

# Lehrbücher

für

## Gymnasien und Realschulen.

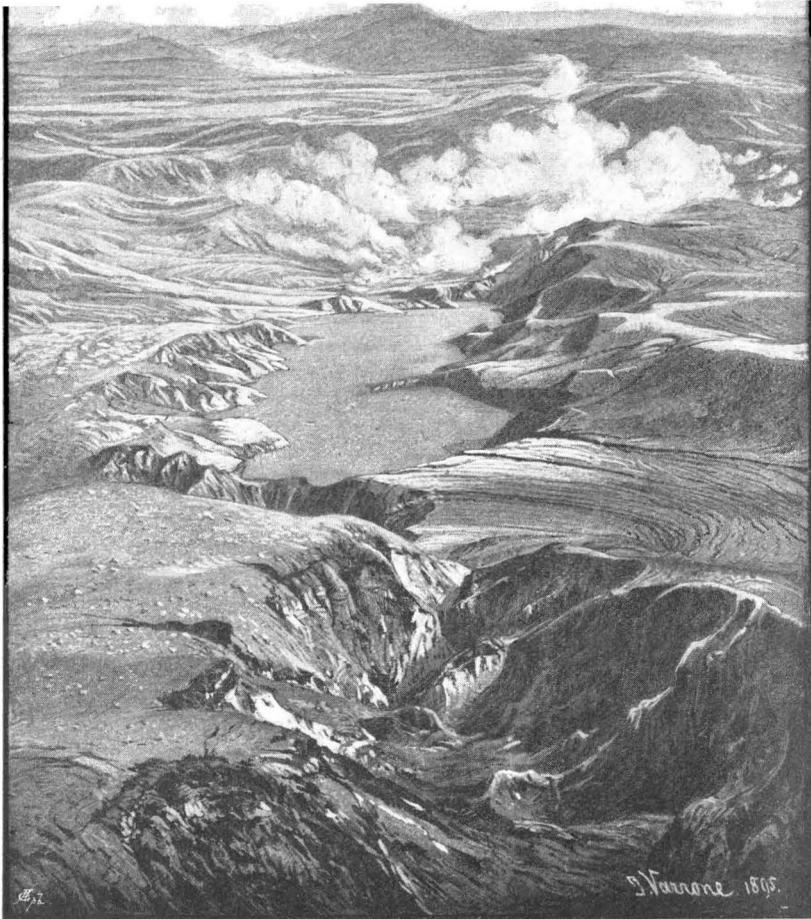
---

- Bisching, Prof. Dr. Anton.** Grundriss der Mineralogie für die unteren Classen der Mittelschulen. Mit 59 im Texte eingedruckten Original-Holzschnitten. 2. Aufl. Preis geb. 1 K 16 h.
- — **Geologische Karte der österr.-ungar. Monarchie** zum Schulgebrauche. Auf Grundlage der F. R. v. Hauer'schen geologischen Karte ausgeführt. Preis 40 h.
- Blume, Ludwig,** Professor am k. k. akademischen Gymnasium in Wien. **Praktische Anleitung zu deutschen Aufsätzen.** Ein Hilfsbuch für Gymnasiasten und Schüler verwandter Lehranstalten. Preis geb. 3 K 20 h, geb. 3 K 70 h.
- Borschke, Dr. Andreas,** Professor am k. k. Schotten-Gymnasium in Wien. **Lehrbuch der empirischen Psychologie,** zunächst für Gymnasien. Mit einem Anhang, enthaltend die Einleitung in die Philosophie. 2. Aufl. Preis 2 K 48 h.
- Bottek, Eduard.** Ausgewählte Reden des Demosthenes. Für den Schulgebrauch. Mit 1 Karte. Preis geb. 1 K 10 h, geb. 1 K 40 h.
- Burgerstein, Dr. Alfred,** k. k. Gymnasial-Professor, Privatdocent an der k. k. Universität in Wien. **Leitfaden der Botanik** für die oberen Classen der Mittelschulen. 3. Aufl. Mit 223 in den Text eingedruckten Abbildungen. Preis geb. 2 K 40 h.
- Dalla Torre, Dr. K. W. von,** k. k. Professor. **Botanische Bestimmungstabellen** für die Flora von Österreich und die angrenzenden Gebiete von Mitteleuropa zum Gebrauche beim Unterrichte und auf Excursionen zusammengestellt. 2. Aufl. Preis geb. 1 K 92 h.
- Daurer, Franz S.,** Professor an der Wiedner Communal-Ober-Realschule in Wien. **Übungsbuch zum Studium der elementaren Mechanik.** Eine Aufgabensammlung für Lehrer und Studierende auf mittleren und höheren Unterrichtsanstalten. Mit 52 Abbildungen. Preis 2 K 40 h.
- Egger, Dr. Alois,** Director des k. k. Theresianischen Gymnasiums und Vicedirector der k. k. Theresianischen Akademie in Wien. **Deutsches Lehr- und Lesebuch** für höhere Lehranstalten. I. Theil. Einleitung in die Literaturkunde. 8. Aufl. Preis 2 K 60 h. — **Ausgabe für Realschulen.** 3. Aufl. Preis 2 K 40 h. — II. Theil. Literaturkunde. 1. Bd. 9. Aufl. Preis 3 K 20 h. — II. Theil. Literaturkunde. 2. Bd. 5. Aufl. (Vergriffen.)
- — **Anhang zum deutschen Lehr- und Lesebuche** für höhere Lehranstalten. I. und II. Theil. Deutsche Heldensage. Aus Uhlands Schriften zur Geschichte der Dichtung und Sage. Autorisierte Ausgabe. Preis 48 h.
- Engelhard, Prof. Karl,** weill. Fach-Examinator der k. k. Prüfungs-Commission für das Lehramt der Stenographie in Wien, Ehrenmitglied mehrerer Stenographen-Vereine, emerit. Ingenieur der Kaiser Ferdinands-Nordbahn. **Lesebuch für angehende Gabelsberger-Stenographen.** Nach dem neuesten Stande der Gabelsberger'schen Stenographie bearbeitet. 5. Aufl. Mit Berücksichtigung der vom V. deutschen Stenographentage in Wien beschlossenen Schreibweisen. Preis geb. 2 K 32 h.
- — **Lehrbuch der Gabelsberger'schen Stenographie.** Nach dem neuesten Stande des Systems. 3. Aufl. Mit Berücksichtigung der vom V. deutschen Stenographentage in Wien beschlossenen Schreibweisen. Text und stenographischer Theil. Preis geb. 1 K 80 h. — Schlüssel. Preis 72 h.
- Feichtinger, E.,** Professor am k. k. Staats-Real- und Ober-Gymnasium im VI. Bezirke in Wien. **Lehrgang der französischen Sprache** für Gymnasien. I. Theil. (Für 2 Jahrescourse zu je 2 Stunden in der Woche.) Preis geb. 2 K 60 h.
- — **Kurzgefasste griechische Formenlehre** (des attischen Dialectes), leichtfasslich für Anfänger und überichtlich zur Repetition dargestellt. 2. Aufl. Preis 1 K.
- Fellner, Stephan,** Die homerische Flora. Preis 1 K 40 h.
- Fiby, Heinrich Fr.,** Professor an der Landes-Ober-Realschule in Znaim. **Chorliederbuch** für die österr. Mittelschulen mit einer Einleitung (Gesanglehre). I. Theil. Einleitung und Knabenchöre. Preis geb. 1 K 60 h. — II. Theil. Gemischte Chöre und Männerchöre. Preis geb. 3 K.
- — **Viribus unitis.** Chorliederbuch zum Gebrauche an den k. u. k. und k. k. Militär-Lehranstalten. I. Theil. Einleitung und Knabenchöre. Preis geb. 1 K 60 h. — II. Theil. Männerchöre. Preis geb. 1 K 60 h.
- Fillek v. Wittinghausen, Prof. Dr. E.** **Französische Schulgrammatik.** 6. Aufl. Preis geb. 2 K 52 h.
- — **Übungsbuch für die Unterstufe des französischen Unterrichts.** 2. der Schulgrammatik des Verfassers angepasste Aufl. Preis geb. 1 K 68 h.

- Filek v. Wittinghausen, Prof. Dr. E.** Übungsbuch für die Mittelstufe des französischen Unterrichts. 4. Aufl. Preis geb. 1 K 72 h.
- — — für die Oberstufe des französischen Unterrichts. 2. Aufl. Preis geb. 1 K 76 h.
- — — Elementarbuch der französischen Sprache. 5. Aufl. Preis geb. 2 K.
- — — Französische Chrestomathie für höhere Lehranstalten. Mit sprachlichen und sachlichen Bemerkungen und einem vollständigen Wörterbuche. 6. Aufl. Preis geb. 3 K 40 h.
- — — Leçons de littérature française. Choix de morceaux en prose et en vers, accompagnés de préceptes sur chaque genre de composition, de notices biographiques et littéraires, et de notes explicatives. 2. édition revue et corrigée. Preis geb. 4 K 40 h.
- Goldschmied, Dr. Leopold.** Geschichte des jüdischen Volkes für die Oberclassen der Mittelschulen. Von Alexander dem Großen bis auf unsere Tage. I. Theil. Preis geb. 1 K 48 h. geb. 1 K 92 h. — II. Theil. Preis geb. 1 K 56 h, geb. 2 K.
- Golling, Josef.** Chrestomathie aus Livius. Für den Schulgebrauch. 2. Aufl. Mit 3 Karten. Preis geb. 2 K, geb. 2 K 40 h.
- — — Vocabular zu Schmidt-Gehrens Memorabilia Alexandri Magni und zu zwölf vitas des Cornelius Nepos. 2. Aufl. Preis 1 K 8 h.
- Groag, Dr. J.** Professor an der k. k. Ober-Realschule in Linz. Schulgrammatik der englischen Sprache. I. Theil. Elementarbuch der englischen Sprache. (Vergriffen.) -- II. Theil. Syntax, nebst Ergänzung der Formenlehre. Preis 2 K 24 h.
- Hanaček, Wladimir,** Director der Landes-Ober-Realschule in Mähr.-Ostrau. Böhmisches Sprech- und Lesebuch für Mittel- und Bürgerschulen. I. Theil. 5. Aufl. Preis geb. 96 h. — II. Theil. 4. Aufl. Preis geb. 1 K 80 h. — III. Theil. 2. Aufl. Preis geb. 2 K 16 h.
- — — Lehrbuch der böhmischen Sprache. I. Theil. (1. und 2. Classe.) Preis geb. 2 K 8 h. — II. Theil. (3. und 4. Classe.) Preis geb. 3 K 60 h.
- Handl, Dr. Alois,** k. k. o. 5. Professor an der Universität in Czernowitz. Lehrbuch der Physik für die oberen Classen der Gymnasien. 6., auf Grund des neuen Normallehrplanes vollständig umgearbeitete Auflage. Mit 155 in den Text gedruckten Abbildungen. Preis geb. 2 K 65 h.
- — — für die oberen Classen der Realschulen. 5. Auflage. Mit 189 in den Text gedruckten Abbildungen. Preis geb. 2 K 60 h.
- Hannak, Dr. Emanuel,** weil. Director des städt. Pädagogiums, gewes. Docent an der k. k. Universität und Professor am Leopoldstädter Communal-Real- und Ober-Gymnasium in Wien. Lehrbuch der Geschichte des Alterthums für die unteren Classen der Mittelschulen. Mit 55 in den Text gedruckten Abbildungen. 11. Aufl. Preis geb. 1 K 60 h.
- — — des Mittelalters für die unteren Classen der Mittelschulen. Mit 32 in den Text gedruckten Abbildungen (meist Original-Holzchnitten). 11. Aufl. Preis geb. 1 K 48 h.
- — — der Neuzeit für die unteren Classen der Mittelschulen. Mit 31 in den Text gedruckten Abbildungen. 9. Aufl. Preis geb. 1 K 60 h.
- — — Lehrbuch der Geschichte des Alterthums für Oberclassen der Mittelschulen. 5. Aufl. Preis geb. 2 K 40 h.
- — — des Mittelalters für Oberclassen der Mittelschulen. 5. Aufl. Preis geb. 2 K 20 h.
- — — der Neuzeit für Oberclassen der Mittelschulen. 5. Aufl. Preis geb. 2 K 40 h.
- — — Österreichische Vaterlandskunde für die unteren Classen der Mittelschulen (Geographie der österr.-ung. Monarchie). 11. Aufl. Mit 18 Abbildungen. Preis geb. 1 K 84 h.
- — — für die oberen Classen der Mittelschulen. 12. Aufl. Preis geb. 2 K 28 h.
- — — und Dr. Friedrich Umlauf. Historischer Schulatlas in dreissig Karten. Zur Geschichte des Alterthums, des Mittelalters und der Neuzeit für Gymnasien, Realschulen und diesen verwandte Anstalten. I. Das Alterthum. 12 Karten. 5. Abdruck. Quer-4<sup>o</sup>, geh. 1 K 20 h, cart. 1 K 60 h. Gr.-8<sup>o</sup>, geb. 1 K 60 h. — II. Das Mittelalter und die Neuzeit. 18 Karten. 5. Abdruck. Gr.-8<sup>o</sup>, geb. 2 K 32 h.
- Hauler, Dr. J.,** weil. Director des k. k. Staats-Gymnasiums im II. Bezirke Wiens und k. k. Regierungsrath. Aufgaben zur Erläuterung der lateinischen Syntax in einzelnen Sätzen und zusammenhängenden Stücken nach den Grammatiken von Karl Schmidt, Dr. August Scheindler und Dr. Ferd. Schultz. I. Theil. Casuslehre. 9. Aufl. Preis geb. 1 K 72 h. — II. Theil. Moduslehre. 7. Aufl. Preis geb. 2 K 10 h.
- — — Lateinische Stilübungen für die oberen Classen der Gymnasien und verwandter Lehranstalten, nach den Grammatiken von K. Schmidt und A. Scheindler. I. Abtheilung. Text und Vorübungen für die 5. und 6. Classe. 5. Aufl. Preis 2 K 20 h. — II. Abtheilung. Text und Vorübungen für die 7. und 8. Classe. 4. Aufl. Preis 2 K.
- Hauptregeln der griechischen Syntax.** Im Anschlusse an die Grammatiken von Curtius-v. Hartel und Hintner. Zusammengestellt von einem Schulmanne. 7. Aufl. Preis 48 h.
-

- Heller, Josef F.**, k. k. Professor an der Staats-Ober-Realschule in Linz. **Methodisch geordnete Sammlung von Aufgaben und Belspielen aus der darstellenden Geometrie** für Realschulen. I. Theil. Für die 5. Classe. Mit 4 Tafeln, enthaltend 117 Figuren. Preis 1 K 80 h. — II. Theil. Für die 6. Classe. Mit 1 Tafel, enthaltend 15 Figuren. Preis 1 K 52 h. — III. Theil. Für die 7. Classe. Preis 80 h.
- Hermann, E.**, k. k. Gymnasial-Professor am Theresianum. **Lehrbuch der deutschen Sprache**. Ein Leitfaden für den Unterricht an den unteren Classen der Gymnasien und der verwandten Anstalten. 8. Aufl. Preis 1 K 92 h.
- Herodots Perserkriegs**. Griechischer Text mit erklärenden Anmerkungen. Für den Schulgebrauch herausgegeben von Dr. Val. Hintner, k. k. Professor am akad. Gymnasium in Wien. I. Theil. Text. 5. Aufl. Mit 1 Karte und 4 Plänen. Preis 1 K 36 h. — II. Theil. Anmerkungen. 3. Aufl. Mit 1 Karte und 4 Plänen. Preis 1 K 32 h.
- Hintner, Dr. Val.**, k. k. Professor am akad. Gymnasium in Wien. **Griechische Schulgrammatik**. 5. Aufl. Preis geb. 2 K 40 h.
- — **Griechisches Lese- und Übungsbuch** für die 3. und 4. Classe der Gymnasien, zur Grammatik von Hintner. 3. Aufl. des Übungsbuches. Preis geb. 2 K 80 h.
- — — zur Grammatik von Curtius-v. Hartel. 4. Aufl. Preis geb. 2 K 80 h.
- — **Griechische Aufgaben** in zusammenhängenden Stücken im Anschluss an die Grammatik und die Lectüre bearbeitet. 3. Aufl. Preis geb. 2 K 60 h.
- — und **Engelb. Neubauer**, k. k. Professor am akad. Gymnasium in Wien. **Sammlung von Übungsstücken zum Übersetzen aus dem Deutschen ins Lateinische**, für die oberen Gymnasialclassen. Text und Anmerkungen. Preis geb. 2 K 44 h. — Wörterbuch. Preis geb. 3 K 92 h.
- Hochstetter, Dr. F. v.**, und **Dr. A. Bischings** Leitfaden der Mineralogie und Geologie für die oberen Classen der österr. Realschulen. 13. Aufl. nach der im Jahre 1895 erschienenen neu bearbeiteten Ausgabe von Dr. Franz Toula, k. k. Hofrath und Professor der Mineralogie und Geologie an der k. k. technischen Hochschule in Wien, und Dr. Anton Bisching, k. k. Schulrath und em. Ober-Realschul-Professor. Mit 202 Abbildungen, 3 Figurentafeln im Text und einer analytischen Bestimmungstabelle. Preis geb. 2 K 60 h.
- — — 14. Aufl. Für die oberen Classen der österr. Gymnasien. Neu bearbeitet von Dr. Franz Toula und Dr. Anton Bisching. Mit 198 Abbildungen. Preis geb. 2 K 20 h.
- Hofer, August**, Professor in Wr.-Neustadt. **Lehrbuch der deutschen Stenographie** (System Gabelsberger) nach J. Markovits' leichtfasslichem Lehrgange für den Schul-, Curs- und Selbstunterricht neu bearbeitet. **Correspondenzschrift**. 6. Aufl. Preis 2 K 30 h.
- Hoffmann, Dr. Maurus**, Leitfaden der Aesthetik. Zum Schul- und Selbstunterricht. 3. Ausgabe. Preis geb. 1 K 60 h, geb. 2 K.
- Homeri Odysseas epitome**. In usum scholarum editit Augustinus Scheindler. Editio altera correctior. Preis geb. 1 K 92 h, geb. 2 K 40 h.
- Horatii Flacci, Q., Carmina selecta**. Für den Schulgebrauch herausgegeben von Dr. Johann Huemer. 5. Aufl. Preis geb. 1 K 72 h.
- Huber, Hans**, k. k. Professor. **Kurze Anleitung zur qualitativen chemischen Analyse** nebst einem Anhang zur Maßanalyse für die oberen Classen der Realschulen. Preis 64 h.
- Jurenka, Dr. Hugo**, k. k. Professor am Staats-Gymnasium im IX. Bezirke in Wien. **Erstes lateinisches Lesebuch zumelst aus Cornelius Nepos**. Mit erläuternden Anmerkungen für Schüler. I. Theil. Text. Preis 72 h. — II. Theil. Anmerkungen. Preis 64 h.
- Kauer, Dr. Anton**, Director an der Gumpendorfer Ober-Realschule in Wien. **Elemente der Chemie** (gemäß den neueren Ansichten) für die unteren Classen der Mittelschulen. 9. Aufl. Neu bearbeitet von Dr. Anton Kauer und Karl Hoch, k. k. Professor. Mit 14 Holzschnitten. Preis geb. 1 K 90 h.
- Kubik, Dr. Josef**, k. k. wirkl. Gymnasiallehrer. **Realerklärung und Anschauungs-Unterricht bei der Lectüre Ciceros**. Preis 1 K 80 h.
- — **Realerklärung und Anschauungs-Unterricht bei der Lectüre des Tacitus**. Preis 2 K 40 h.
- — **Realerklärung und Anschauungs-Unterricht bei der Lectüre des Horaz**. Preis 3 K 20 h.
- — **Pompeji im Gymnasial-Unterricht**. Preis 1 K 80 h.
- Lampel, Leopold**, k. k. Landesschulinspector. **Deutsches Lesebuch** für die 1. Classe österr. Mittelschulen. 9. Aufl. Preis geb. 2 K 18 h. — Für die 2. Classe. 6. Aufl. Preis geb. 2 K 40 h. — Für die 3. Classe. 6. Aufl. Preis geb. 2 K 30 h. — Für die 4. Classe. 7. Aufl. Preis geb. 2 K 10 h. — Anhang zum deutschen Lesebuch für die 4. Classe österr. Mittelschulen, enthaltend Lesestücke aus der antiken und germanischen Götter- und Heldensage. Preis 52 h.

