganze Lager und Nester bildet.

*15. Brauneisenstein $(\text{Fe}_2\text{O}_3, 3\text{H}_2\text{O})$.

1. *Dichter Brauneisenstein*. Kristalle unbekannt; meist derb in tropfstein- und nierenförmigen Massen mit fasriger oder dichter Struktur. — Bruch uneben; H = 5; G. = 4,0. Braun bis gelb; oft glänzend; Strich gelbbraun. — Bildet oft Pseudomorphosen nach Kalk- und Flußspat, Quarz, Bleiglanz und Eisenkies. Sehr verbreitetes Eisenerz: Siegen, Schneeberg, Harz, Steiermark, Kärnten, Ungarn.

2. *Gelber Toneisenstein*. Mit Ton vermengt bildet der Brauneisenstein den gelben Toneisenstein, *gelben Ocker*¹⁾. Das *Bohnerz* ist ein gelber Toneisenstein, der in kugeligen Körnern mit strahliger Struktur in einem Bindemittel von gleicher Zusammensetzung eingewachsen sich findet: Württemberg, Böhmen, Elsaß. — *Minette* ist ein ähnliches, aus nur 1 mm großen Kügelchen zusammengesetztes Erz, das in ungeheuren Massen in Luxemburg und Lothringen vorkommt. Früher wegen seines hohen Phosphorgehalts zur Verhüttung kaum brauchbar, ist es jetzt nach Einführung des *Thomasverfahrens* (1879) die Grundlage einer blühenden Eisenindustrie und liefert außerdem in der feingepulverten *Thomaschlacke* der Landwirt-

¹⁾ *ωζρός* gelblich.

schaft ein wichtiges Phosphordüngemittel. — Dasselbe gilt von dem ebenfalls phosphorreichen

3. *Raseneisenstein*, Sumpferz, Wiesenerz. Dieser findet sich in knolligen, porösen, gelbbraunen Massen lagerweise in sumpfigen Niederungen in Norddeutschland, Polen, Rußland, wo er sich jetzt noch als Ausscheidung von Quellen, die Eisenbikarbonat in Lösung halten, bildet. Ist der Schwefelgehalt nicht zu groß, so kann er nach dem Thomasverfahren verhüttet werden; außerdem liefert er feingepulvert und mit Sägespänen vermengt die Gasreinigungsmasse.

*16. Braunstein.

Unter dem alten bergmännischen Namen *Braunstein* faßt man Mineralien zusammen, die im wesentlichen aus Mangan und Sauerstoff bestehen, beim Glühen Sauerstoff und mit Salzsäure Chlor entwickeln. Dieselben sind v. d. L. unschmelzbar, färben die Boraxperle violett und geben mit Soda und Salpeter auf dem Platinblech eine grüne Schmelze. Man unterscheidet:

1. *Hausmannit* ($Mn_3O_4 = 2MnO, MnO_2$). Quadr. Syst.: P. Kristalle zu Drusen verwachsen; derb, körnig. Spaltbar nach oP; Bruch uneben; spröde. — H. = 5,5; G. = 4,8. Undurchsichtig; metallglänzend; eisenschwarz; Strich braun. — Auf Gängen: Ilmenau, Ilfeld, Marburg.

2. *Manganit* ($HMnO_2$ oder Mn_2O_3, H_2O). Rhomb. Syst.: Komb. von ∞P . oP, Säulenfläche längsgestreift, spaltbar nach $\infty P\infty$; isomorph mit $HFeO_2$ (Göthit) und $HAIO_2$ (Diaspor), die aber viel seltener sind und nur kleine Kristalle bilden. Kristalle zu Drusen vereinigt; derb, fasrig, stenglig, körnig. — Bruch uneben; spröde. — H. = 3,5; G. = 4,3. — Undurchsichtig; metallglänzend; stahlgrau; Strich braun.

Kommt mit anderen Manganerzen auf Gängen im Porphyr vor: Ilmenau, Ilfeld, Gießen, Weilburg.

3. *Pyrolusit* ¹⁾ (MnO_2). Rhomb. Syst.: Komb. von ∞P . oP mit $\infty P\infty$ und $\infty P\infty$. Kristalle selten; meist derb, stenglig, fasrig, strahlig, in traubigen, tropfsteinartigen Aggregaten. — Bruch uneben; wenig spröde; H. = 2, abfärbend; G. = 4,9. — Eisenschwarz; schwach metallglänzend; Strich schwarz. — Das sauerstoffreichste Manganerz, mit den vorigen auf Gängen und Lagern: Ilmenau, Ilfeld, Arnsberg, Siegen, Gießen, Limburg, Friedrichroda, Johannegeorgenstadt.

4. *Psilomelan* ²⁾, *Schwarzer Glaskopf* ($MnO, 2MnO_2$), jedoch ist stets ein großer Teil des MnO durch H_2O, K_2O und besonders BaO ersetzt. — Kristalle fehlen; traubige, nierenförmige, tropfsteinartige Massen mit glatter oder auch rauher Oberfläche. Bruch muschlig, uneben; spröde. — H. = 6,0; G. = 4,2. — Eisenschwarz; mattschimmernd; Strich braunschwarz und glänzend. — Ilmenau, Ilfeld, Nassau, Gießen. — Von ähnlicher Zusammensetzung ist der *Wad* ³⁾, der als feinerdiger, schaumartiger, braunschwarz abfärbender Überzug den Psilomelan und andere Manganerze begleitet.

¹⁾ πυρρ Feuer, λούω waschen: entfärbt grünes Glas. — ²⁾ ψιλός kahl, glatt, μέλας schwarz. — ³⁾ Wad, engl. wadd, Name für das Mineral.

Der Braunstein dient zur Herstellung von Töpferglasuren, zur Darstellung von Chlor und Permanganat, zum Färben und Entfärben des Glases, jetzt besonders massenhaft zur Herstellung des Ferromangans, so daß große Mengen Manganerze (z. B. 1901 aus dem Kaukasus 800 000 t) eingeführt werden.

*17. Rotkupfererz (Cu_2O).

Reg. Syst.: O; ∞O und $\text{O} \cdot \infty\text{O} \cdot \infty\text{O} \cdot \infty\text{O}$. Kristalle einzeln eingewachsen, sonst aufgewachsen, in Drusen; undeutlich spaltbar nach O; derb, körnig, dicht, erdig. — Bruch muschlig, uneben, erdig; spröde. — H. = 3,5; G. = 6,0. V. d. L. schmelzend und zum Kupferkorn reduzierbar. — Durchscheinend bis undurchsichtig; halb metallisch- bis diamantglänzend; cochenillerot bis braun; Strich braunrot. — Cu_2O , oft mit Malachit überzogen. In Salpetersäure löslich.

Mit anderen Kupfererzen: Chessy bei Lyon, Siegen, Rheinbreitenbach, Kamsdorf in Thüringen, Ungarn, Cornwall, Ural, am Altai, Südwestafrika. Wichtiges Kupfererz.

*18. Zinnstein (SnO_2).

Quadr. Syst.: Komb. von $\infty\text{P} \cdot \text{P}$; sehr häufig Zwillinge; Zwillingsebene $\text{P} \cdot \infty$ (Fig. 81). Zwillingbildung oft wiederholt. Kristalle eingewachsen und aufgewachsen, zu Drusen vereinigt, unvollkommen spaltbar nach ∞P . Derb, mit körniger Absonderung, fasrig (Holzzinnerz), in losen Stücken, Geschieben (Seifenzinn). Bruch kleinformig, uneben; spröde; H. = 6—7; G. = 6,9. V. d. L. unschmelzbar, auf Kohle mit Soda zu Metall reduzierbar. — Durchscheinend bis undurchsichtig; unvollkommener Metallglanz bis Fettglanz; nelkenbraun bis schwarz, selten gelblichbraun bis gelblich; Strich weißlich. SnO_2 Zinnoxid, bisweilen durch Eisenoxyd verunreinigt.

Auf Lagern und Gängen im Granit und Porphyr eingesprengt, in losen Geschieben: Cornwall, Malacca, Banka und Biliton an der Ostküste von Sumatra, Australien, sächsisch-böhmisches Erzgebirge (Altenburg, Zinnwald, Schlaggenwald, Ehrenfriedersdorf).

Es ist das einzige Zinnerz, aus dem Zinn gewonnen wird. Im Jahre 1904 betrug die Weltproduktion 90 000 t, von denen Malacca 59 000 t, Sumatra 15 000 t lieferten.

19. Rutil¹⁾ (TiO_2).

Quadr. Syst., isomorph mit Zinnstein: $\infty\text{P} \cdot \text{P}$. Kristalle stets säulenförmig, oft nadel- und haarförmig, aufgewachsen und eingewachsen, einfache und wiederholte Zwillingverwachsungen. Vollkommen spaltbar nach ∞P . Derb, in Körnern und Geschieben. — Bruch muschlig, uneben; spröde; H. = 6,0; G. = 4,3. — Durchscheinend und undurchsichtig;

¹⁾ *rutilus* rot.

metallischer Diamantglanz; rötlichbraun bis gelb; Strich gelbbraun. — TiO_2 , Titansäureanhydrid, bisweilen mit etwas Eisenoxyd. In Säuren unlöslich. V. d. L. unveränderlich.

Im Granit, Syenit und anderen Eruptivgesteinen eingewachsen: St. Gotthard, Pfitschtal, Zillertal, Aschaffenburg, Arendal.

Das Titandioxyd bildet noch zwei andere ziemlich seltene Mineralien, *Anatas*¹⁾ und *Brookit*; ersterer kristallisiert im quadr. Syst., aber nicht isomorph mit Rutil (spitzere Quadratoktaeder), letzterer im rhomb. Syst. Das Titandioxyd ist also trimorph (vgl. S. 23).

Titaneisen siehe unter Roteisenstein S. 36.

20. Zirkon.²⁾ *Hyacinth*³⁾ ($\text{ZrO}_2, \text{SiO}_2$).

Quadr. Syst., isomorph mit Zinnstein und Rutil: Komb. von $\text{P.}\infty\text{P}$; $\text{P.}\infty\text{P}\infty$ (Fig. 53, 57). Kristalle meist säulenförmig, einzeln ein- und angewachsen; in abgerundeten Körnern. Unvollk. spaltbar nach P. — Bruch muschlig bis uneben. H. = 7,5; G. = 4,5. — Durchscheinend; glas- bis fettglänzend; farblos, rot, meist braun und undurchsichtig. — V. d. L. unschmelzbar, wird aber farblos. $(\text{Zr}, \text{Si})\text{O}_2$, in Säuren unlöslich.

In Granit, Syenit und anderen Gesteinen eingewachsen: Norwegen, Ural, Tirol; in losen Kristallen und Geschieben besonders in Böhmen, Ceylon.

Dient als Schmuckstein, zu Zapfenlagern in Uhren und zur Darstellung der Zirkonerde.

21. Korund⁴⁾ (Al_2O_3).

Hex.-rhomboedr. Syst., isomorph mit Roteisenstein: Komb. von $\text{R.}\infty\text{R}$; $\infty\text{P}2.\infty\text{R}$. Kristalle eingewachsen und lose, als Geschiebe und Körner; spaltbar rhomboedrisch. — Bruch muschlig, uneben; spröde. H. = 9; G. = 4,0. V. d. L. unschmelzbar. — Durchsichtig bis undurchsichtig; Glasglanz; farblos und verschieden gefärbt; Al_2O_3 mit wenig Fe_2O_3 oder Cr_2O_3 , unlöslich in Säuren. Man unterscheidet:

*Eddler Korund: Saphir*⁵⁾, durchsichtig, blau; *Rubin*⁶⁾, durchsichtig und rot. Eingewachsen oder in losen Stücken: Ceylon, Miask, Hindostan, Pennsylvanien.

Gemeiner Korund (Diamantspat), durchscheinend, undurchsichtig, grau, gelblich, braun: Ceylon, Tibet, China, Sibirien, Piemont.

*Smirgel*⁷⁾, derb, körnig, graubraun, bläulich: Naxos, Kleinasien, Ochsenkopf bei Schwarzenberg in Sachsen.

Saphir und Rubin sind sehr geschätzte Edelsteine und dienen als Zapfenlager in Uhren. Smirgel wird als Schleif- und Poliermittel angewandt.

¹⁾ *ἀνάτασις* Ausdehnung (Hauptaxe größer als beim Rutil). — ²⁾ Indisches Wort. — ³⁾ *ἡάκυνθος* Hyacinthus, die Blume und der Edelstein. — ⁴⁾ Indisches Wort. — ⁵⁾ *σάπφειρος*, arabisch *safir*. — ⁶⁾ *rubinus* = *ruber* rot. — ⁷⁾ Italienisch *smiriglio* von *σμίρις* Smirgel.

Bauxit ($\text{Al}(\text{OH})_3$ mit viel Eisenhydroxyd) wird in Frankreich und in Dalmatien gewonnen und auf Aluminium oder Aluminiumsulfat verarbeitet.

22. Spinell ($\text{MgO}, \text{Al}_2\text{O}_3$).

Reg. Syst.: O, selten mit ∞O ; bisweilen Zwillinge wie bei dem isomorphen Magneteisenstein. Kristalle einzeln, eingewachsen oder aufgewachsen, oft schön ausgebildet; in Körnern. — Unvollkommen spaltbar nach O; Bruch muschlig; H. = 8; G. = 3,7. V. d. L. unschmelzbar. — Durchsichtig bis undurchsichtig; glasglänzend; selten farblos, meist rot, blau, grün, braun, schwarz.

Chem. Zus.: wesentlich $\text{MgO}, \text{Al}_2\text{O}_3$, aber in vielen Varietäten ist Mg durch Fe, Zn, Mn, ferner Al durch Fe und Cr vertreten.

Ceylon, Ostindien, Vesuv, New York, Åker in Schweden; der durch viel Eisenoxyduloxyd schwarzgefärbte (Pleonast) am Vesuv, in Tirol.

Als Schmuckstein (Rubinspinell, Balas-Rubin).

*23. Chromeisenstein ¹⁾ ($\text{FeO}, \text{Cr}_2\text{O}_3$).

Reg. Syst., isomorph dem vorigen und dem Magneteisenstein: Kristalle selten; meist derb, körnig, eingesprengt. Bruch uneben; spröde; H. = 5,5; G. = 4,4. — Undurchsichtig; metallisch glänzend; braunschwarz; Strich braun. — Chem. Zus.: wesentlich $\text{FeO}, \text{Cr}_2\text{O}_3$, enthält meist Tonerde und Magnesia. V. d. L. unschmelzbar, in Säuren unlöslich.

Eingesprengt und nesterweis besonders im Serpentin und körnigen Kalk: Silberberg, Frankenstein in Schlesien, Steiermark, Ungarn, Norwegen, Sibirien, Nordamerika.

Das wichtigste Erz zur Darstellung anderer Chromverbindungen; wird namentlich aus Kleinasien eingeführt.

Uranpecherz, Pechblende, U_3O_4 kristallisiert selten (regulär), meist derb, niereenförmig. Bruch flachmuschlig; H. = 3—4 oder 5—6; V. G. gegen 5,0 oder 8,0, (zwei Varietäten); spröde. V. d. L. unschmelzbar. — Undurchsichtig; wachsglänzend; braunschwarz oder grauschwarz; Strich bräunlichgrau. — $\text{UO}, \text{U}_2\text{O}_3$, jedoch meist mit erheblichen Verunreinigungen (Calcium, Baryum, Eisen, Blei, Arsen und andere); in warmer Salpetersäure löslich. Namentlich im Erzgebirge, Joachimsthal. Dient zur Darstellung der Uranverbindungen, die zur Herstellung des Uranglases, als schwarze Farbe für die Porzellanmalerei und in der Photographie Verwendung finden. — Die Pechblende enthält als Begleiter des in ihr enthaltenen Baryums das merkwürdige *Radium*. Die Menge desselben ist zwar außerordentlich gering; doch übt selbst das rohe Erz nach einigen Stunden schon eine deutliche Einwirkung auf die Bromsilberplatte aus.

¹⁾ *χρῶμα* Farbe, wegen der vielfarbigen Verbindungen.

III. Sulfide.

Die Sulfide sind Verbindungen von Schwefel (auch Se, Te, As, Sb) mit den Metallen. Man unterscheidet die vollkommen undurchsichtigen *Kiese* und *Glanze* mit deutlichem Metallglanz von den mehr oder weniger durchscheinenden *Blenden* ohne Metallglanz. Wir erkennen mehrere isomorphe Gruppen, z. B.:

isodimorphe Gruppe des Eisenkieses		Sulfide der rhomboedr. Metalle
<i>reg.-pentag.</i>	<i>rhombisch</i>	<i>rhombisch</i>
Eisenkies FeS_2	Speerkies FeS_2	Antimonglanz Sb_2S_3
Glanzkobalt CoAsS	Arsenkies FeAsS	Auripigment As_2S_3
Speiskobalt CoAs_2	Arseneisen FeAs_2	Wismutglanz Sb_2S_3
Nickelglanz NiAsS		
isodimorphe Gruppe des Bleiglanzes		
<i>reg. und rhombisch</i>		
Silberglanz Ag_2S reg.		
Bleiglanz PbS reg.		
Kupferglanz Cu_2S rhombisch.		

Die Rotgültigerze und Fahlerze sind ebenfalls isomorphe Gemische. Vereinzelt stehen u. a. Zinkblende, Zinnober, Magnetkies, Kupfernickel, Realgar, Kupferkies.

*24. Schwefelkies. Eisenkies. *Pyrit*¹⁾ (FeS_2).

Reg.-pentag. Syst.: $\infty\text{O}\infty$; $\left[\frac{\infty\text{O}n}{2}\right]$; $\left[\frac{m\text{O}n}{2}\right]$ und Komb. derselben, auch mit $\frac{\text{O}}{2}$ (Fig. 19, 47, 49, 51, 48). Die Flächen des Würfels oft gestreift.

Durchkreuzungszwillinge von $\left[\frac{\infty\text{O}2}{2}\right]$ (Fig. 67). Kristalle oft gut ausgebildet, einzeln eingewachsen und zu Drusen vereinigt; knollig, nierenförmig, traubig, derb und als Versteinerungsmittel. — Bruch muschlig, uneben; spröde; H. = 6; G. = 5,0. — Gibt beim Erhitzen im Glasrohr Sublimat von Schwefel. Schmilzt v. d. L. zu einem magnetischen Korn unter Entweichen von SO_2 . Undurchsichtig; metallglänzend; speisgelb bis goldgelb; durch Verwitterung bunt angelauten, braun. Strich bräunlichschwarz. — FeS_2 enthält oft Silber und Gold und Spuren von Selen und Thallium; in Salpetersäure unter Abscheidung von Schwefel löslich.

Sehr verbreitetes Mineral in eruptiven und sedimentären Gesteinen, in schönen Kristallen und eingesprengt: Elba, Traversella in Piemont, St. Gotthard, Pfitschtal und Zillertal in Tirol, Schemnitz in Ungarn, Erzgebirge, Harz und viele andere Orte.

Dient zur Darstellung von Eisenvitriol, Schwefel und Schwefelsäure.

¹⁾ πυρίτης Feuerstein, diente früher als solcher.

25. Speerkies. *Kammkies, Wasserkies, Markasit*¹⁾ (FeS_2).

Rhomb. Syst.: Meist Kombinationen von $\infty\text{P} \cdot \text{P}\infty \cdot \text{P}\infty \cdot \text{oP}$; häufig Zwilling- und Vierlingsbildungen (Zwillingssebene ist die Fläche der rhomb. Säule), wodurch die speerförmigen und hahnenkammartigen Bildungen entstehen, ferner kuglig, traubig, stalaktitisch, strahlig, stenglig und dicht; häufig als Versteinerungsmittel. — Bruch uneben; spröde; $H. = 6$; $G. = 4.7$. — Verhält sich beim Erhitzen wie Schwefelkies. — Undurchsichtig; Metallglanz; graulich speisgelb, oft grünlichgelb; Strich grünlichgrau. — FeS_2 wie Schwefelkies. Verwittert meist leicht, wodurch er zerfällt.

Weniger häufig als Schwefelkies auf Gängen und Lagern in jüngeren Gebirgsformationen, z. B. im Muschelkalk von Rüdersdorf, in der Rügener Kreide, in Braunkohlen, auf Erzgängen im Harz und im Erzgebirge und an vielen anderen Orten.

Verwendung wie Schwefelkies.

26. Magnetkies (Fe_3S_9 ?).

Hex. (rhomboedr. ?) Syst.: Kristalle selten, meist Komb. von $\infty\text{P} \cdot \text{oP} \cdot \text{P}$; tafelförmig. Meist derb, schalig, körnig. — Spaltbar unvollkommen nach ∞P ; Bruch muschlig bis uneben; spröde; $H. = 4,0$; $G. = 4,6$. — Undurchsichtig; metallglänzend; speisgelb bis kupferbraun; magnetisch. — Die chem. Zus. wechselt von Fe_5S_6 bis $\text{Fe}_{11}\text{S}_{12}$, vielleicht $n\text{FeS} + \text{Fe}_2\text{S}_3$ oder $n\text{FeS} + \text{FeS}_2$, oft nickelhaltig, verwittert leicht, v. d. L. wie Schwefelkies, von Salzsäure leicht unter Abscheidung von S und H_2S zersetzt.

Andreasberg, Bodenmais, Kongsberg, Fahln; in Meteorsteinen (hier auch reines FeS).

Dient zur Darstellung von Eisenvitriol und Nickel.

27. Arsenkies. *Mispickel*²⁾ (FeAsS).

Rhomb. Syst., isomorph mit Markasit: $\infty\text{P} \cdot \frac{1}{4}\text{P}\infty$: Flächen $\frac{1}{4}\text{P}\infty$ gestreift. Kristalle einzeln, eingewachsen oder aufgewachsen, in Drusen; auch derb, in körnigen oder stengligen Massen. — Undeutlich spaltbar nach ∞P . Bruch uneben; spröde; $H. = 6$; $G. = 6,0$. Im geschlossenen Glasrohr erhitzt gibt er ein braunes Sublimat von Schwefelarsen, v. d. L. Geruch nach Arsen und Schwefeldioxyd und weißen Beschlag (As_2O_3). — Undurchsichtig, metallglänzend, silberweiß bis stahlgrau, Strich schwarz. — FeAsS , enthält bisweilen Kobalt, Silber und Gold. In Salpetersäure löslich unter Ausscheidung von Arsenitrioxyd und Schwefel.

Kommt vor auf Lagern und Gängen: Andreasberg, Freiberg, Reichenstein in Schlesien; an letzterem Orte auch das isomorphe *Arseneisen* FeAs_2 , bei dem der Schwefel mehr oder weniger vollständig durch Arsen ersetzt ist.

Beide Mineralien dienen zur Darstellung von gediegenem Arsen, Arsenitrioxyd und Schwefelarsen.

¹⁾ *Markaschitsâ* (arab.) Kieselstein. — ²⁾ Aus der Sprache der Bergleute.

28. Speiskobalt¹⁾ (CoAs₂).

Reg.-pentag. Syst.: $\pm \frac{0}{2}$; $\infty O\infty$ und Komb. beider Formen; meist aufgewachsen, körnig, stenglig, dicht, mit spiegelnden Flächen. Spaltbarkeit kaum merklich; spröde; Bruch uneben. H. = 5,5; G. = 7,0. — Undurchsichtig; metallglänzend; zinnweiß bis stahlgrau, oft rot angelaufen; Strich grauschwarz. V. d. L. leicht schmelzend, gibt Arsengeruch und weißen Beschlag. Färbt die Boraxperle blau. — CoAs₂, enthält meist Ni und Fe. Löst sich in warmer Salpetersäure mit rötlicher Farbe unter Abscheidung von Arsen trioxyd.

Findet sich auf Gängen: Schneeberg, Annaberg, Richelsdorf in Hessen, Andreasberg, Steiermark, Ungarn, England usw.

Dient zur Darstellung von Smalte und Kobaltverbindungen.

Durch Oxydation bildet sich oft auf Speiskobalt ein rötlicher Überzug von *Kobaltblüte* $\text{Co}_3\text{As}_2\text{O}_8 + 8\text{H}_2\text{O}$.

29. Glanzkobalt (CoAsS).

Reg.-pentag. Syst.: $\pm \frac{0}{2}$; $\infty O\infty$ und Komb. von $\pm \frac{0}{2} \cdot \left[\frac{\infty O2}{2} \right]$ (Fig. 49, 50); Kristalle eingewachsen; derb, körnig eingesprengt. — Undeutlich spaltbar nach $\infty O\infty$; spröde; Bruch uneben. H. = 5,5; G. = 6,0. — Undurchsichtig; stark metallisch glänzend; rötlich, silberweiß, gelblich; Strich grauschwarz. Schmilzt v. d. L. leicht unter Entwicklung von Arsengeruch, färbt die Boraxperle blau. — CoAsS, meist eisen- und nickelhaltig. In Salpetersäure löslich.

Nicht häufiges Mineral: Tunaberg in Schweden, Skutterud in Norwegen, Siegen, Querbach in Schlesien, Markirch im Elsaß, Ungarn.

Dient zur Darstellung von Kobaltverbindungen.

***30. Kupfernickerl²⁾ (NiAs).**

Hex. Syst.: Kristalle sehr selten und undeutlich ausgebildet $\infty P \cdot oP$; meist derb, eingesprengt. — Bruch muschlig bis uneben; spröde; H. = 5,5; G. = 7,5. — Undurchsichtig; metallglänzend; kupferrot; Strich braunschwarz. V. d. L. schmelzbar unter Verbreitung von Arsengeruch. — NiAs, meist Fe, Co, Sb enthaltend. In Salpetersäure löslich unter Abscheidung von Arsen trioxyd.

Wichtigstes Nickelerz; findet sich meist mit Kobalterzen zusammen auf Gängen: Andreasberg, Richelsdorf in Hessen, Saalfeld, Mansfeld, Freiberg, Annaberg, Frankreich, am Ural, in Ungarn.

Durch Oxydation bildet sich oft auf dem Kupfernickerl ein grünlicher Überzug von *Nickelblüte* $\text{Ni}_3\text{As}_2\text{O}_8 + 8\text{H}_2\text{O}$.

¹⁾ Kobalt nannten die Bergleute das schwere Erz, aus dem sie kein Metall erhalten konnten. — ²⁾ Wegen der kupferähnlichen Farbe, Nickel ein Schimpfwort.

***31. Zinkblende.** *Blende* (ZnS).

Reg.-tetraed. Syst.: ∞O ; $\infty O\infty$; $\frac{O}{2}$ und Komb. dieser; Zwillinge;

Kristalle auf- und eingewachsen, meist verzerrt; derb, körnig, blättrig, fasrig, strahlig; selten mit nierenförmiger oder traubiger Oberfläche (*Schalenblende*). — Vollk. spaltb. nach ∞O ; spröde; H. = 4; G. = 4,0. — Durchsichtig bis undurchsichtig, Diamantglanz und Fettglanz, meist gelb bis braun, schwarz, selten farblos; Strich bräunlich. — V. d. L. zerspringend, kaum schmelzbar, die Kohle mit gelbem, in der Kälte weißem Beschlag bedeckend. — Die Zinkblende löst sich leicht in Salzsäure unter Entwicklung von Schwefelwasserstoff, in Salpetersäure unter Ausscheidung von Schwefel; sie enthält häufig in isomorpher Beimischung etwas Cadmiumsulfid, das auch für sich allein als seltenes hexagonales Mineral *Greenockit* (CdS) bekannt ist.

Findet sich auf Gängen und Lagern sehr verbreitet: Harz, Erzgebirge, besonders aber in Oberschlesien und bei Aachen, Spanien, Portugal.

Dient zur Darstellung von Zink, Zinkvitriol, Schwefelsäure und zur Gewinnung von Cadmium.

***32. Zinnober**¹⁾ (HgS).

Hex. Syst. als Viertelflächner: R. und Komb. mit oR. Kristalle selten, meist klein, aufgewachsen, in Drusen. Sonst derb, fasrig, körnig, erdig. — Spaltbar nach ∞R . Bruch uneben bis muschlig; milde; H. = 2,5; G. = 8,0. Durchscheinend bis undurchsichtig; Diamantglanz; rot; Strich scharlachrot. V. d. L. flüchtig, im Glasrohr mit Soda erhitzt gibt er ein Sublimat von Quecksilber. — HgS; nur in Königswasser löslich.

Kommt auf Lagern und Gängen vor: Idria, Almaden in Spanien, Italien, Kalifornien, China, Japan, Mexiko.

In Idria findet sich ein Gemenge von Zinnober mit bituminösen²⁾, erdigen Stoffen von dunkelbrauner bis schwarzer Farbe, welches den Namen *Lebererz* führt.

Wichtiges Erz zur Gewinnung von Quecksilber.

***33. Bleiglanz** (PbS).

Reg. Syst.: $\infty O\infty$; O; ∞O und Komb. dieser drei Körper (Fig. 20, 21, 26); Kristalle groß und gut ausgebildet, aufgewachsen, in Drusen; grob bis feinkörnig, kristallinisch, derb und eingesprengt, dicht (Bleischweif), erdig (Bleimulm). — Vollk. spaltb. nach $\infty O\infty$; spröde; H. = 2,5; G. = 7,5. — Undurchsichtig; stark metallglänzend; bleigrau; Strich grauschwarz. — PbS, enthält oft Silber (bis 1 Proz.), Gold, Antimon, Eisen. V. d. L. gibt er ein Bleikorn und Bleioxydbeschlag; in Salpetersäure löslich unter Ausscheidung von Schwefel.

¹⁾ *Cinnabaris* Zinnober. — ²⁾ *bitumen* Erdharz.

Sehr verbreitet auf Lagern und Gängen: Freiberg und Annaberg in Sachsen, Goslar, Clausthal und Neudorf am Harz, Aachen, Tarnowitz in Schlesien, Bleiberg in Kärnten, Tirol, Ungarn, England, Spanien, Mexiko. Das häufigste und wichtigste Bleierz.

34. Silberglanz. *Glaserz* (Ag_2S).

Reg. Syst.: O ; $\infty\text{O}\infty$; ∞O und Komb. Kristalle meist verzerrt, reihenförmig; haar- und baumförmig, in Platten, als Überzug, derb, eingesprengt. — Läßt sich wie Blei schneiden; $\text{H.} = 2$; $\text{G.} = 7,0$. — Undurchsichtig, metallglänzend, bleigrau bis schwarz; Strich glänzend. — Ag_2S . V. d. L. leicht schmelzend, ein Silberkorn hinterlassend. In konz. Salpetersäure löslich.

Findet sich auf Gängen mit anderen Silbererzen zusammen: Andreasberg, Freiberg, Annaberg, Schwarzenberg, Joachimstal, Kongsberg, Ungarn, Chile, Mexiko usw. Reiches Silbererz.

35. Kupferglanz. *Kupferglaserz* (Cu_2S).

Rhomb. Syst., isodimorph mit den beiden vorigen. Komb. von ∞P . oP . $\infty\text{P}\infty$. Kristalle tafelförmig; meist derb, körnig, in Platten, Knollen, eingesprengt. — Bruch muschlig, uneben; milde. $\text{H.} = 3$; $\text{G.} = 5,7$. — Undurchsichtig, metallglänzend, bleigrau, oft schwärzlich angelaufen; Strich schwarz. V. d. L. leicht schmelzbar. — Cu_2S . In Salpetersäure löslich unter Abscheidung von Schwefel.

Findet sich mit anderen Kupfererzen auf Gängen und Lagern: Freiberg, Saalfeld, Siegen, Mansfeld (im Kupferschiefer eingesprengt), Ungarn, Norwegen, Sibirien, Mexiko usw.

Dient zur Gewinnung des Kupfers.

*36. Kupferkies (CuFeS_2).

Quadr. Syst., als Halbflächenr: $\pm \frac{\text{P}}{2}$. Kristalle klein, selten gut ausgebildet; meist derb, traubig, nierenförmig, knollig, eingesprengt. — Bruch muschlig bis uneben; etwas spröde. $\text{H.} = 4$; $\text{G.} = 4,2$. — Undurchsichtig, metallglänzend, messinggelb, oft braun oder bunt angelaufen; Strich grünlichschwarz. V. d. L. leicht schmelzend zu einem magnetischen Korn unter Entwicklung von Schwefeldioxyd. — $\text{CuFeS}_2 = \text{Cu}_2\text{S}, \text{Fe}_2\text{S}_3$. In heißer Salpetersäure unter Ausscheidung von Schwefel löslich. Geht durch Verwitterung oft in Malachit über.

Kommt häufig und weitverbreitet auf Gängen und Lagern mit anderen Erzen zusammen vor: Goslar, Clausthal, Harzgerode, Mansfeld (im Kupferschiefer), Ems, Rheinbreitenbach, Freiberg, Annaberg, Richelsdorf, Saalfeld, Kupferberg in Schlesien, Ungarn, England, Schweden, Ural, Mexiko, Chile usw.

Das wichtigste Kupfererz für die Gewinnung von Kupfer, Kupfer- und Eisenvitriol.

Durch Zersetzung des Kupferkieses entsteht *Ziegelerz*, eine erdige, braunrote Masse, welche aus Kupferoxydul und Eisenoxyd besteht.

37. Buntkupfererz (Cu_3FeS_3).

Reg. Syst.: $\infty\text{O}\infty . \text{O}$ und Komb. Kristalle selten, eingewachsen; derb, körnig, in Platten und Knollen, eingesprengt. — Bruch muschlig bis uneben; milde. $H. = 3$; $G. = 5,0$. — Undurchsichtig, metallglänzend, auf frischer Bruchfläche kupferrot bis braun, rötlich und bläulich angelaufen; Strich schwarz. — V. d. L. zur magnetischen Kugel schmelzend. $3\text{Cu}_3\text{S} \cdot \text{Fe}_2\text{S}_3$.

Mit den beiden vorigen: Siegen, Kupferberg in Schlesien, Rheinbreitenbach, Saalfeld, Freiberg, Mansfeld, Goslar und Lauterbach am Harz; Ungarn, Italien, Schweden, Chile, Mexiko usw. — Wichtiges Kupfererz, doch nicht so häufig als Kupferkies.