Fortsetzung des Verzeichnisses am Schlusse des Buches.



Die große vulcanische Spalte am Tarawera auf der Nordinsel von Neu-Seeland.  
Mit tiefen, wassergefüllten Kratern an Stelle des ehemaligen Rotomahāna-See's, nach der  
Eruption am 10. Juni 1886 (vergl. S. 157).

(Nach einer Photographie.)

**DR. F. V. HOCHSTETTER UND DR. A. BISCHING'S**

**LEITFADEN**

DER

**MINERALOGIE UND GEOLOGIE**

FÜR DIE

**OBEREN CLASSEN DER ÖSTERREICHISCHEN REALSCHULEN.**

-----  
**15., VERBESSERTE, IM WESENTLICHEN UNVERÄNDERTE AUFLAGE**

NACH DER IM JAHRE 1895 ERSCHEINENEN NEUBEARBEITUNG

VON

**DR. FRANZ TOULA,**

K. K. HOFRATH UND PROFESSOR DER MINERALOGIE UND GEOLOGIE AN DER K. K. TECHNISCHEN  
HOCHSCHULE IN WIEN,

UND

**DR. ANTON BISCHING,**

K. K. SCHULRATH UND EM. OBERREALSCHUL-PROFESSOR.

MIT **319** BILDERN UND FIGUREN IM TEXTE UND AUF **5** TAFELN,  
EINEM TITELBILDE, EINER GEOLOGISCHEN KARTE VON ÖSTERREICH-UNGARN  
UND EINER ANALYTISCHEN BESTIMMUNGSTABELLE.

Preis geheftet 2 K 50 h, gebunden 3 K

-----  
WIEN 1901.

**ALFRED HÖLDER,**

K. U. K. HOF- UND UNIVERSITÄTS-BUCHHÄNDLER,  
ROTHENTHURMSTRASSE 13.

Alle Rechte vorbehalten.

# Inhalt.

## I. Theil. Mineralogie.

	Seite
Einleitung . . . . .	1
<b>I. Abtheilung. Terminologie oder Kennzeichenlehre . . . . .</b>	<b>3</b>
A. Mineral-Morphologie . . . . .	3
<i>a)</i> Krystallographie . . . . .	3
<i>b)</i> Morphologie der Aggregate . . . . .	35
<i>c)</i> Pseudomorphosen . . . . .	37
B. Mineral-Physik . . . . .	38
C. Mineral-Chemie . . . . .	44
<b>II. Abtheilung. Eintheilung und Beschreibung der Mineralien . . . . .</b>	<b>45</b>
I. Classe. Elemente . . . . .	46
1. Ordnung: Ametalle . . . . .	46
2. „    Metalle . . . . .	51
II. Classe. Schwefel-Verbindungen . . . . .	60
1. Ordnung: Kiese . . . . .	61
2. „    Glanze . . . . .	64
3. „    Blenden . . . . .	66
III. Classe. Oxyde . . . . .	69
1. Ordnung: Oxydische Erze . . . . .	69
2. „    Oxydische Steine . . . . .	73
IV. Classe. Haloidsalze . . . . .	79
V. Classe. Sauerstoffsalze . . . . .	82
<i>a)</i> Borate . . . . .	82
<i>b)</i> Nitrate . . . . .	82
<i>c)</i> Carbonate . . . . .	82
<i>d)</i> Sulfate . . . . .	90
<i>e)</i> und <i>f)</i> Molybdate und Wolframate . . . . .	93
<i>g)</i> Phosphate . . . . .	93
<i>h)</i> Silicate . . . . .	95

	Seite
1. Andalusit-Granat-Epidot- und Olivin-Gruppe	95
2. Leucit-Gruppe . . . . .	98
3. Glimmer-Gruppe . . . . .	99
4. Talk-Serpentin-Gruppe . . . . .	100
5. Augit-Hornblende-Gruppe . . . . .	103
6. Feldspat-Gruppe . . . . .	104
7. Zeolith-Gruppe . . . . .	107
8. Thon-Gruppe . . . . .	107
Anhang (Organische Verbindungen) . . . . .	108
Bernstein . . . . .	108

## II. Theil. Geologie.

Einleitung . . . . .	109
<b>I. Abtheilung. Allgemeine Geologie</b> . . . . .	110
A. Die Erde als Planet . . . . .	110
B. Die einzelnen Glieder des Erdganzen . . . . .	111
1. Die Atmosphäre . . . . .	111
2. „ Hydrosphäre . . . . .	113
3. „ Lithosphäre . . . . .	116
Das Erdinnere oder der Erdkern . . . . .	117
Der Schauplatz des organischen Lebens . . . . .	118
C. Die Wechselwirkungen der einzelnen Glieder des Erd- ganzen auf einander . . . . .	121
1. Die geologischen Wirkungen des Wassers . . . . .	121
2. „ „ „ der Winde . . . . .	145
3. Die Reactionen des Erdinnern gegen die Oberfläche . . . . .	146
Vulcanische Erscheinungen . . . . .	146
Erdbeben . . . . .	158
Hebungen und Senkungen des Bodens . . . . .	160
Gebirgsbildung . . . . .	160
4. Geologische Wirkungen der Organismen . . . . .	161
<b>II. Abtheilung. Specielle Geologie</b> . . . . .	165
A. Petrographie . . . . .	165
Ia. Eruptiv-Gesteine . . . . .	168
Ib. Die krystallinischen Schiefergesteine . . . . .	176
II. Die einfachen krystallinischen Sediment-Gesteine . . . . .	177
III. Die klastischen Sediment-Gesteine . . . . .	177
IV. Die organogenen Gesteine . . . . .	179
a) Die zoogenen Sediment-Gesteine . . . . .	179
b) „ phytogenen „ . . . . .	181

	Seite
B. Geotektonik . . . . .	185
1. Lagerung der Gesteine . . . . .	185
2. Alter der Gesteine . . . . .	190
3. Gebirgsbau . . . . .	191
C. Stratigraphie . . . . .	198
1. Zeitalter. Die archaische Periode . . . . .	199
2.     "     "     paläozoische     " . . . . .	200
3.     "     "     mesozoische     " . . . . .	207
4.     "     "     känozoische     " . . . . .	217
5.     "     "     anthropozoische Periode . . . . .	225
Register . . . . .	231

## Bilder.

Seite		Seite
Titelbild	Die vulcanische Spalte am Tarawera	132
53	auf Neu-Seeland . . . . .	133
59	Geätztes Meteoreisen . . . . .	134
68	Goldfeld in Californien . . . . .	135
70	Taf. I, Schneekristalle . . . . .	136
75	Magneteisenstein-Berg Blagodat . . . . .	137
77	Achate . . . . .	138
83	Kieselsinterbildung . . . . .	139
84	Adelsberger Grotte . . . . .	142
85	Kalksinterterrasse . . . . .	143
86	Marmorbrüche von Carrara . . . . .	144
88	Steinbruch von Solnhofen . . . . .	144
90	Erzberg . . . . .	145
123	Malachit . . . . .	146
124	Karrenfelder . . . . .	147
125	Dolinen . . . . .	149
126	Erdpyramiden . . . . .	150
128	Grand Cañon am Colorado . . . . .	151
129	Liechtenstein-Klamm . . . . .	153, 154
130	Riesentöpfe im Gletschergarten bei	156
131	Luzern . . . . .	157
131	Wasserfälle des Niagara . . . . .	157
131	Riesenblöcke von St. Gervais . . . . .	157
132	Thal-Vermurung bei Tarvis . . . . .	157
133	Wildbach-Verheerung bei Bruneck . . . . .	157
134	Bergsturz am Arlberg . . . . .	157
135	Erdabrutschung bei Tarvis . . . . .	157
136	Uferabstürze bei Odessa . . . . .	157
137	Fluß-Terrassenlandschaft in New-	157
138	Hampshire in Nordamerika . . . . .	157
138	Meereserosion an einer Steilküste	157
139	auf den Orkney-Inseln . . . . .	157
139	Abrasionsfläche des rheinischen	157
142	Schiefergebirges . . . . .	157
143	Gletscherbild . . . . .	157
144	Gekritztes Moränen-Geschiebe . . . . .	157
144	Polargletscher . . . . .	157
145	Durch Wind-Erosion bloßgelegter Block	157
146	Durch Wind gebildete Sandhügel . . . . .	157
147	Schem. Darstellung eines Vulcans . . . . .	157
149	Vulcanische Bomben . . . . .	157
150	Der Vesuv . . . . .	157
151	Vesuvkarte . . . . .	157
153, 154	Ausbruch des Vesuv . . . . .	157
156	Geysir . . . . .	157
157	Kieselsinterterrasse am Rotomahána	157

## VI

Seite	Seite		
Erdbebenspalte . . . . .	159	Taf. II, Paläozoische Versteinerungen	205
Strandterrasse von Lekö (Norwegen)	160	Branchiosaurus . . . . .	207
Australisches Korallenriff . . . . .	163	Dolomitberge (Rosengarten) . . . . .	209
Damm- und Lagunenriffe . . . . .	164, 165	Geologisches Profil durch das Grödner-	
Granit im Böhmerwalde . . . . .	169	thal und den Schlern . . . . .	209
Phonolithberg bei Bilin . . . . .	172	Durchschnitt durch den Salzstock	
Basaltberge bei Aussig a. d. Elbe . . . . .	173	von Hallstatt . . . . .	210
Riesendamm (Basalt) von Nord-Irland	174	Felspartie von Adersbach in Böhmen	211
Löss in China . . . . .	178	Taf. III, Mesozoische Versteinerungen	214
Guano-Abbau . . . . .	180	Ammonites Humphriesianus . . . . .	215
Braunkohlenbergbau . . . . .	183	Ichthyosaurus und Plesiosaurus	215, 216
Gefalteter Hornblendegneiß . . . . .	187	Iguanodon . . . . .	216
Ansicht der Plateaus am Colorado . . . . .	193	Pterodactylus . . . . .	217
Jurakluppen von Jaworki (Galizien)	194	Archaeopteryx . . . . .	218
Querprofil durch die Vogesen und den		Durchschnitt durch die Wiener Bucht	221
Schwarzwald . . . . .	195	Mastodon und Dinotherium . . . . .	222
Profil durch den Schweizer Jura . . . . .	196	Taf. IV, Tertiäre Versteinerungen . . . . .	223
Ruinenmergel . . . . .	196	Taf. V, Marine Fossilien . . . . .	224
Profile durch die Schweizer Alpen . . . . .	197	Erratischer Block . . . . .	225
Profil durch das Kohlenbecken von		Mammut und Höhlenbär . . . . .	227
M.-Ostrau-Karwin . . . . .	203	Cervus megaceros . . . . .	228



# I. Theil.

# Mineralogie.

## Einleitung.

Mineralien<sup>1)</sup> sind unorganische, feste, selten flüssige, im Innern gleichartige (homogene) Naturkörper, welche ohne Mitwirkung organischer Prozesse und ohne Zuthun menschlicher Willkür entstanden sind.

Die Mineralogie<sup>2)</sup> ist die Wissenschaft von den Mineralien.

Anhangsweise werden in der Mineralogie auch einige auf organischem Wege entstandene, mehr oder weniger mineralisierte Substanzen, wie Kohlen, Harze, Petroleum u. dgl., erörtert.

Die dem Pflanzen- und Thierreiche entstammenden Überreste, welche sich in der Erdrinde eingelagert vorfinden, heißen Fossilien<sup>3)</sup> oder Petrefacten<sup>4)</sup> (Versteinerungen). Die Lehre von denselben heißt Paläontologie.<sup>5)</sup>

Gesteine oder Felsarten sind solche Mineralien und Mineralgemenge, welche wesentliche Bestandtheile der Erdkruste ausmachen. Sie sind Gegenstand der Petrographie<sup>6)</sup>, welche wie die Paläontologie ein Zweig der Geologie<sup>7)</sup>, der Lehre von der Zusammensetzung und Entstehung der Erde, ist.

In vollkommenster Ausbildung treten die Mineralien in der Form von Krystallen<sup>8)</sup> auf, d. h. in Körpern von ursprünglicher und gesetzmäßiger Gestaltung, die polyëdrisch von mehr oder weniger ebenen Flächen begrenzt sind und einen innigen Zusammenhang

<sup>1)</sup> neulat. *mina*, Bergwerk, Erzgrube; <sup>2)</sup> gr. *lógos*, Rede, Wissenschaft. <sup>3)</sup> lat. *fossa*, Grube. <sup>4)</sup> gr. *pétra*, Stein, Fels; lat. *fácio*, ich mache. <sup>5)</sup> gr. *palaiós*, vormalig; *ón*, das Wesen. <sup>6)</sup> gr. *grápho*, ich schreibe auf, beschreibe. <sup>7)</sup> gr. *gê*, Erde. <sup>8)</sup> gr. *krýstallos*, Eis, Bergkrystall.

der Form mit den wichtigsten physikalischen Eigenschaften (Cohärenz, optische, elektrische, magnetische Verhältnisse u. a.) erkennen lassen.

Nur die krystallisierten Mineralien sind vollkommen individualisiert; sie bilden die Individuen des Mineralreiches.

Eine vollständige Ausbildung der Krystallform ist bei den Mineral-Individuen selten, gewöhnlich sind dieselben in großer Anzahl eng aneinander entwickelt. In diesem Falle spricht man von Aggregation (Aneinanderhäufung). Die Individuen werden dabei an der freien, vollkommenen Ausbildung der Krystallform gehindert, sie sind von ganz zufälligen, regellosen Berührungs-(Contact-)Flächen begrenzt, welche in gar keiner Beziehung zur Krystallform stehen, ohne dass darum ihre Individualität aufgehoben würde, wie es sich aus der Untersuchung der physikalischen Eigenschaften ergibt.

Solche Bildungen heißen krystallinische Aggregate. Sind die Individuen der Zusammensetzung deutlich sichtbar, so ist das Aggregat makromorph<sup>1)</sup>; sind die Individuen klein, so spricht man von mikro-<sup>2)</sup> oder kryptomorphen<sup>3)</sup> Aggregaten. Im letzteren Falle bezeichnet man die Mineralien auch als dicht.

Mineralien oder Mineral-Aggregate ohne bestimmbare Form heißt man im allgemeinen derbe Mineralien. Kleinere Mineralkörper dieser Art, die von Substanzen anderer Art umschlossen sind, werden als eingesprengt bezeichnet.

Nicht individualisierte Mineralien, denen jede Gesetzmäßigkeit fehlt, werden amorph<sup>4)</sup> genannt (Opal).

---

<sup>1)</sup> gr. *makrós*, groß; *morphé*, Gestalt. <sup>2)</sup> gr. *mikrós*, klein. <sup>3)</sup> gr. *kryptós*, verborgen. <sup>4)</sup> gr. *a* (als erste Wortsilbe), nicht.

# I. Abtheilung.

## Terminologie<sup>1)</sup> oder Kennzeichenlehre.

---

### A. Mineral-Morphologie

oder die

### Lehre von den Formverhältnissen der Mineralien.

#### a) Krystallographie.

Die Krystallographie ist die Morphologie der Krystalle. Um die Gesetzmäßigkeit der Krystallformen klar zu erkennen und darzustellen, soll vorläufig von allen Störungen abgesehen werden, denen die Krystalle in der Natur unterliegen und die Krystallbildung in ihrer größten Vollkommenheit und Regelmäßigkeit vorausgesetzt werden.

Da das Individuum in der Mineralogie an keine bestimmte Wachstumsgröße gebunden ist, so soll hier gleich bemerkt werden, dass die Größe der Krystallformen in der Krystallographie unwesentlich ist und dass in erster Linie die gegenseitige Lage der Flächen in Betracht kommt. Eine parallele Verschiebung der Krystallflächen ändert am Wesen des Krystalls nichts.

An den meisten Krystallen findet sich zu jeder auftretenden Krystallfläche eine parallele Gegenfläche (Gesetz des Flächenparallelismus).

Das Wichtigste bei der Untersuchung der Krystalle ist die Bestimmung des Neigungswinkels der Flächen (Flächenwinkel), welcher am leichtesten dort gefunden wird, wo zwei Flächen eine Kante bilden („Kantenwinkel“).

---

<sup>1)</sup> lat. *terminus*, ein scharf begrenzter Begriff.

Die Instrumente, welche zur Bestimmung des Neigungswinkels zweier Krystallebenen dienen, nennt man Goniometer.<sup>1)</sup>

Sind die Krystallflächen (vollkommene Ausbildung des Krystalls vorausgesetzt) alle gleich, so ist die Krystallgestalt eine einfache, sind jedoch diese Flächen verschieden, so heißt sie eine zusammengesetzte Krystallgestalt oder eine Combination (z. B. Fig. 2).

Krystallflächen, welche parallele Kanten bilden, liegen in einer Zone. Eine zu diesen Kanten parallele, durch den Krystall gelegt gedachte Linie heißt man die Zonenaxe.

Die Anordnung der Flächen ist stets eine gesetzmäßige. Sind die Flächen eines Krystalls zu beiden Seiten einer durch den Mittelpunkt desselben gelegten oder gelegt gedachten Ebene vollkommen gleichmäßig angeordnet, so wird diese Ebene eine Symmetrie-Ebene genannt. Die Ermittlung der Symmetrie-Verhältnisse der Krystalle ist der wichtigste Schritt zur Bestimmung derselben.

In dieser Beziehung lassen sich die Krystalle in sechs Gruppen (Krystallsysteme) bringen, welche sich folgendermaßen charakterisieren lassen:

1. Das tesserale<sup>2)</sup> System. Es sind zunächst drei gleiche Hauptsymmetrie-Ebenen (I, II, III, Fig. 1) vorhanden, welche senkrecht aufeinander stehen und

Fig. 1.

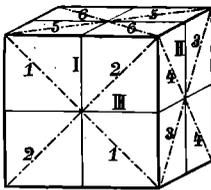
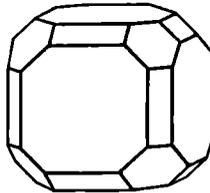


Fig. 2.



mit den Flächen des Würfels parallel durch den Mittelpunkt verlaufen. Außerdem lassen sich noch sechs weitere Symmetrie-Ebenen durch den Mittelpunkt legen, die durch je zwei der gegenüberliegenden Würfelkanten

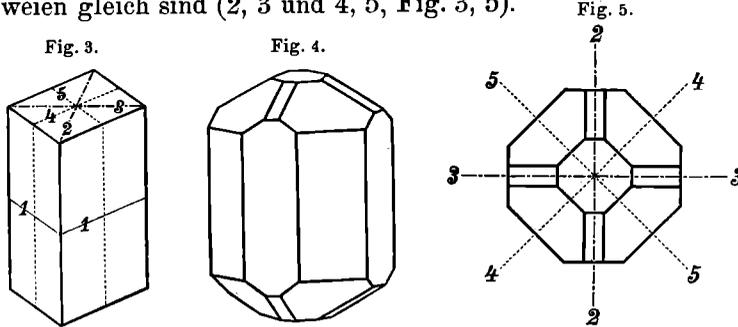
gehen und die rechten Winkel der Hauptsymmetrie-Ebenen halbieren (1—6, Fig. 1). Im ganzen weisen die Krystalle des tesselalen Systems sonach neun Symmetrie-Ebenen auf.

2. Das tetragonale<sup>3)</sup> System. Es besitzt fünf Ebenen der Symmetrie (Fig. 3, 5), von welchen eine horizontal (1) ist, während

<sup>1)</sup> gr. *gonia*, Winkel; *métron*, Werkzeug zum Messen. <sup>2)</sup> lat. *téssera*, Würfel.

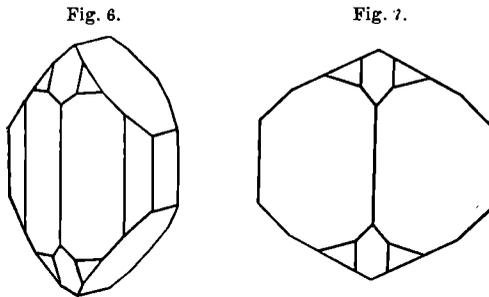
<sup>3)</sup> gr. *tétra*, vier.

die vier weiteren vertical stehen, sich unter  $45^\circ$  schneiden und zu je zweien gleich sind (2, 3 und 4, 5, Fig. 3, 5).



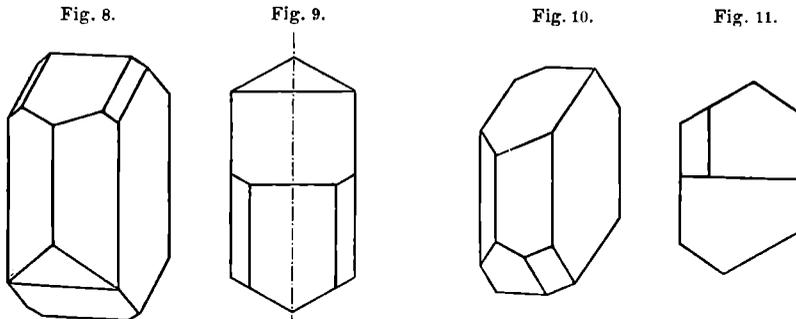
Die Gestalten sind rechts, links, vorne und rückwärts gleich (Krystalle mit wirtelförmigem Bau).

3. Das rhombische System hat drei Symmetrie-Ebenen,



die verschieden sind und auf einander senkrecht stehen; die Gestalten sind rechts wie links, vorne wie rückwärts (Fig. 6, 7).

den; die Gestalten sind rechts wie links, aber vorne anders wie



rückwärts. Diese Symmetrie bedingt mehr oder weniger deutlich von vorne nach rückwärts aufsteigende Formen (Fig. 8, 9).

<sup>1)</sup> gr. *mónos*, einzig, allein; gr. *klino*, ich neige.

5. Das triklone<sup>1)</sup> System. Die Gestalten sind schief von vorne nach rückwärts und von rechts nach links (Fig. 10, 11).

6. Das hexagonale<sup>2)</sup> System. Dasselbe besitzt sieben Symmetrie-Ebenen. Eine horizontale (H) (Fig. 12) und zweimal drei vertical stehende, die sich unter 30° schneiden (1, 2, 3 und 4, 5, 6, Fig. 12, 14). (Krystalle mit wirtelförmigem Bau.)

Unter den Gestalten des hexagonalen Systems gibt es solche, welche an gewissen Mineralien ausschließlich vorkommen und nur 3 ausgesprochene Ebenen der Symmetrie aufweisen, welche sich unter 60° schneiden (Fig. 12 bis Fig. 14).

Um die Lage der Flächen genau oder geometrisch bestimmen zu können, bezieht man sie auf Coordinaten-Systeme<sup>3)</sup> oder Axen-

Fig. 12.

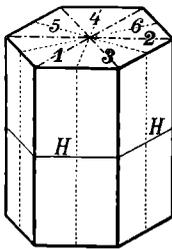


Fig. 13.

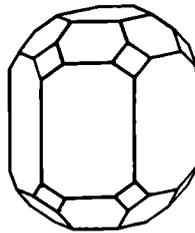
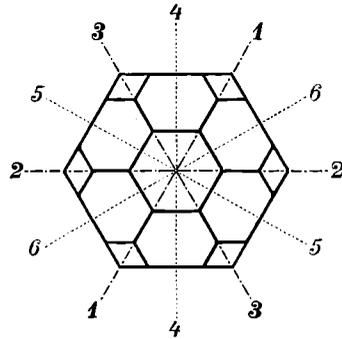


Fig. 14.



Systeme, welche in ihrer Lage den Symmetrie-Verhältnissen entsprechen und durch den Mittelpunkt der Krystallgestalt gelegt werden. Eine Axe wird vertical gestellt und als Hauptaxe bezeichnet. Den ersten fünf Systemen werden drei, dem hexagonalen Systeme vier Axen zugrunde gelegt.

Die Lage der Krystallflächen wird durch die Abschnitte derselben (Parameter<sup>4)</sup> auf den Axen bestimmt.

Alle Gestalten, welche an einem krystallisierten Minerale auftreten (ihren Inbegriff bezeichnet man als „Krystallreihe“), bezieht man auf eine Gestalt mit dem einfachsten Verhältnisse der Axenabschnitte auf die „Grundgestalt“, von welcher dieselben „abgeleitet“ werden.

Krystalle, an welchen alle der Symmetrie vollkommen entsprechenden Flächen entwickelt sind, heißen vollflächige oder holoëdrische<sup>5)</sup> Krystalle.

<sup>1)</sup> gr. *três*, *tría*, drei. <sup>2)</sup> gr. *hék*, sechs. <sup>3)</sup> Zuerst (1813) eingeführt von Ch. S. Weiß. <sup>4)</sup> gr. *parámetréo*, abmessen, vergleichen. <sup>5)</sup> gr. *hólos*, ganz.

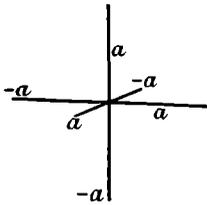
Die Axenabschnitte oder Parameter der abgeleiteten Gestalten stehen zu jenen der Grundgestalt in einem einfachen rationalen Verhältnisse. Es ist dies eines der wichtigsten Grundgesetze der Krystallographie, das Gesetz der rationalen Ableitungszahlen.

Das Verhältnis der Axenlängen der Grundgestalt dagegen kann rational oder irrational sein. Die Axenlängen der Grundgestalt werden für die abgeleiteten Gestalten als Einheit angenommen.

Zu Combinationen verbinden sich nur Gestalten eines und desselben Systems, beziehungsweise einer und derselben Krystallreihe, und zwar stets nur in paralleler Axenstellung.

**I. Tesserales System.** Alle tesserale Gestalten lassen sich auf drei gleich lange, auf einander senkrecht stehende Axen (Fig. 15) beziehen. Die positiven Halbaxen werden mit  $a$ , die negativen mit  $-a$  bezeichnet. In der Normalstellung steht die eine Axe vertical (Hauptaxe), die zweite verläuft der Quere (Queraxe), die dritte von vorne nach rückwärts, der Länge nach (Längsaxe). Jede der drei gleichen Axen kann als Hauptaxe aufgestellt werden.

Fig. 15.



Die vollflächigen (holoëdrischen) Gestalten des tesserale Systems sind folgende sieben:

1. Das Oktaëder (Fig. 16). Dasselbe ist von 8 gleichen gleichseitigen Dreiecken, 6 gleichen Ecken und 12 gleichen Kanten begrenzt. Der Kantenwinkel beträgt  $109^{\circ} 28'$ .

Fig. 16.

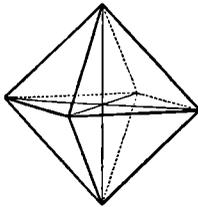
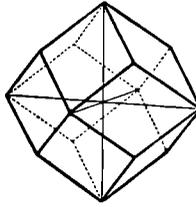


Fig. 17.



Die Axenabschnitte sind gleich groß, das Parameter-Verhältnis ist  $a : a : a$  oder  $1 : 1 : 1$ . Das Oktaëder ist daher die Grundgestalt des Systems. Als Bezeichnung

oder als Symbol<sup>1)</sup> des Oktaëders hat Naumann<sup>2)</sup> den Buchstaben  $O$  angenommen.

2. Das Rhombendodekaëder<sup>3)</sup> (Fig. 17), auch Granatoëder genannt, ist von 12 gleichen Rhomben, 8 dreiflächigen, 6 vier-

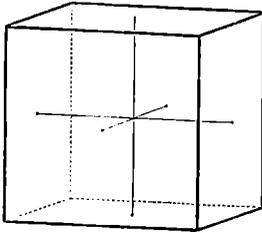
<sup>1)</sup> gr. *symbolon*, Zeichen. <sup>2)</sup> Karl Friedrich Naumann (1797—1873), Prof. an der Universität in Leipzig. <sup>3)</sup> gr. *dódeka*, zwölf.

flächigen Ecken und 24 gleichen Kanten begrenzt; der Kantwinkel beträgt  $120^\circ$ .

Jede Fläche des Granatoëders schneidet zwei Axen in gleicher Entfernung und ist zur dritten Axe parallel; das Parameter-Verhältnis ist  $a : a : \infty a$  oder  $1 : 1 : \infty$ , woraus sich das Symbol  $\infty O$  ergibt.

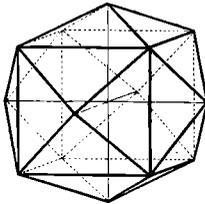
3. Das Hexaëder (Fig. 18) mit 6 gleichen Quadraten, 8 gleichen Ecken und 12 gleichen Kanten. Jede Fläche schneidet eine Axe und verläuft parallel zu den zwei anderen, das Parameter-Verhältnis ist also  $a : \infty a : \infty a$  oder  $1 : \infty : \infty$  und das Symbol  $\infty O \infty$ .

Fig. 18.



4. Das Tetrakishexaëder<sup>1)</sup> oder der Pyramidenwürfel (Fig. 19) ist von 24 gleichschenkeligen Dreiecken, 8 sechsfächigen ungleichkantigen, 6 vierflächigen gleichkantigen Ecken und 36 Kanten zweierlei Art begrenzt. 12 Kanten haben die Lage der Hexaëderkanten, die anderen 24 liegen zu je 4 über den Flächen des eingeschriebenen Hexaëders.

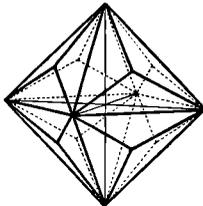
Fig. 19.



Jede Fläche schneidet eine Axe im Abstände 1, eine zweite in einem größeren Abstände  $n$  und läuft zur dritten Axe parallel, woraus sich das Parameter-Verhältnis  $a : na : \infty a$  oder  $1 : n : \infty$  und das Symbol  $\infty O n$  ergibt.

Da  $n$  verschiedene rationale Werte zwischen 1 und  $\infty$  ( $\frac{3}{2}, 2, 3 \dots$ ) haben kann, so liegen die verschiedenen Tetrakishexaëder zwischen dem Granatoëder (für  $n = 1$ ) und dem Hexaëder (für  $n = \infty$ ).

Fig. 20.



5. Das Triakisoktaëder<sup>2)</sup> (Fig. 20) ist von 24 gleichschenkeligen Dreiecken, 8 dreiflächigen gleichkantigen, 6 achtfächigen ungleichkantigen Ecken und 36 Kanten zweierlei Art begrenzt. 12 Kanten haben die Lage der Oktaëderkanten, die anderen 24 liegen zu je 3 über den Flächen des eingeschriebenen Oktaëders. Jede Fläche schneidet

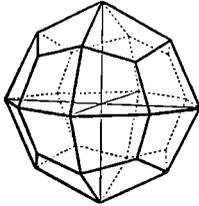
Lage der Oktaëderkanten, die anderen 24 liegen zu je 3 über den Flächen des eingeschriebenen Oktaëders. Jede Fläche schneidet

<sup>1)</sup> gr. *tetrákis*, viermal. <sup>2)</sup> gr. *triákis*, dreimal.

zwei Axen in der Einheit und die dritte in größerem Abstände  $m$  vom Mittelpunkte, das Parameter-Verhältnis lautet sonach  $a : a : ma$  oder  $1 : 1 : m$  und das Symbol ist  $mO$ . Für  $m = 1$  geht das Triakisoktaëder in das Oktaëder, für  $m = \infty$  in das Rhombendodekaëder über.

6. Das Ikositetraëder<sup>1)</sup> (Fig. 21) ist von 24 symmetrischen Trapezoiden (Deltoiden), 8 dreiflächigen gleichkantigen, 6 vierflächigen gleichkantigen, 12 vierflächigen ungleichkantigen Ecken und 48 Kanten zweierlei Art begrenzt. Das Parameter-Verhältnis ist  $a : ma : ma$  oder  $1 : m : m$  und das Symbol  $mOm$ . Die Ikositetraëder liegen zwischen dem Oktaëder (für  $m = 1$ ) und dem Hexaëder (für  $m = \infty$ ).

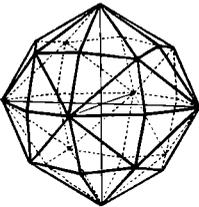
Fig. 21.