38. Realgar.¹⁾ *Rauschrot, Sandarach* (AsS).

Monoklin. Syst.: Komb. von $\infty\text{P} . \text{oP} . \text{P}\infty$. Kristalle eingewachsen und aufgewachsen, in Drusen, unvollk. spaltb. Meist derb, knollig, körnig, als Anflug. — Bruch uneben; milde; $H. = 1,5$; $G. = 3,5$. — Durchscheinend, fettglänzend, morgenrot, braunrot, Strich orangegeb. V. d. L. schmelzbar und flüchtig; der Dampf verbrennt, wobei der Geruch nach Arsen und nach Schwefeldioxyd auftritt. — AsS . — Findet sich bei Andreasberg, Joachimsthal, Felsöbanya und Kapnik in Ungarn, Japan.

39. Auripigment.²⁾ *Rauschgelb, Operment* (As_2S_3).

Rhomb. Syst.: Komb. von $\infty\text{P} . \infty\text{P}\infty . \text{P}\infty$. Kristalle selten, klein und undeutlich, vollkommen spaltbar nach $\infty\text{P}\infty$, in dünnen Blättchen biegsam. Meist derb, blättrig, stenglig. $H. = 1,5$; $G. = 3,5$. — Durchscheinend, fett- bis metallglänzend, orangegeb; Strich zitronengelb. — As_2S_3 . — V. d. L. schmilzt es und verbrennt zu Arsentrioxyd und Schwefeldioxyd. Im Glasrohr sublimierbar.

Kommt meist mit Realgar zusammen vor und wird wie dieser als Malerfarbe und zu Weißfeuer benutzt.

*40. Antimonglanz. *Grauspießglanz* (Sb_2S_3).

Rhomb. Syst., isomorph mit dem vorigen und auch mit dem seltenen Wismutglanz, Bi_2S_3 : Komb. von $\infty\text{P} . \text{P}$. Kristalle säulenförmig, nadelförmig, längsgestreift; in Drusen; spaltbar nach $\infty\text{P}\infty$; meist kristallinisch, blättrig, strahlig, körnig, dicht. — Bruch uneben, körnig; milde; $H. = 2$; $G. = 4,6$. — Undurchsichtig, stark metallglänzend, bleigrau, bisweilen bunt

¹⁾ Vom arab. *realgar*, im Griech. *σανδαράκη*. — ²⁾ *aurum* Gold, *pigmentum* Farbe.

angelaufen; Strich bleigrau, matt. — V. d. L. schmilzt er, verbrennt und bedeckt die Kohle mit weißem Beschlag. In heißer Salzsäure löslich unter Entwicklung von Schwefelwasserstoff.

Auf Gängen und Lagern: Andreasberg, Arnsberg und Brilon in Westfalen, Fichtelgebirge, Ungarn, Siebenbürgen, Mexiko, Japan usw.

Ist das wichtigste Erz zur Gewinnung von Antimon.

41. Rotgültigerz.¹⁾ Rotguldenerz ($\text{Ag}_3(\text{AsSb})\text{S}_3$).

Hex.-rhomboedr. Syst.: R. in zahlreichen Komb. mit $\infty\text{R} \cdot \infty\text{P}2$ und anderen. Kristalle säulenförmig, einzeln aufgewachsen und in Drusen, büschlig gruppiert; derb, körnig, als Überzug; eingesprengt. Spaltbar nach R. — Bruch muschlig bis uneben; milde. H. = 2,5; G. = 5,6. — Durchscheinend bis undurchsichtig, Diamantglanz bis Metallglanz, hellrot; Strich morgenrot. V. d. L. verknistert es, schmilzt leicht und verbreitet Geruch nach Arsen und Schwefeldioxyd. — Man unterscheidet *lichtes* und *dunkles* Rotgültigerz, ersteres ist $3\text{Ag}_2\text{S}, \text{As}_2\text{S}_3 = 2\text{Ag}_3\text{AsS}_3$, letzteres $3\text{Ag}_2\text{S}, \text{Sb}_2\text{S}_3$; ersteres ist heller rot.

Beide finden sich oft zusammen auf Gängen: Andreasberg, Annaberg, Freiberg, Wolfach in Baden, Przibram, Joachimsthal, Kongsberg, Mexiko, Peru.

Wichtiges Silbererz.

*42. Fahlerz²⁾ ($\text{R}_4\text{Sb}_2\text{S}_7$).

Reg.-tetraedr. Syst.: $+\frac{0}{2}$ für sich und in Komb. mit $-\frac{0}{2}, \infty\text{O}\infty, \infty\text{O}$ (Fig. 41, 43, 44). Kristalle glatt, gestreift, oft mit Kupferkies überzogen, aufgewachsen, in Drusen; derb. Unvollk. spaltbar nach $\frac{0}{2}$. — Bruch muschlig bis uneben; etwas spröde. H. = 3,5; G. = 4,5—5,2. — Undurchsichtig, metallglänzend, stahlgrau bis eisenschwarz; Strich grauschwarz. — Chem. Zus. sehr wechselnd, im allgemeinen nach der Formel $\text{R}_4\text{Sb}_2\text{S}_7 = 2\text{R}_2\text{S}, \text{Sb}_2\text{S}_5$, in welcher $\text{R}_2 = \text{Cu}_2, \text{Ag}_2, \text{Fe}, \text{Zn}, \text{Hg}$ bedeuten kann; Sb ist oft teilweise durch As ersetzt. V. d. L. leicht schmelzbar, in konz. Salpetersäure zum größten Teil löslich unter Ausscheidung von Schwefel und Antimonoxyd.

Findet sich ziemlich verbreitet auf Gängen und Lagern mit anderen Erzen zusammen: Andreasberg, Clausthal, Dillenburg, Siegen, Freiberg, Altenberg, Schneeberg, Böhmen, Ungarn, Frankreich, Mexiko usw.

Dient zur Kupfer- und Silbergewinnung.

Anm. Es gibt noch eine große Anzahl Mineralien, die, wie die beiden letzten, Sulfosalze des Antimons, Arsens usw. sind, und die örtlich Bedeutung als Silber und Kupfererze haben.

¹⁾ Alter bergmännischer Name. — ²⁾ Bergmännischer Name; fahl = grau verbläut.

IV. Chloride und Fluoride.

*43. Steinsalz (NaCl).

Reg. Syst., nicht vollflächig, den beiden folgenden isomorph: ∞O_{∞} . Vollk. spaltb. nach ∞O_{∞} . — Großkörnig-kristallinisch, schalig, stenglig, fasrig, feinkörnig und dicht, stalaktitisch. — Spröde; H. = 2,0; G. = 2,2. — Durchsichtig bis durchscheinend, glasglänzend bis matt, farblos, grau, rot oder selten blau gefärbt. — Strich weiß. Sehr diatherman. — NaCl; in Wasser leicht löslich; schmeckt rein salzig; etwas hygroskopisch. Schmilzt v. d. L. leicht unter starkem Knistern. Färbt die Flamme gelb.

Findet sich in mächtigen Lagern und Stöcken in mehreren Gebirgsformationen in Salzton und Gips eingewachsen: Staßfurt, Halle, Segeberg in Holstein, Sperenberg bei Berlin, Hohensalza, Wieliczka, Hall in Württemberg, Hall in Tirol, Berchtesgaden, Hallstadt, Cordona in Spanien, England; als Auswitterungen des Erdbodens in den Steppen am Kaspischen Meer, Nordafrika, Chile; an Kraterwänden der Vulkane als Sublimat; in Solquellen, Salzseen und im Meerwasser gelöst.

Findet als Würze der Speisen, als Viehsalz, zum Einpökeln von Fleisch und Fischen, bei chemisch-technischen Prozessen Verwendung. Deutschland produziert jährlich mehr als 1,5 Mill. t Salz.

*44. Sylvin (KCl).

Reg. Syst.: Komb. von $\infty O_{\infty} \cdot O$ (Fig. 15, 21). Vollk. spaltb. nach ∞O_{∞} . Körnig-kristallinisch. — Spröde; H. = 2,0; G. = 2,0. — Durchsichtig, Glasglanz, farblos. Sehr diatherman. In Wasser leicht löslich. — KCl. — Ist dem Steinsalz sehr ähnlich und findet sich in großer Menge und schönen Kristallen in Steinsalzlager Nordwestdeutschlands (z. B. Staßfurt) und bei Kalucz in Galizien. Häufiger als der reine Sylvin ist der Sylvinit, ein Gemenge von NaCl und KCl.

Carnallit ($KCl, MgCl_2 + 6H_2O$). Rhomb. Syst.: Kristalle selten; meist derb, grobkörnig. G. = 1,6. Durchscheinend, rötlich; im Wasser leicht löslich, hygroskopisch. — Bildet mit dem Kieserit die Hauptmasse der Staßfurter Abraumsalze.

Kainit ($KCl, MgSO_4 + 3H_2O$). Monoklin. Syst., doch meistens dicht in gelbgrauen durchscheinenden Massen; bildet Lager im Carnallit von Staßfurt.

Alle drei Mineralien dienen zur Gewinnung der reinen Kalisalze, die entweder in der Industrie oder vor allem als Düngemittel Verwendung finden; im Inland wird besonders der Rohkainit zum Düngen gebraucht. Deutschland produzierte im Jahre 1901 $3\frac{1}{2}$ Mill. t rohe Kalisalze.

45. Salmiak ¹⁾ (NH_4Cl).

Reg. Syst.: O; selten kristallisiert, bildet meist fasrige, krustenförmige Massen und mehlig Überzüge. — Zäh; H. = 1,5; G. = 1,6. — Durch-

¹⁾ *Sal ammoniacum* nach einer afrikanischen Landschaft oder von *Sal humanyak* arab., d. h. Salz aus Kamelmist.

sichtig bis durchscheinend, glasglänzend; farblos; sublimierbar ohne zu schmelzen; in Wasser leicht löslich.

Findet sich in kleinen Mengen als Sublimat an Vulkanen: Vesuv, Ätna, Volcano usw., ferner bei brennenden Steinkohlenflözen: Duttweiler, England.

*46. Flußspat¹⁾ (CaF₂).

Reg. Syst.: $\infty O\infty$; O und Komb. dieser; auch noch ∞O , $\infty O3$, 402 (Fig. 15, 21, 33, 37). Durchkreuzungszwillinge von Würfeln (Fig. 83). Vollk. spaltb. nach O. Große, wohl ausgebildete Kristalle häufig, einzeln eingewachsen, meist in Drusen aufgewachsen; grobkörnig, stenglig, dicht und erdig. — Spröde. H. = 4,0; G. = 3,1. — Durchsichtig, durchscheinend bis undurchsichtig, glasglänzend, farblos, meist gefärbt, gelb, rot, blau, grün, oft fluoreszierend. Phosphoresziert beim Erhitzen. Diatherman. — Entwickelt, mit Schwefelsäure erhitzt, Fluorwasserstoffsäure. V. d. L. verknistert er, schmilzt zuerst leicht, bei stärkerer Hitze unschmelzbar werdend.

Ziemlich häufiges Mineral, kommt aber selten in größeren Massen vor. Auf Gängen mit anderen Mineralien zusammen: Erzgebirge, Harz, Thüringen, Ungarn, Cornwall, Cumberland, St. Gotthard und an vielen anderen Orten.

Die schön gefärbten, durchscheinenden Varietäten werden zu kleineren Bildhauerarbeiten (*casa murrhina* der Alten), der dichte, derbe als Flußmittel bei Hüttenprozessen und zur Darstellung der Flußsäure verwandt.

*Kryolith*²⁾ (Na₃AlF₆). Monokl. Syst.: Kristalle selten, meist in derben Massen, die nach drei zueinander fast rechtwinkligen Richtungen spaltbar sind; spröde, Bruch uneben; H. = 2,5; G. = 2,9. — Durchscheinend, glasglänzend, weiß oder grünlichweiß. — 3NaF,AlF₃. V. d. L. sehr leicht schmelzbar zu weißem Email. Wird durch Schwefelsäure zersetzt. Findet sich in einem 1—2 m mächtigen Lager in Grönland. Dient zur Darstellung von Aluminium, zur Bereitung von Milchglas und zu Glasuren.

V. Karbonate.³⁾

Die Karbonate der Erdmetalle und einiger Schwermetalle bilden eine isodimorphe Gruppe:

	<i>hex.-rhomboedr.</i>	<i>rhombisch</i>
CaCO ₃	Kalkspat	Aragonit
SrCO ₃	—	Strontianit
BaCO ₃	—	Witherit
PbCO ₃	—	Weißbleierz
MgCO ₃	Magnesit	—
MnCO ₃	Manganspat	—
ZnCO ₃	Zinkspat	—
FeCO ₃	Spateisenstein	—

¹⁾ Spat, spätig deutlich spaltbar, blättrig. — ²⁾ *κρύος* Eis, *λίθος* Stein. — ³⁾ Salze der Kohlensäure.

*47. Kalkspat (CaCO_3).

Hex.-rhomboedr. Syst: Grundform R mit dem Endkantenwinkel von $105^\circ 5'$ (Fig. 93a), dann spitzere und stumpfere Rhomboeder — $\frac{1}{2}R$, — $2R$ und $+4R$ (Fig. 93b, c, d); Skalenoeder; ∞R ; oR. Zahlreiche Komb. dieser Formen: ∞R . oR (Fig. 93e); ∞R . — $\frac{1}{2}R$ (Fig. 93f); $4R$. R; — $\frac{1}{2}R$. ∞R usw.

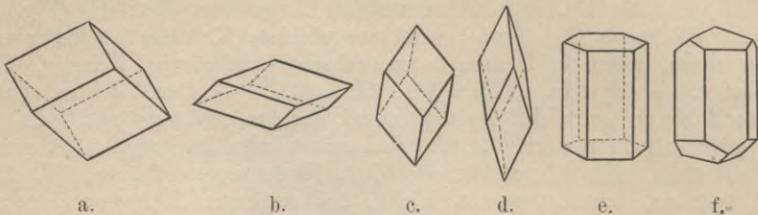


Fig. 93.

Kristalle sehr gut ausgebildet, aufgewachsen, in Drusen; vollk. spaltb. nach R. Außerdem spätig (*gemeiner Kalkspat*), groß- und feinkörnig-kristallinisch (*Marmor*), körnig, stenglig, fasrig, dicht (*Kalkstein*), stalaktitisch (*Tropfstein*) und erdig (*Kreide*). Bruch bei den nicht krist. Varietäten splittig, uneben. Spröde. H. = 3; G. = 2,7. — Durchsichtig, durchscheinend bis undurchsichtig; zeigt deutlich doppelte Strahlenbrechung (*Doppelspat*), Glas- und Fettglanz, wasserhell, in den mannigfachsten Farben; Strich weiß. — CaCO_3 , oft mit geringen Beimengungen von Magnesium-, Eisen- und Mangankarbonat. Löst sich leicht in Säuren unter Entwicklung von Kohlensäure. V. d. L. stark leuchtend ohne zu schmelzen, nach dem Glühen alkalisch reagierend.

Der kohlen saure Kalk kommt in sehr zahlreichen Varietäten vor:

1. *Kalkspat*, kristallisiert, Kristalle sehr gut ausgebildet, einzeln aufgewachsen, zu Drusen vereinigt. Findet sich in Drusenräumen auf Gängen und Lagern in allen Gebirgsformationen sehr weit verbreitet. Die bekanntesten Fundorte sind: Island (*Doppelspat*); Andreasberg, Clausthal, Ilfeld, Neudorf am Harz, Oberstein, Brilon, Freiberg, Schneeberg, Chemnitz, Schwarzwald, Erzgebirge, Tirol, Schweiz, Kärnten, Ungarn, England, Frankreich usw.

2. *Marmor*, körnig-kristallinisch, blättrig bis sehr feinkörnig; durchscheinend bis undurchsichtig; reinweiß, grau, in den mannigfaltigsten Farben. Bildet Lager im Gneis und Glimmerschiefer, zeigt niemals Schichtung: Carrara, Paros, am Pentelikon und Hymettus, Wunsiedel, Tirol. Wird zu Bildhauerarbeiten verwandt.

3. *Tropfstein* nennt man die Gebilde, die in Höhlen des Kalk- und Dolomitgebirges durch Absatz von kohlen saurem Kalk aus den Lösungen in kohlen säurehaltigem Wasser entstanden sind und noch entstehen. Dieselben zeigen ein fasriges, klein- bis großblättriges, seltener dichtes Ge-

füge, hängen in Zapfen von der Decke der Höhle (Stalaktiten)¹⁾ oder bilden phantastische Figuren auf dem Boden (Stalagmiten)¹⁾: Dechenhöhle in Westfalen, Baumanns- und Hermannshöhle im Harz, Adelsberger Grotte in Krain u. a.

4. *Gemeiner Kalkstein* bildet dichte, derbe, meist deutlich geschichtete Massen; er ist undurchsichtig, grau, gelblich, braun, rot, schwarz; bildet ganze Gebirgszüge und dient als Baustein und zur Mörtelbereitung. Er ist als Niederschlag, meist unter Beihilfe kalkschaliger Organismen, auf dem Boden der Gewässer entstanden. Die dichten, hübsch gefärbten, politurfähigen Kalksteine werden als *bunter Marmor* in Schlesien, bei Salzburg und an anderen Orten zu architektonischen Gegenständen, Tischplatten usw. verarbeitet. Dasselbe gilt von dem *Muschelmarmor* aus Kärnten und Tirol. Ein dickschiefriger Kalkstein von besonders gleichmäßiger und feiner Masse ist der *lithographische Schiefer*, der nur bei Solenhofen und Pappenheim im bayrischen Jura gebrochen wird.

Stinkstein nennt man einen bituminösen Kalkstein, der beim Zerschlagen oder Reiben einen eigentümlichen, petroleumähnlichen Geruch entwickelt.

Mergel ist ein stark tonhaltiger Kalkstein, der bisweilen dickschiefrig (*Mergelschiefer*), stenglig oder kegelförmig-schalig (*Tutenmergel*) vorkommt.

Kalktuff (Tuffstein, Duckstein) ist ein poröser Kalkstein, der sich aus kalkhaltigem Wasser abgesetzt hat: Göttingen, Pyrmont, Weimar, Jena, Kannstatt, Rom (Travertin)²⁾, Ungarn usw.

5. *Oolithischer*³⁾ *Kalkstein* (Rogenstein, Erbsenstein), besteht aus einem Aggregat von kugligen, hirsens- bis erbsengroßen Kalkkörnern von konzentrisch-schaligem Bau. Die Körner liegen entweder dicht zusammen oder sind durch ein kalkiges Bindemittel zusammengekittet. Oft enthalten dieselben im Innern ein Sandkorn oder einen anderen festen Körper: Wolfenbüttel, Bernburg, Hildesheim, Schwarzwald.

6. *Kreide* ist weich, abfärbend, weiß oder gelblich, besteht mehr oder weniger aus den Schalen mikroskopischer Tierchen (Foraminiferen). Findet sich in großen Lagern: Rügen, England, Frankreich, Mittelmeerländer (Kreta). Dient zum Schreiben auf Holz und Schiefer, zum Putzen von Metallen, als Anstrichfarbe usw.

48. Aragonit⁴⁾ (CaCO_3).

Rhomb. Syst.: Komb. von $\infty P \cdot \infty P \infty \cdot P \infty$; außerdem noch P. Fig. 93 a u. b; häufig in Zwillingen. Calciumkarbonat ist also dimorph; aus kalten Lösungen scheidet es sich als Kalkspat, aus heißen als Aragonit aus. Kristalle einzeln eingewachsen und zu Drusen vereinigt; stenglige, faserige, stalaktitische Massen bildend. — Spaltbar nach $\infty P \infty$; Bruch muschlig bis uneben,

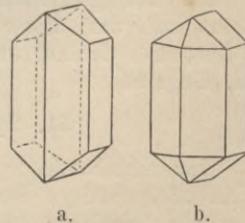


Fig. 94.

¹⁾ *σταλαζω* tröpfeln, *στάλαγμα* der Tropfen. — ²⁾ *Lapis tiburtinus* nach Tibur Stadt in Latium. — ³⁾ *ὄν* Ei, *λίθος* Stein. — ⁴⁾ Nach dem Fundort.

spröde. $H. = 4$; $G. = 3,0$. — Durchsichtig bis durchscheinend, glasglänzend, wasserhell, weingelb, rötlich, grau; Strich grauweiß. — V. d. L. oder in einem Glasrohr erhitzt, zerfällt er zu einem weißen Pulver. — In Salzsäure leicht löslich unter Kohlensäureentwicklung.

Weniger häufig als Kalkspat: Aragonien, Bilin in Böhmen, Thüringen, Harz, Kärnten (*Eisenblüte*); häufig als Absatz aus heißen Quellen (Karlsbader Sprudelstein und Erbsenstein).

49. Magnesit¹⁾ ($MgCO_3$).

Hex.-rhomboedr. Syst.: R. (mit Endkantenwinkel von $107^{\circ} 25'$). Kristalle eingewachsen; blättrig, körnig, kristallinisch, dicht. Kristalle vollk. spaltb. wie Kalkspat nach R. — Bruch des derben flachmuschlig; spröde; $H. = 4$; $G. = 3,0$. — Durchsichtig, durchscheinend bis undurchsichtig, glasglänzend, matt, wasserhell, weiß, gelb, braun; Strich weiß. — $MgCO_3$ meist mit Eisen- und Mangankarbonat vermischt. V. d. L. unerschmelzbar, in Säuren unter Kohlensäureentwicklung löslich.

Kristalle in Chloritschiefer und Talk eingewachsen: Zillertal und Pfitschtal in Tirol, Fassatal, St. Gotthard, der dichte in Serpentin: Frankenstein in Schlesien, Steiermark, Norwegen.

Der Magnesit dient zur Darstellung von Kohlensäure und Bittersalz.

*50. Bitterspat. Dolomitspat²⁾ ($CaMg(CO_3)_2$).

Hex.-rhomboedr. Syst.: R. wie Kalkspat. Kristalle einzeln eingewachsen, in Drusen; körnig-kristallinisch, dicht. Vollk. spaltb. nach R. — Bruch muschlig; spröde; $H. = 4$; $G. = 3,0$. — Durchscheinend bis kantendurchscheinend, Glasglanz bis Perlmutterglanz, farblos, weiß, gelb, braun. — Der Bitterspat ist ein Beispiel dafür, daß auch bei isomorphen Mischungen solche nach einfachen Molekularverhältnissen ($CaCO_3 + MgCO_3$) bevorzugt sind; doch enthält er auch häufig noch Eisen- und Mangankarbonat. V. d. L. unerschmelzbar, in heißer Salzsäure löslich.

Der körnig-kristallinische und dichte Bitterspat (*Dolomit*) tritt als Felsart auf, und dieser enthält in Höhlungen das kristallisierte Mineral: St. Gotthard, Grainer und Pfitschtal in Tirol, Freiberg, Dresden, Joachimsthal, Ungarn.

*51. Spateisenstein. Siderit³⁾ ($FeCO_3$).

Hex.-rhomboedr. Syst.: R. Kristalle aufgewachsen, in Drusen; kristallinische, spätige, derbe Massen; kuglig mit fasriger Textur (*Sphärosiderit*)³⁾. Spaltbar nach R. — Bruch muschlig bis uneben; spröde. $H. = 4$; $G. = 3,8$. — Durchscheinend bis undurchsichtig, glasglänzend, weiß, grau, gelb, braun; Strich gelblichbraun. V. d. L. dekreptitierend, gibt ein magnetisches Pulver. — $FeCO_3$, häufig in isomorpher Mischung

¹⁾ Nach der thracischen Landschaft *Magnesia*. — ²⁾ Nach dem franz. Mineralogen *Dolomieu*. — ³⁾ *σφαίρα* Kugel, *σίδηρος* Eisen.

mit Mangan-, Magnesium- und Calciumkarbonat; die dichten Abänderungen mit Ton (toniger Siderit) verunreinigt. In heißer Salzsäure unter Aufbrausen löslich.

Findet sich häufig und in bedeutenden Massen auf Lagern und Gängen: Neudorf im Harz, Clausthal, Siegen, Ems, Osnabrück, Thüringen, Eisenerz in Steiermark, Kärnten, Ungarn; Sphärosiderit bei Hanau, Göttingen, Zittau, Bonn, Essen a. d. Ruhr usw. Ein Gemenge von tonigem Siderit und Kohle (Blackband oder Kohleneisenstein) findet sich in mächtigen Lagern bei Hörde in Westfalen.

Sehr geschätztes Eisenerz.

52. Manganspat ($MnCO_3$).

Hex.-rhomboedr. Syst.: R. Kristalle selten, klein, in Drusen; meist spätig, körnig, derb. Spaltbar nach R.; spröde. H. = 4,0; G. = 3,5. — Durchscheinend bis undurchsichtig, glasglänzend, rosenrot, braun; Strich rötlich. — $MnCO_3$, aber stets mit Calcium-, Eisen- und Magnesiumkarbonat gemischt.

Auf Gängen mit anderen Erzen: Diez in Nassau, Ilfeld, Freiberg, Ungarn, Siebenbürgen.

*53. Zinkspat. *Edler Galmei*¹⁾ ($ZnCO_3$).

Hex.-rhomboedr. Syst.: R. Kristalle klein, undeutlich; in Drusen; traubige, nierenförmige, tropfsteinartige Massen; körnig bis dicht. Spaltbar nach R. — Bruch uneben. H. = 5; G. = 4,5. — Durchscheinend bis undurchsichtig, grau, gelb, braun; Strich weißlich. — $ZnCO_3$ mit Eisen-, Mangan- und Calciumkarbonat gemischt. V. d. L. unschmelzbar, in Salzsäure löslich.

Kommt mit Kieselzinkerz und anderen Erzen auf Lagern vor: Aachen, Iserlohn, Brilon, Beuthen und Tarnowitz, Kärnten, Belgien, England, Sardinien. Wichtiges Zinkerz.

54. Witherit²⁾ ($BaCO_3$).

Rhomb. Syst.: Komb. von $\infty P.P.$ $\infty P\infty$. $2P\infty$. Kristalle klein und nicht häufig; meist kristallinische Massen von blättriger, stengliger und strahliger Textur; nierenförmig, kuglig, derb, eingesprengt. — Spaltbar nach ∞P . — Bruch uneben; spröde. H. = 3; G. = 4,5. — Durchscheinend, glasglänzend, farblos, weiß, grau, gelblich; Strich weiß. — $BaCO_3$. V. d. L. schmelzbar, in verdünnter Salzsäure löslich.

Selten, auf Gängen, meist mit Bleierzen: Alstonmoor in Cumberland, Tarnowitz, Salzburg, Steiermark.

Dient zur Darstellung von anderen Baryumverbindungen, die sich aus ihm leichter als aus dem allerdings viel häufigeren Schwerspat darstellen lassen.

¹⁾ *Calamina Galmei*. — ²⁾ Nach dem Entdecker *Withering*.

55. Strontianit¹⁾ (SrCO₃).

Rhomb. Syst.: Kristalle dem Aragonit ähnlich, meist nadelförmig, in Büscheln; derb, fasrig, strahlig. Spaltbar nach ∞P . — Bruch uneben; H. = 3,5; G. = 3,6. — Durchsichtig bis durchscheinend, glasglänzend, weiß, grau, gelblich; Strich weiß. — SrCO₃, oft mit Calciumkarbonat vermischt. In Salzsäure löslich.

Auf Gängen: Strontian in Schottland, Hamm in Westfalen, Freiberg, Clausthal.

Dient zur Darstellung von Strontiumverbindungen, die in der Feuerwerkerei und in der Zuckerindustrie Verwendung finden.

56. Weißbleierz (PbCO₃).

Rhomb. Syst.: isomorph mit Aragonit. Kristalle säulenförmig (Fig. 70), oder tafelförmig durch Vorherrschen der Längsfläche, einzeln aufgewachsen, meist zu Büscheln zusammengewachsen; derb, stenglig, körnig.

Undeutlich spaltbar nach ∞P . — Bruch muschlig; spröde; H. = 3; G. = 6,5. — Durchsichtig bis durchscheinend; Diamantglanz; farblos, weiß, grau, gelblich, schwärzlich; Strich weiß. V. d. L. zerknistert es, wird leicht zum Bleikorn reduziert. — PbCO₃. Ist in Salpetersäure löslich.

Kommt meist mit Bleiglanz zusammen vor: Clausthal, Ems, Aachen, Siegen, Tarnowitz, Przibram, England, Ural.

Dient zur Bleigewinnung.

***57. Malachit²⁾ (CaCO₃,CuO₂H₂).**

Monokl. Syst.: Komb. von ∞P . oP. ∞P . Kristalle selten, klein; meist in strahligen, konzentrisch-schaligen Massen mit traubiger oder nierenförmiger Oberfläche; als Anflug. Häufig als Umwandlungspseudomorphose nach anderen Kupfererzen. — Bruch muschlig, uneben; spröde. H. = 4; G. = 3,8. — Durchscheinend bis undurchsichtig, seidenglänzend, matt, smaragd- bis spangrün; Strich grün. — CuCO₃,CuO₂H₂. V. d. L. wird er schwarz und zu einem Kupferkorn reduziert. In Salpetersäure leicht löslich.

Kommt mit anderen Kupfererzen auf Lagern vor: Andreasberg, Ems, Siegen, Rheinbreitenbach, Chessy bei Lyon, Cornwall; am schönsten am Ural, Chile, Australien.

Kupfererz. Dient zu kleineren Bildhauerarbeiten und zu Schmuckgegenständen.

58. Kupferlasur³⁾ (2CuCO₃,CuO₂H₂).

Monokl. Syst.: Komb. von ∞P . oP. ∞P . Kristalle meist flach, in Drusen zusammengewachsen; derb, blättrig-strahlig, dicht, erdig als Um-

¹⁾ Fundort. — ²⁾ *μαλάχη* Malve, wegen der grünen Farbe. — ³⁾ Nach dem Persischen *lazuardi* blau.

wandlungspseudomorphose. Bruch muschlig, uneben; spröde. H. = 4; G. = 3,8. — Durchscheinend bis undurchsichtig; Glasglanz; lasur- bis smalteblau; Strich smalteblau. — $2\text{CuCO}_3, \text{CuO}_2\text{H}_2$. V. d. L. und gegen Säuren wie Malachit.

Kommt meist mit Malachit zusammen vor: Chessy bei Lyon, Rheinbreitenbach, Nassau, Thüringen, Harz, Tirol, Ural, Ungarn und andere Orte, aber selten in größeren Massen.

59. Soda¹⁾ ($\text{Na}_2\text{CO}_3 + 10\text{H}_2\text{O}$).

Monokl. Syst.: Komb. von $\infty\text{P} \cdot \infty\text{P}$. Gut ausgebildete Kristalle nur künstlich. In der Natur als feine Nadeln, als Effloreszenzen und krustenartige Überzüge. Spaltbar nach ∞P . — Bruch muschlig; wenig spröde; H. = 1,5; G. = 1,5. — Durchsichtig, glasglänzend, farblos. Schmeckt laugenhaft. — $\text{Na}_2\text{CO}_3 + 10\text{H}_2\text{O}$. Verwittert in trockener Luft sehr leicht und zerfällt zu Pulver. In Wasser leicht löslich.

Findet sich beim Eintrocknen mancher Seen (Natronseen) als Auswitterung des Bodens: Debreczin in Ungarn, Unterägypten, Californien.

An den Natronseen Ägyptens und in Südamerika findet sich andert-halbfach kohlen-saures Natron ($\text{NaHCO}_3, \text{Na}_2\text{CO}_3 + 2\text{H}_2\text{O}$) unter den Namen *Trona* (Umstellung von Natron) und *Urao* in krustenförmigen Massen.

VI. Sulfate.²⁾

Isomorphe Gruppen bilden:

1. Die Sulfate von Baryum, Strontium, Calcium und Blei (vgl. die Aragonitreihe).
2. Die Sulfate von Zn, Mg, Ni; von Fe, Co; von Cu (polymorph).
3. Die Alaune, meistens nur künstlich dargestellt.

*60. Schwerspat (BaSO_4).

Rhomb. Syst.: Komb. von $\infty\text{P} \cdot \text{oP}$; $\text{P}\infty \cdot \text{P}\infty \cdot \text{oP}$ (Fig. 95, 95 a, 71). Kristallisiert tafelförmig oder säulenförmig, aufgewachsen zu Drusen; kristallinisch, blättrig, stenglig, fasrig, schalig, dicht und erdig. Vollk. spaltb. nach oP und nach ∞P . — Bruch uneben, splittrig; spröde. H. = 3,0; G. = 4,5. — Durchsichtig bis kantendurchscheinend, glas- bis fettglänzend, weiß, grau, gelblich, rötlich, braun; Strich weiß. — BaSO_4 . V. d. L. dekrepitierend, schwer schmelzbar, die Lötrohrflamme gelbgrün färbend. In Säuren unlöslich.

Häufiges Mineral, auf Gängen und Lagern: Andreasberg, Lauterberg, Clausthal im Harz, Marienberg, Richelsdorf, Herges in Thüringen, Wiesbaden, Münsterthal, Przibram, Bologna, Ungarn, Siebenbürgen.

¹⁾ Soda, *sosa span.* Salzkraut. — ²⁾ Salze der Schwefelsäure.

Dient zur Darstellung der Baryumsalze, zu welchem Zwecke er durch Glühen mit Kohle erst zu Baryumsulfid reduziert wird; der weiße Schwer-

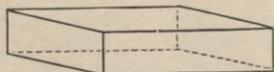


Fig. 95.

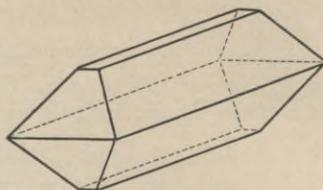


Fig. 95a.

spat wird fein gemahlen als Anstrichfarbe, zur Verfälschung des Bleiweißes, zum Beschweren des Papiers gebraucht.

61. Coelestin ¹⁾ (SrSO_4).

Rhomb. Syst.: Komb. wie beim Schwerspat. Kristalle säulenförmig; kristallinisch, fasrig, dicht. Spaltbar wie Schwerspat. — Bruch muschlig, uneben; spröde; $H. = 3,5$; $G. = 3,9$. — Durchsichtig bis durchscheinend; Glasglanz; farblos, weiß, bläulich; Strich weiß. — SrSO_4 . V. d. L. schmelzbar, die Flamme rotfärbend. In Säuren unlöslich.