Am Granat kommt  $2O2$  allein und in Combination mit dem Granatoëder (Fig. 47, S. 14) häufig vor.

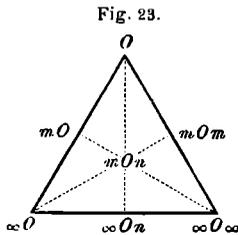
7. Das Hexakisoktaëder<sup>2)</sup> (Fig. 22) ist die allgemeinste Gestalt des tesseralen Systems. Dieselbe hat 48 ungleichseitige Dreiecke, 26 Ecken von dreierlei Art und 72 Kanten von dreierlei Art. Jede Fläche schneidet die drei Axen in verschiedenen Abständen. Das Parameter-Verhältnis ist daher  $a : ma : na$  oder  $1 : m : n$ , die Bezeichnung der Gestalt  $mOn$ .

Fig. 22.



Weitere holoëdrische tesserale Gestalten sind nicht möglich.

Die Übergänge der 7 tesseralen holoëdrischen Gestalten lassen sich durch das nebenstehende trianguläre Schema (Fig. 23) übersichtlich anordnen. Das Hexakisoktaëder nimmt die Mitte der Dreiecksfläche ein und kann in alle übrigen Gestalten übergehen.



Die Figuren 16—22 der holoëdrischen Gestalten des tesseralen Systems lassen sogleich erkennen, dass z. B. dem Parameter-Verhältnis  $a : a : a$  in jedem Oktanten nur eine Fläche entsprechen kann, dass dagegen  $a : a : ma$  dreimal;  $a : ma : na$  aber sechsmal umgestellt werden kann, also 3 und 6 Flächen in jedem Oktanten auftreten müssen, wodurch der Symmetrie und dem Begriffe Holoëdrie vollkommen Genüge geleistet wird.

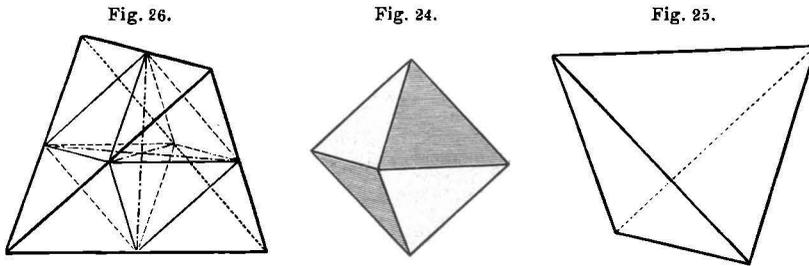
<sup>1)</sup> gr. *eikosi*, zwanzig. <sup>2)</sup> gr. *hexákis*, sechsmal.

Die vollflächigen Gestalten lassen sich gesetzmäßig in geometrisch gleiche, aber der Lage der Flächen nach verschiedene Hälften (Hemiëder)<sup>1)</sup> zerlegen.

Dabei tritt nur die halbe Anzahl der Flächen auf, welche jedoch so angeordnet sind, dass jede der drei Haupt-Symmetrie-Ebenen (die zugleich die Axenebenen sind) von gleich vielen Flächen mit den gleichen Parameter-Verhältnissen getroffen wird (Begriff der Hemiëdrie).

a) Die tetraëdrische oder geneigtflächige Hemiëdrie. Die in den abwechselnden Oktanten der vollflächigen Gestalt liegenden Flächen denkt man sich ausgedehnt, bis sie den Raum begrenzen. Nach diesem Gesetze sind zerlegbar; das Oktaëder, das Triakisoktaëder, das Ikositetraëder und das Hexakisoktaëder.

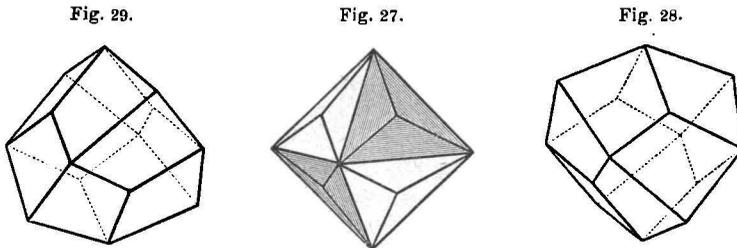
Das Oktaëder O (Fig. 24) zerfällt in zwei Tetraëder  $\frac{O}{2}$  und  $-\frac{O}{2}$  (Fig. 25 und 26). Das Tetraëder ist von 4 gleichen



gleichseitigen Dreiecken, 4 gleichen Ecken und 6 gleichen Kanten begrenzt. Der Kantenwinkel beträgt  $70^{\circ} 32'$ .

Das Tetraëder kommt am Fahlerz und am Boracit vor (Fig. 50—52).

Das Triakisoktaëder mO (Fig. 27) zerfällt in zwei Deltoiddodekaëder<sup>2)</sup>  $\frac{mO}{2}$  und  $-\frac{mO}{2}$  (Fig. 28 und 29).



<sup>1)</sup> gr. *hemi*, halb. <sup>2)</sup> gr. *Delta*, A, D.

Das Deltoiddodekaëder hat 12 Deltoide, 8 dreiflächige gleichkantige, 6 vierflächige ungleichkantige Ecken und 24 Kanten zweierlei Art.

Am Fahlerz kommt  $\frac{8/2 O}{2}$  vor.

Das Ikositetraëder  $mOm$  (Fig. 30) lässt sich in zwei Trigondodekaëder<sup>1)</sup>  $\frac{mOm}{2}$  und  $-\frac{mOm}{2}$  (Fig. 31 und 32) zerlegen.

Fig. 32.

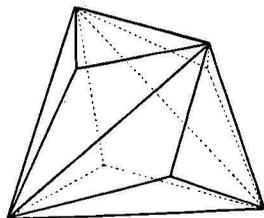


Fig. 30.

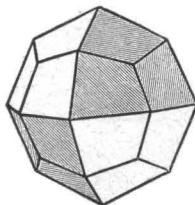
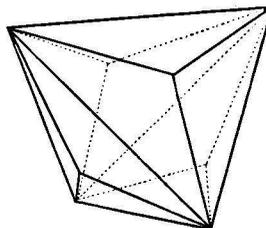


Fig. 31.



Das Trigondodekaëder hat 12 gleichschenkelige Dreiecke, 4 dreiflächige gleichkantige, 4 sechsfächige ungleichkantige Ecken, zweierlei Kanten: 4 Kanten, welche die Lage der Tetraëderkanten haben, und 12 weitere, welche zu je 3 über die Flächen des eingeschriebenen Tetraëders zu liegen kommen.

Am Fahlerz kommt  $\frac{2O2}{2}$  vor (Fig. 51).

Das Hexakisoktaëder  $mOn$  (Fig. 33) zerfällt in zwei Hexakistetraëder  $\frac{mOn}{2}$  und  $-\frac{mOn}{2}$  (Fig. 34 und 35).

Fig. 35.

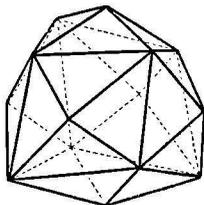


Fig. 33.

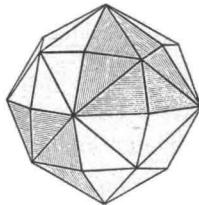
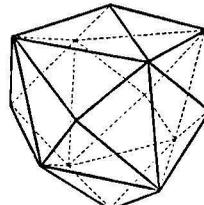


Fig. 34.



<sup>1)</sup> gr. *trigon*, Dreieck.

Diese Hälften haben 24 ungleichseitige Dreiecke, 14 Ecken und 36 Kanten dreierlei Art.

$\frac{3O^{3/2}}{2}$  kommt am Fahlerz vor.

b) Die pyritoëdrische oder paralleleflächige Hemiëdrie. Denkt man sich am Tetrakisheptaëder  $\infty On$  (Fig. 36) die abwechselnden Flächen ausgedehnt, bis sie sich gegenseitig schneiden, so erhält man zwei Pentagondodekaëder<sup>1)</sup>  $\frac{\infty On}{2}$  und  $-\frac{\infty On}{2}$  (Fig. 37 und 38). Das Pentagondodekaëder hat

Fig. 38.

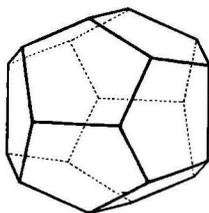


Fig. 36.

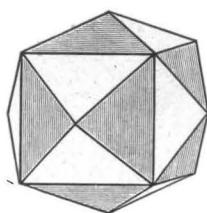
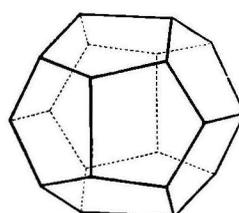


Fig. 37.



12 symmetrische Fünfecke, 8 dreiflächige gleichkantige, 12 dreiflächige ungleichkantige Ecken und 30 Kanten zweierlei Art. Die Fünfecke sind symmetrische Polygone, bei welchen 4 Seiten gleich sind; die fünften ungleichen Seiten sind mit den Hexaëderkanten parallel.

$\frac{\infty O_2}{2}$  kommt sehr häufig am Pyrit (Fig. 58) vor und heißt deshalb auch das Pyritoëder.

Lässt man am Hexakisoktaëder  $mOn$  (Fig. 39) die den Flächen des Tetrakisheptaëders entsprechenden Flächenpaare sich ausdehnen, so erhält man zwei Dyakisdodekaëder<sup>2)</sup>  $\left[\frac{mOn}{2}\right]$  und  $-\left[\frac{mOn}{2}\right]$  (Fig. 40 und 41). Diese Gestalten haben 24 Trapezoide, 26 Ecken und 48 Kanten dreierlei Art. Die Trapezoide haben zwei gleiche Seiten, welche an den dreiflächigen gleichkantigen Ecken liegen. Die Klammern bei den Symbolen dienen zur Unterscheidung dieser Hälften von denen der tetraëdrischen Hemiëdrie des Hexakisoktaëders.

$\left[\frac{4O^{3/2}}{2}\right]$  und  $\left[\frac{4O_2}{2}\right]$  kommen am Pyrit vor.

<sup>1)</sup> gr. *pénte*, fünf. <sup>2)</sup> gr. *dyákis*, zweimal.

Fig. 41.

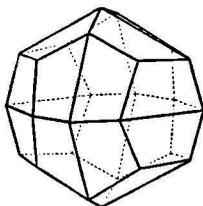


Fig. 39.

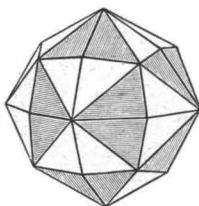
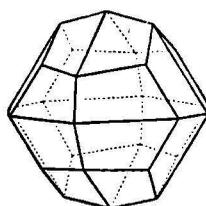


Fig. 40.



Die übrigen einfachen tesseralen Gestalten bleiben bei Anwendung der beiden Zerlegungsgesetze unverändert.

**Combinationsen** bestehen aus zwei oder mehreren einfachen Gestalten desselben Systems und desselben (holoëdrischen oder hemiëdrischen) Charakters, mit paralleler Stellung der Axen. Die Combinationsgestalten repräsentieren Individuen mit ungleichen Flächen. Combinationskanten sind diejenigen Kanten, welche durch den Durchschnitt zweier ungleicher Flächen entstehen. In den Combinations erscheinen Kanten und Ecken der einfachen Gestalten „abgestumpft“. (M. vergl. die Figuren 42—56.)

Der Habitus<sup>1)</sup> einer Combination wird bestimmt durch die in der Combination am meisten vorherrschende einfache Gestalt.

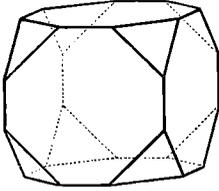
Eine Combination ist entwickelt oder aufgelöst, wenn man alle einfachen Gestalten bestimmt hat, welche in der Combination enthalten sind, und wird bezeichnet, indem man die Symbole der einzelnen Gestalten (das Symbol der vorherrschenden Gestalt voran) hintereinander schreibt und durch Punkte trennt.

Zum Behufe der Auflösung einer Combination stellt man dieselbe der richtigen Stellung des Axensystems entsprechend und betrachtet die gleichen Flächen, welche ausgedehnt eine einfache Gestalt dieser Combination bilden würden. Die Zahl der gleichen Flächen, ihre Lage gegen das Axensystem, die Form, welche durch den Schnitt dieser gleichen Flächen beim Ausdehnen derselben sich ergibt, und die Lage der Combinationskanten sind wichtige Anhaltspunkte zur Bestimmung der Combinationsen.

Beispiele von Combinationsen:

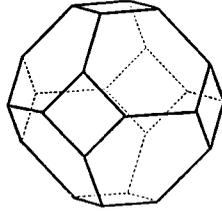
<sup>1)</sup> lat. *habitus*, die Art des Erscheinens.

Fig. 42.



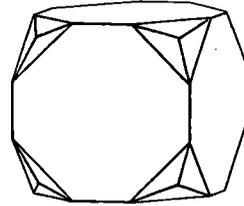
$\infty O \infty . O$   
(Bleiglanz, Flußspat)

Fig. 43.



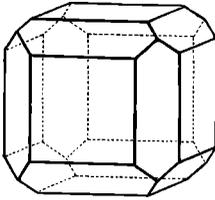
$O . \infty O \infty$   
(Bleiglanz, Kupfer)

Fig. 44.



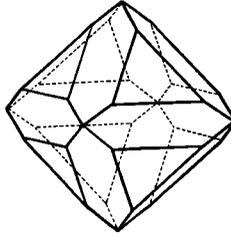
$\infty O \infty . 2O2$   
(Analcim, Flußspat)

Fig. 45.



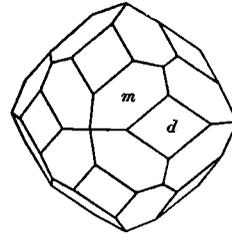
$\infty O \infty . \infty O$   
(Bleiglanz, Flußspat)

Fig. 46.



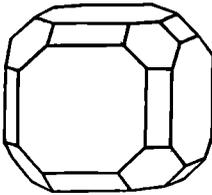
$O . \infty O$   
(Rothkupfererz)

Fig. 47.



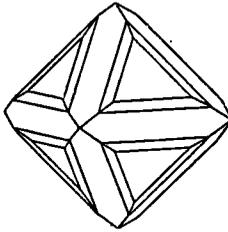
$m \quad d$   
 $2O2 . \infty O$   
(Granat)

Fig. 48.



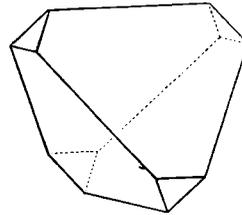
$\infty O \infty . \infty O . O$   
(Gold)

Fig. 49.



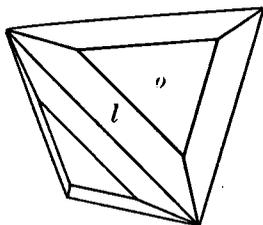
$O . \infty O . 2O$   
(Rothkupfererz)

Fig. 50.



$\frac{O}{2} . \frac{O}{2}$   
(Fahlerz)

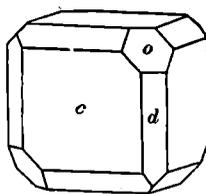
Fig. 51.



$$\begin{matrix} o & l \\ \frac{0}{2} & \frac{202}{2} \end{matrix}$$

(Fahlerz)

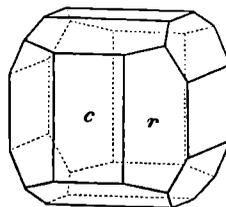
Fig. 52.



$$\begin{matrix} c & d & o \\ \infty 0 \infty . \infty 0 . \frac{0}{2} \end{matrix}$$

(Boracit)

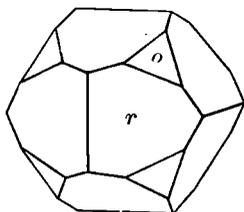
Fig. 53.



$$\begin{matrix} c & r \\ \infty 0 \infty . \frac{\infty 02}{2} \end{matrix}$$

(Pyrit)

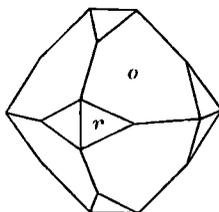
Fig. 54.



$$\begin{matrix} r & o \\ \frac{\infty 02}{2} . 0 \end{matrix}$$

(Pyrit)

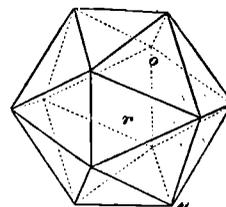
Fig. 55.



$$\begin{matrix} o & r \\ 0 . \frac{\infty 02}{2} \end{matrix}$$

(Pyrit, Glanzkobalt)

Fig. 56.



$$\begin{matrix} o & r \\ 0 . \frac{\infty 02}{2} \end{matrix}$$

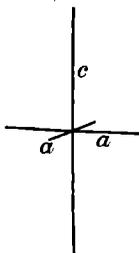
(Glanzkobalt)

*Kosacii (2. Fl. 10 Gleiches)*

In Fig. 56 sind die beiden Gestalten im Gleichgewichte. — Tesseral vollflächig krystallisieren: Gold, Silber, Kupfer, Bleiglanz, Magneteisenstein, Flußspat u. s. w.; tetraëdrisch: Fahlerz, Boracit, Zinkblende; pyritoëdrisch: Pyrit, Glanzkobalt.