Auf Gängen, in Drusenräumen: Jena, Bristol, Girgenti auf Sicilien (schöne Kristalle mit gediegenem Schwefel); Nörten und Münden bei Göttingen, Ischl, Tirol, Schweiz. — Wird ebenso wie der Schwerspat auf Strontiumverbindungen verarbeitet (siehe Strontianit).

62. Bleivitriol (PbSO_4).

Rhomb. Syst.: Komb. ähnlich denen des Schwerspats. Kristalle klein, oft sehr flächenreich, einzeln aufgewachsen, zu Drusen vereinigt; kristallinisch, derb. Spaltbar nach oP und ∞P , aber weniger leicht als Schwerspat. — Bruch muschlig, uneben; spröde. $H. = 3$; $G. = 6,4$. — Durchsichtig bis durchscheinend; Diamantglanz; farblos, gelblich, grau; Strich weiß. — PbSO_4 . V. d. L. schmelzbar, wird zum Bleikorn reduziert. In Säuren unlöslich.

Kommt auf Gängen meist mit Bleiglanz zusammen vor: Siegen, Clausthal, Badenweiler, Bleiberg in Kärnten, Ungarn, England, Ural, Pennsylvanien.

Rotbleierz (PbCrO_4). Monokl. Syst.: in morgenroten, diamantglänzenden Prismen. — $H. = 3$; $G. = 6$. — Ural, Kalifornien und Tasmanien.

63. Anhydrit ²⁾ (CaSO_4).

Rhomb. Syst.: Komb. von $oP \cdot \infty P \cdot \infty P \cdot \infty P$, auch mit ∞P und P . Kristalle dick, tafelförmig, nicht häufig; strahlig, körnig, dicht. Vollk.

¹⁾ *Coelestis* himmelblau. — ²⁾ *ἀνυδρος* ohne Wasser.

spaltbar nach $\infty P\infty$, $\infty P\bar{\infty}$ und oP , also nach den Flächen eines Würfels; zeigt hierin und auch in den Winkeln beträchtliche Abweichungen von den drei vorigen. — Bruch muschlig, uneben; spröde; H. = 3; G. = 2,8. — Durchsichtig bis durchscheinend, glasglänzend, farblos, weiß, bläulich, grau, rötlich; Strich grauweiß. — $CaSO_4$. V. d. L. schmelzbar, in Säuren unlöslich.

Auf Lagern mit Steinsalz und Gips: Lüneburg, Staffurt, Sulz am Neckar, Osterode am Harz, Hall in Tirol, Hallein, Ischl, Berchtesgaden, Aussee, Wieliczka, Bex, Fahlun.

*64. Gips¹⁾ ($CaSO_4 + 2H_2O$).

Monokl. Syst.: Komb. von ∞P . $\infty P\infty$. P (Fig. 74); Zwillinge (Fig. 82), Kristalle aufgewachsen, oft geknickt, eingewachsen; blättrig (*Marienglas*), stenglig, fasrig, feinkörnig bis dicht (Alabaster²⁾), erdig. Sehr vollk. spaltbar nach $\infty P\infty$, außerdem aber viel weniger deutlich nach P und $\infty P\infty$. Bruch flachmuschlig, schwierig wahrzunehmen; in dünnen Blättchen biegsam; H. = 1,5–2; G. = 2,3. — Durchsichtig bis durchscheinend; Glas- bis Perlmutterglanz; farblos, weiß, grau, gelblich, braun, rot. — $CaSO_4 + 2H_2O$. Gibt im Glasrohr erhitzt Wasser, weiß werdend; v. d. L. schmelzbar. In Wasser etwas löslich: 1 : 400.

Sehr verbreitetes und massenhaft vorkommendes Mineral. Kommt auf Lagern und Gängen vor: Reinhardbrunn in Thüringen, Stolberg, Osterode am Harz, Lüneburg, Segeberg in Holstein, Rüdersdorf und Sperenberg bei Berlin, Würzburg, Berchtesgaden, Salzkammergut, Bex, Paris, Toscana, Sicilien; Alabaster bei Volterra.

Der feinkörnige weiße Gips (Alabaster) wird zu Bildhauerarbeiten verwandt. Der gewöhnliche Gips dient nach dem Brennen zu Stuckaturarbeiten, Abgüssen, Figuren usw., ferner als Düngemittel, da er flüchtiges Ammoniumkarbonat in nicht flüchtiges Sulfat umwandelt.

65. Glaubersalz³⁾ ($Na_2SO_4 + 10H_2O$).

Monokl. Syst.: Komb. von ∞P . $\infty P\infty$. $\infty P\infty$. oP . Schöne Kristalle nur künstlich, säulenförmig, nadelförmig; in der Natur nur als Auswitterungen und krustenartige Überzüge. Vollk. spaltbar nach $\infty P\infty$. — Bruch muschlig; H. = 2; G. = 1,5. — Durchsichtig, glasglänzend, farblos. — Schmeckt salzig bitter. — $Na_2SO_4 + 10H_2O$, verwittert an trockener Luft sehr leicht, indem es $8H_2O$ verliert. In Wasser leicht löslich.

Findet sich als Auswitterung in einigen Salzlagern, in Steppen; Staffurt, Ischl, Hallstadt, Berchtesgaden; am Kaspischen Meer. In manchen Mineralquellen gelöst: Marienbad, Karlsbad, Tarasp. Findet in der Medizin und in der chemischen Technik Verwendung.

¹⁾ γύψος Gips. — ²⁾ ἀλάβαστος Alabaster. — ³⁾ Sal mirabile Glauberi nach dem Arzt und Chemiker Glauber (1650).

66. Alaun¹⁾ ($\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 + 12\text{H}_2\text{O}$).

Reg.-pentagon. Syst.: O und Komb. von O, $\infty\text{O}\infty$ und ∞O . Gut ausgebildete Kristalle nur künstlich; in der Natur nur haarförmig, fasrig, als Efflorescenz. Spaltbar unvollk. nach O. — Bruch muschlig; H. = 2; G. = 1,9; spröde. — Durchsichtig bis durchscheinend, glasglänzend, farblos, weiß, hellgrau. — $\text{K}_2\text{SO}_4, \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 + 24\text{H}_2\text{O}$ oder $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 + 12\text{H}_2\text{O}$. In Wasser löslich; von süßlich adstringierendem Geschmack. V. d. L. schmilzt er unter Entweichen von Wasser, wird dann aber fast unerschmelzbar.

Findet sich als Produkt brennender Steinkohlenlager, in Klüften und Spalten von Laven: Volcano, Stromboli.

Wurde früher aus den sogenannten Alaunschiefern, d. h. Tonen, die reich sind an fein zerteiltem Schwefelkies und Kohle, durch Rösten und Zusatz von Pottasche gewonnen; jetzt wird er durch Einwirkung von Schwefelsäure auf reinen Ton oder auf *Bauxit* $\text{Al}(\text{OH})_3$ und nachträglichen Zusatz von Chlorkalium erhalten.

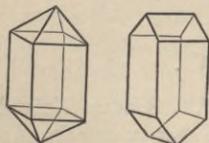
In den vielen künstlich dargestellten Alaunen kann Kalium durch Rb, Cs, Am, Tl, Na, Li, Ag, das Aluminium durch die dreiwertigen Cr, Fe, Mn und der Schwefel durch Se isomorph vertreten werden.

Alaunstein ($\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 + 2\text{Al}(\text{OH})_3$) kristallisiert selten in kleinen Rhomboedern; gewöhnlich dicht in durchscheinenden, farblosen, gelblichen oder rötlichen Massen. H. = 4; G. = 2,6. — Ist durch Einwirkung von vulkanischen SO_2 enthaltenden Gasen auf Lavagesteine entstanden und wird in Tolfa bei Rom auf Alaun verarbeitet.

67. Bittersalz. *Epsomit*²⁾ ($\text{MgSO}_4 + 7\text{H}_2\text{O}$).

Rhomb.-hemiedr. Syst.: Komb. von $\infty\text{P} \cdot \pm \frac{\text{P}}{2}$ (Fig. 96 a) oder $\infty\text{P} \cdot \frac{\text{P}}{2}$

(Fig. 96 b); schöne Kristalle nur künstlich, in der Natur in haarförmigen Nadeln. — Spaltbar nach $\infty\text{P}\infty$. — Bruch muschlig; etwas spröde; H. = 2; G. = 1,75. — Durchsichtig bis durchscheinend, glasglänzend, farblos, weiß, grau. — $\text{MgSO}_4 + 7\text{H}_2\text{O}$, leichtlöslich in Wasser, schmeckt salzig bitter. — V. d. L. schmelzbar, beim Glühen stark leuchtend.



a. b.
Fig. 96.

Bildet sich bei Einwirkung von verwitterndem Schwefelkies auf Magnesium enthaltende Gesteine als leicht vergänglicher Überzug. Gelöst in einigen Mineralwässern (Bitterwässern): Epsom, Seidschütz, Eger, Püllna, Friedrichshall, Ofen.

Findet in der Medizin Verwendung.

Kieserit ($\text{MgSO}_4 + \text{H}_2\text{O}$) findet sich in mächtigen Lagern über dem Steinsalz bei Staßfurt; wird als Abfallprodukt bei der Darstellung des Chlorkaliums erhalten und auf Bittersalz verarbeitet.

¹⁾ *Alumen* Alaun. — ²⁾ Nach dem Fundort *Epsom* in England.

68. Zinkvitriol ($\text{ZnSO}_4 + 7\text{H}_2\text{O}$).

Rhomb. Syst., isomorph dem vorigen: Komb. von $\infty P \cdot \infty P\infty \cdot \frac{P}{2}$; schöne Kristalle nur künstlich, in der Natur haar- und nadelförmig, stalaktitisch, krustenförmig. Spaltbar nach $\infty P\infty$. — Bruch muschlig; H. = 2; G. = 2,0. — Durchsichtig bis durchscheinend, glasglänzend, farblos, weiß. — $\text{ZnSO}_4 + 7\text{H}_2\text{O}$. in Wasser leicht löslich, Geschmack zusammenziehend metallisch. V. d. L. auf Kohle schmelzend, weißer, in der Hitze gelber Beschlag.

Entsteht durch Verwittern von Zinkblende: Goslar, Nassau, Ungarn, Cornwall, Fahlun, Spanien.

69. Eisenvitriol ($\text{FeSO}_4 + 7\text{H}_2\text{O}$).

Monokl. Syst.: Komb. von $\infty P \cdot oP$; $\infty P \cdot oP \cdot \frac{P}{2} \cdot P\infty \cdot \infty P\infty$. Gut ausgebildete Kristalle nur künstlich, kurz säulenförmig, dick tafelförmig; meist stalaktitisch, traubig, als Kruste und Beschlag; spaltbar nach oP und ∞P . — Bruch muschlig, uneben; H. = 2; G. = 1,8. — Durchscheinend, glasglänzend, grünlich; verwittert oberflächlich leicht und wird braungelb; Strich weißlich. — $\text{FeSO}_4 + 7\text{H}_2\text{O}$. In Wasser leicht löslich; Geschmack adstringierend. V. d. L. entweicht Wasser und Schwefeldioxyd, Eisenoxyd bleibt zurück.

Der Eisenvitriol findet sich als unbeständiges Verwitterungsprodukt verschiedener Kiese in einigen Gruben und gelöst in den Grubenwässern z. B. vom Rammelsberg bei Goslar.

70. Kupfervitriol ($\text{CuSO}_4 + 5\text{H}_2\text{O}$).

Trikl. Syst.: Kristalle unsymmetrisch, Komb. von $P' \cdot \infty P \cdot \infty P'$ (P, M, T in Fig. 97), außerdem $\infty P\infty(n)$, $\infty P\infty$ (r), ∞P^2 (t), $2P^2$ (s). Gut ausgebildete Kristalle nur künstlich; stalaktitisch, nierenförmig, als Überzug. — Bruch muschlig; H. = 2,5; G. 2,2. — Durchsichtig bis durchscheinend, glasglänzend, blau; Strich bläulichweiß. — $\text{CuSO}_4 + 5\text{H}_2\text{O}$; der natürliche enthält meist Eisenvitriol und kristallisiert bei großem Gehalt an diesem in den Formen desselben mit $7\text{H}_2\text{O}$ (vgl. S. 23). In Wasser leicht löslich; widerlich metallisch schmeckend; v. d. L. wird er weiß, gibt mit Soda geblüht ein Kupferkorn.

Verwitterungsprodukt von Kupferkies: Goslar, Siegen, Tirol, Fahlun, Sibirien. Aufgelöst in einigen Grubenwässern (Zementwässern): Goslar.

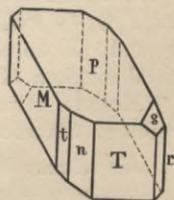


Fig. 97.

VII. Phosphate und Arsenate.¹⁾

Die Gesetze der Isomorphie sind zuerst an künstlichen Kristallen der Arsen- und Phosphorsäure klar erkannt worden (Mitscherlich 1818); unter den Mineralien ist besonders auffällig die isomorphe Gruppe des Apatits ($\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{Cl}$), bei dem das Calcium durch Blei, Phosphor durch Arsen und Vanadium, Chlor durch Fluor ganz oder teilweise ersetzt werden können.

*71. Apatit²⁾ ($\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{Cl}$).

Hex. Syst., meist in scheinbar vollflächigen Formen: Komb. von $\infty\text{P} \cdot \text{oP} \cdot \text{P}$; $\infty\text{P} \cdot \text{P} \cdot \text{oP} \cdot 2\text{P}2$ (Fig. 98). Kristalle meist kurz säulenförmig, ein- und aufgewachsen; körnig, dicht mit traubiger, nierenförmiger Oberfläche (*Phosphorit*).

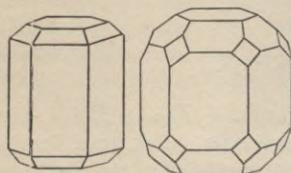


Fig. 98.

— Unvollk. spaltb. nach ∞P und oP . — Bruch muschlig; spröde. $\text{H.} = 5$; $\text{G.} = 3,2$. — Durchsichtig bis undurchsichtig; Glasglanz; farblos, weiß, grau, rötlich, grün, violett, braun; Strich weiß. — $3\text{Ca}_3\text{P}_2\text{O}_8 + \text{Ca}(\text{Cl},\text{F})_2$ oder $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{Cl}$. V. d. L. schwer schmelzbar, in Salzsäure löslich.

Der Apatit findet sich, wenn auch meist nur in geringer Menge und in mikroskopischen Kristallen, in allen Eruptivgesteinen, kommt bei deren Verwitterung in den Ackerboden und bietet den Pflanzen den nötigen Phosphor. Größere, gut ausgebildete Kristalle finden sich auf Erzgängen in den Alpen, im Erzgebirge, besonders in Norwegen und Kanada. Dichter Phosphorit findet sich in großen Lagern in sedimentären Schichten, z. B. im Lahntal, besonders aber in Carolina und Florida, Spanien, Alger, von wo jährlich große Mengen zu Düngezwecken ausgeführt werden.

72. Pyromorphit.³⁾ *Buntbleierz* ($\text{Pb}_5(\text{PO}_4)_3\text{Cl}$).

Hex. Syst., mit Apatit isomorph: $\infty\text{P} \cdot \text{oP}$. Kristalle in Drusen; tropfsteinartige, nierenförmige Massen; Bruch uneben; spröde; $\text{H.} = 4$; $\text{G.} = 7,0$. — Durchscheinend, fettglänzend, grünlich, gelb, braun; Strich hellgelb. — $3\text{Pb}_3\text{P}_2\text{O}_8 + \text{PbCl}_2$ oder $\text{Pb}_5(\text{PO}_4)_3\text{Cl}$; oft ist P durch As, Pb durch Ca und Cl durch F teilweise substituiert. V. d. L. schmelzbar, zum kristallinen Korn erstarrend.

Kommt meist mit Bleiglanz zusammen vor: Ems, Amberg in Bayern, Freiberg, Clausthal, Przibram in Böhmen, Ungarn, Frankreich, England.

Als seltener vorkommende Phosphate sind noch folgende zu nennen:

*Türkis*⁴⁾, *Kalaït* ($\text{Al}_4\text{P}_2\text{O}_{11} + 5\text{H}_2\text{O}$). Amorph; nierenförmig, traubig; eingesprengt und als Geschiebe. — Bruch muschlig; $\text{H.} = 6$; $\text{G.} = 2,8$. — Undurch-

¹⁾ Salze der Phosphorsäure und Arsensäure. — ²⁾ ἀπάτη Täuschung, wegen der Verwechslung mit ähnlich aussehenden Mineralien. — ³⁾ πῦρ Feuer, μορφή Gestalt, wegen seines Verhaltens vor dem Lötrohr. — ⁴⁾ Türkischer Stein, von den Griechen *κάλαις* genannt.

sichtig, schwach wachsglänzend, matt, himmelblau, grün; Strich weißlich. — Basisches Aluminiumphosphat, gefärbt durch etwas Kupfer- und Eisenphosphat. V. d. L. unschmelzbar, in Säuren löslich.

Der schönste orientalische Türkis findet sich in Kieselchiefer eingesprengt bei Mesched in Persien und im Megaratale am Sinai; dann bei Ölsnitz in Sachsen, Jordansmühle in Schlesien. Türkis ist ein im Orient sehr geschätzter Schmuckstein. Durch Kupfer blau gefärbtes fossiles Elfenbein ist unter dem Namen *Zahn-türkis* bekannt, ist aber weniger hart und hat ein blättriges Gefüge.

*Wavellit*¹⁾ ($\text{Al}_6\text{P}_4\text{O}_{19} + 12\text{H}_2\text{O}$). Rhomb Syst.: $\infty\text{P} \cdot \infty\text{P}\infty \cdot \text{P}\infty$. Kristalle klein und undeutlich; nadelförmig; meist büschlig, strahlig, in nierenförmigen und knolligen Massen. — Bruch muschlig; spröde; H. = 4; G. = 2,3. — Durchscheinend, glasglänzend, farblos, gelblich, grau, grünlich und bläulich; Strich weiß. — Basisches Aluminiumphosphat.

Auf Klüften und Spalten in Tonschiefer und Kieselchiefer: Amberg in Bayern, Langenstrieß in Sachsen, Diensberg bei Gießen; Irland, Schottland.

*Vivianit*²⁾ ($\text{Fe}_3\text{P}_2\text{O}_8 + 8\text{H}_2\text{O}$). Monokl. Syst.: Komb. von $\infty\text{P}\infty \cdot \infty\text{P} \cdot \infty\text{P} \cdot \text{P}$. Kristalle klein, nadelförmig; strahlig, erdig (blaue Eisenerde). — Spaltbar nach $\infty\text{P}\infty$. — In dünnen Blättchen biegsam. — H. = 2; G. = 2,6. — Durchsichtig, durchscheinend bis undurchsichtig, glasglänzend, an sich farblos, durch Verwittern anlaufend und blau werdend, da das Ferrophosphat in Ferriphosphat übergeht. In Salzsäure leicht löslich.

Bodenmais und Amberg in Bayern, Cornwall, Kertsch in der Krim; erdiger Vivianit bildet sich auch heute noch in Torfmooren, oft mit Raseneisenstein zusammen.

Struvit ($\text{NH}_4 \cdot \text{MgPO}_4 + 6\text{H}_2\text{O}$). Rhomb. Syst.: Komb. von $\text{P}\infty$ (a). $\text{P}\infty$ (c). $\infty\text{P}\infty$ (n). $4\text{P}\infty$ (b). $\frac{1}{3}\text{P}\infty$ (m) oP (o) (Fig. 99). Es ist keine Symmetrie nach der bc-Ebene vorhanden, daher treten an beiden Enden der c-Achse ganz verschiedene Flächen auf (Hemimorphie). — Bruch muschlig; spröde; H. = 2; G. = 1,7. — Durchscheinend, glasglänzend, gelblichgrau, oft durch Verwitterung mit weißer Rinde. — $\text{NH}_4\text{MgPO}_4 + 6\text{H}_2\text{O}$.

In lockerer Erde unter der Nikolaikirche in Hamburg 1845 gefunden, ferner in Abzugskanälen in Dresden; im Guano.

Monazit (CeLaDiPO_4). Monokl., vollkommen spaltbar nach der Basis; H. = 5,5; G. = 5. — Durchscheinend, gelbbraun. — Er findet sich an zweiter Lagerstatt, gemengt mit Thorit (ThO , SiO_2) in den Monazitsanden von Nord- und Südkarolina sowie von Brasilien, die das wichtigste Material zur Herstellung der Cer- und Thoroxyde für die Auerschen Glühstrümpfe liefern.

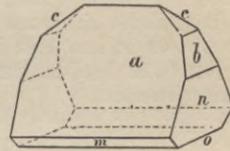


Fig. 99.

VIII. Borate und Nitrate.³⁾

73. Tinkal.⁴⁾ *Borax*⁵⁾ ($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 + 10\text{H}_2\text{O}$).

Monokl. Syst.: Komb. von $\infty\text{P} \cdot \infty\text{P}\infty \cdot \infty\text{P}\infty \cdot \text{P}$. Kristalle spaltbar nach ∞P und $\infty\text{P}\infty$. — Bruch muschlig; etwas spröde. H. = 2,0; G. = 1,7.

¹⁾ Nach dem Entdecker *Wavell*. — ²⁾ Nach dem Entdecker *Vivian*. — ³⁾ Salze der Borsäure und Salpetersäure. — ⁴⁾ Vom malayischen *tingkal* = unreiner Borax. — ⁵⁾ Persisch *bûrah*, arabisch *bûraq* Salpeter.

— Durchsichtig bis durchscheinend; Fettglanz; farblos, weißlich. — $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 + 10\text{H}_2\text{O}$. In Wasser löslich, schmeckt alkalisch, schmilzt v. d. L. unter Aufblähen zu einer durchsichtigen Masse, die mit Schwefelsäure betupft die Flamme grün färbt.

Findet sich in einzelnen Kristallen und körnigen Massen an Seen in Tibet und Kalifornien. Kam früher in großen Mengen aus Asien und diente zur Darstellung des gereinigten Borax, welcher als Flußmittel, beim Löten, zur Herstellung von Glasuren und gewissen Glassorten Verwendung findet.

74. Boracit ($6\text{MgO} \cdot 8\text{B}_2\text{O}_3 \cdot \text{MgCl}_2$).

Scheinbar reg.-tetraedr. Syst.: $\infty\text{O}\infty$; ∞O und Komb. von beiden mit $\frac{\text{O}}{2}$ (Fig. 42, 45, 46, S. 10 u. 11). Kristalle sehr schön ausgebildet, eingewachsen; sonst derb. Spaltbarkeit nicht merklich. — Bruch muschlig bis uneben; spröde; H. = 7; G. = 3,0. — Farblos durchsichtig, stark glasglänzend, bisweilen matt und durch Eisen braun gefärbt; Strich weiß. — Unterhalb 265° doppelbrechend und pyroelektrisch. — $2\text{Mg}_3\text{B}_8\text{O}_{15} + \text{MgCl}_2$. Schmilzt v. d. L. unter Aufblähen, färbt, mit Schwefelsäure betupft, die Flamme grün; in Salzsäure löst er sich schwierig auf.

Schöne Kristalle in Gips und Anhydrit eingewachsen von Segeberg und Lüneburg; derbe weiße Knollen im Karnallit von Staßfurt.

Letztere, ebenso der jetzt massenhaft aus Kleinasien eingeführte *Borocalcit* ($\text{CaB}_4\text{O}_7 + 4\text{H}_2\text{O}$) werden auf Borsäure verarbeitet. — Freie Borsäure, *Sassolin*¹⁾ (H_3BO_3) findet sich auch in weichen, sich fettig anführenden weißen Kristallschuppen als Absatz vulkanischer Dämpfe. Sie dient als Antiseptikum; aus den Fumarolen von Sasso in Toskana und auf der Insel Volcano werden jährlich gegen 3000 t Borsäure gewonnen.

75. Chilesalpeter. *Natronsalpeter* (NaNO_3).

Hex.-rhomboedr. Syst.: R. Bildet Kristalle oder kristallinisch-körnige Massen; kann leicht künstlich in großen, farblos durchsichtigen Rhomboedern erhalten werden, die ebenso stark doppelbrechend sind, wie Kalkspat. Vollk. spaltb. nach R. H. = 1,5; G. = 2,2. — In Wasser leicht löslich, etwas hygroscopisch, von salzig-bitterem Geschmack. V. d. L. leicht schmelzend, verpufft auf glühender Kohle, färbt die Flamme gelb.

Kommt in sehr ausgedehnten Lagern im nördlichen Chile vor. Wird aus dem rohen Naturprodukt, das Sand, Ton und Gips enthält, durch Auslaugen und Umkristallisieren gewonnen (jährlich 1,4 Mill. t) und zur Darstellung der Salpetersäure, des Kalisalpers und vor allem als Stickstoffdünger gebraucht.

*Kalisalpeter*²⁾ (KNO_3). Rhomb. Syst.: In säulenförmigen, längsgestreiften Kristallen; im übrigen dem vorigen sehr ähnlich. — Bildet sich noch jetzt als Aus-

¹⁾ Nach dem Fundort *Sasso* in Toskana. — ²⁾ *Sal Salz, petra* Felsen, Auswitterung aus Gesteinen.

witterung kaliumhaltiger Böden, in denen stickstoffhaltige Substanzen verwesen: Ceylon, Indien. — Der Natronsalpeter gleicht in seinen Formen, selbst im Achsenverhältnis, dem Kalkspat, der Kalisalpeter dagegen dem Aragonit.

IX. Silikate.¹⁾

*76. Quarz²⁾ (SiO_2).

Hex. Syst.: Scheinbar holoedrisch sechsseitiges Prisma mit der sechsseitigen Pyramide (Fig. 100a—d).

Gewöhnlich sind aber die abwechselnden Pyramidenflächen wie in Fig. 100c sehr ungleich ausgebildet, weil sie in der Tat $\pm R$ darstellen; es fällt daher die Symmetrie nach den vier Hauptsymmetrieebenen weg (rhomboedrische Hemiedrie). — Außerdem treten an den Kombinationsecken rhombische Flächen auf (Fig. 100b, c), die zu einer spitzeren Pyramide 2. Stellung 2P2 gehören; da diese nur an den abwechselnden Prismenkanten erscheinen, so fällt auch die Symmetrie nach den drei Nebensymmetrieebenen weg und die Kristalle sind als Viertelfächner anzusehen.

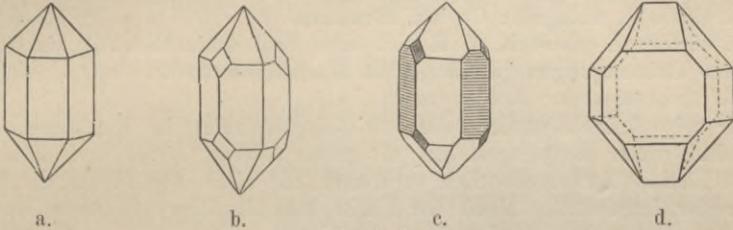


Fig. 100.

Die in Fig. 100c dargestellte Kombination ist demnach enantiomorph und zwar wie hier links, wenn die Rhombenfläche links von dem stärker ausgebildeten Hauptrhomboeder, rechts, wenn sie rechts von diesem vorkommt; erstere Formen drehen die Polarisationssebene nach links, die anderen ebensoviel nach rechts (siehe S. 27). — Ein erwärmter Quarzkristall zeigt beim Abkühlen an den wechselnden Prismenkanten positive und negative Elektrizität und zwar wird bei den linksdrehenden die Kante links vom Hauptrhomboeder, bei den rechtsdrehenden die Kante rechts davon negativ.

Kristalle ein- und aufgewachsen, häufig zu Drusen gruppiert, von sehr verschiedener Größe, bis zu Meterlänge. Außer in ausgebildeten Kristallen auch kristallinisch: stenglig, fasrig, körnig, dicht; in Geschieben, als Quarzkiesel, Sand und Sandstein gesteinsbildend.

Spaltbarkeit kaum merklich; Bruch muschlig bis splittig; spröde. H. = 7; G. = 2,5—2,8. — Nur im Knallgasgebläse schmelzbar; in einer Phosphorsalzperle unlöslich, in einer Sodaperle löslich. — Vollk. durchsichtig bis kaum durchscheinend; Glasglanz bis Fettglanz; wasserhell, farblos, weiß, in den verschiedensten Farben gefärbt. — SiO_2 , vollk. rein und durch geringe Beimengungen verunreinigt. Nur in Flußsäure löslich, selbst in kochender Kalilauge unveränderlich.

¹⁾ Verbindungen der Kieselsäure. — ²⁾ Alter Bergmannsausdruck.

Unter den zahlreichen Varietäten dieses sehr verbreiteten Minerals sind die wichtigeren:

I. *Deutlich kristallisierter Quarz:*

1. *Eidler Bergkristall*, vollkommen durchsichtig, farblos. Kristalle von der mannigfachsten Form und Größe, aufgewachsen, zu Drusen vereinigt, selten eingewachsen; Säulenflächen quergestreift; als Gerölle und Geschiebe (*Rheinkiesel*). Enthält häufig Einschlüsse von Chlorit, Rutil, Flüssigkeiten (H_2O und CO_2). Bergkristall findet sich an zahlreichen Fundorten, in Höhlungen, Drusenräumen (Kristallkellern) und in Spalten: Alpen, Harz, Thüringen, Ungarn (*Marmaroscher Diamanten*), Madagaskar, Brasilien usw.

2. *Amethyst*¹⁾, Kristalle zu Drusen vereinigt, meist nur $\perp R$ mit kurzem ∞R , durchsichtig, hell bis dunkel violblau. In Drusenräumen: Oberstein, Tirol, Uruguay, Brasilien (neuerdings in Rio Grande do Sul ein großer Kristallkeller) usw.

3. *Rauchquarz* oder Rauchtropas, hell bis dunkel rauchbraun, selten pechschwarz (Morion): Alpen (Tiefengletscher, die schönsten Kristalle im Museum zu Bern, der größte $127\frac{1}{2}$ kg), Ural.

4. *Citrin*²⁾, weingelb: Ceylon, Brasilien.

5. *Unedler Bergkristall*. $\perp R$ und ∞R , weiß, undurchsichtig, durch verschiedene Beimengungen gefärbt, z. B. Eisenkiesel durch Fe_2O_3 .

II. *Kristallinischer dichter Quarz.*

Er zeigt keine Einzelkristalle; meist durchscheinend. Ein wesentlicher Bestandteil vieler Eruptivgesteine, oft ganze Adern, Gänge und Stöcke in ihnen bildend. Außerordentlich verbreitet; als Kiesel, Sand und Sandstein auf zweiter Lagerstatt. Nach der Farbe und Struktur unterscheidet man *Rosenquarz*, *Milchquarz*, den lauchgrünen *Prasem*³⁾, die parallelfasrigen *Katzenaug* und *Tigeraug* (letzteres in großer Menge aus Südwestafrika) u. a. Als besonders dichte, meist sehr unreine Abarten sind noch zu nennen der *Hornstein* (versteinertes Holz am Kyffhäuser), der schwarze *Kieselschiefer* (Lydischer⁴⁾ Stein), der von den Juwelieren als Proberstein benutzt wird und der bunte, gelb, rot und braun gefärbte *Jaspis*⁵⁾.

III. *Chalcedon*⁶⁾, ist ebenfalls Siliciumdioxid, von sehr dichter kristallinischer Beschaffenheit, unterscheidet sich aber von dem dichten Quarz durch sein optisches Verhalten. Er hat sich aus Wasser abgesetzt und erscheint daher in nierenförmigen, tropfsteinartigen, knolligen Gestalten, als Ausfüllung von Blasenräumen und als Versteinerungsmittel. *Gemeiner Chalcedon* ist stark durchscheinend, wenig glänzend, weiß oder grau gefärbt; eine lebhaft rot gefärbte Abart ist der *Carneol*⁷⁾ und eine andere mit dendritischen Bildungen heißt *Moosachat*. *Achat*⁸⁾ ist ein gebänderter Chalcedon, gewöhnlich von konzentrischer Schichtung. Er ist dadurch entstanden, daß sich an der Wandung der Blasenräume gewisser Eruptivgesteine die Chalcedonmasse in oft sehr dünnen Lagen, von wechselnder Farbe und Dichte

¹⁾ *ἀνέθροτος* nicht trunken; diente als Amulett gegen Trunkenheit. —

²⁾ *Citrinus* zitronengelb. — ³⁾ *πράσιος* lauchgrün. — ⁴⁾ Nach dem Fundort *Lydien* in Kleinasien. — ⁵⁾ Arab. *jaschef*. — ⁶⁾ *Chalcedon* Stadt in Kleinasien. — ⁷⁾ *caro, carnis* Fleisch. — ⁸⁾ *ἀχάτης* Achat.

nach innen zu absetzte; im Innern zeigen die Achatmandeln häufig dichten Quarz und Bergkristall. Ein Achat mit weißen und schwarzen Lagen heißt *Onyx*¹⁾, ein solcher mit weißen und rotbraunen *Sardonyx*.²⁾ Daß die verschiedenen Lagen des Achats sich auch in der Dichte unterscheiden, zeigt die Tatsache ihrer künstlichen Färbung; zu dem Zwecke werden die Achate nach wochenlangem Liegen in Zuckerlösung in Schwefelsäure gebracht, welche den in die porösen Lagen eingedrungenen Zucker verkohlt.

Aus schönen dichten Stücken des Achats und der anderen oben genannten Varietäten des Quarzes werden Schmuckgegenstände, Petschafte, Mörser, Reibschalen, Poliersteine u. dgl. geschliffen. Aus Onyx und Sardonyx stellt man Kameen her; Amethyst und Karneol gelten als Halbedelstein. Sitz der Achatindustrie ist Oberstein an der Nahe, in dessen Nähe früher in einem Melaphyrgestein schöne Achatmandeln gefunden wurden. Jetzt kommt das Rohmaterial aus Kalifornien, Kolorado, Mexiko, Brasilien, Uruguay, Südafrika. — Dichter Quarz und Quarzsand werden in der Glas- und Porzellanindustrie gebraucht; letzterer dient außerdem als Zusatz bei Luft- und Wassermörtel, zur Herstellung künstlicher Steine (Zement- und Kalksandsteine), zum Schleifen und Putzen (Sandstrahlgebläse).

*77. Opal³⁾ ($\text{SiO}_2 + n\text{H}_2\text{O}$).

Amorph; derbe, glasartige Massen; eingesprengt, traubig, nierenförmig, knollig. — Bruch muschlig bis uneben; spröde. H. = 6; G. = 2,0 bis 2,2. — Durchsichtig bis undurchsichtig; Glasglanz; wasserhell, weiß, verschieden gefärbt. — SiO_2 mit 5—13 Proz. Wasser, oft durch einige andere Substanzen verunreinigt. V. d. L. unschmelzbar, in heißer Kalilauge löslich.

Man unterscheidet:

Edler Opal. derb, halbdurchsichtig, stark glänzend, weißlich, gelblich, mit lebhaftem Farbenspiel. Eingesprengt in Trachyt bei Czerwenitz in Ungarn, Frankfurt a. M., Faröer.

Sehr geschätzter Schmuckstein.

Feueropal, derb, mit muschligem Bruch, durchscheinend, weingelb bis braunrot, stark glänzend: Zimapan in Mexiko.

Gemeiner Opal. weniger schön gefärbt und fast undurchsichtig, sonst wie vorige. Weit verbreitet. Als Versteinerungsmittel von Holz (Holzopal) in Ungarn.

*Hyalith*⁴⁾, Glasopal. Traubige, tropfsteinartige Überzüge. Durchsichtig, glasglänzend, wasserhell; Frankfurt a. M., Hanau, Eperies in Ungarn, Zimapan.

Kieselsinter, bildet traubige, tropfsteinartige, poröse Massen; weiß oder rötlich; matt, kaum durchscheinend. Entsteht oft in prächtigen Gebilden durch Absatz aus heißen Quellen, z. B. bei den Geisirn von Island, Neu-seeland und Nordamerika (Fig. 101).

¹⁾ Von ὄνυξ Nagel, Fingernagel, wegen der zwei Lagen. — ²⁾ Sardischer Onyx von Sardes, Hauptstadt von Lydien. — ³⁾ ὀπάλλιος Opal. — ⁴⁾ ὑάλος Glas.

Kieselgur, Diatomeenerde. Staubartig, sehr leicht zerreiblich, abfärbend. Undurchsichtig, weiß oder grau. Besteht aus den Kieselpanzern von mikroskopischen Algen (Diatomeen). Findet sich lagerweise in Torfmooren, unter Berlin, besonders aber bei Lüneburg, wo sie zur Fabrikation von Dynamit und Wärmeschutzmasse in Menge gewonnen wird. — *Polierschiefer, Tripel*¹⁾ von Bilin hat ähnliche Bildungsweise; er wird zum Polieren gebraucht. — Aus amorpher Kieselsäure bestehen auch die Gerüste der Kieselchwämme und Radiolarien, die ebenfalls Lager von Kieselerde gebildet haben.



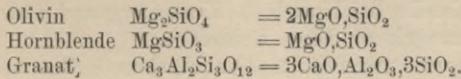
Fig. 101. Kieselinterterrassen des Mammutgeisirs im Yellowstonepark.

Feuerstein, bildet knollige Massen von gelblich grauer bis schwarzer Farbe, meist mit weißer Rinde. Er ist fast wasserfrei und enthält neben amorphem mehr oder weniger kristallinisches Siliciumdioxyd. Die vielgestaltigen, oft durchlöcherten Knollen sind schichtweise der Kreide von Rügen, Dänemark (flint), Schweden, England eingelagert und finden sich an zweiter Lagerstatt häufig im Diluvium Norddeutschlands; sie umschließen oft Versteinerungen. Diente früher zum Feuerschlagen und für die Stein-schloßgewehre; dem Steinzeitmenschen lieferte er ein vorzügliches Material zur Herstellung seiner Waffen und Werkzeuge.

Der Quarz ist das Anhydrit der Kieselsäure, die verschiedenen Arten des Opals sind die Kieselsäuren selbst. Ebenso wie diese beiden Mineralien sind auch die Salze der Kieselsäure, die Silikate, in der Natur außerordentlich häufig; dabei ist ihre Artenzahl, trotzdem als basische Elemente fast nur Al, Ca, Mg, Na und K in

¹⁾ *terra tripolitana* Erde von *Tripolis* in Nordafrika.

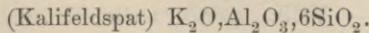
Betracht kommen, sehr groß, da sie sich von Polykieselsäuren $x\text{SiO}_2 + y\text{H}_2\text{O}$ ableiten. Darum empfiehlt es sich, die Formel der Silikate auch in der alten dualistischen Schreibweise zu geben, z. B.



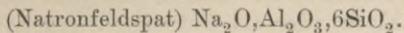
*78. Feldspate.

Feldspate sind Aluminium-Alkali- oder Aluminium-Kalksilikate oder deren isomorphe Mischungen. Sie kristallisieren im monoklinen (Orthoklas) oder triklinen System, jedoch in sehr ähnlichen Formen. H. = 6; G. = 2,5—2,7. Wir unterscheiden nach der chemischen Zusammensetzung:

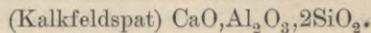
Orthoklas



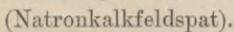
Albit



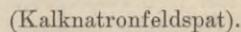
Anorthit



Oligoklas



Labradorit



1. Orthoklas¹⁾ (KAlSi_3O_8). Monokl. Syst.: Sehr zahlreiche Komb., besonders $\infty\text{P} \cdot \text{oP} \cdot \text{P}\infty$ (Fig. 102 a); $\infty\text{P} \cdot \infty\text{P}\infty \cdot \text{oP} \cdot 2\text{P}\infty$ (Fig. 102 b); vgl. auch Fig. 77, S. 19.

Bildet häufig Zwillinge nach $\infty\text{P}\infty$; der eine Kristall ist um 180° um eine Normale zu dieser Fläche gedreht. Beide berühren sich in der Längsfläche und sind zum Teil durcheinander gewachsen (Carlsbader Zwillinge Fig. 102 c).

Die Kristalle sind entweder einzeln eingewachsen, rundum ausgebildet oder aufgewachsen, Drusen bildend; sonst derb, kristallinisch, blättrig, körnig. Vollk. spaltb. nach oP und $\infty\text{P}\infty$, unvollk. spaltb. nach ∞P . — Bruch muschlig, uneben. H. = 6; spröde; G. = 2,5. — $\text{K}_2\text{O}, \text{Al}_2\text{O}_3, 6\text{SiO}_2$, enthält häufig etwas Natrium. V. d. L. schwer schmelzbar zu trübem Glase. In Säuren, mit Ausnahme der Flußsäure, unlöslich.

Man unterscheidet als Varietäten:

*Adular*²⁾, edler Feldspat. Schön kristallisiert (Fig. 102a), farblos durchsichtig; stark glänzend mit perlmutterartigem Schimmer. Im Granit und Gneis der Alpen in Drusen: St. Gotthard, Tirol, Dauphiné.

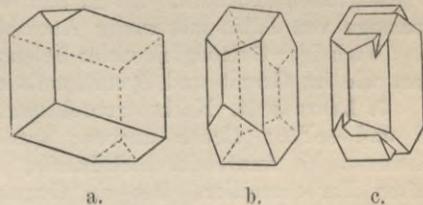


Fig. 102.

¹⁾ ὀρθός gerade, rechtwinklig, κλάω ich spalte. — ²⁾ Adula ein Teil des St. Gotthardgebirges.

Gemeiner Feldspat. Kristallisiert, eingewachsen und aufgewachsen, als Gemengteil vieler Gesteine (Granit, Syenit, Porphyr); verschieden gefärbt, meist grau oder rötlich; durchscheinend bis undurchsichtig. Sehr verbreitet; schöne Kristalle bei Karlsbad, Hirschberg und Striegau in Schlesien, Baveno am Lago maggiore, Elba, Schweden.

*Glasiger Feldspat. Sanidin.*¹⁾ Die Flächen ∞P_{∞} und oP stark vorherrschend, bilden eine rektanguläre, oft plattgedrückte Säule. Kristalle rissig, eingewachsen, grau, glasglänzend, durchscheinend.

In Trachyt eingewachsen: Drachenfels im Siebengebirge, Laacher See, Eifel, Hohentwiel, Vesuv.

Dichter Feldspat, Feldstein, ist derb, kristallinisch; bildet Gänge und Stöcke im Granit von bedeutender Ausdehnung, so daß er für die Porzellanindustrie ausgebeutet werden kann.

2. Albit²⁾ ($\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$). Trikl. Syst., sehr häufig Zwillinge nach ∞P_{∞} , in vielfacher Wiederholung, so daß die Spaltungsfläche oP fein gestreift erscheint. — Vollk. spaltb. nach oP und ∞P_{∞} ; meist weiß oder hellfarben; färbt die Lötrohrflamme gelb. — Er ist die dem Orthoklas entsprechende Natriumverbindung; findet sich seltener als jener aufgewachsen im Granit und Gneis der Alpen oder als Gemengteil eruptiver Gesteine.

3. Anorthit³⁾ ($\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$). Trikl. Syst.; weiß oder grauweiß, wird von warmer Salzsäure zersetzt. — $\text{CaO}, \text{Al}_2\text{O}_3, 2\text{SiO}_2$. Kristalle in Auswürflingen des Vesuvs; als charakteristischer Gemengteil in Gabbro, Diabas und einigen Basalten.

4. Oligoklas⁴⁾, Natronkalkfeldspat. Trikl. Syst.; Kristalle selten; meist in graugrünen Körnern. Ist in Säuren unlöslich und stellt ein isomorphes Gemenge von Albit mit wenig Anorthit dar.

Wichtiger Gemengteil vieler Felsarten, teils neben vorwiegendem Orthoklas, wie im Granit und Syenit, teils ohne diesen im Diorit.

5. Labradorit, Kalknatronfeldspat. Trikl. Syst.; vollk. spaltbar nach oP und ∞P_{∞} ; Bruch uneben; spröde; H. = 6; G. = 2,7. Durchscheinend bis kantendurchscheinend; grau, rötlich. Zeigt auf ∞P_{∞} lebhaften Farbenschiller. Ist ein Gemenge von Anorthit mit wenig Albit. Das Pulver wird von Salzsäure stark angegriffen.

Bildet einen wichtigen Gemengteil basischer Eruptivgesteine (Gabbro, Diabas, Basalt), von denen einige gerade des farbenschillernden Feldspats wegen zu Steinmetzarbeiten gesucht sind (Labrador, Finnland).

Alle Feldspate werden durch lange andauernde Einwirkung von kohlen-säurehaltigem Wasser zersetzt; als Endprodukte der Zersetzung entstehen Tone (Kaolin = $\text{Al}_2\text{O}_3, 2\text{H}_2\text{O}, 2\text{SiO}_2$), freie Kieselsäure und die Carbonate der Alkalien und des Calciums. Bei dem massenhaften Auftreten der Feldspate, besonders des Orthoklases, ist dieser Vorgang von der größten Wichtigkeit für die Erdgeschichte wie auch für die Bildung eines fruchtbaren Ackerbodens.

¹⁾ *σaris, σαρίδος* Brett. — ²⁾ *albus* weiß. — ³⁾ *ἀνορθός* schiefwinklig. — ⁴⁾ *ὀλίγος* wenig, *κλίω* ich spalte.

*79. Glimmer ($R_2O, Al_2O_3, 2SiO_2$).

Mit dem Namen Glimmer bezeichnet man Silikate, die in Tafeln, Blättern oder Schuppen von oft sechsseitigem Umriß auftreten, und die sich nach einer Richtung in überaus dünne elastische Blättchen leicht spalten lassen. Die Zusammensetzung ist annähernd $R_2Al_2Si_2O_8$ ($R_2 = K_2, Li_2, Mg, Fe$). Einige Glimmer enthalten Wasserstoff und Fluor. Man unterscheidet je nach dem Vorwiegen von K oder Mg:

1. Kaliglimmer, Muscovit ($K_2O, Al_2O_3, 2SiO_2$ oder $KAlSi_3O_8$). Monokl. Syst.: Sechseckige Tafeln von $oP. \infty P. \infty R \infty$. Kristalle undeutlich, große Blätter bis feine Schüppchen bildend; auf- und eingewachsen. Sehr vollk. spaltbar nach oP . — $H. = 2-3$; $G. = 3,0$. — Durchsichtig bis durchscheinend; farblos bis bräunlich, Perlmutterglanz. Chem. Zusammensetzung etwas schwankend: enthält etwas H und F. — V. d. L. schmelzbar, in Salzsäure unlöslich.

2. Magnesiaglimmer, Biotit ($MgO, Al_2O_3, 2SiO_2 = MgAl_2Si_2O_8$). Monokl. Syst.: Sechseckige Tafeln oder kleine Blättchen bildend, auf- und eingewachsen. Sehr vollk. spaltbar nach oP . — $H. = 2-3$; $G. = 3,0$. — Durchscheinend bis undurchsichtig; grünlich, braun bis schwarz. Perlmutterglanz. — Enthält neben wenig K vorwiegend Mg und Fe. — V. d. L. schwer schmelzbar, wird von Schwefelsäure zersetzt.

Glimmer ist Gemengteil der verbreitetsten Gesteine, wie Granit, Gneis, Glimmerschiefer, Porphyry, und findet sich in Drusen in kleinen Blättchen und fußgroßen Tafeln.

Die großen Tafeln des Kaliglimmers vom Ural, aus Kanada und Vorderindien dienen zu Fensterscheiben für Öfen, zu Lampenzylindern, Blakern und namentlich zur Herstellung eines vorzüglichen Isolierungsmittels für elektrische Apparate. — Der stets rötliche Lithionglimmer, *Lepidolith*, wird in Mähren zur Herstellung von Lithionpräparaten gewonnen.

*80. Hornblende. *Amphibol*¹⁾ (RO, SiO_2).

Monokl. Syst.: Komb. von $\infty P. \infty R \infty. oP. P$. Zwillinge nach $\infty P \infty$. Kristalle kurz und dick oder lang säulenförmig, strahlig, fasrig, meist eingewachsen. Spaltbar nach ∞P unter $124^\circ 10'$. — Bruch uneben; spröde. $H. = 5-6$; $G. = 3,1$. — Durchscheinend bis undurchsichtig; glasglänzend; grünlich, bräunlich, meist schwarz. Chem. Zus.: Im allgemeinen $RSiO_3$ ($R = Mg, Ca, Fe$), meist auch etwas Al_2O_3 und Fe_3O_3 enthaltend. V. d. L. schmelzend, in Säuren unlöslich oder nur teilweise löslich.

Man unterscheidet folgende Varietäten:

Gemeine Hornblende enthält Al_2O_3 . Kristalle säulenförmig, eingewachsen, blättrig-kristallinisch. Meist schwarz, selten dunkelgrün.

Sehr verbreitet; bildet ein eigenes Gestein (Hornblendeschiefer), ist Gemengteil einiger Gebirgsarten (Syenit), mitunter in ringsum ausgebildeten Kristallen, z. B. im Basalt des böhmischen Mittelgebirges.

¹⁾ *ἀμφίβολος* zweideutig, d. h. mit Turmalin zu verwechseln.

Strahlstein. frei von Al_2O_3 . Stenglige, strahlige, kristallinische Massen mit fasriger Zusammensetzung. Durchscheinend; glasglänzend; hell- bis dunkelgrün. Eingewachsen in körnigem Kalk und Talk: Alpen, Ural, Norwegen.

*Asbest*¹⁾, *Amiant*.²⁾ Feinfasrige Abart des vorigen, Fasern leicht trennbar, biegsam, weich, filzartig, lappig (*Bergleder*). Durchscheinend bis undurchsichtig; seidenglänzend; hellgrau. Findet sich auf schmalen Gängen mit dem vorigen: Tirol, St. Gotthard, Ural.

Er wird in großen Mengen aus Kanada und Südafrika eingeführt und zur Herstellung von Asbestpappe usw. verwandt.

*Nephrit*³⁾, ein äußerst zähes, dichtfasriges Hornblendegestein von grüner Farbe, wurde zu Steinbeilen usw. verarbeitet: Innerasien.

*81. Augit⁴⁾ (RO, SiO_2).

Monokl. Syst.: Komb. von $\infty\text{P} \cdot \infty\text{P}\infty \cdot \infty\text{P}\infty$. — P (Fig. 75). Zwillinge nach $\infty\text{P}\infty$. Kristalle kurz säulenförmig, eingewachsen, rundum ausgebildet. Sonst körnig, stenglig, fasrig. Spaltbar nach ∞P unter $87^\circ 6'$. — Bruch muschlig; spröde; H. = 5–6; G. = 3,0. — Durchsichtig bis undurchsichtig; glasglänzend; grünlich, schwarz. V. d. L. schmelzbar. Chem. Zus. schwankend, im allgemeinen RSiO_3 (R = Ca, Mg, Fe), in einigen Varietäten auch noch etwas Al_2O_3 . Von Säuren kaum zersetzbar.

Man unterscheidet:

Gemeiner Augit, mit Al_2O_3 . Fast undurchsichtig, schwarz, Kristalle ein- und aufgewachsen; blättrig, körnig (Kokkolith). Besonders als Gemengteil sehr verbreiteter Gesteine wie Melaphyr, Basalt. Fundorte schöner Kristalle sind: Kaiserstuhl, Rhön, Habichtswald, Böhmen, Fassatal, Auvergne, Vesuv, Ätna.

*Diopsid*⁵⁾, ohne Al_2O_3 . Hell- bis dunkelgrün, durchsichtig: Mussaalp in Piemont, Zillertal, Ural.

*82. Olivin.⁶⁾ *Chrysolith*⁷⁾ ($2(\text{Mg}, \text{Fe})\text{O}, \text{SiO}_2$).

Rhomb. Syst.: Komb. von $\infty\text{P} \cdot \infty\text{P}\infty \cdot \infty\text{P}\infty \cdot \text{P} \cdot \text{oP}$. Kristalle kurz säulenförmig, selten; meist in losen Körnern oder eingesprengt. Spaltbar nach $\infty\text{P}\infty$. — Bruch muschlig; spröde; H. = 7; G. = 3,4. — Durchsichtig bis durchscheinend; glasglänzend; olivengrün; Strich weiß. — R_3SiO_4 . (R = Mg und etwas Fe). V. d. L. unschmelzbar; wird durch Säuren unter Ausscheidung von Kieselsäure zersetzt.

Chrysolith nennt man die schön grün gefärbten, durchsichtigen Körner aus Oberägypten und Brasilien, die als Schmucksteine dienen. *Olivin* bildet die durchscheinenden, in basaltischen Gesteinen eingesprengten Körner und Knollen: Habichtswald, Oberlausitz; in den Olivingesteinen tritt er gesteinsbildend auf.

¹⁾ ἀσβεστος unauslöschlich, unverbrennlich. — ²⁾ ἀμιαστος unbefleckt, rein. —

³⁾ νεφρός Niere, gegen Nierenleiden. — ⁴⁾ ἀγνή Glanz. — ⁵⁾ δις doppelt, ὄψις Ansicht. — ⁶⁾ Nach der olivengrünen Farbe. — ⁷⁾ χρυσός Gold, λίθος Stein.

Die folgenden vier Mineralien können als Produkt einer mehr oder weniger fortgeschrittenen Zersetzung von Olivin und tonerdearmen Augiten und Hornblenden angesehen werden; als Endprodukte entstehen Chalcodon und Magnesit.

83. Chlorit¹⁾ (annähernd $2\text{H}_2\text{O}, 2\text{MgO}, \text{Al}_2\text{O}_3, \text{SiO}_2$).

Monokl. Syst.: Komb. von oP.P. Kristalle sehr selten, in sechsseitigen Tafeln; meist kristallinisch, blättrig, schuppig. Kristalle vollk. spaltbar nach oP. — Mild, in dünnen Blättchen biegsam, nicht elastisch. — H. = 1—1,5; G. = 2,7. Durchscheinend; glas- und perlmutterglänzend; dunkelgrün; Strich grünlich. — V. d. L. nur an den Kanten schmelzend. Chem. Zus. sehr wechselnd: $2\text{H}_2\text{O}, 3\text{MgO}, 2\text{SiO}_2$, jedoch ist stets ein Teil von $\text{MgO} + \text{SiO}_2$ durch Al_2O_3 vertreten. Wird von konz. Schwefelsäure zersetzt.

Tritt als Felsart (*Chloritschiefer*) auf: Schweiz, Tirol, Steiermark, Böhmen. Der Chloritschiefer schließt zahlreiche Mineralien in schönen Kristallen ein, z. B. Magneteisenstein (Zillertal), Magnesit (St. Gotthard), Granat, Turmalin, Gold.

84. Talk ($\text{H}_2\text{O}, 3\text{MgO}, 4\text{SiO}_2$).

Kristallsystem unbekannt, nur in undeutlich begrenzten flachen Tafeln, die nach einer Richtung vollkommen spalten. — Bruch uneben; milde, fettig anzufühlen, in dünnen Blättchen biegsam. H. = 1; G. = 2,7. — Durchscheinend bis undurchsichtig, fettglänzend bis perlmutterglänzend; meist grünlich- oder graulichweiß, Strich weiß. — V. d. L. leuchtet er stark, wird hart, schmilzt aber nicht. In Säuren unlöslich.

Bildet eine besondere Gebirgsart, den *Talkschiefer*: Zillertal, St. Gotthard, Ural. Findet sich auch als Einschluß in anderem Gestein, sowie auf Erzgängen.

Talk dient zum Schmieren von Maschinenteilen, als Gleitpulver für Stiefel und Handschuhe, als Schminke, Schneiderkreide.

Der dichte Talk führt den Namen *Speckstein*. Dieser bildet traubige, nierenförmige Massen oder Lager: Wunsiedel, Tirol, Ungarn. Dient vorzugsweise zu Gasbrennern, welche erst geschnitten und dann durch Brennen gehärtet werden.

85. Serpentin.²⁾ *Ophil*³⁾ ($2\text{H}_2\text{O}, 3\text{MgO}, 2\text{SiO}_2$).

Nur körnig, fasrig, blättrig und dicht. — Bruch muschlig, uneben, splittig; mild; politurfähig. H. = 3—4; G. = 2,6. — Durchscheinend, undurchsichtig; wenig glänzend, matt; meist grün in verschiedenen Nuancen, gelblich, grau; gefleckt, geädert; Strich weiß, etwas glänzend. V. d. L. nur an den Kanten schmelzend. $\text{H}_4\text{Mg}_3\text{Si}_2\text{O}_9$; — Mg zum Teil durch Fe ersetzt. Durch Salzsäure wird das Pulver zersetzt.

¹⁾ *χλωρός* grün. — ²⁾ *serpens* Schlange. — ³⁾ *ὄφις* Schlange, wegen der einer Schlangenhaut ähnlichen Farbe.

Er findet sich in mächtigen Lagern und Gängen (*Serpentinfels*), auch eingesprengt. Sehr verbreitet: Reichenstein in Schlesien, Zöblitz in Sachsen, Hof in Bayern, Tirol, Zermatt, Snarum in Schweden, Ural.

Dient zu Bildhauerarbeiten, Reibschalen. Eine fasrige Abart, *Serpentin-asbest*, wird wie Asbest gebraucht.

86. Meerschaum ($2\text{H}_2\text{O}, 2\text{MgO}, 3\text{SiO}_2$).

Derb, in knolligen Massen, Bruch flachmuschlig, erdig; milde; H. = 2,5; G. = 1,3—1,6. — Undurchsichtig, matt, gelblich oder grauweiß. Strich weiß. Mager anzufühlen, an der Zunge stark klebend. V. d. L. hart werdend. — $\text{H}_4\text{Mg}_2\text{Si}_3\text{O}_{10}$; wird durch Salzsäure zersetzt.

Findet sich in Lagern und eingesprengt in Kalk und Serpentin und scheint ein Umwandlungsprodukt des letzteren zu sein. Der beste kommt vor bei Kiltchik und Brussa in Kleinasien, dann bei Hrubschitz in Mähren, in Griechenland.

Dient zu Pfeifenköpfen und Zigarrenspitzen (Wien und Ruhla).

Durch Zersetzung der Feldspate, Glimmer, der tonerreicheren Augite und Hornblendes entstehen die verschiedenen, meist sehr verunreinigten *Tone*. Als reine Tonsubstanz sieht man die aus eisenfreiem Orthoklas hervorgegangene Porzellanerde an.

*87. Kaolin.¹⁾ Porzellanerde ($2\text{H}_2\text{O}, \text{Al}_2\text{O}_3, 2\text{SiO}_2$).

Nur undeutlich kristallinisch; gewöhnlich eine aus sehr feinen, erdigen Teilchen bestehende weiße, zerreibliche und abfärbende Masse. Tongeruch; wird durch Benetzen mit Wasser plastisch. — $\text{H}_4\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_9$. Vor dem Lötrohr unschmelzbar; von kochender Schwefelsäure wird er zersetzt unter Abscheidung pulvriger Kieselsäure. — Findet sich, durch Zersetzung des Orthoklases entstanden, entweder an ursprünglicher Stelle in verwittertem Granit und Porphyr, oder an zweiter jedoch nicht weit entfernter Lagerstatt zu Lagern und Nestern zusammengeschwemmt: Halle a. S., Karlsbad, Meißen, Thüringen, Passau, China.

Dient zur Darstellung des Porzellans (in China vor Christi Geburt bekannt, in Europa durch Böttger 1706).

Durch Verunreinigung mit fein zerteiltem Quarz, Feldspat, Kalk, Eisenoxyd werden die Eigenschaften der reinen Tonsubstanz namentlich in bezug auf Schmelzbarkeit sehr verändert. Fast unschmelzbar ist der *Pfeifenton* von Gr. Almerode und Passau, der zur Fabrikation der Schmelztiegel und feuerfesten Steine dient, halbschmelzbar die *Tone* für Steinzeug (Westerwald), leichter schmelzbar der überall verbreitete *Töpferton* und *Lehm* (zu Tongeschirren, Röhren und Ziegeln).

¹⁾ chines. Benennung.

88. Beryll¹⁾ ($3\text{BeO}, \text{Al}_2\text{O}_3, 6\text{SiO}_2$).

Hex. Syst.: Komb. von $\infty\text{P} \cdot \text{oP}$; $\infty\text{P} \cdot \text{oP} \cdot \infty\text{P}2$; außerdem noch P und $2\text{P}2$. Kristalle säulenförmig, parallel den Kanten gestreift, ein- und aufgewachsen, stenglig. Spaltbar nach oP. — Bruch muschlig bis uneben. H. = 8; G. = 2,7. — Durchsichtig bis durchscheinend; glasglänzend; farblos, wasserhell, hell- bis dunkelgrün, gelblich, bläulich. — $\text{Be}_3\text{Al}_2\text{Si}_6\text{O}_{18}$, mit etwas Eisen- und Chromoxyd. V. d. L. schwierig und nur an den Kanten schmelzend, in Säuren unlöslich.

Man unterscheidet:

Edler Beryll, *Aquamarin*²⁾, durchsichtig, farblos, meergrün, bläulich: Elba, Ural, Brasilien.

*Smaragd*¹⁾, durchsichtig, tiefgrün (durch Cr_2O_3). In Glimmerschiefer eingewachsen: Ural, Habachtal in den hohen Tauern, Südamerika.

Gemeiner Beryll, durchscheinend, grünlich, gelblich. Kristalle bis 1,5 m lang und 1500 kg schwer von Grafton in New-Hampshire, außerdem von Bodenmais und vom Ural.

Der edle Beryll und der Smaragd sind sehr geschätzte Schmucksteine. Smaragd ist fast so teuer wie Diamant.

89. Pistazit.³⁾ *Epidot* ($\text{H}_2\text{O}, 4\text{CaO}, 3(\text{Al}, \text{Fe})_2\text{O}_3, 6\text{SiO}_2$).

Monokl. Syst.: Flächenreiche Komb., meist $\infty\text{P} \cdot \text{oP} \cdot \text{P} \cdot \text{P} \cdot \text{P}$. Zwillinge. Kristalle säulenförmig in der Richtung der Queraxe; aufgewachsen, in Drusen; auch stenglig, körnig bis dicht. Vollk. spaltbar nach oP und $\infty\text{P} \cdot \text{oP}$. — Bruch splittrig, uneben; spröde; H. = 6,5; G. = 3,4. — Durchscheinend bis kantendurchscheinend; glasglänzend; hell- bis dunkelgrün; Strich grünweiß. — $\text{HCa}_2\text{R}_3\text{Si}_3\text{O}_{13}$ (R = Fe^{III} und Al). V. d. L. schwer schmelzend. Findet sich in Drusenräumen: Bergstraße, Sachsen, St. Gottard, Oberhaslital, Untersulzbachtal, Elba, Arendal, Bourg d'Oisans.

90. Leucit⁴⁾ ($(\text{K}, \text{Na})_2\text{O}, \text{Al}_2\text{O}_3, 4\text{SiO}_2$).

Kristallsyst. reg. und rhomb.; wurde früher für reg. (202), dann für quadr. ($4\text{P}2 \cdot \text{P}$) gehalten, geht beim Erhitzen auf 500° in die reguläre Form über. Kristalle ringsum ausgebildet, einzeln eingewachsen; in Körnern. Spaltbarkeit undeutlich. — Bruch muschlig; spröde; H. = 5,5; G. = 2,5. — Durchscheinend bis kantendurchscheinend; glasglänzend; farblos, weiß, grauweiß; Strich weiß. — $(\text{K}, \text{Na})\text{AlSi}_2\text{O}_6$. V. d. L. unveränderlich; wird durch Salzsäure zersetzt.

Findet sich in vulkanischen Gesteinen eingewachsen: in der Lava des Vesuvus, Rom, Laacher See, am Kaiserstuhl.

¹⁾ *βήρυλλος* und *σμάραγδος* flammender Edelstein. — ²⁾ Von der Farbe des Meerwassers *aqua marina*. — ³⁾ Von der pistaziengrünen Farbe. — ⁴⁾ *λευκός* weiß, wurde für weißen Granat gehalten.

Nephelin ¹⁾ ((Na,K,H)₂O,Al₂O₃,2SiO₂ oder NaAlSiO₄) ist in Zusammensetzung und Vorkommen dem vorigen ähnlich. Hexagonale Prismen mit mehreren Pyramiden. H. = 5–6; G. = 2,6. Vor dem Lötrohr schmelzbar; wird durch Salzsäure leicht zerlegt. — Wichtiger Gemengteil in manchen Basalten und im Phonolith (Hohentwiel).

91. Lasurstein ²⁾ (3Na₂O,3Al₂O₃,6SiO₂ + 2Na₂S₃).

Reg. Syst.: ∞O. Kristalle undeutlich; meist derb, körnig, eingesprengt. — Bruch muschlig; H. = 5,5; G. = 2,5. — Kantendurchscheinend bis undurchsichtig; glas- bis fettglänzend; lasurblau. V. d. L. entfärbt er sich und schmilzt zu einem blasigen Glase, mit Salzsäure entwickelt er Schwefelwasserstoff und löst sich unter Ausscheidung von Kieselsäure.

Kommt vor in körnigem Kalk mit kleinen Mengen Schwefelkies durchwachsen: am Baikalsee in Sibirien, Tibet, China.

Der Lasurstein (*lapis lazuli*) diente früher zur Darstellung von *Ultramarin* ³⁾, jetzt wird er als Schmuckstein verwandt.

*92. Granat ⁴⁾ (3RO,R'₂O₃,3SiO₂).

Reg. Syst.: ∞O, 2O2 und Komb. dieser beiden Formen, bisweilen noch mit O, ∞O∞ und 3O^{3/2}. Kristalle eingewachsen, oft sehr schön ausgebildet, aufgewachsen; kristallinisch-körnige Massen; derb in Geschieben. Unvollk. spaltb. nach ∞O. — Bruch muschlig bis splittrig; spröde; H. = 7,0; G. = 3,5–4,3. — Durchsichtig bis undurchsichtig; Glas- bis Fettglanz; sehr verschieden gefärbt, rot, gelb, braun, schwarz, grün; Strich grau. — Die Zusammensetzung sehr wechselnd, R₃R'₂Si₃O₁₂, wobei R = Ca, Fe, Mn und R' = Al, Fe und Cr sein kann. V. d. L. leicht schmelzbar, in Säuren unlöslich.

Nach der Farbe unterscheidet man:

Eddler Granat, *Almandin* ⁵⁾, *Karfunkel* ⁶⁾, kirsch-, blutrot bis rötlichbraun, meist kristallisiert, selten derb. In Granit und kristallinischen Schiefen eingewachsen: Sachsen, Böhmen, Tirol (Greiner, Ötztal), Schweiz, Norwegen, Ceylon, Brasilien.

Pyrop ⁷⁾, blutrot, sehr selten kristallisiert, in rundlichen Körnern, lose und in Serpentin eingewachsen; enthält Cr. Wird bei Culm in Böhmen in Sanden gefunden.

Hessonit ⁸⁾, *Kanelstein* ⁹⁾, honiggelb bis hyazinthrot; Ceylon, Mussa-Alp in Piemont, Ungarn, Brasilien.

Gemeiner Granat, schwach durchscheinend, rotbraun. Häufig: Böhmen, Schweden, Tirol, Steiermark usw.

Melanit ¹⁰⁾, kristallisiert, sammetschwarz, undurchsichtig; Harz, Kaiserstuhl im Breisgau, Vesuv, Albano bei Rom, Arendal.

¹⁾ νεφέλη Wolke. — ²⁾ Nach dem pers. *lazuardi* blau. — ³⁾ *ultra mare* von jenseits des Meeres. — ⁴⁾ *granum* Korn. — ⁵⁾ Vom Fundort *Alabanda*, Stadt in Karien. — ⁶⁾ *carbunculus* glühende Kohle. — ⁷⁾ πύρο Feuer, ὄψ Auge. — ⁸⁾ ἡσσων geringer (als Hyazinth). — ⁹⁾ Nach der Farbe des Kanels, Zimmets. — ¹⁰⁾ μέλας schwarz.

Grossular ¹⁾, spargelgrün, am schönsten am Wilui in Sibirien, Fassatal, Rezbanya in Ungarn.

Die durchsichtigen Granaten, neuerdings auch solche von den Diamantengruben Südafrikas, werden besonders in Böhmen verschliffen und dienen zu Schmuckgegenständen.