## 2. Tetragonales System. Dasselbe ist charakterisiert durch

Fig. 57.



drei auf einander senkrecht stehende Axen (Fig. 57). von welchen jedoch nur zwei gleich lang sind. Die dritte ungleiche Axe, welche länger oder kürzer als die beiden anderen Axen sein kann, bestimmt die aufrechte Stellung und wird als Hauptaxe c von den beiden Nebenaxen a unterschieden. In der Normalstellung erscheint die eine Nebenaxe als Queraxe, die andere als Längsaxe.

Grundgestalt ist eine gleichkantige vierseitige Pyramide (Fig. 58), welche mit P bezeichnet wird. Diese Pyramide ist von 8 gleichen gleichschenkeligen Dreiecken begrenzt und hat 8 gleiche Polkanten und 4 gleiche Mittelkanten. Der Querschnitt ist ein

Fig. 58.

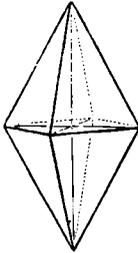
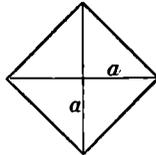


Fig. 59.

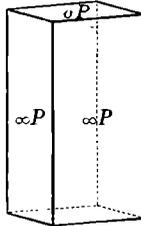


Quadrat (Fig. 59), dessen Diagonalen von den beiden Nebenaxen gebildet werden. Das Verhältnis der Axenabschnitte der Flächen der Grundgestalt ist  $a : a : c$ .

Die Grundgestalt P ist für die verschiedenen Krystallreihen verschieden und wird gegeben durch das Verhältnis  $a : c$ , welches durch Messung, z. B. des Winkels einer der Mittelkante berechnet werden kann.

Ableitung der tetragonalen Gestalten. Zunächst ergibt sich eine Reihe von spitzeren und stumpferen Pyramiden in derselben Stellung wie die Grundgestalt, je nachdem bei ungeändertem Querschnitte die Abmessung (m) auf der Hauptaxe (c) größer oder kleiner als die der Grundpyramide wird. Daraus ergibt

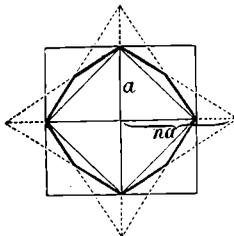
Fig. 60.



sich die Reihe der Protopyramiden<sup>1)</sup> (siehe in den Fig. 71 und 74, S.19) die Pyramiden P, b und P, v, u), zwischen den Grenzwerten  $m = 0$  und  $m = \infty$ . Für  $m = 0$  folgt  $a : a : 0c = 0P$ , das basische Pinakoid<sup>2)</sup>, für  $m = \infty$  ergibt sich das Parameter-Verhältnis  $a : a : \infty c = \infty P$ , das Protoprisma (Fig. 60). Fig. 60 ist die Combination:  $0P . \infty P$ .

Nach dem Flächenparallelismus-Gesetz (S. 3) erscheint das basische Pinakoid in Combinationen als ein Flächenpaar.

Fig. 61.



Ungleichkantige achtseitige oder ditetragonale<sup>3)</sup> Pyramiden entstehen, wenn eine der Abmessungen auf den Nebenaxen größer als die Abmessung der Grundpyramide (etwa  $na$ ) wird (in Fig. 61  $n = \frac{3}{2}$ ). Nach dem

Symmetriegesetze dieses Systems müssen dann zwei Flächen mit den Parametern

<sup>1)</sup> gr. *prōtos*, erste. <sup>2)</sup> gr. *pinax*, Brett, *pinakoid*, brettähnlich. <sup>3)</sup> gr. *dis*, zweimal.

der Nebenaxen:  $a$  und  $na$  in jedem Oktanten auftreten, wodurch eben ditetragonale Pyramiden (Fig. 62) entstehen. Das Parameterverhältnis einer solchen Fläche wird allgemein lauten:

Fig. 62.

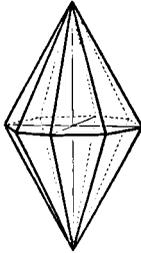
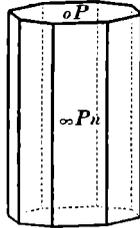


Fig. 63.



$a : na : mc$ , woraus sich für die ditetragonale Pyramide das Symbol  $mP_n$  ergibt. Auch hier wird man auf Reihen kommen, und zwar sowohl in Bezug auf die Hauptaxe, je nach dem Werte des  $m$ , als auch für die Nebenaxen nach der Größe des  $n$ . Im ersten Falle ergibt sich eine Reihe von ditetragonalen Pyramiden mit demselben Quer-

schnitte und mit den Endgliedern  $a : na : oc = oP$ , dem basischen Pinakoid, und  $a : na : ∞c = ∞P_n$ , einem ditetragonalen Prisma (Fig. 63).

Die Querschnitte sämtlicher ditetragonalen Pyramiden sind symmetrische Achtecke mit gleichen Seiten und abwechselnd gleichen Winkeln, d. s. Ditetrage (Fig. 61).

Für die Entstehung eines regelmäßigen Achteckes wird  $n = 1 + \sqrt{2}$ , also irrational („Rationalität der Ableitungszahlen“, S. 7). Gleichkantige achtseitige Pyramiden kommen daher als einfache Krystallgestalten nicht vor.

Der Wert von  $n$  kann nur zwischen den Grenzwerten  $n = 1$  oder  $a : a : mc$ , einer Protopyramide  $mP$ , und  $n = ∞$  oder  $a : ∞a : mc$  liegen. Im letzteren Falle werden je zwei an den Polkanten der Protopyramide zusammenstoßende Flächen der ditetragonalen

Fig. 64.

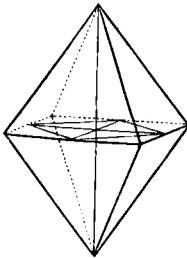
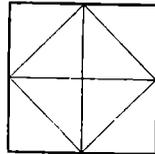


Fig. 65.



Pyramide (Fig. 61) in eine Fläche zusammenfallen, woraus Pyramiden in einer zweiten Stellung, die Deuteropyramiden<sup>1)</sup> (Fig. 64), entstehen, welche zur Basis ein dem Quadrate der Grundgestalt umschriebenes Quadrat (Fig. 65)

haben, sich also gegen die Protopyramiden in einer um  $45^\circ$  gedrehten Stellung befinden. Ihr Symbol ist  $mP_\infty$  und sie bilden eine Reihe

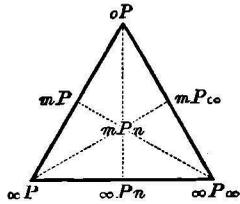
<sup>1)</sup> gr. *deúteros*, zweite.

zwischen dem basischen Pinakoid  $0P$  für  $m=0$  und einem Deuteroprisma  $\infty P\infty$  für  $m=\infty$ .

Die Flächen der Deuteropyramide  $mP\infty$  stumpfen die Polkanten der Protopyramide  $mP$ , das Deuteroprisma die Kanten des Protoprismas ab. Die Prismen stumpfen die Mittelkanten der entsprechenden Pyramiden, das basische Pinakoid die Polecken ab.

Gestalten derselben Reihe haben denselben Querschnitt und geben, mit einander kombiniert, horizontale Combinationskanten.

Fig. 66.



Die tetragonalen holoëdrischen Gestalten lassen sich nach dem nebenstehenden Schema (Fig. 66) übersichtlich mit ihren Reihen zusammensetzen.

Zu den hemiëdrischen Gestalten oder Hälften des tetragonalen Systems gehört das tetragonale Tetraëder, welches auch tetragonales Sphenoid<sup>1)</sup> genannt wird.

Dasselbe entsteht aus einer Protopyramide  $mP$  (Fig. 67) durch Ausdehnung der abwechselnden Flächen. Aus  $mP$  erhält man  $\frac{mP}{2}$  und  $-\frac{mP}{2}$  (Fig. 68 und 69). Die Sphenoide sind von

Fig. 69.

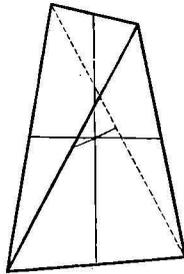


Fig. 67.

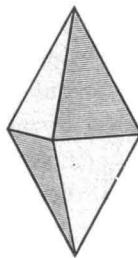
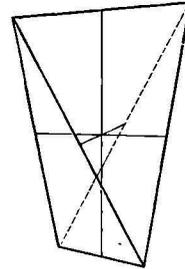


Fig. 68.

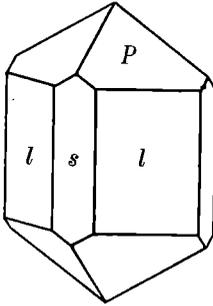


vier gleichen gleichschenkeligen Dreiecken begrenzt; die vier Ecken sind ungleichkantig, die sechs Kanten von zweierlei Art.

Beispiele tetragonaler Combinationen:

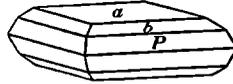
<sup>1)</sup> gr. *sphén*, Keil; *sphenoid*, keilähnlich.

Fig. 70.



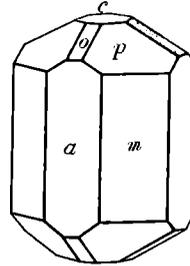
$$\begin{matrix} P & l & s \\ P \cdot \infty P \cdot \infty P \infty \\ \text{(Zirkon)} \end{matrix}$$

Fig. 71.



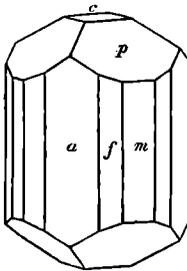
$$\begin{matrix} P & b & a \\ P \cdot \frac{1}{3}P \cdot 0P \\ \text{(Gelbbleierz)} \end{matrix}$$

Fig. 72.



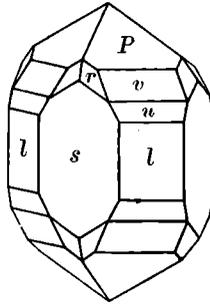
$$\begin{matrix} p & m & o & a & c \\ P \cdot \infty P \cdot P \infty \cdot \infty P \infty \cdot 0P \\ \text{(Vesuvian)} \end{matrix}$$

Fig. 73.



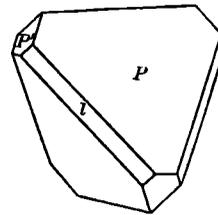
$$\begin{matrix} p & m & a & f & c \\ P \cdot \infty P \cdot \infty P \infty \cdot \infty P 2 \cdot 0P \\ \text{(Vesuvian)} \end{matrix}$$

Fig. 74.



$$\begin{matrix} P & v & u & l & s & r \\ P \cdot 2P \cdot 3P \cdot \infty P \cdot \infty P \infty \cdot 3P 3 \\ \text{(Zirkon)} \end{matrix}$$

Fig. 75.

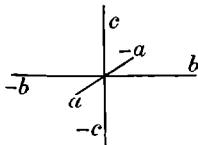


$$\begin{matrix} P & P' & l \\ \frac{P}{2} \cdot -\frac{P}{2} \cdot \infty P \infty \\ \text{(Kupferkies)} \end{matrix}$$

Mineralien, welche deutlich tetragonal krystallisieren, sind: Zinnstein, Vesuvian, Zirkon, Gelbbleierz, Rutil, Kupferkies etc.

### 3. Rhombisches System. Das Axensystem besteht aus drei

Fig. 76.

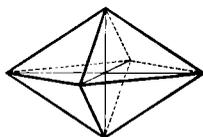


auf einander senkrecht stehenden, ungleichen Axen a, b, c (Fig. 76). Eine dieser drei Axen wird als Hauptaxe gewählt, mit c bezeichnet und vertical gestellt. Die beiden anderen Axen a und b (Nebenaxen) sind so zu richten, dass die längere b, Makroaxe<sup>1)</sup> genannt, als Queraxe, die kürzere a, Brachyaxe<sup>2)</sup> genannt, als Längsaxe erscheint.

<sup>1)</sup> gr. *makrós*, groß. <sup>2)</sup> gr. *brachýs*, kurz.

Die Symmetrie der rhombischen Gestalten ist nach den drei unter einander verschiedenen Symmetrie-Ebenen, dem basischen, makrodiagonalen und brachydiagonalen Hauptschnitte, bestimmt (vgl. Symmetriegesetze, S. 4).

Fig. 77.



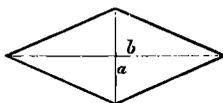
Grundgestalt ist eine rhombische Pyramide P (Fig. 77) mit dem Axenverhältnisse  $a : b : c$ . Diese Gestalt hat 8 gleiche ungleichseitige Dreiecke, 6 Ecken, von welchen die gegenüberstehenden gleich sind, und 12 Kanten, von welchen die in den drei Hauptschnitten liegenden einander gleich sind.

Die rhombische Pyramide P ist bestimmt durch die Messung zweier Kantenswinkel, aus welchen sich das Verhältnis  $a : b : c$  berechnen lässt. In der Krystallreihe des Aragonits ist z. B.  $a : b : c = 1 : 1.39 \dots : 0.86 \dots$

Ableitung der rhombischen Gestalten. Entwicklung von Reihen.

1. Je nach den verschiedenen (rationalen) Werten von  $m$  der Hauptaxe, größer oder kleiner als 1, mit den Grenzwerten  $m = 0$  und  $m = \infty$ , erhält man die Hauptreihe der rhombischen Pyramiden oder der Protopyramiden  $(a : b : mc) = mP$ , und zwar für

Fig. 78.

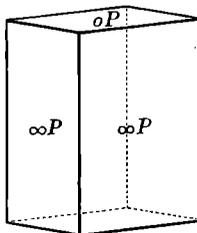


$$m = 0 \quad m < 1 \quad m = 1 \quad m > 1 \quad m = \infty$$

$$oP \dots mP \dots P \dots mP \dots \infty P$$

Alle Gestalten dieser Reihe haben dieselbe Basis (Fig. 78) wie die Grundgestalt.  $oP$  ist das basische Pinakoid und  $\infty P$  ein verticales Prisma. In Fig. 79 sind  $oP$  und  $\infty P$  miteinander combinirt dargestellt.

Fig. 79.



Auch im rhombischen Systeme ist die allgemeinste Lage einer Pyramidenfläche durch 3 verschiedene Parameter bezeichnet. Während jedoch beim tetragonalen Systeme je eine solche Fläche ( $a : na : mc$ ) zu den ditetragonalen Pyramiden führte, entstehen im rhombischen System infolge der Symmetrieverhältnisse verschiedene Reihen rhombischer Pyramiden.

Um die Beziehungen zur Makro- und Brachyaxe zu symbolisieren, wendet man die prosodischen<sup>1)</sup> Zeichen für lang (—) und für kurz (⌒) an.

<sup>1)</sup> gr. *prosodia*, Betonung der Silben.

2. Für größere Abmessungen ( $n > 1$ ) auf der Makroaxe (Fig. 80) ( $a : nb : mc$ ) entstehen die Makropyramiden  $m\bar{P}n$  mit dem Grenz-

Fig. 80.

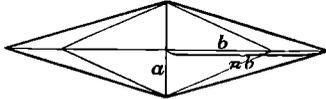
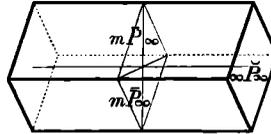


Fig. 81.



werte  $n = \infty$  ( $a : \infty b : mc$ ), die horizontale Säule nach der Queraxe, das Makro- oder Querdoma<sup>1)</sup>  $m\bar{P}\infty$  (Fig. 81).

3. Für größere Abmessungen auf der Brachyaxe (Fig. 82) ( $na : b : mc$ ) entstehen die Brachypyramiden  $m\check{P}n$  mit dem Grenz-

Fig. 82.

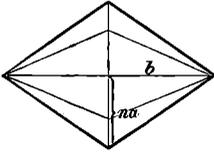
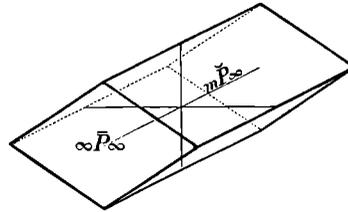


Fig. 83.

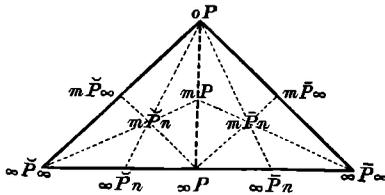


werte  $n = \infty$  ( $\infty a : b : mc$ ): eine horizontale Säule nach der Längsaxe, das Brachy- oder Längsdoma  $m\check{P}\infty$  (Fig. 83).

Wird bei den Makrodomen  $m\bar{P}\infty$  das  $m = \infty$ , so entsteht dadurch ( $a : \infty b : \infty c$ ) oder  $\infty\bar{P}\infty$ , das Makropinakoid oder die Querfläche; bei den Brachydomen  $m\check{P}\infty$  erhält man für den Grenzwert  $m = \infty : (\infty a : b : \infty c)$  oder  $\infty\check{P}\infty$ , das Brachypinakoid oder die Längsfläche.

Die Quer- und die Längsfläche erscheinen, sowie das basische Pinakoid nach dem Gesetze des Flächenparallelismus (S. 3) in Combinationen paarweise.

Fig. 84.



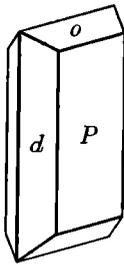
<sup>1)</sup> gr. *dómos*, lat. *domus*, Haus, mit Bezug auf das Dach des Hauses („Dachflächen“).

Die rhombischen Gestalten lassen sich nach dem Schema (Fig. 84, S. 21) übersichtlich zusammenstellen.