93. Vesuvian.²⁾ *Idokras* ³⁾ ($4\text{CaO}, \text{Al}_2\text{O}_3, 4\text{SiO}_2$).

Quadr. Syst.: Komb. von $\infty\text{P} \cdot \text{P} \cdot \text{oP}$; $\infty\text{P} \cdot \infty\text{P}\infty \cdot \text{oP}$. Kristalle kurz säulenförmig, Säulen vertikal gestreift, aufgewachsen; sonst stenglig, derb. Unvollk. spaltb. nach $\infty\text{P}\infty$. — Bruch uneben; spröde; H. = 6,5; G. = 3,3. — Durchsichtig bis kantendurchscheinend; Fettglanz bis Glasglanz; gelbbraun, grünbraun. Strich weiß. — $\text{Ca}_4\text{Al}_2\text{Si}_4\text{O}_{15}$, enthält meist etwas Wasserstoff und Fluor. V. d. L. leicht und unter Aufschäumen zu einem braungrünen Glase schmelzend, das in Salzsäure löslich ist.

In Serpentin und körnigem Kalk: Piemont, am Wilui in Sibirien, Auerbach an der Bergstraße, Fassatal, Arendal und Egg in Norwegen, in vulkanischen Auswürflingen am Vesuv.

94. Topas ⁴⁾ ($\text{Al}_2\text{O}_3, \text{Si}(\text{O}, \text{F}_2)_2$).

Rhomb. Syst.: Komb. von $\infty\text{P} \cdot \infty\text{P}^2 \cdot \text{P}$; außerdem noch $2\text{P}\infty$ und oP . Kristalle säulenförmig, einzeln ein- und aufgewachsen, zu Drusen vereinigt; derb, stenglig, als Gerölle. Vollk. spaltbar nach oP . — Bruch muschlig bis uneben; spröde. H. = 8; G. = 3,5. — Durchsichtig bis durchscheinend; glasglänzend; wasserhell, meist weingelb. Wird durch Reiben stark elektrisch, beim Erwärmen pyroelektrisch. V. d. L. unschmelzbar. — $\text{Al}_2\text{Si}(\text{O}, \text{F}_2)_5$. In Säuren unlöslich.

In Granit und ähnlichen Gesteinen: Schneckenstein bei Auerbach in Sachsen, Rozena in Mähren, Schottland, Sibirien, Brasilien. — Beliebter Schmuckstein.

95. Turmalin ⁵⁾ ($m(\text{R}_2\text{O}, \text{RO}), n\text{Al}_2\text{O}_3, o(\text{SiO}_2, \text{B}_2\text{O}_3)$).

Hex.-rhomboedr. Syst.: Komb. von $\infty\text{P}^2 \cdot \frac{\infty\text{P}}{2} \cdot \text{R}$. Die Enden der meist vertikal stark gestreiften, neunseitigen Säule sind häufig von verschiedenen Flächen begrenzt (hemimorph): oben — 2R, unten — $\frac{1}{2}\text{R}$; Kristalle ein- und aufgewachsen; sonst stenglig, strahlig. Unvollk. spaltb. nach R. — Bruch muschlig, uneben; spröde. H. = 7; G. = 3,0. — Farblos durchsichtig bis schwarz und fast undurchsichtig; glasglänzend. Pyroelektrisch, d. h. beim Erwärmen werden die Kristalle am einen Ende positiv, am andern negativ elektrisch. V. d. L. schmelzen einige leicht, andere nicht. — Chem. Zus. sehr wechselnd: R = Mg, Fe, Mn, Na, K, Li, H; enthält oft F. In Salzsäure unlöslich.

¹⁾ Farbe der Stachelbeere *Ribes Grossularia*. — ²⁾ Fundort. — ³⁾ εἶδος Gestalt, κράσις Mischung. — ⁴⁾ τόπαιος griechische Benennung. — ⁵⁾ Indischer Name.

Häufig vorkommendes Mineral. Man unterscheidet nach der Farbe:

Wasserheller T., edler Turmalin: Elba, St. Gotthard.

Roter T., *Rubellit*¹⁾. In Granit eingewachsen: Elba, Rozena in Mähren,

Penig in Sachsen, Ural, Ceylon, Brasilien.

Grüner T. In Granit bei Penig in Sachsen, Elba, St. Gotthard.

Brauner T. In Quarz und Granit in Tirol, St. Gotthard, Ural, Ceylon.

Schwarzer T., *Schörl*²⁾, häufig. In Granit und Gneis (Schörlfels):

Harz, Erzgebirge, Alpen, Norwegen.

Die grünen und braunen Turmaline dienen zu Polarisationsapparaten (vgl. S. 26).

Andere weniger verbreitete Aluminiumborsilikate sind der triklone *Axinit* und der monokline *Datolith*. — Die folgenden beiden Mineralien sind Silikate von Schwermetallen.

96. Kieselzinkerz ($H_2O, 2ZnO, SiO_2$).

Rhomb. Syst.: Kristalle säulenförmig, an beiden Enden verschieden ausgebildet (hemimorph), $\infty P\infty$, ∞P ; am einen Ende $2P\check{2}$, am andern $oP.P\infty.P\infty$. Aufgewachsen, in Drusen; meist dicht in traubigen, fasrigen Massen. Spröde; H. = 5; G. = 3,4. — Farblos durchsichtig bis bräunlich. — Strich weiß. Pyroelektrisch. — $H_2Zn_2SiO_5$. V. d. L. verknisternd, nicht schmelzend. In Salzsäure löslich unter Ausscheidung von Kieselsäure.

Findet sich mit dem selteneren *Willemit* (Zn_2SiO_4) und anderen Zinkerzen bei Aachen, in Kärnten, Oberschlesien und bei Santander in Spanien. — Wichtiges Zinkerz.

Der *Garnierit*, ein wasserhaltiges Magnesium-Nickelsilikat aus Neu-Kaledonien und Kanada, möge als wichtiges Nickelerz hier Erwähnung finden.

97. Dioptas³⁾ (H_2O, CuO, SiO_2).

Hex. Syst.: Komb. von $\infty P2$. — 2R. Kristalle kurz säulenförmig, aufgewachsen, zu Drusen vereinigt, spaltbar nach R. — Bruch muschlig; spröde; H. = 5; G. = 3,3. — Durchsichtig bis durchscheinend; glasglänzend; smaragdgrün. Strich grün. — H_2CuSiO_4 . V. d. L. leicht schmelzbar, wird durch Salzsäure zersetzt.

In dichtem Kalkstein: Kirgisensteppen.

98. Zeolithe.⁴⁾

Die Zeolithe bilden eine kleine Gruppe von Silikaten, die Wasser als Kristallwasser enthalten und infolgedessen schon bei mäßigem Erhitzen vor dem Lötrohr sich aufblähen. Sie kommen in Blasenräumen vulkanischer Gesteine vor, aus denen sie durch nachträgliche Einwirkung des Wassers entstanden sind.

¹⁾ *rubellus* rötlich. — ²⁾ Bergmannsname. — ³⁾ *διόπτουμαι* ich sehe durch. —

⁴⁾ *ζέω* ich siede, blähe auf, *λίθος* Stein, wegen des Verhaltens v. d. L.

1. **Apophyllit**¹⁾ $(\text{H}_2\text{O}, (\text{Ca}, \text{K}_2)\text{O}, 2\text{SiO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{H}_2(\text{Ca}, \text{K}_2)\text{Si}_2\text{O}_6 + \text{H}_2\text{O})$. Quadr. Syst.: P; $\infty\text{P}\infty$.P; P. $\infty\text{P}\infty$.oP; meist herrscht die Pyramide oder die Säule vor. Spaltbar nach oP; Bruch uneben; sehr spröde; H. = 4,5; G. = 2,4. — Durchsichtig bis durchscheinend; glas- und perlmutterglänzend; farblos, weiß, rötlich. V. d. L. aufblättern und leicht schmelzend. Das Pulver wird von Salzsäure unter Abscheidung gallertartiger Kieselsäure zersetzt.

Andreasberg, Außig, Saiber Alp in Tirol, Fassatal, Island, Faröer.

2. **Analcim**²⁾ $(\text{Na}_2\text{O}, \text{Al}_2\text{O}_3, 4\text{SiO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = \text{Na}_2\text{Al}_2\text{Si}_4\text{O}_{12} + 2\text{H}_2\text{O})$. Reg. Syst.: 2O2; $\infty\text{O}\infty$.2O2. — Bruch uneben; spröde; H. = 5,5; G. = 2,1. — Durchscheinend; glas- bis perlmutterglänzend; farblos, rötlich, grau. V. d. L. schmelzbar, in Salzsäure löslich unter Abscheidung von Kieselsäure.

Saiber Alp, Fassatal, Außig, Cyklopeninseln, Arendal.

3. **Natrolith** $(\text{Na}_2\text{O}, \text{Al}_2\text{O}_3, 3\text{SiO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = \text{Na}_2\text{Al}_2\text{Si}_3\text{O}_{10} + 2\text{H}_2\text{O})$. Rhomb. Syst.: meist in langen farblos durchsichtigen Nadeln, z. B. im Trachyt von Außig, im Phonolith des Hohentwiel, von den Faröer und Island.

4. **Harmotom**³⁾, Kreuzstein, ein Baryumaluminiumsilikat $+ \text{H}_2\text{O}$. Monokl. Syst.: in schönen Durchkreuzungszwillingen von Andreasberg.

X. Organische Verbindungen.

Es gehören hierher einige selten vorkommende Salze organischer Säuren, die fossilen Kohlen, Erdöle und Harze.

Die fossilen Kohlen (Torf, Braun- und Steinkohlen, Anthrazit) sind zweifellos organischen Ursprungs und zwar zum weitaus größten Teil Überreste von Pflanzen. Da die Hauptmasse des abgestorbenen Pflanzenkörpers von der Zellmembran, also mehr oder weniger reiner Cellulose $x(\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5)$, gebildet wird, so lieferte diese auch in erster Linie das Material für die Entstehung von Torf und Kohlen. — Bei genügendem Luftzutritt, an der Erdoberfläche, verfällt die Cellulose wie andere komplizierte organische Verbindungen der vollständigen *Verwesung*, indem sie langsam zu Wasser und Kohlendioxyd verbrennt. Bei ungenügendem Luftzutritt, in wasserdurchtränktem Erdboden und noch mehr unter Wasser, unterliegt dagegen die Cellulose der *Vermoderung* oder *Vertorfung*, indem sie unter dem Einfluß gewisser Bakterien (Cellulosegärung) in H_2O , CH_4 und CO_2 einerseits und einen festen, braunen, kohlenstoffreicheren Rest, den *Humus* oder *Moder*, zerfällt. Wird durch das üppige Fortwachsen der Pflanzen — seien es große Bäume in einem Sumpfwalde oder kleine Torfmoose (Sphagnum) in einem Moosbruch — für immer neue Zufuhr von Humus gesorgt, so bilden sich im Laufe der Jahrhunderte die Torflager. Die Humussubstanz

¹⁾ ἀποφυλλίζω blättere ab, Verhalten v. d. L. — ²⁾ ἀνάκλις kraftlos, wird beim Reiben schwach elektrisch. — ³⁾ ἀκροῖς Fuge, τόμος Teil, parallel der Zwillingsfuge teilbar.

behält entweder die äußere Form und innere Zellstruktur der Pflanzenteile, oder sie ist mechanisch zerkleinert oder aus wäßriger Lösung in amorphen Flocken wieder abgeschieden. Dementsprechend sehen wir unter dem Mikroskop bei Torf, Braun- und Steinkohle mehr oder weniger deutliche Pflanzenreste in eine dichte braun oder schwarz gefärbte Grundmasse eingebettet. — Je älter der Torf, desto kohlenstoffreicher ist er, und wir können annehmen, daß die noch kohlenstoffreicheren Braun- und Steinkohlen und auch der Anthrazit, die in allen ihren Eigenschaften Übergänge unter sich und zum Torf zeigen, nur die letzten Produkte einer durch Jahrtausende, ja vielleicht durch Jahrmillionen fortgesetzten Zersetzung der Pflanzensubstanz darstellen, die den Rückstand immer kohlenstoffreicher werden läßt. Die folgende Tabelle gibt die durchschnittliche prozentische Zusammensetzung von Holz und den fossilen Kohlen in wasser- und aschenfreiem Zustand:

	Holz	Torf	Braunkohle	Steinkohle	Anthrazit
C	45	60	70	82	94
H	6	6	5	5	3
O	48	32	24	12	3
N	1	2	1	1	—

In Übereinstimmung mit Struktur und Zusammensetzung der Kohlen steht alles, was wir über ihre Lagerungsverhältnisse und ihr Vorkommen in den geologischen Formationen kennen: Torf in der Jetztzeit und seltner im Diluvium, Braunkohlen hauptsächlich im Tertiär, die Steinkohlen in älteren Formationen, besonders im Karbon, Anthrazit meist älter. — Selbstverständlich stellen die Kohlen keine einheitliche immer gleiche Masse dar. Je reicher die der Vermoderung anheimfallende organische Substanz besonders an Fetten — sei es pflanzlichen oder tierischen Ursprungs — ist, desto reichlicher ist die Bildung von harzähnlichen Substanzen (*Bitumen*), z. B. in den sogenannten Lebertorfen, der Schwelkohle von Halle, der Boghead- und Cannelkohle und in den bituminösen Gesteinen jeder Art; in solchen Massen glaubt man die Muttersubstanz der verschiedenen Arten Steinöl und Erdwachs zu erkennen.

*99. Torf.

Die Torfsubstanz stellt eine meist sehr feuchte, erdige, schwarze Masse dar; sie wird in Ziegel geformt, an der Luft getrocknet und gibt dann ein noch immer stark wasserhaltiges und aschenreiches Brennmaterial. Die oberen, also jüngeren Schichten enthalten noch wenig veränderte Pflanzenteile, haben eine fasrige Beschaffenheit und werden zu Torfstreu und Torfmull verwandt. — Ungeheure Massen von Torf finden sich in Oldenburg und Hannover, in der Mark Brandenburg (Ost- und Westhavelland) wie überhaupt in der norddeutschen Tiefebene und der süddeutschen Hochebene. — Große Torfmoore finden sich nur in den kälteren Teilen der gemäßigten Zone, die ein hinreichend feuchtes Klima besitzen.

*100. Braunkohle.

Eine erdige, zerreibliche und abfärbende Masse von dunkelbrauner Farbe, oder auch dicht, mit muschligem Bruch, pechschwarz; matt- oder fettglänzend. Färbt erwärmte Kalilauge braun; enthält 20—60 Proz. Wasser. Die einzelnen Pflanzenteile sind mit bloßem Auge nicht zu erkennen, doch finden sich häufig ganze wohlerhaltene Stämme und aufrechte Stümpfe von Bäumen, z. B. die *Taxodiumstübben* in den Gruben von Gr.-Räschen in der Lausitz, als Beweis, daß sich die Braunkohlenlager an Ort und Stelle gebildet haben. Man unterscheidet viele Varietäten:

1. *Gemeine Braunkohle* aus der Lausitz, Provinz Sachsen und vom Niederrhein. — Sehr wasserreich und daher an und für sich schlechtes Brennmaterial; enthält sie genügend Bitumen, so läßt sich das getrocknete Pulver zu den handlichen *Briketts* oder *Preßkohlen* zusammenpressen, die seit den letzten Jahrzehnten eine immer noch steigende Verwendung zu Heizzwecken gefunden haben.

2. *Böhmische Schwarzkohle* aus dem nördlichen Böhmen ist sehr dicht, enthält weniger Wasser und Asche und liefert ein gutes Brennmaterial.

3. *Schwelkohle* aus der Umgegend von Halle bildet Lager und Nester in der gemeinen Braunkohle, ist besonders reich an Bitumen, liefert bei der trocknen Destillation Paraffin, Leuchtöle, Grudekoks und ist dadurch die Grundlage einer wichtigen Industrie geworden.

Die Produktion an Braunkohlen im Deutschen Reich nimmt noch jährlich zu und betrug im Jahre 1905 nahezu 52,5 Mill. t.

*101. Steinkohle.

Steinkohlen sind dicht, schiefrig, oft würflich sich absondernd; härter und spröder als die vorigen, meistens stark glänzend; schwarz, mit schwarzem Strich. Enthalten wenig Bitumen und Wasser und färben erwärmte Kalilauge nur schwach gelb. Nach dem Gehalt an Bitumen unterscheidet man:

1. *Fettkohlen*, relativ reich an Bitumen, geben beim Glühen unter Luftabschluß viel Gas und einen zusammenbackenden sinternden oder schmelzenden Koks, verbrennen mit kürzerer oder längerer Flamme. Brauchbar zu jeder Feuerung, aber auch zur Gas- und Koksbereitung; bilden die Hauptmasse der deutschen Kohlen in Oberschlesien, Sachsen, dem Saar- und Ruhrbecken.

2. *Magerkohlen*, arm an Bitumen, geben beim Glühen unter Luftabschluß wenig Gas, einen sandigen Koks (Sandkohlen), verbrennen mit kurzer Flamme; gute Schmelz- und Schmiedekohlen; sie bilden den Übergang zum Anthrazit.

Die pechschwarze, matte aber politurfähige *Kannelkohle* (candle = Kerze) und die ähnlichen *Gagatkohlen*, die zu kleinen Schmucksachen (Jet) verarbeitet werden, sind keine eigentlichen Steinkohlen; sie enthalten viel Bitumen.

Deutschland produzierte im Jahre 1905 über 121 Mill. t Steinkohlen; reich an diesen ist auch Belgien, England, Nordamerika, China.

102. Anthrazit.¹⁾

Im wesentlichen eine sehr dichte, stark glänzende, magere Steinkohle. Verbrennt nur bei starkem Luftzug, fast ohne Rauch und Flamme, aber unter starker Hitzeentwicklung. Findet sich hauptsächlich in England und Nordamerika und dient besonders zur Bereitung des Wassergases und als Heizmaterial für die Dauerbrandöfen.

103. Bernstein.

Rundliche, stumpfeckige Stücke und Körner, ähnlich wie Baumharz, zuweilen Insekten, Blüten, Früchte einschließend. Bruch vollkommen muschlig; wenig spröde; H. = 2–2,5; G. = 1,08. — Durchsichtig bis durchscheinend; fett- bis harzglänzend; hell- bis dunkelgelb, oft gefleckt; Strich gelblichweiß. Wird durch Reiben stark elektrisch. Riecht beim Reiben und Erhitzen angenehm. Er schmilzt bei 287° unter teilweiser Zersetzung und verbrennt mit heller Flamme. — Bernstein besteht aus etwa 80 Proz. C, 10 Proz. H und 10 Proz. O; beim Erhitzen gibt er Wasser, teerige Produkte und Bernsteinsäure; in heißem Alkohol ist er zum größten Teil löslich.

Er ist das Harz von mehreren fossilen Koniferenarten der älteren Tertiärzeit und findet sich besonders an der Ostseeküste von Danzig bis Memel.

Dient zu Schmuckgegenständen (Perlen), Zigarrenspitzen und Pfeifenmundstücken, als Räucherwerk und zur Darstellung von Bernsteinlack.

104. Asphalt.²⁾ *Erdpech, Bitumen.*³⁾

Amorphe, kuglige, traubige, nierenförmige, stalaktitische Massen, eingesprengt, als Überzug. Bruch vollkommen muschlig; milde; H. = 2; G. = 1–1,2. — Undurchsichtig; fettglänzend; pechschwarz. Wird beim Reiben elektrisch und besitzt einen eigentümlichen, *bituminösen* Geruch. Schmilzt bei etwa 100° und verbrennt mit stark rußender Flamme. — Chem. Zus. schwankend, enthält Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff.

Findet sich auf ausgedehnten Lagern, in losen Stücken, durchdringt Kalk- und Sandsteine (bituminöse oder Stinkkalke): Hannover, Elsaß, Tirol, Schweiz (Neuenburg), Sicilien, besonders am Toten Meer und auf der Insel Trinidad (Erdpechsee).

Dient zur Herstellung von Asphaltlack, Ätzgrund, schwarzem Siegelack, besonders aber in künstlicher oder natürlicher Mischung mit Gesteinspulver als Straßenpflaster.

¹⁾ *άνθραξ* Kohle. — ²⁾ *ασφαλτος* Erdpech. — ³⁾ *bitumen* Erdharz.

*105. Steinöl. *Petroleum* ¹⁾, *Naphta*.²⁾

Dünn bis zähflüssig. Gewicht = 0,7—0,9. — Durchsichtig bis undurchsichtig; wasserhell, gelblich, bräunlich, schwarz; bläulich fluoreszierend. Riecht eigentümlich bituminös. Entzündet sich ziemlich leicht. brennt mit stark rußender Flamme. — Chem. Zus.: Ein Gemenge verschiedener Kohlenwasserstoffe, und zwar aus der Paraffinreihe C_nH_{2n+2} (Pennsylvanien) oder aus der Reihe der cyclischen Naphtene C_nH_{2n} (Baku).

Das Steinöl ist sehr verbreitet in den geschichteten Gesteinen jeden Alters; entweder sind ganze Schichten mit ihm durchtränkt, oder es quillt mit und ohne Wasser aus der Erde hervor: Ölheim bei Peine, Pechelbronn im Elsaß, Galizien, Rumänien, in großen Mengen in Nordamerika (Pennsylvanien, Californien, Ohio) und bei Baku am kaspischen Meer. — An den meisten Orten wird es begleitet von großen Mengen gasförmiger Kohlenwasserstoffe (CH_4 oder C_2H_6), durch deren Druck das Petroleum aus den niedergestoßenen Bohrlöchern oft in großen Fontänen herausgeschleudert wird (Fig. 103).

Das Rohpetroleum wird durch fraktionierte Destillation in Anteile von immer höherem Siedepunkt (Petroleumäther, Benzin, Leuchtöle, Schmieröle) zerlegt; die Rückstände liefern Vasilin, Paraffin, oder sie werden direkt (Masut von Baku) zur Feuerung benutzt.



Fig. 103. Naphtaspringbrunnen bei Baku.

¹⁾ πέτρος Stein, oleum Öl. — ²⁾ Vom chaldäischen *naphtha* Erdöl.

106. Ozokerit.¹⁾ *Erdwachs.*

Eine dunkelbraune, weiche, wachsähnliche Masse. Es ist ein Gemenge der höheren Glieder der Paraffinreihe, also ein natürliches Paraffin. Erdwachs wird in großer Menge bei Boryslaw im östlichen Galizien gewonnen. Das gereinigte Produkt ist das *Ceresin*, das als Zusatz bei der Fabrikation der Stearinkerzen dient.

¹⁾ ὀζειν riechen, κηρός Wachs.

Petrographie.

Unter der obersten Erdkrume mit ihrer Pflanzendecke treffen wir beim Graben an einer Stelle nur lockere *Sand-* und *Lehmlager*, an anderen stoßen wir bald erst auf zerfallenes, dann immer festeres Gestein. Auf weite Strecken hin bilden Kalk- oder Sandstein, Granit oder Basalt den Untergrund unserer Felder und Wälder. Diese und ähnliche Massen, die die Hauptmasse der Erdrinde bilden, nennen wir *Gesteine*, *Gebirgs-* oder *Felsarten*. Es sind nur wenige Mineralien, die allein oder in Gemengen die Gesteine zusammensetzen, hauptsächlich Quarz, einige Silikate und der Kalkstein. Deshalb genügt die Kenntnis von der Zusammensetzung in den wenigsten Fällen zur Charakterisierung eines Gesteins; hierzu ist vor allen Dingen die Erkenntnis von der Art ihrer Entstehung wichtig.

An der Wand eines Steinbruchs (vgl. Fig. 104) sehen wir einen hellen, gelbgrauen Kalkstein in horizontalen Schichten übereinander gelagert. In dem Kalkstein, dessen Schichten sich kilometerweit in der gleichen Anordnung verfolgen lassen, liegen *Versteinerungen*, die Reste ausgestorbener Seetiere. Alles deutet darauf hin, daß dieser Kalkstein sich einst auf dem Boden eines Meeres abgelagert hat, so wie sich auch heute noch der Kalkschlamm in der Tiefe unserer Meere absetzt. — An der Wand desselben Steinbruchs sehen wir noch ein zweites blau-

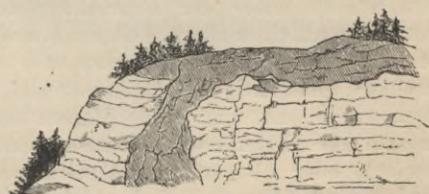


Fig. 104. Basaltgang im Kalkstein, nach oben sich deckenförmig ausbreitend.

schwarzes Gestein, das wegen seiner Härte zu Straßenschotter gebrochen wird. Es geht quer durch die Kalksteinschichten hindurch und breitet sich deckenartig auf ihnen aus; nach unten setzt es sich in unzugängliche Tiefen fort. Es ist *massig*, d. h. ohne jede Spur von Schichtung, nur von einigen unregelmäßigen Spalten durchzogen. Es ist aus Silikaten zusammengesetzt, die sich aus dem Schmelzfluß bilden können, nämlich aus Kalknatronfeld-

spat und Augit. Der Kalkstein zeigt an der Berührungsstelle Spuren starker Erhitzung, und einzelne Brocken von ihm sind in dem dunklen Gestein — wir nennen es Basalt — eingeschlossen. Alles das sind Erscheinungen, die wir auch an den Lavagesteinen der Jetztzeit beobachten können, was uns zu dem Schluß berechtigt, daß der Basalt als feurig flüssige Masse aus dem Erdinnern durch den Kalkstein emporgedrungen ist, sich oben ausgebreitet hat und dann erstarrt ist.

Der Basalt ist uns ein Beispiel für die aus feurig flüssigem Zustande erstarrten Gesteine, die *eruptiven*¹⁾ oder *Massengesteine*, der Kalkstein ein Beispiel für die *sedimentären*²⁾ oder *geschichteten Gesteine*. Die eruptiven Gesteine müssen die ursprünglichen sein; durch ihre mechanische oder chemische Zerstörung wird erst das Material für die sedimentären geliefert. Wenn die sedimentären Gesteine bei der Bewegung der Erdkruste in die Tiefe sinkend in den Bereich der inneren Glut kommen, so können sie entweder ganz eingeschmolzen werden, oder sie erleiden unter dem Einfluß von Druck und Hitze eine durchgreifende Umwandlung, die namentlich in einer Umkristallisation ihrer Bestandteile unter teilweiser Beibehaltung der Schichtung bestehen wird. So entsteht die dritte Gruppe von Gesteinen, die *metamorphischen Gesteine* oder *kristallinen Schiefer*, wie Gneis und Glimmerschiefer.

A. Eruptiv- oder Massengesteine.

I. Tiefengesteine.

Die glutflüssige Masse des Erdinnern, das Magma³⁾, im wesentlichen aus den Silikaten von K, Na, Ca, Mg, Fe, Al gemischt, ist keineswegs an allen Stellen unter der Erdrinde gleichartig. Es finden Entmischungen statt, namentlich sondern sich an Kieselsäure ärmere und reichere Partien, die beim Erstarren die *basischen* oder *sauren Gesteine* liefern. Aber auch durchaus gleichartige Gesteinsmagmen können verschiedenartige Gesteine ergeben, je nachdem große Massen unter gewaltigem Druck in der Tiefe langsam zur Erstarrung gekommen sind (Bildung der sogenannten *Tiefengesteine*), oder ob geringere Massen nahe der Oberfläche schneller fest geworden sind (*Ergußgesteine*). Die ersteren zeigen körnig kristallinisches Gefüge (Granit); bei den Ergußgesteinen sind größere Kristalle in einer dichten oder glasig erstarrten Grundmasse eingebettet (Porphyry, Lavagesteine).

1. Granit.⁴⁾

Granit ist ein fein- bis grobkörniges Gemenge von *Kalifeldspat* (Orthoklas), *Quarz* und wenig *Glimmer*. Der Feldspat herrscht vor, ist rötlich-

¹⁾ *erumpere* hervorbrechen. — ²⁾ *sedimentum* Absatz. — ³⁾ *μαγμα* geschmolzene, bildsame Masse. — ⁴⁾ *granum* Korn, wegen des Gefüges.

weiß, rot oder grau gefärbt, meist in deutlich ausgebildeten Kristallen, da er sich zuerst ausgeschieden hat. Der Quarz, der zuletzt fest geworden ist, erscheint in unregelmäßigen, farblosen, fett- oder glasglänzenden Körnern. Der Glimmer tritt in dünnen, kleinen bis großen Blättern auf, ist weiß, gelblich (Kaliglimmer), braun oder schwarz (Magnesiaglimmer). Durch den Feldspat und Glimmer erscheint der Granit rötlich oder grau gefärbt.

In mikroskopischen Kristallen enthält der Granit wohl stets Apatit, Eisen-, Zirkon- und Titanminerale, die auch an manchen Stellen ebenso wie Oligoklas, Granat, Turmalin, Hornblende in größeren Kristallen als sogenannte *akzessorische*¹⁾ Bestandteile auftreten.

Der Granit ist ein saures Gestein; er enthält bis 70 Proz. SiO_2 , ca. 5 Proz. K_2O und 0,5 Proz. P_2O_5 .

Man unterscheidet grobkörnigen und feinkörnigen Granit. Bisweilen finden sich im Granit größere wohlausgebildete Feldspatkristalle (einfache und Zwillinge) eingelagert; der Granit erhält dadurch ein porphyrtartiges Ansehen. Unter *Schriftgranit* versteht man ein Aggregat von Feldspatkristallen, welche von stengligen, parallelstehenden Quarzprismen durchwachsen sind. Derselbe zeigt auf Bruchflächen senkrecht zu den Quarzprismen schriftähnliche Zeichen.

Einiger Granit, namentlich der feldspatreiche, verwittert leicht; wegen seines Gehalts an Orthoklas und Apatit liefert er fruchtbare, an Kalium und Phosphor reiche Böden.

Der Granit ist das verbreitetste Tiefengestein; stets tritt er in großen Massen auf. Oft bildet er den Kern eines Gebirges entweder in gewaltigen Stöcken (Brocken- und Roßtrappengebiet im Harz, Fichtelgebirge, Thüringerwald) oder in langgestreckten Rücken (Riesengebirge, Böhmerwald, Alpen), oder er bildet ausgedehnte, mehr oder weniger wellige Plateaus (Skandinavien, Finnland). In großen und kleinen *erratischen Blöcken* nordischen Ursprungs wurde er während der Eiszeit über die norddeutsche Ebene verstreut; die Markgrafensteine bei Fürstenwalde in der Mark sind riesige Blöcke eines gneisartigen Granits.

Granit dient zu Straßenpflaster, Trottoirplatten, Säulen, Treppenstufen, als Baumaterial.

2. Syenit.²⁾

Der Syenit ist ein kristallinisch-körniges Gemenge von rötlichem und weißem Feldspat (Orthoklas) und Hornblende, zu welchem bisweilen etwas Quarz und Magnesiaglimmer tritt. Die Hornblende ist schwarz und bildet kurze, fasrige Säulen. — Da der Quarz zurücktritt, ist der Syenit mit ca. 50—60 Proz. SiO_2 weniger sauer als der Granit. Die akzessorischen Mineralien sind dieselben wie beim Granit (Zirkonsyenit von Südnorwegen).

Der Syenit ist dem Granit ähnlich, meistens dunkler gefärbt und geht bisweilen in denselben über (Syenitgranit), kommt aber weniger häufig als dieser vor. Er findet sich im Odenwald, Thüringen, Harz, Plauenschen Grund bei Dresden, Schwarzwald, Böhmen.

¹⁾ *accedere* dazukommen. — ²⁾ Nach der Stadt *Syene* in Oberägypten.

Der Syenit dient zu denselben Zwecken wie der Granit; ein dunkler Syenit mit schillerndem Orthoklas von Frederiksvärn bei Christiania wird in neuerer Zeit vielfach zu Säulen, Grabdenkmälern usw. verarbeitet.

3. Diorit.¹⁾

Der Diorit ist ein fein- bis grobkörnig kristallinisches Gemenge von Oligoklas und Hornblende, zu welchen bisweilen noch etwas Quarz und Magnesiaglimmer tritt, daher mit ca. 60 Proz. SiO_2 ebenfalls weniger sauer als der Granit. Er ist grünlichgrau; nicht so häufig wie die vorigen: Kyffhäuser, Thüringen, Sachsen, Nassau, Vogesen.

4. Gabbro.²⁾

Der Gabbro ist ein körniges Gemenge von Labradorit und Augit. Der Labradorit ist meist grobkörnig, von grauer oder bläulicher Farbe, der Augit bräunlich oder graugrün; letzterer wird mitunter von Hornblende ersetzt. — Der Gabbro ist ein basisches Tiefengestein, da er nur gegen 50 Proz. SiO_2 enthält.

Gabbro findet sich im Harz (Radautal), bei Volpersdorf in Schlesien, im Schwarzwald, Erzgebirge.

II. Ergußgesteine.

5. Porphyr.³⁾

Der Porphyr ist das Ergußgestein des Granitmagmas, noch etwas reicher an SiO_2 als Granit. Größere ringsum ausgebildete Kristalle von Orthoklas oder Quarz liegen in einer dichten Grundmasse, die von mikroskopischen Kristallen derselben Mineralien gebildet wird. Der Porphyr durchbricht in Stöcken oder Gängen andere Gesteine und breitet sich deckenartig auf ihnen aus. Die dichte, oft rotgefärbte Grundmasse ist durchaus kristallinisch oder, namentlich bei jüngeren Porphyren, zum Teil glasig. — Der Feldspat des Porphyrs ist häufig in Kaolin verwandelt; daher sind Porphyrgebiete wichtige Fundstätten für Porzellanton.

Der Porphyr bildet ausgedehnte Gebirgsstöcke und Decken in Schlesien und Sachsen, im Harz, Thüringerwald und Schwarzwald, bei Halle a. S., in den Alpen bei Bozen.

Wegen seiner Härte und Festigkeit wird der Porphyr als Baumaterial und Straßenpflaster, zu Säulen und Bildhauerarbeiten benutzt.