Beispiele rhombischer Combinationen:

Eine Pyramide  $mP$  der Hauptreihe erfährt in Combination mit dem zugehörigen Makrodoma  $m\check{P}\infty$  eine Abstumpfung ihrer kürzeren, mit dem Brachydoma  $m\check{P}\infty$  eine Abstumpfung der längeren Polkanten. Durch das Prisma  $\infty P$  werden die Basiskanten, durch das basische Pinakoid  $OP$  die Polecken abgestumpft. Das Makropinakoid  $\infty\check{P}\infty$  stumpft die Basisecken an der Brachydiagonale, das Brachypinakoid  $\infty\check{P}\infty$  die Ecken an der Makrodiagonale ab.

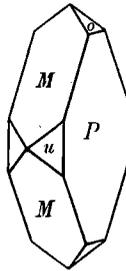
Fig. 85.



$$\begin{aligned} P &= \infty \check{P}\infty \\ d &= \infty \check{P}2 \\ o &= \check{P}\infty \end{aligned}$$

(Baryt)

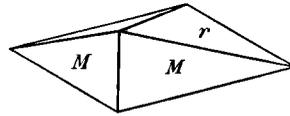
Fig. 86.



$$\begin{aligned} P &= \infty \check{P}\infty \\ M &= \check{P}\infty \\ u &= \infty P \\ o &= \check{P}\infty \end{aligned}$$

(Baryt)

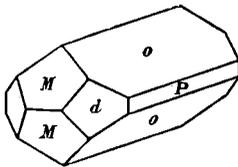
Fig. 87.



$$\begin{aligned} M &= \infty P \\ r &= 1/4 \check{P}\infty \end{aligned}$$

(Misspikkel)

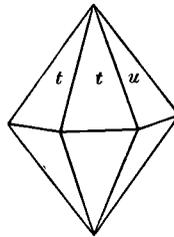
Fig. 88.



$$\begin{aligned} o &= \check{P}\infty \\ M &= \check{P}\infty \\ d &= \infty \check{P}2 \\ P &= \infty \check{P}\infty \end{aligned}$$

(Cölestin)

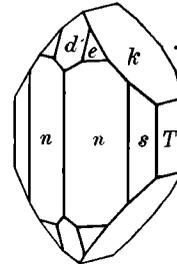
Fig. 89.



$$\begin{aligned} t &= P \\ u &= 2\check{P}\infty \end{aligned}$$

(Weißbleierz)

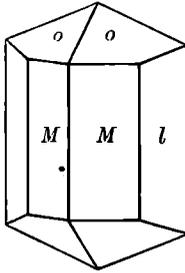
Fig. 90.



$$\begin{aligned} n &= \infty P \\ s &= \infty \check{P}2 \\ T &= \infty \check{P}\infty \\ k &= 2\check{P}\infty \\ d &= \check{P}\infty \\ e &= P \end{aligned}$$

(Olivin)

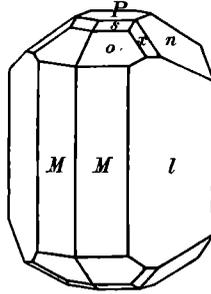
Fig. 91.



$$\begin{aligned} M &= \infty P \\ l &= \infty \bar{P}2 \\ o &= P \end{aligned}$$

(Brasilianischer Topas)

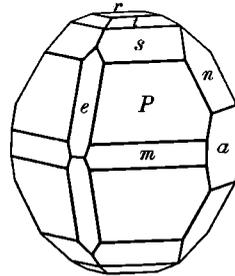
Fig. 92.



$$\begin{aligned} M &= \infty P \\ o &= P \\ s &= \frac{2}{3} P \\ P &= 0P \\ n &= 2\bar{P}\infty \\ x &= \frac{1}{3}\bar{P}2 \\ l &= \infty \bar{P}2 \end{aligned} \left. \vphantom{\begin{aligned} M &= \infty P \\ o &= P \\ s &= \frac{2}{3} P \\ P &= 0P \\ n &= 2\bar{P}\infty \\ x &= \frac{1}{3}\bar{P}2 \\ l &= \infty \bar{P}2 \end{aligned}} \right\} \text{Proto-} \\ & \text{reihe}$$

(Sächsischer Topas)

Fig. 93.



$$\begin{aligned} m &= \infty P \\ P &= P \\ s &= \frac{1}{3} P \\ l &= \frac{1}{6} P \\ r &= 0P \\ a &= \infty \bar{P}\infty \\ n &= \bar{P}\infty \\ e &= \bar{P}\infty \end{aligned} \left. \vphantom{\begin{aligned} m &= \infty P \\ P &= P \\ s &= \frac{1}{3} P \\ l &= \frac{1}{6} P \\ r &= 0P \\ a &= \infty \bar{P}\infty \\ n &= \bar{P}\infty \\ e &= \bar{P}\infty \end{aligned}} \right\} \text{Proto-} \\ & \text{reihe}$$

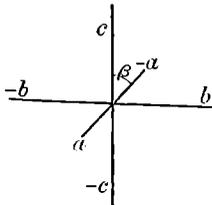
(Schwefel)

Gestalten desselben Querschnittes, also derselben Reihe, geben in Combinationen horizontale Combinationskanten (Fig. 92 und 93). Zur Übung im Auflösen rhombischer Combinationen kann man dieselben nach jeder der drei Axen a, b, c aufstellen und bestimmen.

Häufig vorkommende rhombisch krystallisierende Mineralien sind: Aragonit, Baryt, Cölestin, Topas, Misspikkel, Schwefel u. s. w.

**4. Monoklines System.**<sup>1)</sup> Diesem Systeme liegen 3 ungleiche Axen a, b, c (Fig. 94) zugrunde, von welchen 2 schief auf einander stehen und in der einzigen Symmetrie-Ebene („Hauptschnitt“) liegen. Die eine derselben wird als Hauptaxe (c) vertical gestellt, die zweite (a), die Längsaxe, wird Klinodiale oder Klinodiagonale genannt. Die dritte Axe (b), welche senkrecht auf dem Hauptschnitt steht, die Queraxe, heißt Orthoaxe<sup>2)</sup> oder Orthodiagonale. Der Neigungswinkel der beiden Axen des Hauptschnittes ( $\angle \beta < 90^\circ$ ) ist für jede Krystallreihe ein ganz bestimmter und bezeichnender.

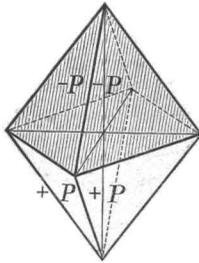
Fig. 94.



<sup>1)</sup> S. 5. <sup>2)</sup> gr. *orthós*, gerade, senkrecht.

Eine Fläche  $a : b : c$  bedingt infolge der Symmetrie eine zweite symmetrisch liegende und die zu diesen beiden parallelen Gegenflächen, somit nur die halbe Anzahl der Pyramidenflächen (Fig. 95). Die Grundpyramide zerfällt sonach in zwei Hälften  $P$  und  $-P$ , deren jede für sich (die Flächen erweitert gedacht) ein schiefes vierseitiges Prisma vorstellt.

Fig. 95.



Die über dem stumpfen Winkel liegenden größeren Flächen<sup>1)</sup>  $-P$  (Fig. 95) treten besonders am Gyps häufig auf („Gypspaar“) und werden die negative Hemipyramide genannt, die über dem spitzen Axenwinkel liegenden, besonders am Augit entwickelten („Augitpaar“), bilden die positive Hemipyramide  $P$ .

Die vollflächige monokline Pyramide  $\pm P$  wird in ihren Abmessungen durch die Messung dreier Kantenwinkel bestimmt.

Die Ableitung der monoklinen Gestalten ist ähnlich jener des rhombischen Systems. Was bei den letzteren Makroaxe war, wird jetzt Orthoaxe genannt, die Brachyaxe aber Klinoaxe. Sämtliche Pyramiden und Orthodomen zerfallen infolge der herrschenden Symmetrie in Hälften und können wie die Grundgestalt (Grundpyramide) mit  $+$  und  $-$  bezeichnet werden. Die Symbole derjenigen Gestalten, welche sich auf die Orthoaxe beziehen, werden horizontal, die Symbole der auf die Klinoaxe bezüglichen schief durchstrichen.

Im monoklinen Systeme treten demnach keine einfachen, geschlossenen Gestalten auf, sondern nur prismatische (Einzonen-<sup>2)</sup> Körper und Flächenpaare.

Die Reihenentwicklung ist im übrigen ganz analog jener des rhombischen Systems.

Die Haupt-Gestalten des monoklinen Systems sind:

{	Basisches Pinakoid	= OP
	Positive Hemipyramide	= P
	Negative	= $-P$
	Prisma	= $\infty P$

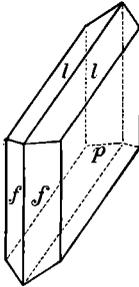
<sup>1)</sup> Dieselben sind in der Fig. 95 der Deutlichkeit halber schraffiert. <sup>2)</sup> Über den Begriff „Zone“ siehe S. 4.

{	Positive Orthopyramide	= Pn
	Negative "	= -Pn
	Positives Orthodoma	= P∞
	Negatives "	= -P∞
	Orthopinakoid	= ∞P∞

{	Positive Klinopyramide	= Pn
	Negative "	= -Pn
	Klinodoma	= P∞
	Klinopinakoid	= ∞P∞

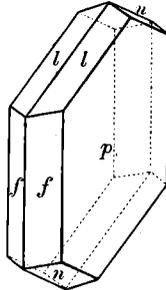
Beispiele monokliner Combinationen:

Fig. 96.



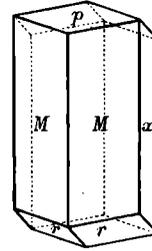
$l \quad f \quad p$   
 $-P . \infty P . \infty P \infty$   
 (Gyps.  $\sphericalangle \beta = 80^\circ 42'$ )

Fig. 97.



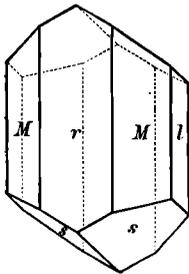
$l \quad n \quad f \quad p$   
 $-P . P . \infty P . \infty P \infty$   
 (Gyps)

Fig. 98.



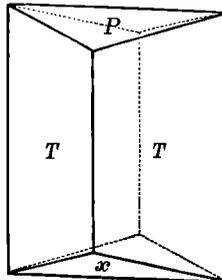
$p \quad r \quad M \quad x$   
 $0P . P . \infty P . \infty P \infty$   
 (Hornblende.  $\sphericalangle \beta = 72^\circ 2'$ )

Fig. 99.



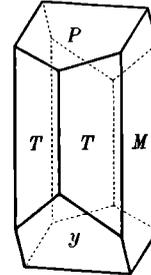
$s \quad M \quad r \quad l$   
 $P . \infty P . \infty P \infty . \infty P \infty$   
 (Augit.  $\sphericalangle \beta = 74^\circ 14'$ )

Fig. 100.



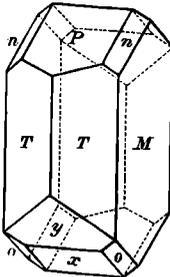
$P \quad x \quad T$   
 $0P . P \infty . \infty P$   
 (Orthoklas.  $\sphericalangle \beta = 63^\circ 53'$ )

Fig. 101.



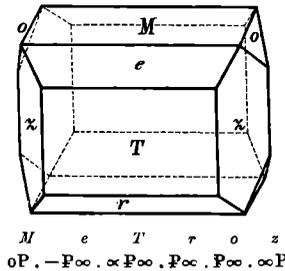
$P \quad y \quad T \quad M$   
 $0P . 2P \infty . \infty P . \infty P \infty$   
 (Orthoklas)

Fig. 102.



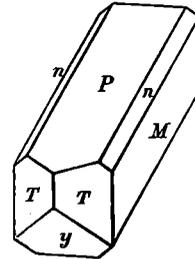
$P \ y \ z \ n \ T \ M \ o$   
 $0P \cdot 2P\infty \cdot P\infty \cdot 2P\infty \cdot \infty P \cdot \infty P\infty \cdot P$   
 (Orthoklas)

Fig. 104.



(Epidot.  $\sphericalangle \beta = 64^\circ 36'$ )

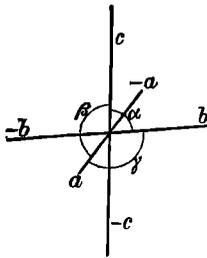
Fig. 103.



$P \ y \ n \ T \ N$   
 $0P \cdot 2P\infty \cdot 2P\infty \cdot \infty P \cdot \infty P\infty$   
 (Orthoklas)

In diesem Systeme krystallisieren: Orthoklas, Hornblende, Augit, Epidot, Gyps, Eisenvitriol u. a.

Fig. 105.

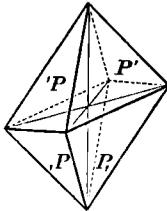


### 5. Triklines System.

Den Gestalten dieses Systems liegen 3 ungleiche Axen  $a, b, c$  (Fig. 105) zugrunde, welche sich unter schiefen Winkeln  $\alpha, \beta, \gamma$  schneiden. Eine dieser Axen wird als Hauptaxe vertical gestellt, von den beiden Nebenaxen nimmt man die Makroaxe als Queraxe, die Brachyaxe als Längsaxe an.

Da jede Symmetrie mangelt, entspricht einer Fläche  $a : b : c$  infolge des Gesetzes vom Flächenparallelismus (S. 3) nur die gleiche parallele Gegenfläche  $-a : -b : -c$  und die triklone oder asymmetrische Grundpyramide (Fig. 106) zerfällt somit in vier Flächenpaare oder Viertelpyramiden, welche nach Naumann mit  $P', P, P,$  und  $P$  bezeichnet werden. Bei vollständiger Entwicklung stellt diese Pyramide  $P'$  eine Combination aus vier Flächenpaaren vor. Ebenso zerfallen alle übrigen Gestalten in Flächenpaare. Die triklinen Gestalten sind in ihrer Form rechts anders wie links, vorne anders wie hinten.

Fig. 106.



Zur Bestimmung der triklinen Pyramide ist die Messung von 5 Kantenwinkeln nothwendig.

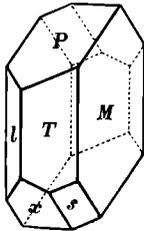
Die Reihenentwicklung und Ableitung wird nach demselben Principe, wie es im rhombischen Systeme gezeigt wurde, durchgeführt.

Die Hauptformen des triklinen Systems sind:

Basisches Pinakoid	= OP
Rechte obere Viertelpyramide	= P'
„ untere „	= P,
Linke obere Viertelpyramide	= 'P
„ untere „	= ,P
Rechtes Hemiprisma	= ∞P'
Linkes „	= ∞'P
Rechte obere Makro-Viertelpyramide	= P̄'n
Oberes Hemi-Makrodoma	= 'P̄'∞
Makropinakoid	= ∞P̄∞
Rechte obere Brachy-Viertelpyramide	= P̄'n
Rechtes Hemi-Brachydoma	= ,P̄'∞
Brachypinakoid	= ∞P̄'∞

Beispiele trikliner Combinationen:

Fig. 107.



(Fig. 107.)

$$l \quad T \quad P \quad M \quad s \quad x$$

$$\infty'P \cdot \infty P' \cdot 0P \cdot \infty \check{P} \infty \cdot P \cdot \cdot \cdot \check{P} \infty$$

(Albit)

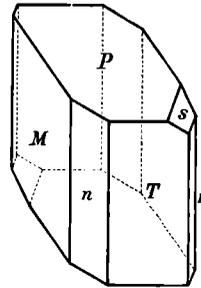
(Fig. 108.)

$$T \quad M \quad P \quad n \quad r \quad s$$

$$\infty P' \cdot \infty'P \cdot P' \cdot \infty \check{P} \infty \cdot \infty \check{P} \infty \cdot 2\check{P}'2$$

(Kupfervitriol)

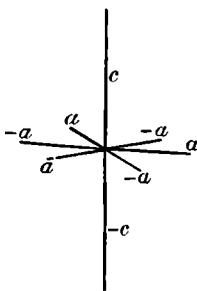
Fig. 108.



Triklin krystallisieren außerdem: Oligoklas, Periklin, Cyanit u. s. w.

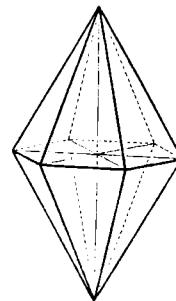
## 6. Hexagonales System. Den hexagonalen Gestalten kann

Fig. 109.



man ein viergliederiges Axensystem zugrunde legen (Fig. 109, 110). Eine verticale Hauptaxe *c* und drei gleiche, in einer Horizontal-Ebene liegende Nebenaxen (*a*), welche sich unter 60° schneiden und deren positive Hälften um je 120° von ein-

Fig. 110.



ander entfernt sind. Eine Nebenaxe wird als Queraxe aufgestellt.



und 12mal unten legen; das gibt 24 Flächen, welche sich zu einer dihexagonalen Pyramide (Fig. 114) formieren. Naumann bezeichnet eine dihexagonale Pyramide allgemein mit  $mP_n$ . Wird  $m = 0$ , so ergibt sich wieder die Basis, für  $m = \infty$  erhält man das dihexagonale Prisma  $\infty P_n$ .

Der Querschnitt der Gestalten der Reihe der dihexagonalen Pyramiden ist ein gleichseitiges Zwölfeck mit abwechselnd gleichen Winkeln (Dihexagon) (Fig. 113).

Für  $n = 2$  (Fig. 115) geht das Dihexagon in ein reguläres Sechseck über und man bekommt die hexagonalen Pyramiden zweiter Art oder die Deuteropyramiden, welche gegen die Protopyramiden eine um  $30^\circ$  verwendete Stellung haben. Das Para-

Fig. 114.

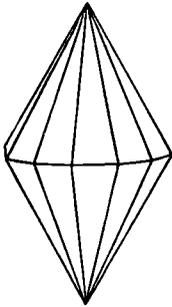


Fig. 115.

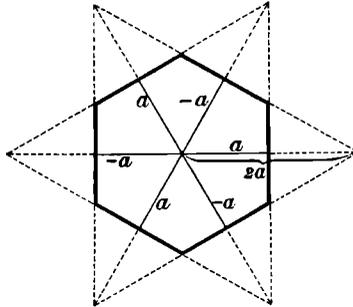
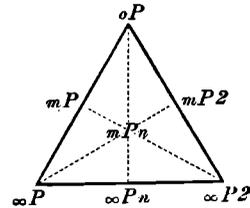


Fig. 116.



meterverhältnis derselben lautet ( $2a:2a:-a:mc$ ). Das Symbol ist  $mP_2$ . Die Reihe der Deuteropyramiden schließt ab, einerseits für  $m = 0$  mit der Basisfläche, anderseits für  $m = \infty$  mit dem Deuteroprisma  $\infty P_2$ .

Das Schema der vollflächigen hexagonalen Gestalten ist in Fig. 116 dargestellt.

Die vollflächigen hexagonalen Gestalten lassen sich in hemiédrische zerlegen. Hier soll nur in Betracht gezogen werden die rhomboëdrische oder skalenoëdrische<sup>1)</sup> Hemiédrie.

Entwickeln sich an der hexagonalen Protopyramide  $mP$  (Fig. 117) die abwechselnden Flächen, so erhält man zwei Rhomboëder  $\frac{mP}{2}$  und  $-\frac{mP}{2}$  (Fig. 118 und 119).

<sup>1)</sup> gr. *skalénós*, hinkend, schief; davon *skalén*, ungleichseitiges Dreieck.

Das Rhomboëder ist von 6 gleichen Rhomben begrenzt. Es hat 6 gleiche Polkanten und 6 gleiche im Zickzack verlaufende Mittelkanten. Der durch den Mittelpunkt gelegte Querschnitt ist ein reguläres Sechseck, die Querschnitte durch die horizontalen

Fig. 119.

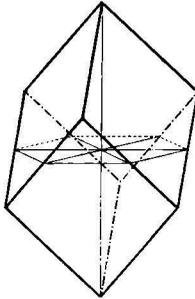


Fig. 117.

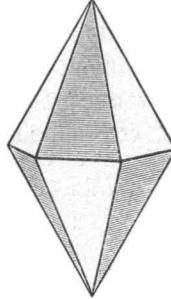
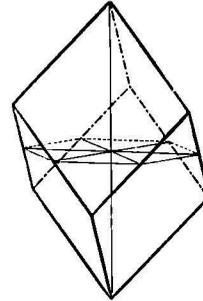


Fig. 118.



Diagonalen der Rhomben sind gleichseitige Dreiecke und theilen die Hauptaxe in drei gleiche Theile. Das Rhomboëder  $\frac{mP}{2}$  ist zum Gegenrhomboëder  $-\frac{mP}{2}$  in einer um  $60^\circ$  oder  $180^\circ$  verwendeten Stellung. Das Rhomboëder ist durch die Messung eines Polkantenwinkels bestimmt.

Aus der dihexagonalen Pyramide  $mPn$  (Fig. 120) erhält man durch Entwicklung der über den Flächen der Protopyramide liegenden Flächenpaare (Fig. 120) zwei Skalenoëder  $\frac{mPn}{2}$  und  $-\frac{mPn}{2}$  (Fig. 121 und 122).

Das Skalenoëder ist von 12 gleichen ungleichseitigen Dreiecken (Skalenen) begrenzt. Es hat dreierlei Kanten: Die Polkanten sind nur abwechselnd, die im Zickzack verlaufenden Mittelkanten alle einander gleich. Die Nebenaxen gehen durch die Mittelpunkte der gegenüberliegenden Mittelkanten. Der Mittelquerschnitt des Skalenoëders ist ein Dihexagon, welches gleich ist der Basis der dem Skalenoëder zugehörigen dihexagonalen Pyramide. Das

Skalenoëder  $\frac{mPn}{2}$  und das Gegenskalenoëder  $-\frac{mPn}{2}$  sind in ihrer Stellung um  $60^\circ$  oder  $180^\circ$  verwendet.

Rhomboëder und Skalenoëder spielen in der Natur eine sehr hervorragende Rolle, da sie bei der Mehrzahl der im hexagonalen

Fig. 122.

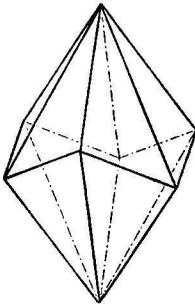


Fig. 120.

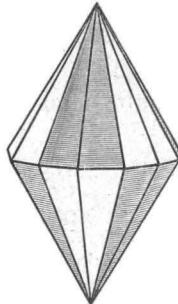
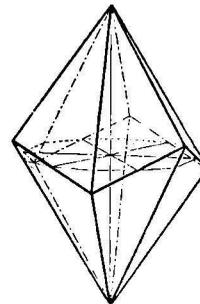


Fig. 121.



Systeme krystallisierenden Mineralspecies vorkommen, so dass es berechtigt erscheint, diese Hemiëdrie als die rhomboëdrische Entwicklung des hexagonalen Systems selbständig zu betrachten. Man geht von den Rhomboëdern  $\frac{P}{2}$  und  $-\frac{P}{2}$  aus, bezeichnet dieselben als die Grundrhomboëder mit R und  $-R$  und leitet von diesen alle anderen Rhomboëder sowie die Skalenoëder ab.

Die Gestalten der rhomboëdrischen Hemiëdrie (Rhomboëder und Skalenoëder) besitzen nur drei durch die gleichen Polkanten gehende Schnittebenen (Hauptschnitte) als Symmetrie-Ebenen.

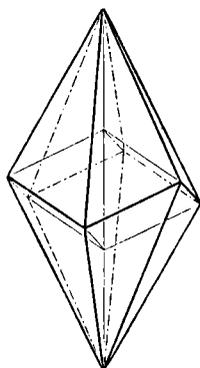
Die Rhomboëder-Hauptreihen aus R und  $-R$  bestehen aus stumpferen und spitzeren Rhomboëdern.

Die Polkanten von R werden durch die Flächen von  $-\frac{1}{2}R$ , die Polkanten dieses letzteren aber von  $\frac{1}{4}R$  gerade abgestumpft u. s. w. Umgekehrt stumpfen die Flächen von R die Polkanten von  $-2R$  gerade ab u. s. w. Die Rhomboëder-Hauptreihe für R lautet sonach (mit den Grenzwerten für  $m = 0$  und  $m = \infty$ ):

$$0R \dots \frac{1}{4}R, -\frac{1}{2}R, R, -2R, 4R \dots \infty R.$$

Aus jedem andern Rhomboëder lassen sich nach demselben Vorgange weitere Rhomboëderreihen entwickeln (Nebenreihen).

Aus den Rhomboëdern lassen sich Reihen von Skalenoëdern ableiten oder denselben umschreiben. Multipliziert man die Hauptaxe des Rhomboëders  $R$  in Fig. 123 mit der rationalen Zahl  $n$  (in dem gewählten Falle  $= 3$ ) und legt durch die Endpunkte der Hauptaxe und durch die Mittelkanten des Rhomboëders Ebenen, so erhält man die aus diesem Rhomboëder abgeleiteten Skalenoëder; dieselben werden mit  $Rn$  bezeichnet.  $n$  heißt die Ableitungszahl. Aus der Rhomboëder-Hauptreihe erhält man dadurch eine Skalenoëder-Reihe:



$$0R \dots \frac{1}{4}Rn, -\frac{1}{2}Rn, Rn, -2Rn, 4Rn \dots \infty Rn$$

$\infty Rn$  ist ein dihexagonales Prisma.

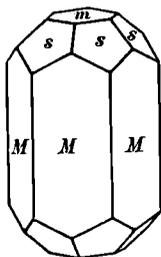
Skalenoëder und Rhomboëder sind in gleicher Stellung, wenn die stumpfere Polkante des ersteren über die Fläche des letzteren zu liegen kommt (Fig. 123).

Alle Skalenoëder einer Reihe, welche dasselbe  $n$  haben, besitzen gleichen Querschnitt und verbinden sich mit horizontalen Combinationskanten (Fig. 132).

Skalenoëder, die aus demselben eingeschriebenen Rhomboëder, aber mit verschiedenen Ableitungszahlen  $n$  und  $n'$  abgeleitet sind, haben verschiedene Querschnitte. Ihre Combinationskanten sind parallel den Mittelkanten des eingeschlossenen Rhomboëders (Fig. 131).

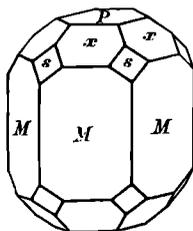
Einige hexagonale (holoëdrische) und rhomboëdrische Combinationen:

Fig. 124.



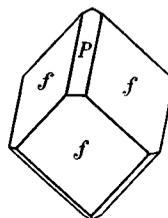
$$\begin{matrix} M & s & m \\ \infty P & . 2P2 & . 0P \\ \text{(Beryll)} \end{matrix}$$

Fig. 125.



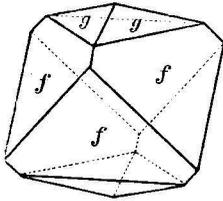
$$\begin{matrix} M & x & s & P \\ \infty P & . P & . 2P2 & . 0P \\ \text{(Apatit)} \end{matrix}$$

Fig. 126.



$$\begin{matrix} P & f \\ R & . -2R \\ \text{(Calcit)} \end{matrix}$$

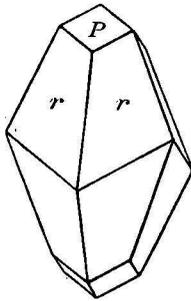
Fig. 127.



$$-\frac{1}{2}R, -2R$$

(Calcit)

Fig. 130.

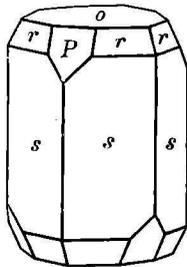


$$P, r$$

R, R3

(Calcit)

Fig. 133.



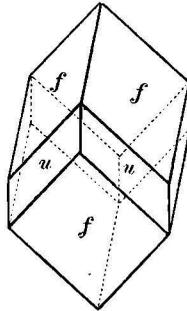
$$s, r, P, o$$

$\infty P2, \frac{4}{3} P2, R, 0R$

(Korund)

(Korund)

Fig. 128.

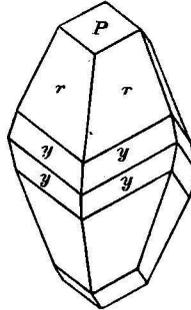


$$f, u$$

$-2R, \infty P2$

(Calcit)

Fig. 131.

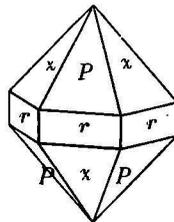


$$P, r, y$$

R, R3, R5

(Calcit)

Fig. 134.

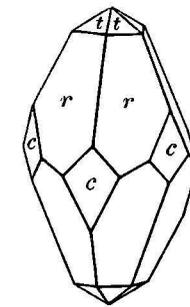


$$c, g$$

$\infty R, -\frac{1}{2}R$

(Calcit)

Fig. 132.

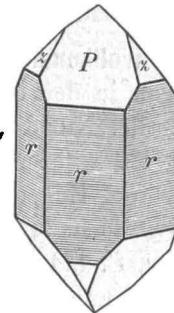


$$r, t, c$$

$R3, \frac{1}{2}R3, \infty R$

(Calcit)

Fig. 135.



$$P, z, r$$

R, -R,  $\infty R$

(Quarz)

$$F, z, r$$

R, -R,  $\infty R$

(Quarz)

Hexagonal krystallisieren außerdem: Grünbleierz (Pyromorphit), Korund, Kalkstein, Dolomit, Spateisenstein, Eisenglanz, Zinnober u. s. w.

**Zwillingskrystalle** entstehen durch gesetzmäßige Verwachsung zweier Individuen derselben Krystallform, aber in nicht paralleler Stellung. Die Individuen sind entweder an einer gemeinsamen Fläche (Zwillingsfläche) mit einander verwachsen, so dass diese Fläche gewöhnlich eine Symmetrie-Ebene wird: Berührungs- oder Contactzwillinge, oder sie sind in-, manchmal auch durcheinander gewachsen: Durchwachsungs- oder Penetrationszwillinge. Im ersteren Falle entstehen oft einspringende Kantenwinkel ( $k$  parallel zu einer Oktaëderfläche, Fig. 136).

Die Individuen der Zwillinge erscheinen häufig an beiden Seiten der gemeinsamen Fläche bis zur Hälfte verkürzt, so dass sich dergleichen Zwillinge construieren lassen, wenn man einen Krystall nach der Zwillingsenebene in zwei Hälften schneidet und die eine Hälfte gegen die andere um  $180^\circ$  dreht (Fig. 136 und 137).

Fig. 136.

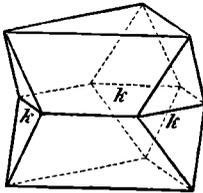
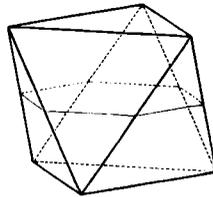


Fig. 137.



In Fig. 136 ist der Contactzwilling dargestellt.

wie er am Magnet Eisenstein und am Spinell vorkommt.

Durch gesetzmäßige Verwachsung mehrerer Krystalle können Drillinge, Vierlinge, Fünflinge etc. entstehen.

Deutliche Zwillingsbildungen kommen vor am: Magnet Eisenstein, Zinnstein (Fig. 148, S. 73), Weißbleierz, Amphibol (Fig. 160, S. 103), Augit (Fig. 161, S. 104), Orthoklas (Fig. 162, S. 105), Aragonit, Calcit, Gyps (Fig. 159, S. 92) u. a.

**Unvollkommenheiten der Krystallbildung.** Die Krystalle erscheinen in der Natur als eingewachsene, aufgewachsene und lose Krystalle. Nur die eingewachsenen und die losen Krystalle können, wenn sie während ihrer Bildung in einem nachgiebigen Mittel schwebten, ringsum ausgebildete Krystallformen zeigen. Beispiele liefern die Krystalleinsprenglinge bei den porphyrischen Gesteinen (m. vgl. S. 171 und die folgenden Seiten); die aufgewachsenen konnten nur zu einer theilweisen, einseitigen Formentwicklung gelangen. Kleine Krystalle, welche die bei weitem häufigeren sind, erscheinen in der Regel vollkommener ausgebildet als große.

Zu den Unvollkommenheiten der Krystallflächen gehören: Streifung, Rauheit und Krümmung der Flächen.

Die parallele Streifung ist eine ziemlich häufig vorkommende Erscheinung, welche durch Wiederholung gewisser Combinationskanten (Combinations- oder Wachstumsstreifung) oder durch wiederholte Zwillingsbildung bei sehr verkürzten Individuen (polysynthetische Zwillingsstreifung)<sup>1)</sup> entstanden sein kann.

Combinationsstreifung kommt z. B. vor am Quarz (Fig. 149, S. 73), Beryll, Turmalin, Topas, Pyrit (Fig. 145, S. 61), Magneteisenstein, Eisenglanz u. a.; Zwillingsstreifung an triklinen Feldspaten (Plagioklasen) u. a.

Gekrümmte Krystallflächen kommen vor: am Spateisenstein, Dolomit, Gyps und Diamant.

Eine häufig vorkommende Abweichung der natürlichen Krystallformen von den in der Krystallographie angenommenen, vollkommen regulären Formtypen<sup>2)</sup> besteht darin, dass die Krystallflächen parallele Verschiebungen erlitten haben, also vom Mittelpunkte des Krystalls ungleich weit entfernt sind. Derartige Abweichungen von der idealen Gestalt heißen Verzerrungen (Verziehungen) der Krystalle.

Die Unveränderlichkeit der Kantenwinkel, sowie die gleiche physikalische Beschaffenheit der zusammengehörigen Flächen sind Eigenschaften, die bei Verzerrungen der Krystalle leitend werden.

Verzerrungen erscheinen an Krystallen häufig als Verlängerung oder Verkürzung der Krystallform nach einer krystallographisch bestimmaren Richtung. Verzerrungen kommen oft am Quarz, besonders an Marmaroscher Bergkrystallen vor (m. vergl. Fig. 149, S. 73). Durch solche Verzerrungen entstehen oft neue Kanten.

Eine weitere Unregelmäßigkeit der Krystalle entsteht durch unvollständige Raumerfüllung („Krystallskelette“, m. vergl. Fig. 138, S. 36), durch das Auftreten verschiedener fremdartiger Einschlüsse, durch nur theilweise Formausbildung (aufgewachsene Krystalle) und sehr einseitige Ausdehnung (dünn tafelförmige, haarförmige Krystalle).

### b) Morphologie der Aggregate.

Mineral-Aggregate sind, wie schon auf Seite 2 erwähnt wurde, aus vielen Individuen zusammengesetzte Mineralien. Die Art der Zusammensetzung bedingt eine besondere Structur oder Textur.<sup>3)</sup>

---

<sup>1)</sup> gr. *synthesis*, Zusammensetzung. <sup>2)</sup> gr. *typos*, Schlag, Gepräge. <sup>3)</sup> lat. *struere*, bauen, *téxere*, weben.