6. Trachyt.⁴⁾

Der Trachyt ist ein feinkörniges bis dichtes Gemenge von Kalifeldspat mit kleinen Mengen Hornblende, Glimmer und Magneteseisenstein. Das Gestein ist eine hellgraue, poröse oder blasige, rauh anzufühlende Masse, in

¹⁾ διαρίζω ich trenne. — ²⁾ Italienischer Name. — ³⁾ πορφύρεος purpurn. — ⁴⁾ τραχύς rauh.

der meist große, glänzende Kristalle von glasigem Feldspat (Sanidin S. 68) eingewachsen sind. — Er ist das Ergußgestein der Syenite.

Der Trachyt findet sich in einzelnen Kuppen oder Decken: Siebengebirge, Laacher See, Außig a. E., Auvergne, Ungarn, Kanarische Inseln.

Dient als Baumaterial; das Siebengebirge lieferte die Steine für den Kölner Dom.

7. Basalt.¹⁾

Sehr feinkörniges oder dichtes Gemenge von Labrador und Augit mit Magneteisenstein und Olivin. Das Gestein ist sehr hart, gibt Funken am Stahl, zeigt einen splittrigen, flachmuschligen Bruch und ist von blau-



Fig. 105. Riesendamm in Irland.

schwarzer oder grauer Farbe. Als charakteristische Einnengung findet sich häufig *Olivin* im Basalt in grünlichen, glasglänzenden Körnern oder größeren Knollen. — Der Basalt ist ein basisches Gestein, er hat durchschnittlich 50 Proz. SiO_2 ; das zu ihm gehörige Tiefengestein ist der Gabbro.

Der Basalt tritt in kuppelförmigen Bergen und in Gängen auf und zeigt oft eine säulenförmige, durch die Zusammenziehung bei der Abkühlung hervorgerufene Absonderung; bekannte Beispiele dafür bieten die *Fingals-höhle* auf der Hebrideninsel Staffa und der *Riesendamm* im Norden Irlands (Fig. 105); die Säulen stehen senkrecht zur Abkühlungsfläche.

¹⁾ Basalt, alter Name.

Auch in Deutschland ist der Basalt weit verbreitet, von der Eifel über das Vogelsgebirge, die Rhön, Thüringerwald, das böhmische Mittelgebirge bis zu den einzelnen „Spitzbergen“ südlich von Liegnitz. Im Riesengebirge durchsetzt ein Basaltgang den Granit der kleinen Schneegrube, leicht kenntlich an seiner dunklen Farbe und auffällig durch die üppige, mannigfaltige Flora, die sich auf ihm angesiedelt hat. — Viele der jetzigen Laven sind Basaltlaven. Der Basalt liefert vorzüglichen Straßenschotter; die Säulen geben Prellsteine.

Dem Basalt im Vorkommen und Zusammensetzung sehr ähnlich sind die meist dunkel gefärbten, oft blasigen *Melaphyre* und die bei der Verwitterung graugrünen, meist olivinfreien *Diabase*. Etwas quarzreicher als diese ist der *Phonolith*, ein Sanidin-Nephelingestein, das einzelne Kuppen bildet (Hohentwiel bei Konstanz, Mille-schauer im böhmischen Mittelgebirge).

Man hat die Eruptivgesteine auch in ältere und jüngere eingeteilt. Der Granit ist meist älter, als die ältesten Sedimentärgesteine; gewaltige Porphyrmassen sind zur Zeit des *Rotliegenden* (siehe später) emporgedrungen, Basalte in der Tertiärzeit. Im allgemeinen aber nehmen wir an, daß jede Art von Eruptivgesteinen in jeder Zeit entstehen konnte und noch entsteht. Aber wie in der Jetztzeit nur die Oberflächenergüsse, die Laven der tätigen Vulkane, unserer Beobachtung zugänglich sind, so sind gerade diese leicht vergänglichen Gesteine älterer Perioden vollständig zerstört worden; dagegen sind die alten Tiefengesteine durch weitgehende Veränderungen der Erdkrinde, durch Hebungen und Erosion allmählich an die Oberfläche gekommen. — Mit dem Hervortreten an die Oberfläche war auch bei den älteren Eruptionen ebenso wie bei den heutigen Lavaergüssen die Bildung von Lavaströmen, von Stein- und Aschenregen verbunden. Bei der raschen Abkühlung erstarrte die geschmolzene Masse einmal zu einem dichten Glase (*Obsidian*), oder sie wurde durch entweichenden Wasserdampf zu einer schaumigen Masse (*Bimstein*) aufgetrieben.

Obsidian und *Bimstein* sind also keine besonderen Gesteinsarten; beide finden sich häufig an Vulkanen: Island, Liparische Inseln, Mexiko. — Ersterer wurde früher in Mexiko, wie bei uns der Feuerstein, zu Werkzeugen und Waffen benutzt, letzterer — Hauptausfuhr von Lipari — findet ausgedehnte Anwendung zum Schleifen und Polieren.

Tuffe nennt man die aus Vulkanaschen, häufig unter Mitwirkung des Wassers, entstandenen oft deutlich geschichteten Gesteine. Porphyrtuffe sind verbreitet in Sachsen, ein Trachittuff ist der „*Traß*“ des Brohltals in der Eifel, der ebenso wie die ähnliche *Puzzolanerde* von Neapel mit gelöschtem Kalk einen guten hydraulischen Mörtel liefert.

B. Sedimente oder geschichtete Gesteine.

Die von den Steilwänden eines Gebirges herabfallenden Trümmer häufen sich an deren Fuß zu ausgedehnten Schutthalde an. Von angestauten Wildbächen (Murausbrüchen), von Lawinen und Gletschern werden sie weiter zu Tal befördert und dabei immer mehr zertrümmert. Die gesamte Schuttmasse wird an ruhigen Stellen Schicht auf Schicht niedergelegt, die groben Teile am Fuß des Gebirges, die feinsten als Sandbänke an den Flußmündungen. Wir unterscheiden so Moränenschutt, Flußschotter, Kies

und Sand. Diese losen Trümmer, die Reste verschiedener sowohl eruptiver als sedimentärer Gesteine werden mit der Zeit an geeigneten Stellen verkittet durch Lösungen von Kieselsäure, doppeltkohlensaurem Kalk und Eisen oder durch Ton und bilden neue feste Gesteine.

8. Konglomerate¹⁾ und Breccien.²⁾

Die Konglomerate bestehen aus abgerundeten, die Breccien aus eckigen Bruchstücken von Mineralien oder Felsarten, die durch Bindemittel fest verkittet sind. Man unterscheidet nach der Beschaffenheit der Bruchstücke u. a. Granit-, Kalkstein-, Basaltkonglomerate und gemengte Konglomerate, in welchen Bruchstücke verschiedener Gesteine enthalten sind.

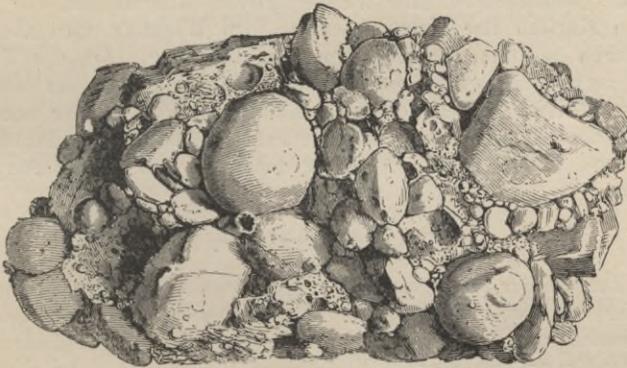


Fig. 106. Konglomerat.

Das Bindemittel ist entweder toniger, kalkiger oder kieslicher Natur. Die Größe der Fragmente ist sehr verschieden, erbsen- bis kopfgroß (Fig. 106).

Die Konglomerate sind sehr verbreitet: Thüringen (Wartburgkonglomerat), Schweiz (Nagelflue am Rigi), England.

Grauwacke ist ein Konglomerat, in welchem Bruchstücke älterer Ton- und Kieselschiefer mit Quarzkörnern zu einer sehr festen Masse verkittet sind. Sehr verbreitet im Harz, in Thüringen und Böhmen.

9. Sandstein.

Der Sandstein ist ein festgewordener Sand; er besteht aus eckigen oder abgerundeten Körnern von Quarz, die durch ein kiesliges, kalkiges oder toniges Bindemittel zu einem mehr oder weniger festen Gestein verkittet sind. Daß er nur aus Quarzkörnern besteht, hat seinen Grund darin, daß die anderen Mineralien, z. B. Feldspat, chemisch zersetzt werden und zwar desto schneller, je kleiner sie sind. Die Größe der Körner ist

¹⁾ *conglomerare* zusammenhäufen. — ²⁾ Italienischer Name.

sehr verschieden, und man unterscheidet grob- und feinkörnige Sandsteine. Die Farbe der Sandsteine ist grau, gelb, braun und wird durch die Farbe des Bindemittels bedingt. Die Sandsteine sind meist deutlich geschichtet und nicht selten senkrecht zur Schichtung zerklüftet (Quadersandstein).

Ein sehr verbreitetes Gestein: Harz, Sachsen, Thüringen, Schlesien usw. Sandsteine bilden ein vorzügliches Baumaterial und werden außerdem zu Bildhauerarbeiten und zu Schleif- oder Mühlsteinen angewandt.

10. Tone.

Die Tone (vgl. S. 72) sind ursprünglich durch chemische Zersetzung der in den Eruptivgesteinen enthaltenen Feldspate, Hornblende, Augite usw. entstanden. Kohlensäure und Wasser wirken überall auf der Oberfläche und in den Klüften der Massengesteine; ihre Wirkung wird aber sehr gesteigert durch mechanische Zerkleinerung derselben. Da die Tonsubstanz sehr fein zerteilt ist, wird sie von den Flüssen leicht ins Meer hinausgetragen und bildet hier ausgedehnte Ablagerungen. In der norddeutschen Ebene, die dem Inlandeise der Eiszeit ihre Entstehung verdankt, wechseln dagegen Ton-, Lehm- und Mergellager mit Sand und Kies schon auf kurze Entfernungen.

11. Tonschiefer.

Die Tonschiefer sind dichte, ausgezeichnet schiefrige Gesteine von grauer oder schwarzer Farbe; sie sind festgewordene Tone, die Wasser verloren haben und daher nicht mehr plastisch sind. Sie finden sich vornehmlich in älteren, aber auch in jüngeren Schichten, wenn diese starkem Gebirgsdruck ausgesetzt waren; die Schieferung ist senkrecht zur Druckrichtung und fällt nur ausnahmsweise mit der Schichtung zusammen. In den nicht gepreßten Silurschichten Rußlands und Schwedens finden sich Tone, die ebenso plastisch sind, wie unsere Diluvialtone. Nach der Art der schiefrigen Absonderung unterscheidet man:

Dachschiefer und *Tafelschiefer*, ebenschiefrig, läßt sich in dünne Platten spalten, von grauer oder blauschwarzer Farbe; wird in großen Steinbrüchen abgebaut: Rheinisches Schiefergebirge, Thüringer- und Frankenwald.

Griffelschiefer läßt sich in dünne Stengelchen spalten: Sonneberg in Thüringen.

Wetzschiefer, reich an Quarzkörnern und durchdrungen von Quarzmasse, sehr hart, graugelb; dient zu Schleif- und Wetzsteinen: Thüringen, Harz, Ardennen.

Mergelschiefer sind kalkreiche Tone; *Schiefertone* oder *Letten* bilden einen Übergang zu den plastischen Tonen.

12. Kalkstein.

Die geschichteten Kalksteine bestehen aus dichtem Kalkspat (vgl. S. 50), mehr oder weniger verunreinigt durch Ton, Eisen- und organische

Verbindungen. Ihr Calciumkarbonat entstammt ebenfalls wie Sand und Ton ursprünglich den Eruptivgesteinen, indem es durch Zersetzung von Calciumsilikaten (Oligoklas und Anorthit) gebildet wurde. Aber ungleich jenen ist es nicht als fester Körper weggeführt worden, sondern als doppeltkohlenaurer Kalk in Lösung. Nur in seltenen Fällen, bei der Bildung von Kalksinter, Tropfstein und Sprudelstein, kommt es zu einer direkten Abscheidung des Kalkes aus dieser Lösung. In unseren Seen und Meeren, deren Wasser nicht mit Calciumkarbonat gesättigt ist, kann der Kalk nur mit Hilfe der Organismen abgesondert werden. In den süßen Gewässern sind es namentlich Pflanzen (die Characeen oder Armleuchteralgen), die den Kalk aus dem Wasser aufnehmen und ihn nach ihrem Absterben in schwer löslicher Form auf dem Boden der Gewässer anhäufen (Wiesenkalk der norddeutschen Ebene). In den Meeren bewirken neben einigen Kalkalgen (Lithothamnium und Corallina) namentlich Tiere die Absonderung des Kalkes, und zwar sind es weniger die größeren Tiere, Mollusken und Echinodermen, nicht einmal die riffbauenden Korallen, sondern die mikroskopisch kleinen Foraminiferen oder Kreidetierchen, die in ungeheuren Mengen die Meere bevölkern, und deren winzige Schalen hauptsächlich den Kalkschlamm der Tiefe bilden. Etwas abgeschlammte weiße Kreide zeigt unter dem Mikroskope ebenfalls eine Menge dieser Foraminiferenschalen (Fig. 107). Wir können daher mit Sicherheit annehmen, daß die Kreide sich in derselben Weise gebildet hat, wie der heutige Tiefseeschlamm, und alles spricht dafür, daß auch den anderen dichten marinen Kalken eine gleiche Entstehungsweise zukommt.

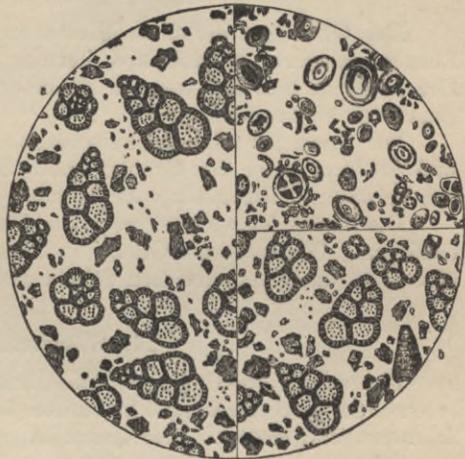


Fig. 107. Schlämrrückstand von Kreide.

Über Vorkommen und Verwendung des dichten Kalksteins, ebenso über Mergel und Dolomit, siehe in der Mineralogie Seite 51 u. 52. Eine besondere Art des Mergels, bei der der Sand im Zustande feinsten, staubartiger Verteilung zugegen ist, nennt man *Löß*. Der *Löß* in der oberrheinischen Tiefebene, in der Böhre bei Magdeburg und an der oberen Donau ist wohl aus dem Wasser abgelagert worden, während die mächtigen *Löß*-massen Chinas wahrscheinlich aus zusammengewehtem Staub entstanden sind.

Mergel und *Löß* bilden stets einen guten Ackerboden, weniger wegen des Gehaltes an Nährstoffen als vielmehr wegen ihrer günstigen physikalischen Eigenschaften. Deshalb sucht man einen rein tonigen Boden durch Kalkzusatz (Mergeln) zu verbessern, ohne jedoch damit einem Mangel an Kali oder Phosphorsäure abhelfen zu können.

Ueber *Steinsalz*, *Kalialze*, *Gips* und *Anhydrit*, die sich direkt aus dem Meerwasser beim Verdunsten desselben in nahezu abgeschlossenen Meeresbecken ausgeschieden haben, vgl. Mineralogie, ebenso über die *fossilen Kohlen*.

C. Die metamorphischen Gesteine oder kristallinischen Schiefer.

Hierher gehören Gesteine, die den Mineralbestand der Eruptivgesteine, dagegen die Schichtung der sedimentären Gesteine zeigen; sie sind stets versteinerungsleer. Sie liegen den eruptiven Gesteinen an und sind wahrscheinlich durch deren Einwirkung auf geschichtete Gesteine entstanden.

13. Gneis.

Der Gneis hat dieselben Mineralien wie der Granit, aber in parallelen Ebenen gelagert, so daß das Gestein ein grobschiefriges Gefüge erhält. Der Feldspat herrscht vor; er ist besonders groß ausgebildet in den sogenannten *Augengneisen*.

Der Gneis ist reich an akzessorischen Gemengteilen; besonders wichtig sind größere Lager von Graphit, z. B. bei Passau, von dichtem Quarz und von kristallinischem Kalk oder Marmor.

Der Gneis ist weit verbreitet und bildet ausgedehnte Massen in vielen Gebirgen. Glimmerarme Gneise in Sachsen von sehr heller Farbe heißen *Granulite*, die glimmerreichen führen zu dem folgenden Gestein über.

14. Glimmerschiefer.

Ein schiefriges Gemenge von Glimmer mit Quarz. Der Glimmer ist bei weitem vorherrschend, hellfarben bis schwarz, bildet parallelliegende Schuppen und Blätter. Der Quarz ist grau und bildet Körner oder Lagen.

Sehr reich an zufälligen Gemengteilen, die oft in schön ausgebildeten Kristallen auftreten (Granat, Turmalin, Hornblende, Talk). Reich an Erzgängen, enthält auch Nester von Graphit, Quarz und kristallinischem Kalk. Geht nicht selten in Talk- und Chloritschiefer über.

Sehr verbreitetes Gestein: Thüringen, Riesengebirge, Erzgebirge, Tiroler- und Schweizer Alpen, Schweden und Norwegen.

15. Phyllite oder Urtonschiefer.

Sie bilden mineralogisch und geologisch einen Übergang zu den sedimentären Tonschiefern und unterscheiden sich von diesen durch einen reichen Gehalt von Glimmerblättchen, die den seidenartigen Glanz der Schieferungsflächen hervorrufen. — Finden sich im Erzgebirge, Fichtelgebirge, Böhmerwald und liefern Dachschiefer.

Übersicht der wichtigsten Gesteinsarten.

Eruptivgesteine.

<i>Tiefen- gesteine</i>	<i>Erguß- gesteine</i>	<i>wesentliche Mineralien</i>
Granit	Porphyr	Kalifeldspat, Quarz und Glimmer; etwa 70 Proz. SiO_2
Syenit	Trachyt	Kalifeldspat, Hornblende; etwa 60 Proz. SiO_2
Gabbro	Basalt	Kalknatronfeldspat, Augit; etwa 50 Proz. SiO_2 .

Sedimentäre Gesteine.

Konglomerate	}	durch mechanische Zertrümmerung primärer
Sandsteine		Gesteine entstanden
Tongesteine	}	durch chemische Zersetzung primärer Ge-
Kalkgesteine		steine entstanden.
Gips		

Metamorphische Gesteine.

Gneis, enthält die Mineralien des Granits;
 Glimmerschiefer, enthält Glimmer und Quarz;
 Phyllite, sind glimmerhaltige Tonschiefer.

Außer den wenigen oben angeführten Gesteinen unterscheidet man noch zahlreiche andere; alle sind durch allmähliche Übergänge verbunden, so daß sich scharfe Grenzen zwischen den einzelnen Arten nicht festsetzen lassen. — Die einmal gebildeten Gesteine, sowohl die primären wie sekundären, sind fortwährenden langsamen Veränderungen unterworfen, die an der Oberfläche liegenden hauptsächlich durch mechanische Zertrümmerung und durch die chemische Einwirkung von Wasser und Luft, die in der Tiefe liegenden besonders durch Druck und die innere Erdwärme. Es wäre falsch zu denken, daß diese letzteren Umwandlungen immer nur die ältesten Sedimentärschichten betroffen haben. Wo die Verschiebungen der Erdkruste besonders stark gewesen sind, können auch jüngere Schichten, z. B. aus der Kreidezeit, in den Bereich der inneren Erdwärme gekommen sein, so daß ihre sandigen Tone zu Gneis und Glimmerschiefer, ihr Kalk zu Marmor, ihre Kohlen zu Graphit metamorphosiert wurde.

Durch die mechanische Zertrümmerung der obersten Gesteinsschichten wird die *Dammerde* geschaffen, der lockere Boden, in den die Wurzeln der Pflanzen eindringen können. Durch die chemische Zersetzung der weit verbreiteten Kali- und Kalknatronfeldspäte, der Hornblendens und Augite entstehen einerseits die Karbonate oder Bikarbonate von K, Na, Ca, Mg, Fe und freie Kieselsäure, wodurch den Pflanzen die wichtigsten Nährstoffe

in löslicher Form geboten werden, andererseits die Tone, die die Feuchtigkeit und die Nährsalzlösungen im Boden zurückhalten. Alle Eruptivgesteine enthalten ferner mikroskopische Kristalle von Apatit und Eisenkies, die bei der Verwitterung den Pflanzen den nötigen Phosphor und Schwefel in Form von löslichen Phosphaten und Sulfaten liefern.

Die Beschaffenheit des Gesteinsuntergrundes spiegelt sich im Landschaftsbild wieder; sie bedingt nicht nur die Oberflächengestalt, sondern auch die verschiedene Ausbildung der Vegetation. Hier steht auf einem weiten Sandsteinplateau, das nur durch einzelne tief eingerissene Schluchten aufgeschlossen ist, ein dichter Kiefernwald; die anstoßenden Kuppen und sanften Gehänge des Granits tragen hohe Fichten; einzelne kegelförmige Basaltberge sind mit Laubholz bedeckt, und die reichen Getreidefelder in der Talebene verdanken ihr Dasein den darunter liegenden Basalttuffen.

Indem der Mensch der Natur als Lehrmeisterin folgt, bemüht er sich, den Ackerboden zu verbessern. Am ehesten gelingt es ihm, dem Mangel an den nötigen Nährstoffen abzuhelpen, da er mit verhältnismäßig geringen Mengen von Phosphaten und Kalisalzen seinen Zweck erreicht. Schwieriger ist es, die physikalischen Eigenschaften des Bodens zu ändern. Wohl sucht man einen reinen Sandboden durch Zufuhr von Mergel, einen reinen Tonboden durch Sand und Kalk, einen Moorboden durch Ton, Sand und Kalk (Moorkultur) fruchtbar zu machen; oft aber scheitern diese Bemühungen an der Größe der zu bewegenden Massen.

Geologie.¹⁾

Nach der Theorie von *Kant* und *Laplace* ist die Erde gleich den anderen Planeten aus Massen entstanden, die von der Sonne abgeschleudert wurden und sich zu einer feurig-flüssigen Kugel zusammenballten. Durch Ausstrahlung in den Weltraum erkaltete diese allmählich. Es bildete sich eine starre Kruste, die Erdrinde, die durch die Einwirkung des heißen Erdinnern, des Wassers, der Luft und der Lebewesen mannigfache Umgestaltungen erfahren hat, bis sie schließlich ihre gegenwärtige Beschaffenheit erlangte.

I. Vom Erdinnern ausgehende Wirkungen.

Über den Zustand des Erdinnern ist man verschiedener Meinung; doch kann man aus den Beobachtungen in Bergwerken, bei Tunnelbauten und Tiefbohrungen (Bohrloch bei Paruchowitz in Schlesien bis 2002 m) mit größter Wahrscheinlichkeit folgern, daß in ihm eine sehr hohe Temperatur herrscht (durchschnittliche Temperaturzunahme von 1° C für 30 m, *geothermische Tiefenstufe*).

1. Gebirgsbildung.

Bei der fortschreitenden Abkühlung mußte die Erde sich zusammenziehen und die starre Erdrinde Falten bilden gleich den Runzeln auf der Schale eines austrocknenden Apfels. Dadurch bildeten sich Faltengebirge (Fig. 108), zu denen die ausgedehntesten und höchsten Ge-

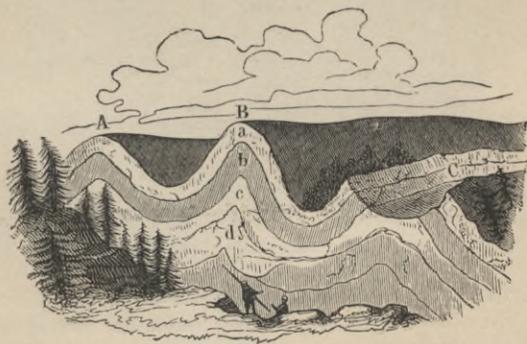


Fig. 108. Gefaltetes Gebirge.

A und B Sattel, C Luftsattel, a—d gefaltete Schichten.

¹⁾ γῆ Erde, λόγος Lehre.

birge der Erde, wie die Alpen und Anden, gehören. Bei Zunahme der Spannung entstanden Spalten (Bruchlinien), und es bildeten sich, wie auf

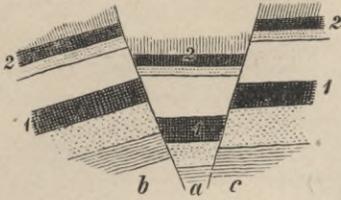


Fig. 109. Verwerfung.

senken sich die deutsche Nord- und Ostseeküste, während sich Skandinavien hebt, (Strandverschiebungen).

2. Vulkane.

So lange die Erdrinde nur eine dünne Kruste bildete, ergoß sich das glutflüssige Magma häufig durch Spalten an die Oberfläche, wo es in Form der verschiedenen

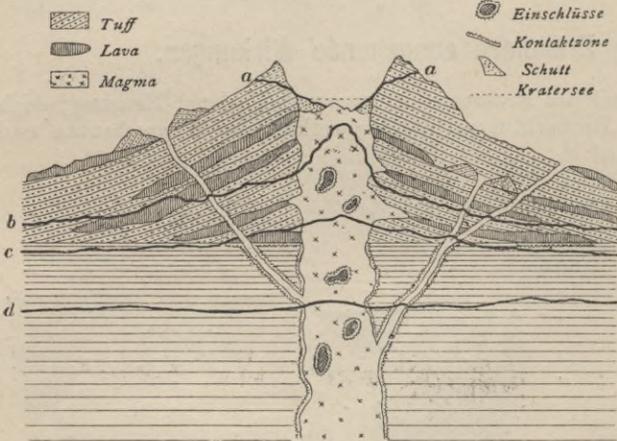


Fig. 110. Durchschnitt durch einen Vulkan. Die Linien *aa*, *bb*, *cc*, *dd* zeigen verschiedene Stufen der Abtragungen.

erfolgt durch Aufschüttung, indem die bei der Eruption herausgeschleuderten Materialien (Bomben, Lapilli ¹⁾ und Asche) zusammen mit der ergossenen Lava um die Auswurfsöffnung einen Wall aufschichten, der durch jeden neuen Ausbruch wächst (Fig. 110).

¹⁾ *lapilli* (ital.) Steinchen.

Ergußgesteine erstarrte. Später wurden die Eruptionen spärlicher, und gegenwärtig beschränken sie sich auf die sogenannten feuerspeienden Berge oder Vulkane. Diese sind meist kegelförmig gestaltete Berge, auf deren abgestumpftem Gipfel sich die trichterförmige Auswurfsöffnung, der Krater, befindet. Die Bildung des Vulkankegels

Die so gebildeten Vulkane sind von sehr verschiedener Höhe. Der Monte Nuovo bei Neapel wurde im Jahre 1538 in 48 Stunden mitten aus einer Ebene heraus zu 139 m Höhe aufgeschüttet. Der Vesuv ist 1282 m und der Aetna 3300 m hoch. Auch die Kraterweite ist sehr verschieden, beim Vesuv 600 m, beim Kilauea auf Hawaii 4700 m.

Häufig bilden sich auf dem Kraterboden neue Vulkankegel, und der alte Kraterrand erscheint dann als äußere Umwallung derselben (Somma des Vesuvs Fig. 111). Auch werden öfters die Seitenwände eines

Vulkans aufgebrochen, und neue kleinere Auswurfskegel entstehen an denselben (parasitische Krater).

Man unterscheidet tätige und erloschene Vulkane, doch ist eine strenge Scheidung nicht möglich. So galt der Vesuv vor seinem Ausbruch im Jahre 79 n. Chr. für einen erloschenen Vulkan. Seitdem wechseln bei ihm wie bei anderen tätigen Vulkanen heftige Ausbrüche (Eruptionen) mit mehr oder minder langen Perioden verhältnismäßiger Ruhe, in denen nur Schlacken, Asche oder gar nur Dämpfe ausgestoßen werden. Sehr wenige Vulkane sind in beständiger Tätigkeit, wie der Stromboli auf den Liparischen Inseln.

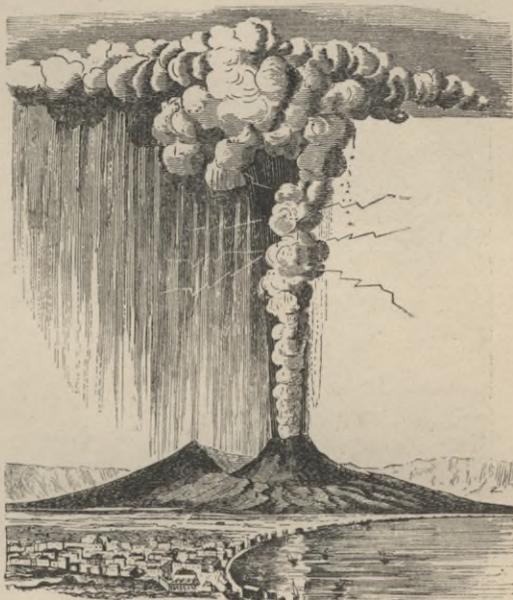


Fig. 111. Ausbruch des Vesuvs vom Okt. 1822.

Vorboten einer Eruption sind von unterirdischem Getöse begleitete Erderschütterungen und Aufsteigen einer Dampf- und Aschenwolke, die sich pinienartig ausbreitet und nachts durch den Widerschein der glühenden Lava erleuchtet wird. Die hochgespannten Dämpfe schleudern dann größere und kleinere Fetzen der zähflüssigen Lava aus dem Krater heraus, die in der Luft erstarren und als Schlacken oder Bomben entweder wieder in den Krater zurückfallen oder an seiner Außenwand herunterrollen. Endlich steigt die Lava im Innern höher und höher, bis sie über den Rand des Kraters abfließt, oder aus seitlichen Spalten als Lavastrom sich ergießt.

Vulkane liegen in Gruppen (die erloschenen Vulkane des böhmischen Mittelgebirges, der Eifel, Rhön und Auvergne) oder häufiger in Reihen, vielfach längs den Meeresküsten (den Bruchlinien der Kontinente), z. B. rings um den Großen Ozean. Tätige Vulkane zählt man je nach der Auffassung

200 bis 680, auf Java allein 45 bis 75. Der europäische Kontinent hat nur einen tätigen Vulkan, den Vesuv. Auf den Mittelmeerinseln befinden



Fig. 112. Glutwolke des Mont Pelé, Martinique. vom Okt. 1903, das Meer erreichend.

sich 6, unter ihnen der Ätna auf Sizilien, der Stromboli auf den Liparischen Inseln und die Santoringruppe im Ägäischen Meer.

Die durch die Vulkan- ausbrüche bewirkten Ver- heerungen werden teils durch Lavaströme verursacht (1669 zerstörte ein Lavaström des Ätna 14 Ortschaften), teils durch Aschenregen, wie bei der Verschüttung von Pompeji im Jahre 79, teils durch heiße und giftige Gase, wie bei dem Ausbruch des Mont Pelé im Jahre 1902, bei dem in wenigen Sekunden durch eine Glutwolke die gesamte Bevölkerung von St. Pierre vernichtet wurde. — Bei den unterseeischen Ausbrüchen entstehen öfters neue Inseln, während alte zertrümmert oder vernichtet werden, z. B. bei dem Ausbruch des Krakatau in der Sundastraße im Jahre 1883. Wenn die neuentstandenen Inseln nur aus lockerem Material bestehen, werden sie bald wieder weg- gespült, wie die Insel Ferdin- andea, die 1831 bei Sizilien auftauchte.

3. Fumarolen, Solfataren, Mofetten.

Auch nach dem Erlöschen der Vulkane macht sich die vulkanische Tätigkeit noch lange bemerkbar, besonders durch das Ausströmen von Wasserdampf in den Fumarolen, Schwefelwasserstoff und Schwefeldioxyd in den Solfataren (Entstehung von Schwefel- und Gipslagern), Kohlendioxyd in den Mofetten (Hundsgrotte bei Neapel, Burgbrohl in der Eifel).

4. Heiße Quellen.

Vorzugsweise in vulkanischen Gegenden finden sich kohlen säurehaltige und heiße Quellen (Säuerlinge und Thermen), die oft große Mengen von Salzen in Lösung enthalten und als Mineralwässer zu Heilzwecken benutzt

werden (Baden-Baden 86°, Karlsbader Sprudel 75°, Kochbrunnen in Wiesbaden 68°, Aachen 55°, Ems 50°, Teplitz 37°). An den Mündungen dieser Quellen bilden sich Ablagerungen von Kiesel- und Kalksinter. Reich an heißen Quellen ist Island (der Große Geisir und Strokr), Neuseeland und besonders der Nationalpark in Nordamerika (Fig. 113). Geisir oder Geiser nennt man allgemein heiße Springquellen, die in kürzeren oder längeren Zwischenräumen Wasserstrahlen (bis 45 m hoch) in die Luft senden (Theorie von Bunsen).

5. Erdbeben.

Mit den Vulkanausbrüchen sind meist auch Erschütterungen der Erdoberfläche verbunden (*Vulkanbeben*). Eben solche Erschütterungen begleiten die in der Erdkruste vor sich gehenden Verschiebungen (*tektonische Beben*). Endlich unterscheidet man noch *Einsturzbeben*, die durch Zusammenbrechen



Fig. 113. Old Faithful Geysir im Yellowstone-Park (nach Momentaufnahme).

unterirdischer Hohlräume entstehen.

Die Erschütterung geht entweder von einem in der Tiefe liegenden Punkt aus (*zentrale Beben*) oder von einer Linie, der *Schütterlinie* (*lineare Beben*). Sehr häufig finden Erdbeben längs geologischer Bruchlinien statt. Der Erdbebenherd liegt in verschiedener Tiefe, aber immer innerhalb der Erdkruste. Die über ihm gelegenen Gegenden werden von einem senkrechten, die anderen von einem mehr oder weniger schrägen Stoß getroffen. Aus der Stoßrichtung und genauen Zeitangabe läßt sich die Lage des Ursprungsherd (Zentrum) und die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Erdbebenwellen berechnen. Der senkrecht über dem Zentrum an der Erdoberfläche gelegene Punkt heißt *Epizentrum*. Die Dauer eines Erdbebens ist sehr verschieden. Mitunter erfolgt nur ein

Stoß (Lissabon 1755), meist aber mehrere, verbunden mit unterirdischen Geräuschen. Wohl in jeder Minute ist ein oder der andere Teil der Erdoberfläche in Bewegung. Bisweilen liegt das Zentrum des Erdbebens unter der Meeresoberfläche (Seebeben).

Zur Beobachtung der Erdbeben sind an verschiedenen Orten Erdbebenstationen, die mit Meßinstrumenten (Seismographen) ausgestattet sind, eingerichtet worden (Haupterdbebenstation Deutschlands in Straßburg).

Die Wirkungen eines Erdbebens sind oft noch verheerender als die der Vulkanausbrüche. Sie bestehen in der Bildung von Spalten, Hervorrufung von Bergstürzen und Flutwellen und Zerstörung von Bauten. So vernichtete das Erdbeben von Lissabon (1755) in 5 Minuten 32000 Menschenleben, das Erdbeben von Kalabrien (1783) 400 Städte und 100000 Menschen, das Erdbeben von Caracas (1812) 10000 Menschen, das Erdbeben von Ecuador (1868) in 15 Minuten 40000 Menschen, das Erdbeben von Chios (1880) 14000 Häuser und 3500 Menschen, das Erdbeben von Ischia (1883) 2280 Häuser und 2400 Menschen.

II. Die Wirkungen des Wassers.

1. Chemische Tätigkeit.

Das Regenwasser dringt in den Boden ein und durchfeuchtet denselben (*Bodenfeuchtigkeit*). Die einzelnen Erdschichten sind verschieden durchlässig, Kies und Sand in hohem Grade, Ton und Lehm dagegen, wenn sie sich einmal vollgesogen haben, fast gar nicht. Auf geneigten und undurchlässigen Schichten fließt das *Grundwasser* abwärts, bis es in Quellen zutage tritt.

Beim Durchdringen der Erdschichten löst das Wasser viele Mineralien, z. B. Steinsalz und Gips. Erhöht wird die Lösungsfähigkeit durch Aufnahme von Kohlendioxyd, indem Karbonate als saure Salze gelöst, Silikate zersetzt werden (vgl. S. 68). So entstehen im Kalkgebirge Höhlen und unterirdische Flußläufe. Besonders auflösungsfähig ist das Wasser heißer und unter hohem Drucke stehender kohlenäurehaltiger Quellen. Der Karlsbader Sprudel enthält in 1000 Gwt. 5,4 Gewichtsteile fester Substanz gelöst. Die gelösten Salze werden zum Teil dem Meere zugeführt, zum Teil setzen sie sich in Hohlräumen und Spalten ab (Kristalldrüsen, Stalaktiten und Stalagmiten, Erzgänge), zum Teil auch werden sie von Pflanzen und Tieren aufgenommen.

2. Mechanische Tätigkeit.

Augenfälliger als die chemische Wirkung ist die mechanische des bewegten Wassers. Mächtige Geröllmassen und selbst große Blöcke werden durch Wildbäche, Muren und Lawinen von den Abhängen der Gebirge hinab befördert und bei weiterem Transport durch gegenseitiges Aneinanderschlagen und Reiben zu immer kleinerem Material verarbeitet. Im Mittellauf führt der Strom nur die kleineren Gerölle mit sich fort. An Stellen geringerer Strömung werden Schotter und Kies in Bänken abgelagert und dadurch vielfach Änderungen des Flußlaufes hervorgerufen (Serpentinen). Im Unterlauf wird nur noch feiner Schlamm mitgeführt, der an der Mündung zum Absatz gelangt (Deltabildung). Die durch *Erosion* (Auswaschung)

entstandenen Flußtäler sind je nach der Stärke der Strömung und der Natur des Untergrundes verschieden, teils tiefe Schluchten mit beinahe



Fig. 114. Niagarafälle. *s* Sandstein, *t* Mergel und Schiefertone, *k* silurischer Kalk. Die Fortsetzung der Kalkbank, die der Fluß schon durchschnitten hat, ist punktiert.

senkrechten Wänden (Cañons des Colorado), teils breite Täler mit sanft geneigten Gehängen. Bei starkem Gefälle entstehen Strudel und Wasserfälle. Infolge von Unterwaschungen gehen die Niagarafälle (Fig. 114) jährlich um zirka 65 cm zurück, woraus sich für die Erosion der 12 km langen Schlucht des Niagarafusses ein Zeitraum von 18000 Jahren berechnet. Auch die Steilufer der Flüsse erleiden eine fort-dauernde Abspülung, besonders an der Außenseite der Krümmungen.



Fig. 115. Brandung.
a Sandstein, *b* Ton, *c* herabgestürzte Blöcke, *d* Brandungswelle.



Fig. 116. Der Mittagstein im Riesengebirge.

Ebenso werden die steilen Meeresufer durch die Brandung (Fig. 115) unterwaschen und weggespült (Kirche bei Hof an der pommerschen Küste, Helgoland). Durch Ausspülung von weichem und lockerem Material entstehen groteske Felsformen (Mittagstein auf dem Kamm des Riesengebirges (Fig. 116), Sandsteinfelsen der sächsischen Schweiz, Erdpyramiden bei Bozen).

Auch in fester Form als Eis wirkt das Wasser auf die Gestalt der Erdoberfläche ein. Gleich den Strömen schaffen die *Gletscher* (Fig. 117) große Massen von Gesteinsmaterial von den Gebirgen in die Ebene. Die von den Gehängen auf die Gletscher herabfallenden Blöcke werden von



Fig. 117. Ideale Gletscherlandschaft (nach F. Simony).

diesen abwärts geführt und häufen sich an der Gletscherstirn zu der Stirn- oder Endmoräne zusammen, oder sie gelangen durch Spalten bis auf die Sohle des Gletschers und werden dort zur Grundmoräne zerrieben. Die Sohle und die Seitenwände des Gletschers werden durch die im Eise eingeschlossenen Felsstücke in der Bewegungsrichtung des Gletschers geritzt, geschrammt und geschliffen; Erhebungen werden abgerundet (Rundhöcker). Wo Schmelzwasser von der Oberfläche der Gletscher durch Spalten in die Tiefe stürzen, bilden sich Strudel (Gletschermühlen), durch die auf felsigem Untergrunde mittels großer Geröllsteine tiefe Löcher (Gletschertöpfe, Riesenkessel) herausgearbeitet werden.

Den gebirgsbildenden Kräften des Erdinnern wirkt das Wasser entgegen. Bei alleiniger Tätigkeit würde es einen vollständigen Ausgleich aller Unebenheiten bewirken.

III. Die Wirkungen der Luft.

Die Oberfläche der Gesteine wird durch den atmosphärischen Sauerstoff unter Mitwirkung des Wassers und der Kohlensäure mehr oder weniger verändert; sie verwittert. Es finden dabei chemische Umwandlungen statt;

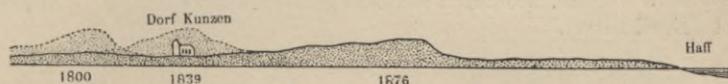


Fig. 118. Wandernde Düne auf der kurischen Nehrung.

Schwefelmetalle liefern Vitriole, Feldspäte geben Alkalikarbonate und lösliche Kieselsäure unter Zurücklassung von Kaolin oder Ton. Fast gar nicht angegriffen wird der Quarz, daher bleibt bei der Verwitterung quarz- und feldspathaltiger Gesteine (Granit, Gneis) ein sandiger Lehm oder Ton zurück. Durch die Verwitterung wird der Zusammenhang der Gesteine



Fig. 119. Lößlandschaft in China (Prov. Shansi).

gelockert, indem die löslichen Produkte durch den Regen ausgelaugt werden. Starke Temperaturwechsel führen gleichfalls eine Zertrümmerung der Gesteine herbei, wobei namentlich die Sprengwirkung des in Spalten gefrierenden Wassers von Einfluß ist. Schließlich wird unter Mitwirkung

der Vegetation und auch der Tiere (humusbildende Tätigkeit des Regenwurms) der fruchtbare Ackerboden gebildet.

Die bewegte Luft, der *Wind*, übt eine mechanische Tätigkeit aus. Vulkanische Aschen werden durch die Luftströmung über ein weites Gebiet verteilt. Seewinde häufen an flachen Küsten den Sand in Dünen an, die landeinwärts wandern und dabei Dörfer und Wälder verschütten (Fig. 118). Aus hochgelegenen wüsten Gegenden führen die Winde den Staub in die Ebenen, wo er sich als Löß, eine lehmgelbe, feinerdige Masse, ablagert. Ausgeprägte Lößlandschaften mit tief eingeschnittenen, steilwandigen Tälern finden sich namentlich in China (Fig. 119). Durch den vom Winde mitgeführten Sand werden, wie durch ein Sandgebläse, starke *Abrasionswirkungen* ausgeübt (Dreikanter).

IV. Einflüsse der Pflanzen- und Tierwelt.

Die Vegetation, namentlich die niedere (Flechten, Algen und Moose), spielt eine wichtige Rolle bei der Zerbröckelung und Verwitterung der Gesteine. Ihr verdanken auch Torf, Braunkohlen und Steinkohlen ihre Entstehung.

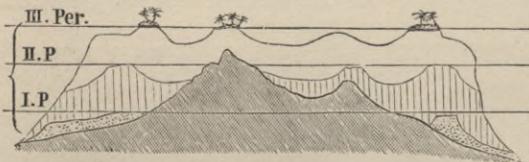


Fig. 120. Erste Periode: Küstenriff; zweite Periode: Dammriff; dritte Periode: Atoll.

gewächse (Characeen). Von größerer Bedeutung für die Abscheidung des kohlensauren Kalks ist die Tierwelt. Foraminiferen, Korallen, Echinodermen, Mollusken bilden aus dem im Wasser gelösten kohlensauren Kalk ihre Gehäuse, die sich wieder am Boden zu mächtigen Kalkschichten ablagern oder zu Riffen und Inseln aufbauen (Fig. 120). Auch der Mensch trägt zur Umbildung der Erdoberfläche bei (Kanalbauten, Flußregulierungen, Tal-sperren, Dünenbefestigungen, Deiche).

V. Erdgeschichte.

Erst als die Abkühlung des Erdballs so weit vorgeschritten war, daß sich das Wasser in flüssiger Form auf der Oberfläche sammeln und seine Tätigkeit beginnen konnte, bildeten sich sedimentäre Ablagerungen. Die Aufeinanderfolge derselben bietet ein Mittel, die Veränderungen, welche die Erdoberfläche seitdem erfahren hat, in ihrem zeitlichen Zusammenhang zu verstehen. Aber die ursprüngliche horizontale Lagerung der Sedimente

ist fast nirgends ungestört geblieben. Durch die Bewegungen der Erdkruste sind sie mehr oder weniger, mitunter bis zur Überkippung geneigt oder durch Verwerfungen (Fig. 109) in ihrem Zusammenhang unterbrochen worden. Auch fehlen sehr häufig Zwischenglieder, sei es, weil sie nachträglich zerstört worden sind, sei es, weil sich während einer Festlandsperiode überhaupt keine Absätze bildeten.

Bei geneigten Schichten (Fig. 121) bestimmt man den Grad der Neigung, das *Fallen*, durch den Winkel, den $v-f$ mit der Horizontalebene bildet, das *Streichen* durch die Kompaßrichtung von $s-t$. — Haben aufeinander gelagerte Schichten den gleichen Fallwinkel, so heißen sie *konkordant* (Fig. 122), im anderen Falle *diskordant* (Fig. 123).

Danach wäre es vielfach unmöglich, die Altersfolge der Sedimente festzustellen, wenn nicht die in ihnen enthaltenen Versteinerungen, mit deren Studium sich eine eigene Wissenschaft, die *Paläontologie*, beschäftigt, einen Anhalt böten. Freilich bilden auch diese Reste

nur lückenhafte Urkunden, da in der Regel nur feste Teile, wie Schalen der Mollusken und Panzer der Krebse, erhalten sind, und auch diese häufig nur in Abdrücken oder Steinkernen.

Die ältesten Schichten zeigen keine Spur von organischem Leben. Dann erscheinen zunächst die Reste von niederen Pflanzen und Tieren, die im Meere lebten. Nach den Veränderungen, die die Tier- und Pflanzenwelt, durch das Aussterben alter und das Auftreten neuer, meist

höher entwickelter Formen, durchmachte (siehe Tabelle auf Seite 106), teilt man die Entwicklungs-

geschichte der Erdrinde, gleich der Geschichte der Menschen in Zeitalter und Perioden. Die innerhalb einer Periode entstandenen Ablagerungen, die aus sehr verschiedenen Gesteinen

bestehen können, bilden eine Formation; die für sie charakteristischen Tier- und Pflanzenversteinerungen sind ihre *Leitfossilien*. Mit Hilfe derselben gelingt es meist, das relative Alter der Formationen festzustellen. Für ihr absolutes Alter dagegen und ihre Zeitdauer sind wir auf ganz unsichere Schätzungen angewiesen.

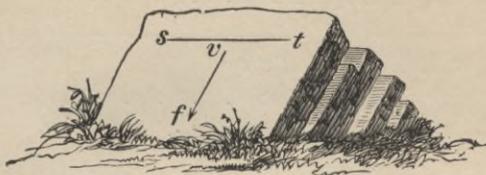


Fig. 121. Streichen ($s-t$) und Fallen ($v-f$).

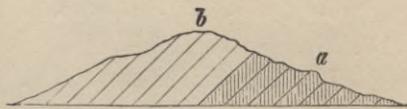


Fig. 122. Konkordante Schichten.

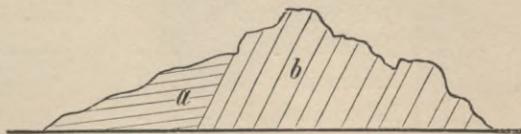


Fig. 123. Diskordante Anlagerung.

Zeitliche Verbreitung einiger Pflanzen- und Tierklassen	Palaeozoisch					Mesozoisch		Känozoisch				
	Kambrium	Silur	Devon	Karbon	Perm	Trias	Jura	Kreide	Tertiär	Diluvium	Alluvium	
Algen	—————											
Gefäßkryptogamen				—————	—————							
Koniferen (inkl. Cordaites)			—————	—————	—————	—————	—————					
Cykadeen				—————	—————	—————	—————	—————				
Palmen ¹⁾							—————	—————	—————	—————		
Dikotyle Pflanzen								—————	—————	—————	—————	
I. Protozoa, Urtiere												
Foraminiferen				—————	—————			—————	—————	—————	—————	
II. Coelenterata, Hohltiere												
Schwämme		—————	—————	—————	—————			—————	—————	—————	—————	
Korallen		—————	—————	—————	—————			—————	—————	—————	—————	
Graptolithen	—————											
III. Echinodermata, Stachelhäuter												
Krinoiden			—————	—————	—————			—————	—————	—————	—————	
Seeigel								—————	—————	—————	—————	
IV. Vermes, Würmer												
Brachiopoden	—————	—————	—————	—————	—————							
V. Arthropoda, Gliederfüßer												
Trilobiten	—————	—————	—————	—————	—————							
VI. Mollusca, Weichtiere												
Schnecken	—————	—————	—————	—————	—————			—————	—————	—————	—————	
Cephalopoden	{ Orthoceratiten Goniatiten Ammoniten Belemniten	—————	—————	—————	—————			—————	—————	—————	—————	
		—————	—————	—————	—————			—————	—————	—————	—————	
		—————	—————	—————	—————	—————	—————	—————	—————	—————	—————	—————
		—————	—————	—————	—————	—————	—————	—————	—————	—————	—————	—————
VII. Vertebrata, Wirbeltiere												
Fische		—————	—————	—————	—————			—————	—————	—————	—————	
Reptilien ²⁾						—————	—————	—————	—————	—————	—————	
Vögel								—————	—————	—————	—————	
Säugetiere								—————	—————	—————	—————	
Mensch									—————	—————	—————	

¹⁾ Mit Sicherheit erst in der Kreide. — ²⁾ Amphibien schon im Karbon

A. Die Urzeit, archaisches¹⁾ Zeitalter.

Hierher rechnet man mächtige, hauptsächlich aus kristallinen Schiefen (Gneis, Glimmerschiefer und Phyllit) bestehende Schichten, die große Teile der Erdoberfläche bedecken. Organische Reste sind bisher in ihnen nicht nachgewiesen worden, dagegen sind sie reich an Erzlagern.

B. Das Altertum, paläozoisches²⁾ Zeitalter.

Es gehören hierher die vier Formationen: [1. Silur, 2. Devon, 3. Karbon, 4. Perm.

1. Silur.³⁾

Die ältesten vorzugsweise aus Tonschiefern und Sandsteinen bestehenden Schichten mit einer ziemlich armen ausschließlich marinen Fauna (besonders

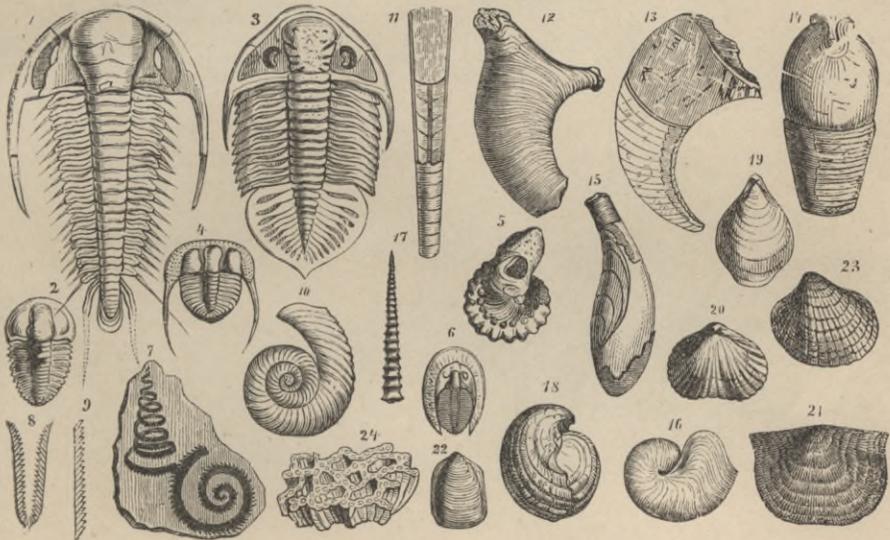


Fig. 124. Silurische Versteinerungen.

- 1 *Paradoxides bohemicus*. 2 *Ellipsocephalus Hoffi*. 3 *Dalmanites Hausmanni*. 4 *Trinucleus ornatus*. 5 *Phacops cephalotes*. 6 *Harpes venulosus*. 7 *Graptolithus turriculatus* und *convolutus*. 8 *Graptolith. bifidus*. 9 *Grapt. Römeri*. 10 *Lituites*. 11 *Orthoceras*. 12 *Phragmoceras*. 13 *Cyrtoceras*. 14 *Gomphoceras*. 15 *Ascoceras*. 16 *Bellerophon bilobatus*. 17 *Tentaculites ornatus*. 18 *Pentamerus Knightii*. 19 *Terebratula melonica*. 20 *Rhynchonella Wilsoni*. 21 *Leptaena depressa*. 22 *Lingula Davisii*. 23 *Cardiola interrupta*. 24 *Halysites catenularia*.

¹⁾ ἀρχαῖος uralt. — ²⁾ παλαιός alt, ζῶον Geschöpf. — ³⁾ nach dem keltischen Volksstamm der Silurer in Wales.

Trilobiten Fig. 124, 1 und Brachiopoden) werden auch als *Cambrium* einer besonderen Formation zugerechnet. Im eigentlichen Silur ist die Fauna schon reicher. Neben Trilobiten (Fig. 124, 3—6) und Brachiopoden (Fig. 124, 18—22) kommen namentlich Cephalopoden (Fig. 124, 10—15), Korallen (Fig. 124, 24) und Graptolithen (Fig. 124, 7—9) in zahlreichen Formen vor. In den oberen Schichten treten schon Landtiere (Skorpione) und die ersten Wirbeltiere (Panzerfische) auf. In Deutschland findet sich Silur im Fichtelgebirge, Franken- und Thüringerwald, Erzgebirge und unter den Diluvialgeschieben Norddeutschlands. Weit verbreitet sind silurische Ablagerungen in Böhmen, England, Skandinavien, Rußland und besonders in Nordamerika.

2. Devon.¹⁾

Die ersten Landpflanzen erscheinen. Die Fauna ist reich an Korallen (Fig. 125, 1), Krinoiden (Fig. 125, 2), Brachiopoden (Fig. 125, 3—7), Cepha-

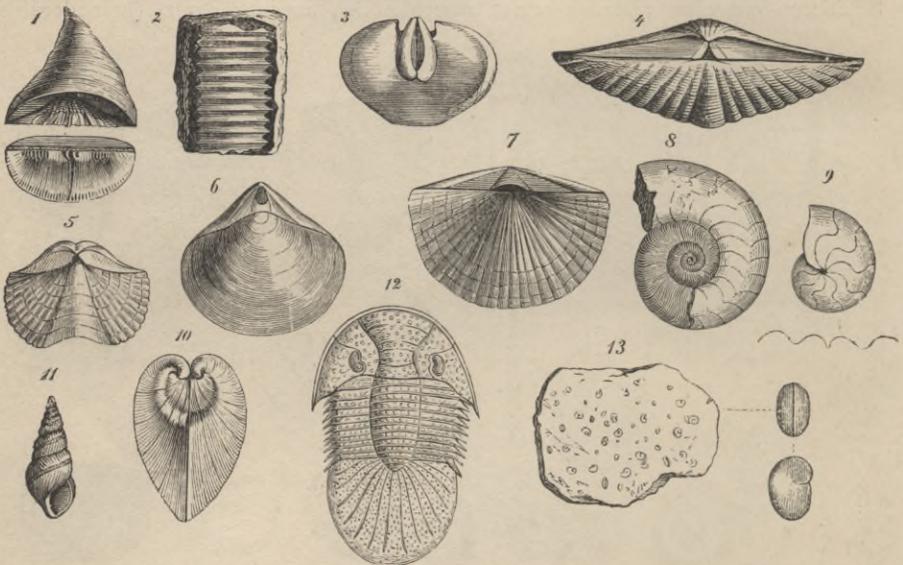


Fig. 125. 1 *Calceola sandalina*, Deckelkoralle. 2 *Cyathocrinus*, Schraubenstein. 3 Steinkern einer *Orthis*. 4 *Spirifer speciosus*. 5 *Spirifer ostiolatus*. 6 *Stringocephalus Burtini*, 7 *Orthis umbraculum*. 8 *Clymenia undulata*. 9 *Goniatites retrorsus*. 10 *Megalodon cucullatus*. 11 *Murchisonia bilineata*. 12 *Bronteus flabellifer*. 13 *Cypridina serrato-striata*, Muschelkrebs.

lopoden (Fig. 125, 8—9) und Fischen. Dagegen treten die Trilobiten (Fig. 125, 12) zurück. In Deutschland ist das Devon besonders im rheinischen Schiefergebirge entwickelt. Weit verbreitet ist es in England, Ruß-

¹⁾ nach der englischen Grafschaft Devonshire.

land und besonders in Nordamerika. Während der Devonperiode fanden zahlreiche Durchbrüche von Diabas statt. Auch ist das Devon reich an Erzlagerstätten.

3. Karbon¹⁾ oder Steinkohlenformation.

Das Karbon ist ausgezeichnet durch die große Anzahl von Steinkohlenflözen, die sich innerhalb seiner Schichten finden. Es gliedert sich in zwei Abteilungen, den unteren flözleeren Kohlenkalk und das obere produktive Steinkohlengebirge. In der besonders reichentwickelten Flora herrschen



Fig. 126. Landschaft der Steinkohlenzeit nach Potonié.

die Gefäßkryptogamen vor (Schachtelhalme, Bärlappgewächse, Farne). Koniferen (*Cordaites*) sind noch die einzigen Vertreter der Blütenpflanzen. Außer Meerestieren (Mollusken, Brachiopoden, Krinoiden, Korallen) finden sich von Landtieren Gliederfüßer und die ersten Amphibien (*Stegocephalen*). Die wichtigsten Steinkohlengebiete Deutschlands sind: 1. Das Becken von Saarbrücken, 2. das westfälische an der Ruhr, 3. das niederschlesische bei Waldenburg und 4. das oberschlesische bei Gleiwitz. Reich an Steinkohlen sind Böhmen, Mähren, ganz besonders aber Belgien, England, Nordamerika und China (Schantung). Auch in hohen Breiten, in Spitzbergen und Novaja Semlja, finden sich Steinkohlenlager der Karbonformation.

¹⁾ *carbo* Kohle.

4. Perm¹⁾ oder Dyas.²⁾

In Deutschland unterscheidet man zwei Abteilungen. Die untere, ein meist roter Sandstein mit Resten von Landpflanzen, Gliederfüßern, Fischen

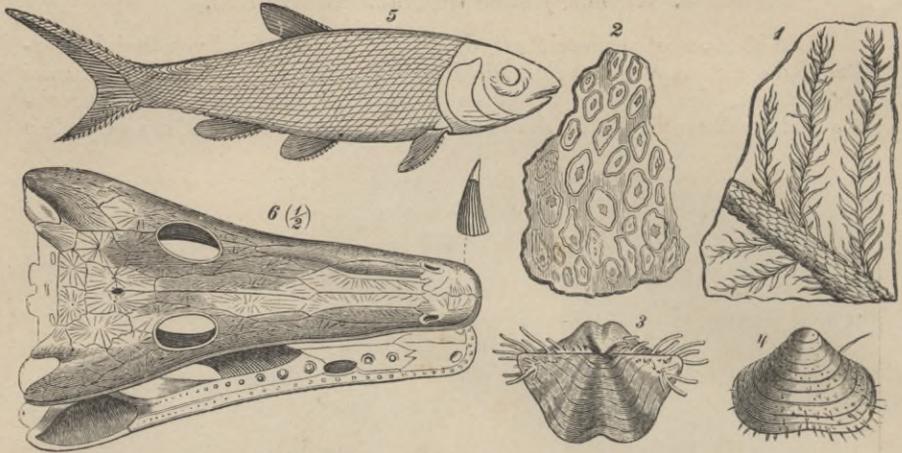


Fig. 127. Perm-Versteinerungen.

1 *Walchia piniformis*. 2 *Psaronius asterolithus* (Starstein) im Querschnitt, verkieselter Stamm eines Baumfarns. 3 *Productus horridus*. 4 *Strophomena excavata*. 5 *Palaeoniscus* Freieslebeni. 6 *Archegosaurus Decheni*, Schädel nebst Zahn.

und Amphibien bildet das *Rotliegende*, die obere meist aus Kalk und Ton bestehende mit Einlagerungen von Gips und Steinsalzbänken (Sperenberg, Staffurt Fig. 128) den *Zechstein*. Zu letzterem gehört der an Fischresten

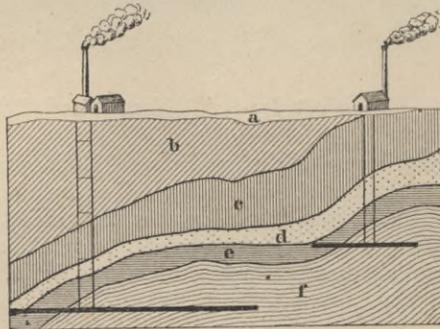


Fig. 128. Profil des Steinsalzlagers von Staffurt.

a Diluvium, b Buntsandstein, c Gips, d Mergel, e Abraumalze, f Steinsalz.

¹⁾ nach dem Gouvernement Perm in Rußland. — ²⁾ Zweiheit.

(Fig. 127, 5) reiche Mansfelder Kupferschiefer. In der Flora der Permperiode sind Koniferen (Fig. 127, 1) schon reicher vertreten. Die Fauna weist die ersten Reptilien auf (Fig. 127, 6).

C. Das Mittelalter oder mesozoisches¹⁾ Zeitalter.

Hierher gehören die drei Formationen: Trias, Jura und Kreide.

1. Trias.²⁾

Diese gliedert sich in Deutschland in drei Abteilungen: *Buntsandstein*, *Muschelkalk* und *Keuper*. Der *Buntsandstein* besteht größtenteils aus einem meist rot gefärbten Sandstein, der das Baumaterial für die Dome von Worms, Speier und Straßburg und für das Heidelberger Schloß geliefert hat. Die spärlichen pflanzlichen Reste beschränken sich auf Schachtelhalme



Fig. 129. Fährten von Chirotherium von Heßberg.

(Fig. 130, 2), Farne und Nadelhölzer (Fig. 130, 1). Für die Fauna sind die Fährten von einem Amphibium (Chirotherium Fig. 129) bemerkenswert.

Der *Muschelkalk* besteht hauptsächlich aus Kalksteinen mit zahlreichen Resten von Meerestieren. Charakteristische Versteinerungen sind Krinoiden (Fig. 130, 3), Brachiopoden (Fig. 130, 4), Muscheln (Fig. 130, 5—7), Schnecken (Fig. 130, 8), Kopffüßer (Fig. 130, 9), langschwänzige Krebse (Fig. 130, 10) und Meereidechsen (Fig. 130, 11, 12).

¹⁾ μέσος mittlerer, ζῶον Geschöpf. — ²⁾ Dreiheit.

Der *Keuper* setzt sich meist aus bunten Mergeln und Tonen zusammen, die stellenweise Gips und Steinsalz führen. In der ziemlich armen Fauna ist das Auftreten von Säugetieren (Zahn eines Beuteltieres) bemerkenswert.

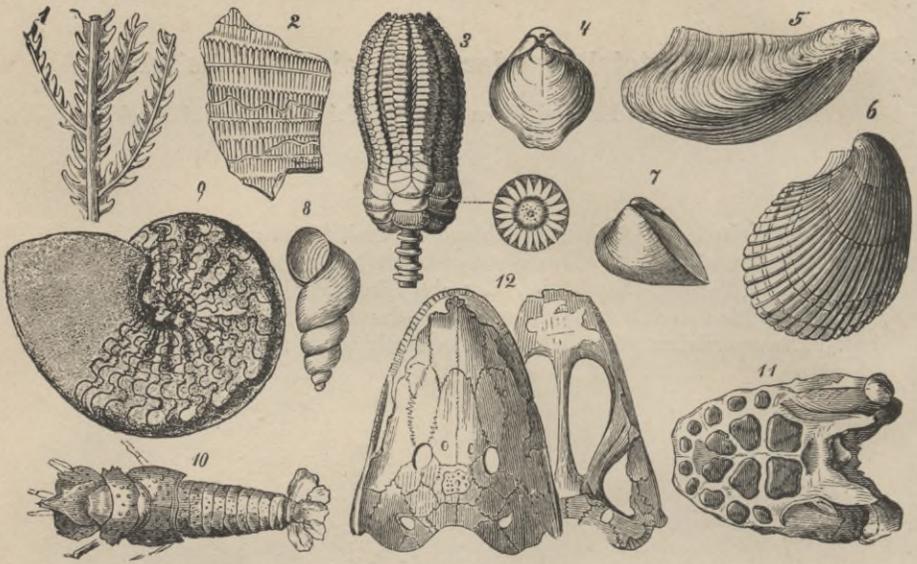


Fig. 130. Triasversteinerungen.

1 *Voltzia heterophylla*. 2 *Equisetum columnare*. 3 *Encrinurus liliiformis* (Krone und Stielglied). 4 *Terebratulula vulgaris*. 5 *Gervillia socialis*. 6 *Lima striata*. 7 *Myophoria cardissoides*. 8 *Melania Schlotheimii*. 9 *Ceratites nodosus*. 10 *Pemphix Sueurii*. 11 *Placodus gigas* (Oberkiefer mit Pfasterzähnen). 12 *Capitosaurus robustus* (Schädel).

Namentlich im südwestlichen und mittleren Deutschland ist die Trias über weite Gebiete verbreitet. Inselartig ragt aus dem norddeutschen Diluvium bei Berlin das Muschelkalklager von Rüdersdorf hervor. Eine abweichende Fauna (Tiefseefacies) besitzt die alpine Trias, die sich am meisten an die Trias anderer Länder, auch Asiens und Amerikas, anschließt.

2. Jura.

Auch diese Formation gliedert sich in Deutschland in drei Abteilungen, die man als *Lias*, *Dogger* und *Malm* oder auch nach der vorherrschenden Farbe der Gesteine als schwarzen, braunen und weißen Jura bezeichnet. Von der reichen fast ausschließlich marinen Fauna, in der besonders die Ammoniten durch Formenreichtum auffallen, sind in Fig. 133 einige Leitfossilien dargestellt. Im Lias finden sich große Meereidechsen (Fig. 131, 1, 2). Der Malm ist ausgezeichnet durch das Vorkommen der Flugeidechse,

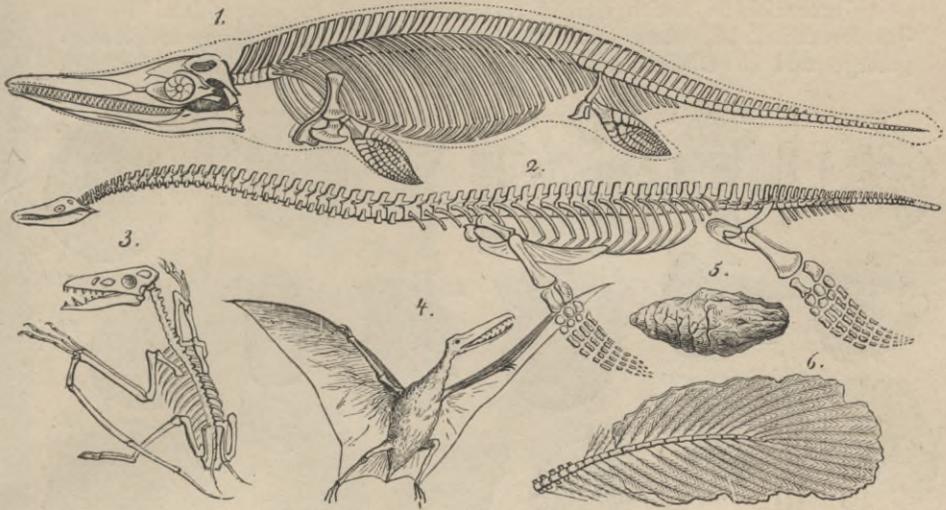


Fig. 131. Saurier und Vögel der Juraperiode.

1 *Ichthyosaurus communis*. 2 *Plesiosaurus dolichodeirus*. 3 und 4 *Pterodactylus crassirostris*. 5 Koprolith vom *Ichthyosaurus*. 6 Befiederter Schwanz vom *Archaeopteryx*.

des *Pterodactylus* (Fig. 131, 3, 4) und des Urvogels (Fig. 131, 6 und Fig. 132). Letzterer, der erste Repräsentant der Vögel, war ein Tier von

Taubengröße. Er hatte Zähne in den Kiefern, an der Hand drei getrennte mit Krallen versehene Finger und einen langen aus 20 Wirbeln bestehenden Schwanz mit zweireihig gestellten Federn. Bis jetzt sind zwei ziemlich vollständige Exemplare dieses merkwürdigen Tieres gefunden worden, beide bei Solenhofen, von denen das eine im Londoner, das zweite, hier abgebildete, im Berliner Museum aufbewahrt wird.

Fig. 132. *Archaeopteryx*.

Juraschichten finden sich in allen Erdteilen. In Deutschland ist die Juraformation besonders im Juragebirge, dann in Lothringen, im Wesergebirge und in Oberschlesien verbreitet. Vereinzelt Vorkommen finden

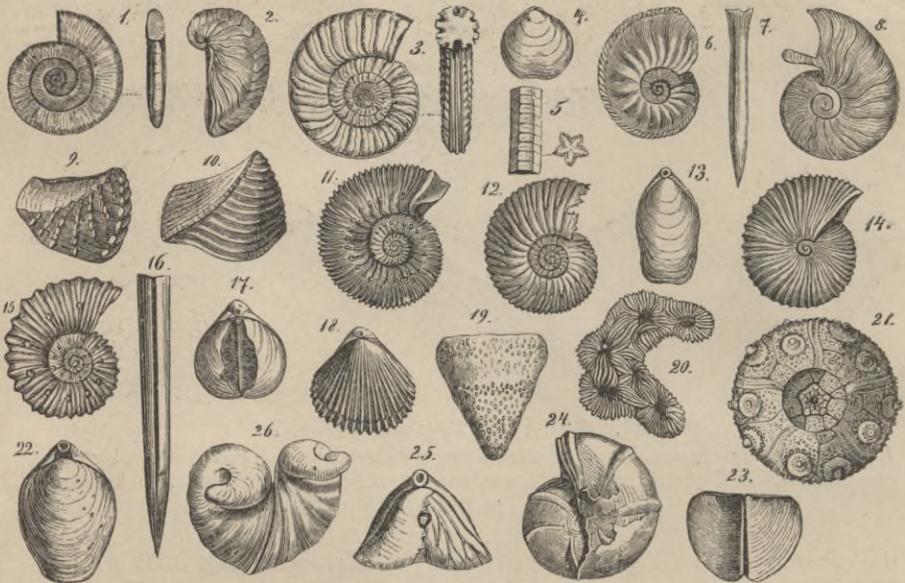


Fig. 133. Juraversteinerungen.

Lias. 1 *Ammonites planorbis*. 2 *Gryphaea arcuata*. 3 *Amm. Bucklandi*. 4 *Terebratula numismalis*. 5 *Pentacrinus basaltiformis*. 6 *Amm. margaritatus*. 7 *Belemnites paxillosus*. Dogger: 8 *Amm. opalinus*. 9 *Trigonia navis*. 10 *Trig. costata*. 11 *Amm. humphriesianus*. 12 *Amm. Parkinsoni*. 13 *Terebratula lagenalis*. 14 *Amm. macrocephalus*. 15 *Amm. ornatus*. 16 *Belemn. canaliculatus*. Malm: 17 *Terebr. impressa*. 18 *Rhynchonella lacunosa*. 19 *Spongites reticulatus*. 20 *Astrea confluens*. 21 *Cidarites coronatus*. 22 *Terebratula insignis*. 23 *Aptychus latus*. 24 *Amm. atricus*. 25 *Terebratula diphya*. 26 *Diceras arietina*.

sich längs der Ostseeküste und unter den Diluvialgeschieben Norddeutschlands. Die Gesteine der Juraformation zeigen häufig oolithische Struktur und sind stellenweise reich an Eisen. Zum weißen Jura gehören die berühmten lithographischen Schiefer von Solenhofen.

3. Kreide.

Die Kreideformation führt ihren Namen nach der Schreibkreide, die als Glied dieser Formation an einigen Stellen, wie auf Rügen, den dänischen Inseln und an den englischen und französischen Küsten, auftritt. Hauptsächlich setzt sie sich aber in Deutschland aus Sandsteinen und tonigen Kalken und Mergeln, die häufig Glaukonit enthalten, zusammen. Der mit-

unter noch zum Jura gerechnete Wälderton oder Wealden, eine im nord-westlichen Deutschland (Teutoburger Wald, Deister) entwickelte Süß- und Brackwasserbildung, enthält stellenweise Steinkohlenflöze. Zur unteren Kreide gehören noch die Hilstone Braunschweigs, zur oberen der sächsische



Fig. 134. Kreideversteinerungen.

Untere Kreide: 1 *Spatangus complanatus*. 2 *Rhynchonella depressa*. 3 *Caprotina ammonia*. 4 *Aptychus Didayi*. Mittlere Kreide: 5 *Hamites attenuatus*. 6 *Scaphites Iwani*. 7 *Ancyloceras Matheronianus*. 8 *Turrilites Bergeri*. Obere Kreide: 9 *Baculites anceps*. 10 *Ammonites Rhotomagensis*. 11 *Inoceramus concentricus*. 12 *Exogyra columba*. 13 *Spondylus spinosus*. 14 *Hippurites cornu vacinum* (das Kuhhorn). 15 *Caprina Aiguilloni*. 16 *Terebratula carnea*. 17 *Actaeonella gigantea*. 18 *Nerinea flexuosa*. 19 *Belemnitella mucronata*. 20 *Cyclolites elliptica*. 21 und 22 *Ananchytes ovatus*. 23 *Otodus appendiculatus*. 24 *Oxyrrhina Mantelli*.

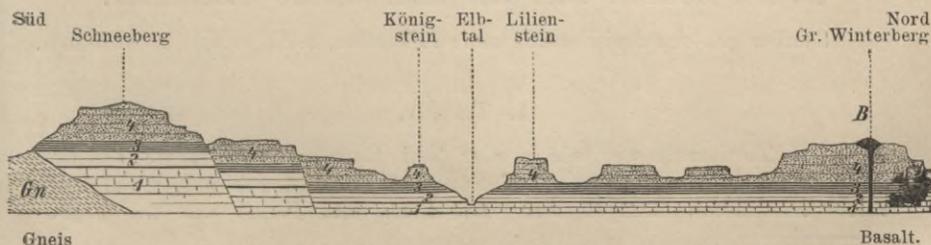


Fig. 135. Profil durch die Quadersandsteinbildungen der Sächsischen Schweiz.

Plänerkalk und -mergel, der Quadersandstein des Elbsandsteingebirges (Fig. 135) und die Schreibkreide Rügens mit ihren charakteristischen Feuersteinbändern. In der Flora erscheinen die ersten dikotylen Pflanzen; die Fauna ist ausgezeichnet durch den Reichtum an Seeigeln (Fig. 134, 1, 21, 22), durch das Aussterben der Belemniten und Ammoniten in zum Teil sehr



Fig. 136. Iguanodon (aus Zittels Paläozoologie).

abweichend gestalteten Formen (Fig. 134, 4—10), das Auftreten der auf die Kreideperiode beschränkten Muschelfamilie der Rudisten (Fig. 134, 14, 15), riesiger Landeidechsen (Fig. 136), bezahnter Vögel (Hesperornis) und mehrerer Arten von Beuteltieren. Die schon im Jura angedeuteten klimatischen Unterschiede treten in der Kreideperiode deutlich hervor.

D. Die Neuzeit oder das känozoische¹⁾ Zeitalter.

Hierher gehören drei Formationen: 1. Tertiär, 2. Diluvium, 3. Alluvium.

1. Tertiär.

Zur Tertiärzeit war ein großer Teil Europas vom Meere bedeckt. Häufige Wechsel von Meeres- und Süßwasserablagerungen weisen auf zahlreiche Niveauschwankungen hin. Die Flora und Fauna war der gegen-

¹⁾ *Kavos* neu.

wärtigen ähnlich, von der der Kreidezeit namentlich durch die starke Entwicklung der Säugetiere verschieden (Fig. 138 und 139). Auch die klimatischen Verhältnisse näherten sich allmählich den heutigen. Gegen den Schluß der Periode überwiegen jetzt noch lebende Formen. Nach dem



Fig. 137. Nummuliten (nat. Gr.).

Prozentsatz dieser unterscheidet man vier Stufen, Eocän¹⁾, Oligocän²⁾, Miocän³⁾ und Pliocän⁴⁾. Zum Eocän gehören in Europa die Tertiärbecken von London und Paris und eine von den Pyrenäen bis zu den Karpathen sich erstreckende Kalkzone, die fast ganz aus den Schalen der Nummuliten (Foraminiferen Fig. 137) aufgebaut ist. Zum Oligocän gehören die Septarien-

Orohippus Mittl. Eocän	Mesohippus Unt. Miocän	Protohippus Unt. Pliocän	Equus Ob. Pliocän u. Dil.
Etwas größer als der Fuchs.	Von der Größe eines Schafes.	Von der Größe eines Esels.	Von der Größe des rezenten Pferdes.
Der 2., 3., 4. und 5. entwickelt, der rudimentäre 1. Finger fehlt.	Der 2., 3. und 4. entwickelt, der 5. Mittelfinger rudimentär.	Hipparion-ähnlich. Der 2., 3. und 4. Mittelfinger entwickelt, der 5. fehlt.	Der 3. Mittelfinger entwickelt, der 2. und 4. zu Griffelbeinen reduziert.

Fig. 138. Die geologische Entwicklung des Pferdes nach amerikanischen Funden.

¹⁾ εως Morgenröte. — ²⁾ ὀλίγος wenig. — ³⁾ μείων weniger. — ⁴⁾ πλείων mehr.

tone (Hermsdorf bei Berlin, märkische Schweiz) und viele Braunkohlenlager Norddeutschlands, sowie die bernsteinführenden Schichten des Saallandes. Zum oberen Tertiär, Miocän und Pliocän, stellt man das Salzlager von Wieliczka und die Tertiärbecken von Mainz und Wien. Während der

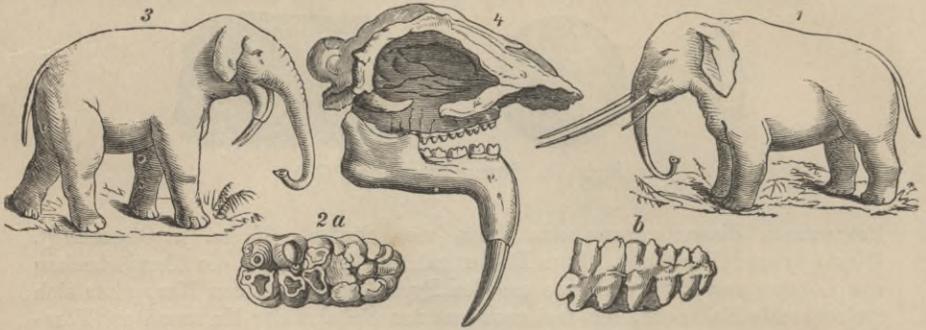


Fig. 139. Pliocäne Säugetiere.

1 Mastodon longirostris. 2 Backenzahn von Mastodon longirostris, a Kaufläche, b Seitenansicht. 3 Dinotherium giganteum. 4 Schädel von Dinotherium giganteum.

Tertiärzeit war die vulkanische Tätigkeit der Erde sehr stark. Zahlreiche Ergüsse von jüngeren Eruptivgesteinen (Basalt, Trachyt, Phonolith) fanden statt, und es bildeten sich die großen Faltengebirge: Pyrenäen, Alpen, Karpathen, Himalaja, Anden.

2. Diluvium.¹⁾

Zur Diluvialzeit besaßen die Kontinente im allgemeinen ihre gegenwärtige Gestalt, und Fauna und Flora stimmten im großen und ganzen mit der heutigen überein. Auch der Mensch erscheint als Zeitgenosse des Mammuts und des Höhlenbären. Besonders charakteristisch für diese Periode ist die sogenannte Eiszeit, während der infolge eines verschieden erklärten Temperaturrückganges ein großer Teil des nördlichen Europas und auch Amerikas vom Eise bedeckt war. Von den Gebirgen Skandinaviens aus erstreckten sich die Gletscher bis an den Fuß der deutschen Mittelgebirge, und auch die alpinen Gletscher hatten eine weit größere Ausdehnung (Fig. 140). Die lockeren Sand- und Kiesmassen, die die norddeutsche Ebene bedecken, sind die Grundmoräne dieser Gletscher; ausgedehnte Geröllstreifen bezeichnen ihre Endmoränen. Diese öfters gekritzten und geschrammten Gerölle (Findlinge, erratische Blöcke) sind sämtlich nordischen Ursprungs, zum Teil von außerordentlicher Größe (Markgrafensteine bei Fürstenwalde). Einem zeitweiligen Zurückweichen des Eises folgten neue Vorstöße; man unterscheidet danach mehrere *Glaxial-* und *Interglaxialperioden*. Durch den

¹⁾ Überschwemmung.

Eisrand wurden die norddeutschen Flüsse nach Westen abgelenkt und bildeten mit den Schmelzwässern die noch heute zu verfolgenden Urstromtäler (Fig. 141). Spuren der einstigen Eisbedeckung finden sich auf felsigem Untergrund (Rüdersdorf bei Berlin, Gletschergarten in Luzern Fig. 143) in Gletscherschliffen und Gletschertöpfen. Während der Eiszeit zeigen auch Fauna und Flora arktischen Charakter (Zwergbirke, Moschusochs, Schneehaase, Lemming, Eisfuchs, Rentier). Nach dem Rückgang der Gletscher



Fig. 140. Europa zur Eiszeit.

erscheinen Steppentiere (Springmäuse, Antilopen, Wildpferde, Mammut), deren Knochen sich mit denen des Höhlenbären, Höhlenlöwen, der Höhlenhyäne und anderer Säugetiere öfters in Höhlen angehäuft finden, die deutliche Spuren gleichzeitiger menschlicher Anwesenheit zeigen. Reich an Resten von Steppentieren sind stellenweise die Lößablagerungen, die sich während dieser Zeit an vielen Orten (Rhein- und Donauebene, China) bildeten.

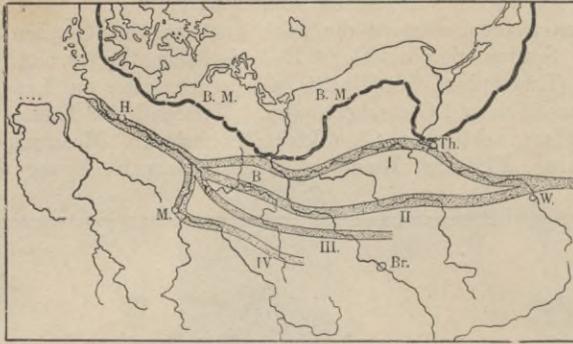


Fig. 141. Hauptströme zur Eiszeit.

I. von Thorn. II. Warschau-Berlin. III. von Baruth. IV. von Görlitz.
B. M.: Baltische Endmoräne.

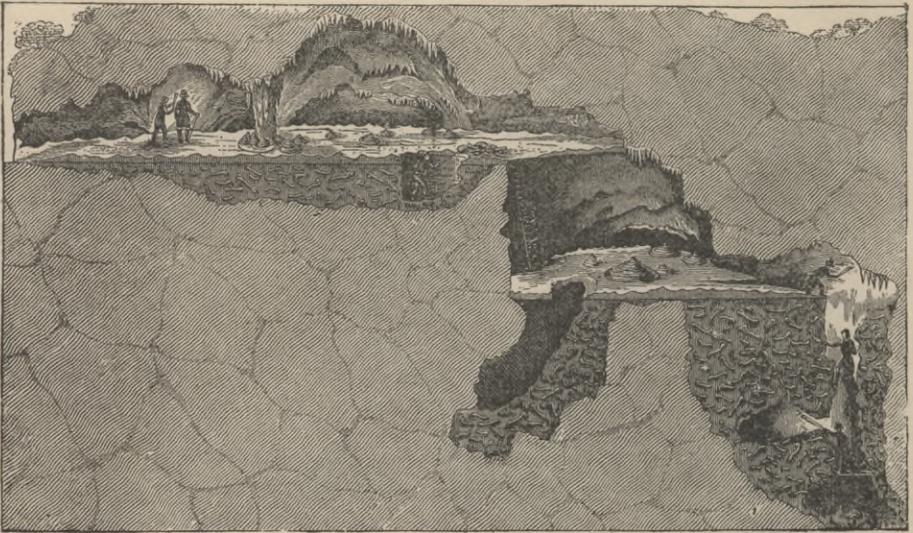


Fig. 142. Knochenhöhle von Gailenreuth.

3. Alluvium.¹⁾

Dem Alluvium rechnen wir die in der Gegenwart noch vor sich gehenden Veränderungen und Ablagerungen zu, wie die Schlamm- und Kies-

¹⁾ Anschwemmung.

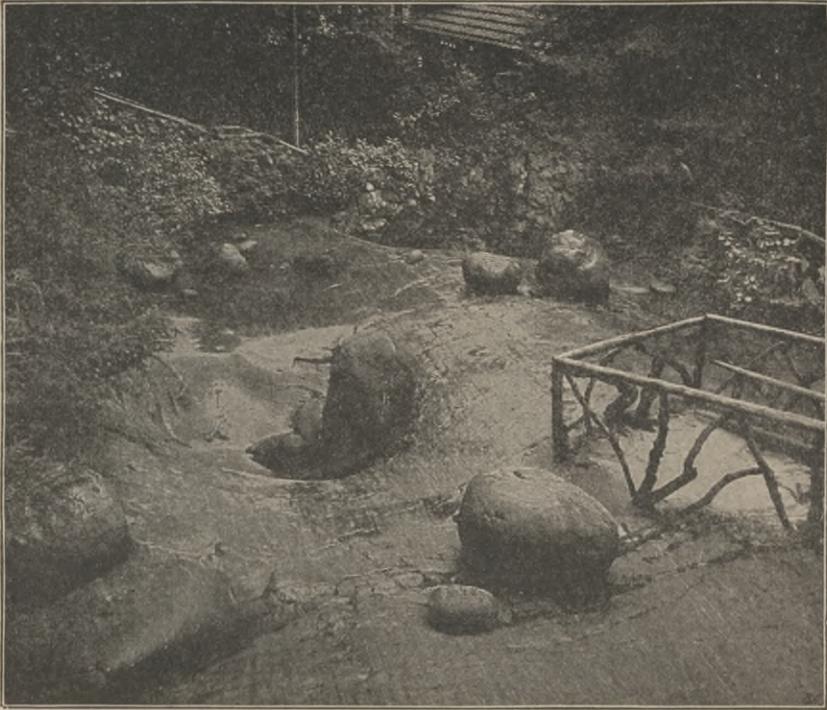


Fig. 143. Gletschertopf und Gletscherschliffe im Gletschergarten von Luzern.

absätze in Flußtälern und Seen, die Delta- und Dünenbildungen, die Torfmoore und Korallenbauten. — Veränderungen in der Tier- und Pflanzenwelt finden auch gegenwärtig statt, teils durch das Aussterben alter Formen (Seekuh, Dronte, Riesenalk), teils durch die Ausbildung von Abarten (Varietäten), zum Teil unter Mitwirkung des Menschen (Kulturpflanzen und Haustiere).

BIBLIOTEKA POLITECHNICZNA
KRAKÓW

Register.

- A**braumsalze 48.
Achat 64.
Adular 67.
Alabaster 57.
Alaun 58.
Alaunschiefer 58.
Alaunstein 58.
Albit 68.
Alluvium 120.
Almandin 74.
Amethyst 64.
Amiant 70.
Amphibol 69.
Analcim 77.
Anatas 39.
Anhydrit 56.
Anorthit 68.
Anthracit 80.
Antimon 34.
Antimonglanz 46.
Apatit 60.
Apophyllit 77.
Aquamarin 73.
Aragonit 51.
Archaeopteryx 113.
Archaisches Zeitalter 107.
Arsen 34.
Arseneisen 42.
Arsenkies 42.
Asbest 70.
Asphalt 80.
Augengneis 92.
Augit 70.
Auripigment 46.
Axinit 76.
- B**alasarubin 40.
Basalt 87.
Bauxit 40.
Bergkristall 64.
Bergleder 70.
Bernstein 80.
- Beryll 73.
Bimstein 88.
Biotit 69.
Bittersalz 58.
Bitterspat 52.
Bitumen 80.
Blackband 53.
Blei 33.
Bleiglanz 44.
Bleivitriol 56.
Blende 44.
Blöcke, erratische 118.
Bodenfeuchtigkeit 100.
Bohnerz 36.
Boracit 62.
Borax 61.
Borocalzit 62.
Brauneisenstein 36.
Braunkohle 79.
Braunstein 37.
Breccien 89.
Brookit 39.
Bruch 24.
Bruchlinien 96.
Buntbleierz 60.
Buntkupfererz 46.
Buntsandstein 111.
- C**ambrium 108.
Carnallit 48.
Carneol 64.
Chalcedon 64.
Chilesalpeter 62.
Chirotherium 111.
Chlorit 71.
Chromeisenstein 40.
Chrysolith 70.
Citrin 64.
Cölestin 56.
- D**achschiefer 90.
Datolith 76.
- Devon 108.
Diabas 88.
Diamant 29.
Diatomeenerde 104.
Diluvium 118.
Dimorphismus 22.
Diopsid 70.
Dioptas 76.
Diorit 86.
Dogger 112.
Dolomit 52.
Doppelbrechung 25.
Doppelspat 50.
Dyas 110.
- E**isen 33.
Eisenblüte 52.
Eisenglanz 36.
Eisenglimmer 36.
Eisenkies 41.
Eisenvitriol 59.
Eiszeit 118.
Epidot 73.
Epsomit 58.
Erbsenstein 51.
Erdbeben 99.
Erdpech 80.
Erdwachs 82.
Ergußgesteine 86.
Erosion 100.
Erratische Blöcke 85. 118.
Eruptivgesteine 84.
- F**ahlerz 47.
Fallen 105.
Faltengebirge 95.
Feldspat 67.
Feldstein 68.
Feuerstein 66.
Findlinge 118.
Flugedeichse 112.

Flußspat 49.
Formationen 105.
Fumarolen 98.

Gabbro 86.
Gagat 79.
Galmei 53.
Garnierit 76.
Gebirgsbildung 95.
Geisir 99.
Geothermische Tiefenstufe 95.
Geschichtete Gesteine 88.
Gips 57.
Glanzkobalt 43.
Glaserz 45.
Glaskopf, roter 36.
Glaskopf, schwarzer 37.
Glaubersalz 57.
Glazialperiode 118.
Gletscher 102.
Gletscherschliffe 119.
Gletschertöpfe 102, 119.
Glimmer 69.
Glimmerschiefer 92.
Gneis 92.
Gold 31.
Goniometer 4.
Granat 74.
Granit 84.
Granulit 92.
Graphit 31.
Graptolithen 108.
Grauspießglanz 46.
Grauwacke 89.
Greenockit 44.
Grossular 75.
Grundwasser 100.

Hämatit 35.
Harmotom 77.
Härteskala 24.
Hausmannit 37.
Hemiedrie 4.
Hessonit 74.
Hilstone 115.
Holoedrie 4.
Hornblende 69.
Hornstein 64.
Horst 96.
Hyalith 65.
Hyazinth 39.

Ichthyosaurus 113.
Idokras 75.
Iguanodon 116.
Isomorphismus 23.

Jaspis 64.
Jura 112.

Kainit 48.
Kalait 60.
Kalialspeter 62.
Kalkspat 50.
Kalkstein 51, 90.
Kalktuff 51.
Kammkies 42.
Kanelstein 74.
Kannelkohle 79.
Känozoisches Zeitalter 116.
Kaolin 72.
Karbon 103.
Karfunkel 74.
Katzenauge 64.
Keuper 112.
Kieselgur 66.
Kieselschiefer 64.
Kieselsinter 65.
Kieselzinkerz 76.
Kieserit 58.
Kobaltblüte 43.
Kohlenkalk 109.
Konglomerate 89.
Korallen 104.
Korund 39.
Krater 96.
Kreide 51.
Kreideformation 114.
Kristallachsen 4.
Kristallinische Schiefer 92.
Kristallsysteme 2.
Kryolith 49.
Kupfer 33.
Kupferglanz 45.
Kupferglaserz 45.
Kupferkies 45.
Kupferlasur 54.
Kupfernickel 43.
Kupferschiefer 45, 111.
Kupfervitriol 59.

Labradorit 68.
Lapilli 96.
Lapis lazuli 74.
Lasurstein 74.
Lava 97.
Lebererz 44.
Lehm 72.
Lepidolith 69.
Letten 90.
Leucit 73.
Lias 112.
Lithograph. Schiefer 51.
Löß 91, 104.
Lydischer Stein 64.

Magma 84.
Magnesit 52.
Magneteseisenstein 35.
Magnetkies 42.
Malachit 54.
Malm 112.
Manganit 37.
Mangauspat 53.
Marienglas 57.
Markasit 42.
Marmaroscher Diamanten 64.
Marmor 50.
Massengesteine 84.
Mastodon 118.
Meereidechsen 112.
Meerschauum 72.
Melanit 74.
Melaphyr 88.
Mergel 51.
Mesozoisches Zeitalter 111.
Metamorphische Gesteine 92.
Meteoreisen 34.
Meteorstein 34.
Milchquarz 64.
Mineralwässer 98.
Minette 36.
Mispickel 42.
Mofetten 98.
Monazit 61.
Muschelkalk 111.
Muschelmarmor 51.
Muscovit 69.

Naphtha 81.
Natrolith 77.
Natronsalpeter 62.
Nephelin 74.
Nephrit 70.
Nickelblüte 43.
Nummuliten 117.

Obsidian 88.
Ocker 36.
Oligoklas 68.
Olivin 70.
Onyx 65.
Opal 65.
Operment 46.
Ophit 71.
Orthoklas 67.
Ozokerit 82.

Paläozoisches Zeitalter 107.
Parameter 4.

- Pechblende 40.
 Perm 110.
 Petroleum 81.
 Pfeifenton 72.
 Phonolith 88.
 Phosphorit 60.
 Phyllit 92.
 Pistazit 73.
 Pläner 116.
 Platin 32.
 Pleonast 40.
 Plesiosaurus 113.
 Polarisation 26.
 Polierschiefer 66.
 Porphyr 86.
 Porzellanerde 72.
 Prasem 64.
 Pseudomorphosen 21.
 Psilomelan 37.
 Pterodactylus 113.
 Pyrit 41.
 Pyrolusit 37.
 Pyromorphit 60.
 Pyrop 74.

Quadersandstein 116.
 Quarz 63.
 Quecksilber 33.

Raseneisenstein 37.
 Rauchquarz 64.
 Rauchtopas 64.
 Rauschgelb 46.
 Rauschrot 46.
 Realgar 46.
 Reißblei 31.
 Rheinkiesel 64.
 Rogenstein 51.
 Rosenquarz 64.
 Rotbleierz 56.
 Roteisenstein 35.
 Rötel 36.
 Rotgültigerz 47.
 Rotkupfererz 38.
 Rotliegendes 110.
 Rubellit 76.
 Rubin 39.
 Rubinspinell 40.
 Rutil 38.

Säkulare Hebungen 96.
 Salmiak 48.

 Salpeter 62.
 Sand 89.
 Sandarach 46.
 Sandstein 89.
 Sanidin 68.
 Saphir 39.
 Sardonyx 65.
 Sassolin 62.
 Scherbenkobalt 35.
 Schollengebirge 96.
 Schörl 76.
 Schwefel 29.
 Schwefelkies 41.
 Schwelkohle 79.
 Schwerspat 55.
 Sedimente 88.
 Seebeben 100.
 Serpentin 71.
 Siderit 52.
 Silber 32.
 Silberglanz 45.
 Silur 107.
 Smaragd 73.
 Smirgel 39.
 Soda 55.
 Solfataren 98.
 Spaltbarkeit 24.
 Spateisenstein 52.
 Speckstein 71.
 Speerkies 42.
 Speiskobalt 43.
 Sphärosiderit 52.
 Spinell 40.
 Stalaktiten 51.
 Steinkohle 79.
 Steinkohlenformation 109.
 Steinöl 81.
 Steinsalz 48.
 Stinkstein 51.
 Strahlstein 70.
 Strandverschiebungen 96.
 Streichen 105.
 Strontianit 54.
 Struvit 61.
 Sumpferz 37.
 Syenit 85.
 Sylvin 48.

Talk 71.
 Tertiär 116.
 Thermen 98.
 Tiefengesteine 84.

 Tigerauge 64.
 Tinkal 61.
 Titaneisen 36.
 Ton 72.
 Tonschiefer 90.
 Topas 75.
 Tüpferton 72.
 Torf 78.
 Trachyt 86.
 Traß 88.
 Tripel 66.
 Tropfstein 50.
 Tuffe 88.
 Türkis 60.
 Turmalin 75.

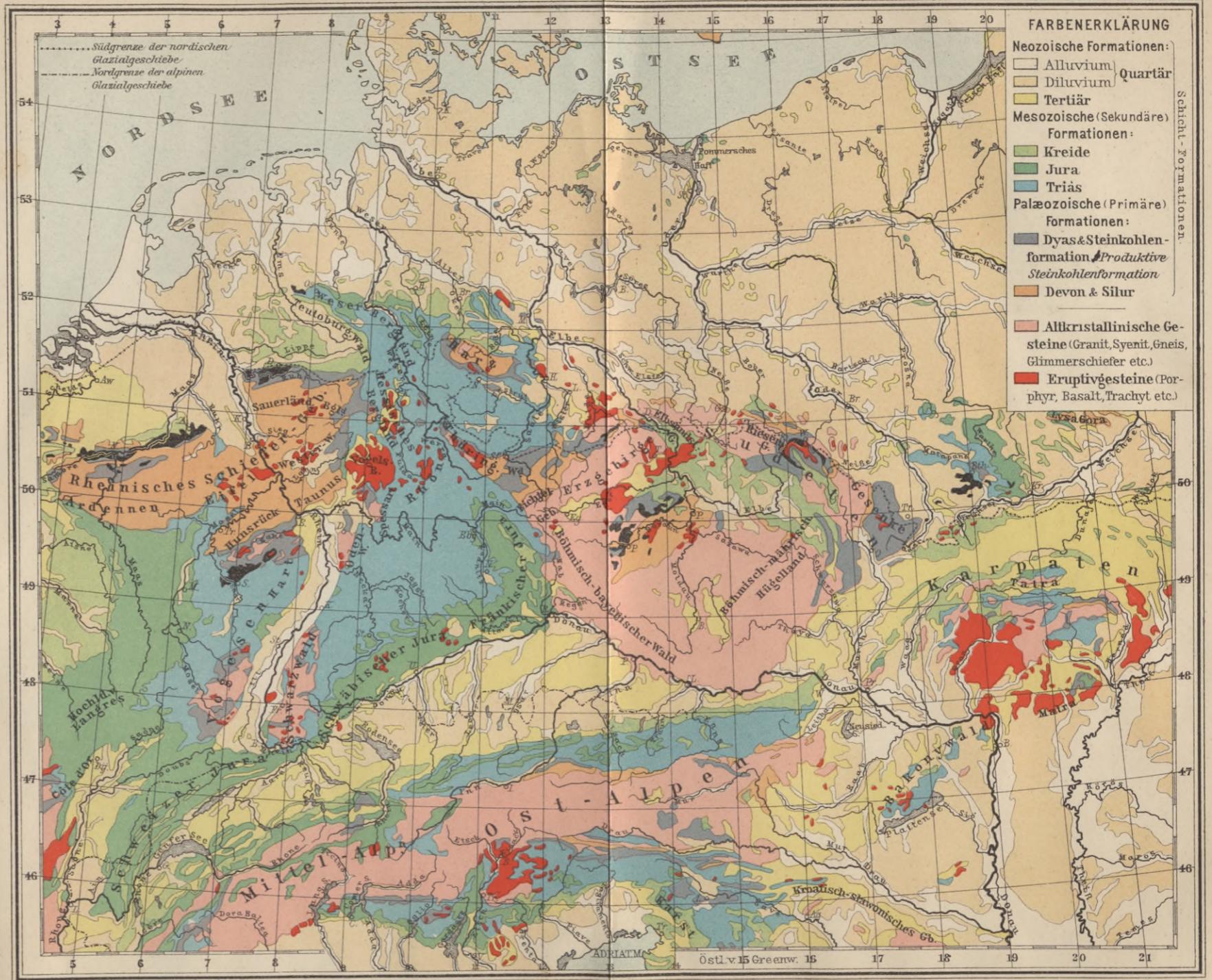
Uranpecherz 40.
 Urao 55.
 Urtonschiefer 92.

Verwerfung 96.
 Verwitterung 103.
 Vesuvian 75.
 Vivianit 61.
 Vulkane 96.

Wad 37.
 Wanderdüne 104.
 Wasserkies 42.
 Wawellit 61.
 Weißbleierz 54.
 Wiesenerz 37.
 Willemit 76.
 Wismut 34.
 Witherit 53.

Zechsteinformation 110.
 Zeolithe 76.
 Ziegelerz 46.
 Zinkblende 44.
 Zinkspat 53.
 Zinkvitriol 59.
 Zinnober 44.
 Zinnstein 38.
 Zirkon 39.
 Zirkonsyenit 85.
 Zwillingskristalle 20.

MITTEL-EUROPA, GEOLOGISCHE ÜBERSICHT



Nach d. Internat. geol. Karte v. Europa.

0 50 100 150 200 Kilometer

Maßstab 1 : 6.000.000

100 Kilometer in der Natur - 17 Mm. auf der Karte

Wagner & Debes, Leipzig

S. 61

BIBLIOTEKA POLITECHNICZNA
KRAKÓW

S-96

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000297173