Sind bei krystallisierten Aggregaten die Individuen deutlich erkennbar und wenigstens theilweise auskrystallisiert, so unterscheidet man Krystallgruppen und Krystalldrusen.

Unter Krystallgruppe versteht man die Vereinigung von Krystallen, welche sich gegenseitig zur Stütze dienen. Bei eingewachsenen, schwebend gebildeten Krystallgruppen (Beispiele: die

Fig. 138.



Bleiglanz-Krystalldruse mit unvollständig (skelettartig) ausgebildeten, treppenförmig vertieften Würfeln.

(Nach der Natur auf Holz photographiert und dann geschnitten.)

Gypsrosen und der sogenannte „krystallisierte Sandstein“) <sup>1)</sup> sind die Krystalle um einen Punkt herum aneinander gewachsen.

Krystalldrusen sind Aggregate von Krystallen, die neben einander auf einer gemeinschaftlichen Unterlage aufgewachsen sind. Die Form der Druse richtet sich dabei vielfach nach der Form der Unterlage, welche der Substanz nach mit den Krystallen übereinstimmen kann oder nicht.

---

<sup>1)</sup> Von Sand durchsetzte Kalkspathomboëder.

Nach der Form der Individuen gibt es bei den krystallinischen Aggregaten eine körnige, blätterige, schuppige, stengelige und faserige Structur.

Als besondere Formen krystallinischer Aggregate sind die sogenannten „nachahmenden“ Gestalten zu erwähnen: Kugeln, Knollen (Concretionen), trauben- und nierenförmige Gestalten, Schalen, tropfsteinartige (Stalaktiten), baum-, draht-, blech-, haarförmige und gestrickte (m. vergl. Fig. 146, S. 62) Bildungen u. a.

### c) Pseudomorphosen.<sup>1)</sup>

Pseudomorphosen, Pseudokrystalle oder Afterkrystalle nennt man Mineralkörper, welche, ohne selbst Krystalle zu sein, in der Krystallform irgend eines anderen Minerals auftreten.

Es gibt verschiedene Arten von Pseudomorphosen. Werden Krystalle von einer anderen Mineralsubstanz wie mit einer der Krystallform innig sich anschmiegenden, dünnen Kruste überzogen, so entstehen Umhüllungs-Pseudomorphosen. Die Innenseite der Kruste gibt dann einen vollkommenen Abdruck der Krystallform.

Werden Krystall-Hohlformen in fremder Substanz, in welcher sie nach Zerstörung der Krystalle, etwa durch Auflösung, entstanden sind, von irgend einer Mineralsubstanz erfüllt, so entstehen Abformungen: Ausfüllungs-Pseudomorphosen.

Viel wichtiger, interessanter und oft auch schwieriger zu erklären sind die Umwandlungs-Pseudomorphosen. Sie kommen zustande durch Umwandlung der Substanz eines Krystalls unter Beibehaltung seiner äußeren Form. Es kann dabei Stoffverlust oder Stoffaufnahme, aber auch theilweiser oder vollständiger Stoffaustausch („Verdrängungs-Pseudomorphosen“) vor sich gehen, z. B. Umwandlungs-Pseudomorphosen von Brauneisenerz nach der Form von Eisenkies oder Spateisenstein, Verdrängungs-Pseudomorphosen von Speckstein nach Quarz u. s. w.

Umwandlungs-Pseudomorphosen ohne stoffliche Veränderung, die nur auf einer Umlagerung der kleinsten Theilchen beruht, wie sie z. B. beim Schwefel (s. S. 50) eintritt, heißen Paramorphosen.<sup>2)</sup>

---

<sup>1)</sup> gr. *pseudō*, ich lüge, täusche. <sup>2)</sup> gr. *pará*, um, Umänderung.

## B. Mineral-Physik.

### Physikalische Eigenschaften der Mineralien.

Zu den physikalischen Eigenschaften der Mineralien gehören: die Cohärenz oder die Tenacität<sup>1)</sup>, die Spaltbarkeit, der Bruch, die Härte und die Dichte, beziehungsweise das specifische Gewicht; ferner optische Eigenschaften, wie: die Durchsichtigkeit, die Doppelbrechung, der Pleochroismus<sup>2)</sup>, besondere Licht- und Farbenerscheinungen (Opalisieren, Irisieren u. a.), die Körperfarbe, der Glanz, der Strich; schließlich wären die magnetischen, elektrischen und thermischen<sup>3)</sup> Eigenschaften der Mineralien zu erwähnen.

Als eines der schönsten Ergebnisse der Untersuchung ist sicherlich die Erkenntnis des innigen Zusammenhanges der meisten physikalischen Eigenschaften mit den Formenverhältnissen der Mineralien zu bezeichnen.

Anhangsweise kommen auch die physikalisch-physiologischen Merkmale des Geschmackes, des Geruches, sowie des Anfühlens mancher Mineralien, soweit sie zur Bestimmung derselben Verwendung finden können, in Betracht.

Unter **Cohärenz** oder **Tenacität** versteht man die Art des Zusammenhaltes der kleinsten Theile der starren Körper, welche sich beim Ritzen, Schaben, Schneiden, Zerbrechen, Zerschlagen, Biegen, Hämmern u. dgl. zu erkennen gibt. Darnach unterscheidet man die Mineralien in dehnbare, geschmeidige, milde, spröde, zähe, biegsame und elastische.

Bei Aggregaten gebraucht man die Ausdrücke compact, locker, erdig, zerreiblich u. a.

**Spaltbarkeit** ist die Eigenschaft vieler Krystalle, sich in einer oder mehreren bestimmten, den Symmetrieverhältnissen entsprechenden Richtungen, nach ebenen Flächen theilen oder spalten zu lassen. Senkrecht auf diesen Richtungen ist der Zusammenhang der Theilchen oder die Cohäsion<sup>4)</sup> am geringsten. Die Spaltungsflächen nach einer und derselben Richtung sind alle von gleicher Beschaffenheit, und es kann eine solche Fläche an jedem beliebigen Theile der spaltbaren Krystallsubstanz erhalten werden.

---

<sup>1)</sup> lat. *ténax*, zäh. <sup>2)</sup> gr. *pléos*, viel; gr. *chrōma*, Farbe. <sup>3)</sup> gr. *thermós*, warm.  
<sup>4)</sup> lat. *cohaere*, zusammenhalten.

Spaltungsflächen nach zwei oder mehreren Richtungen können von gleicher oder von verschiedener Beschaffenheit sein, je nach der herrschenden Symmetrie. Die Gestalten, welche mit Hilfe der Spaltbarkeit dargestellt werden können, heißen Spaltungsgestalten oder Theilungsgestalten; sie gehören immer der Krystallreihe (s. S. 6) des spaltbaren Minerals an und stellen, je nachdem die verschieden liegenden Spaltungsflächen von gleicher oder verschiedener Vollkommenheit und Beschaffenheit sind, eine einfache oder eine Combinationsgestalt dar. Die Spaltungsgestalten unterscheiden sich von den Krystallgestalten nur dadurch, dass ihre Form keine ursprüngliche ist. Man erhält die Spaltungsgestalten durch vorsichtiges Zerschlagen oder Zerbrechen der Krystallsubstanz.

Sehr vollkommene Spaltbarkeit besitzen:

1. Im tesserale Systeme: Steinsalz und Bleiglanz nach  $\infty O\infty$ ; Flußspat nach 0; Zinkblende nach  $\infty O$ . Also nach 3, 4 und 6 Richtungen.
2. Im tetragonalen Systeme: Rutil nach  $\infty P$ .
3. Im rhombischen Systeme: Schwerspat nach  $\infty \check{P}\infty$  und etwas weniger vollkommen nach  $\check{P}\infty$ ; Topas nach oP; Antimonglanz nach  $\infty \check{P}\infty$ ; Anhydrit nach  $\infty \check{P}\infty$  und  $\infty \check{P}\infty$ , weniger vollkommen nach oP.
4. Im monoklinen Systeme: Gyps nach  $\infty P\infty$ ; Orthoklas nach oP und  $\infty P\infty$ ; Kalium- und Magnesiumglimmer nach oP.
5. Im triklinen Systeme: Albit, Oligoklas und Labradorit nach oP und  $\infty \check{P}\infty$ .
6. Im hexagonalen Systeme: Kalkspat, Dolomit und Spateisenstein nach R; Beryll nach oP.

Durch Druckwirkungen oder durch raschen, leichten Schlag auf eine aufgesetzte Stahlspitze („Körner“) entstehen manchmal vollkommen orientierte Sprünge in der Krystallsubstanz („Gleitbrüche“, „Körnerprobe“). Spaltungsstücke von Kalkspat lassen außer zwei der Spaltbarkeit entsprechenden Rissen, zarte parallele Sprünge parallel zu der längeren Diagonale der Rhomboëderfläche ( $-\frac{1}{2}R$ ) erkennen. Steinsalzsplaltungs-Würfel geben kurze, in der Diagonalstellung ( $\infty 0$ ) auftretende Sprünge.

**Bruch.** Beim Zerschlagen spaltbarer Mineralien nach anderen Richtungen als jenen der Spaltbarkeit und beim Zerbrechen und Zerschlagen nicht spaltbarer Mineralien erhält man „Bruchflächen“. Muscheliger, ebener, unebener, splitteriger, erdiger Bruch u. s. w.

**Härte.** Unter Härte eines Minerals versteht man den Widerstand, welchen das zu prüfende Mineral beim Ritzen, Schaben, Schneiden oder Schleifen leistet. Zur Bestimmung der relativen

Härteverhältnisse hat Mohs<sup>1)</sup> im Jahre 1820 zehn Mineralien als Glieder einer sogenannten „Härtescala“ aufgestellt, die allgemein angenommen worden ist.

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

Jedes höhere Glied ist härter als die vorhergehenden, so dass man mit scharfkantigen Stücken desselben die vorausgehenden Glieder zu ritzen vermag.

An einem und demselben Mineral sind die Krystallflächen härter als die Spaltungs- und Schliefflächen. Mineralien, welche die Härte über 6 haben, geben (besonders an Kanten), mit hartem Stahl geschlagen, Funken.

**Dichte** eines Minerals nennt man die Zahl, welche angibt, wie vielmal das Gewicht dieses Minerals größer ist als das Gewicht eines gleich großen, reinen Wasserkörpers.

Zur Bestimmung der Dichte werden benützt: die hydrostatische Wage, die Jolly'sche Federwage (1865) und das Pyknometer.<sup>2)</sup>

Das **spezifische Gewicht** eines Minerals ist das Gewicht der Volumeinheit desselben. Beim metrischen Maßsysteme sind die bei der Bestimmung der Dichte erhaltenen Zahlen zugleich die Zahlen für die spezifischen Gewichte.

**Durchsichtigkeit.** Klare Mineralien, durch welche man eine Schrift lesen kann, nennt man durchsichtig. Stark gefärbte Mineralien können in dickeren Schichten undurchsichtig, in sehr dünnen Plättchen durchsichtig werden. Trübe Mineralien (z. B. Chalcodon) sind durchscheinend oder, wenn sie nur in Splittern oder an schärferen Kanten etwas Licht durchlassen, kantendurchscheinend. Metallglänzende Mineralien (Metalle, Kiese und Glanze) werden, wenn sie auch in dünnsten, durch Schleifen erhaltenen Plättchen kein Licht durchlassen, opak genannt.

Die Metalle werden in allerdünnsten Schichten, wie sie beim Gold- und Silberschlagen, sowie infolge chemischer oder galvanischer Niederschläge erhalten werden, (goldgrün) durchscheinend.

---

<sup>1)</sup> Friedr. Mohs (1773 bis 1839), Professor der Mineralogie in Graz, an der Bergakademie in Freiberg (Sachsen) und an der Universität in Wien. <sup>2)</sup> gr. *pyknós*, dicht.

**Doppelbrechung des Lichtes.** Durchsichtige, tesserale Krystalle oder amorphe Mineralien brechen, wie das gewöhnliche Glas, einen schief einfallenden Lichtstrahl einfach. Alle anders als tesseral krystallisierenden Körper brechen das Licht doppelt.

Krystalle mit wirtelförmigem Bau (tetragonal und hexagonal krystallisierende Körper) besitzen eine Richtung, in welcher der Strahl einfach gebrochen hindurchgeht, sie sind optisch einaxig und die Richtung der optischen Axe fällt mit der krystallographischen Hauptaxe zusammen. Alle übrigen krystallisierten Körper besitzen zwei solche Richtungen und werden daher optisch zweiaxig genannt. Die Lage der Ebene der beiden optischen Axen hängt von der herrschenden Symmetrie ab.

Die doppelte Strahlenbrechung wurde zuerst am isländischen Doppelspat von dem Dänen E. Bartholin im Jahre 1670 entdeckt.

Die Doppelbrechung lässt sich am besten an einem Spaltungsrhomboëder des isländischen Doppelspats beobachten. Legt man dasselbe mit einer Spaltungsfläche auf ein mit einem Punkte oder einem Linienkreuzchen versehenes Blatt Papier, so sieht man Punkt oder Kreuzchen doppelt. Sind an einem solchen Rhomboëder die oR-Flächen angeschliffen, und legt man das Rhomboëder mit einer derselben über das Zeichen, so sieht man dasselbe, in der Richtung der Hauptaxe (der optischen Axe) schauend, einfach.

Die gewöhnliche, in allen Fällen leicht auszuführende Methode, die Art der Lichtbrechung in verschiedenen Medien zu ermitteln (zu bestimmen, ob sie einfach- oder doppelbrechend sind), ist die Untersuchung des betreffenden Minerals in der Turmalinzange.

Die Turmalinzange besteht der Hauptsache nach aus zwei zur Hauptaxe parallel geschnittenen, durchsichtigen Turmalinplättchen. Liegen dieselben parallel übereinander, so erscheinen sie, vor das Auge gehalten, hell. Wird jedoch das eine Plättchen in seiner Ebene soweit gedreht, dass es sich mit dem anderen kreuzt, so erscheint das Gesichtsfeld dunkel.

Bringt man einen einfach brechenden Körper zwischen die gekreuzten Turmalinplättchen, so bleibt das Gesichtsfeld dunkel, während dasselbe durch einen doppelbrechenden Körper nur in bestimmten Stellungen desselben, die von der herrschenden Symmetrie abhängen, dunkel bleibt und in allen übrigen aufgehellt wird.

**Pleochroismus.**<sup>1)</sup> Darunter versteht man die Eigenschaft gewisser durchsichtiger oder durchscheinender, doppelbrechender Medien, nach verschiedenen Richtungen im durchgehenden Lichte verschiedenfarbig zu erscheinen.

---

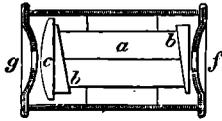
<sup>1)</sup> S. Anm. S. 38.

Die Farbenverschiedenheit besteht entweder in verschiedenen Tönen derselben Farbe oder im Auftreten verschiedener Farben.

Zweifarbigeit oder Dichroismus tritt z. B. bei gewissen tetragonalen und hexagonalen Krystallen auf: z. B. beim Turmalin, Korund u. a. Bestimmte Farben treten auf in der Richtung der Hauptaxe (Axenfarbe) und senkrecht darauf. In allen anderen Richtungen erscheinen Zwischenfarben.

Ein Instrument zur Untersuchung pleochroitischer Krystalle ist die von Haidinger<sup>1)</sup> im Jahre 1844 construierte dichroskopische Lupe, auch Dichroskop genannt. Dieselbe besteht (Fig. 139) aus einem

Fig. 139.



länglichen Spaltungsstück von Doppelspat a, an dessen Enden Glasprismen b angeklebt sind, um dem Lichtstrahle einen senkrechten Ein- und Austritt zu ermöglichen. An der Ocularseite liegt auf dem Glasprisma eine Lupe c. Sieht man durch die runde Öffnung g, so erscheint die auf der Objectivseite angebrachte viereckige Öffnung f vergrößert und doppelt.

Zur Untersuchung des Pleochroismus wird das Probestück vor die viereckige Objectivöffnung f gehalten und durch die runde Öffnung g im durchgehenden Lichte betrachtet. Die beiden bei f erscheinenden viereckigen Gesichtsfelder werden bei richtiger Stellung des Apparates verschiedenfarbig erscheinen.

**Besondere Licht- und Farbenercheinungen.** Bekannt ist das bunte „Farbenspiel“ des Edelopals; schöne Farben zeigen gewisse Flächen mancher Feldspate (Labradorit und eine Varietät des Orthoklas) in bestimmten Richtungen („Farbenwandlung“); bläulichen Lichtschimmer zeigt der Mondstein, eine Varietät des Orthoklas (normal zu  $\infty P\infty$ ). Einen eigenartigen Lichtschiller besitzt der Avanturin-quarz. Convex geschliffen zeigen das Katzenauge (S. 74) und das Tigerauge (S. 104) einen wandelnden Lichtstreifen.

Unter Irisieren versteht man ein Schillern in Regenbogenfarben, welches bei durchsichtigen Mineralien durch überaus dünne Luftschichten auf feinen Rissen und Sprüngen bedingt ist. Lebhaftere Farben zeigen manche mit dünnen Überzügen versehene Mineralien (Anlauffarben).

Phosphorescenz nennt man eine Lichtentwicklung, welche bei manchen Mineralien hervorgerufen werden kann; so leuchten (im Dunkel) z. B. einige Varietäten von Flußspat (Chlorophan) beim Erwärmen, die braune Zinkblende von Kapnik beim Ritzen oder Schaben, Quarz und manche Dolomite, wenn sie gerieben oder zerschlagen werden (ganz ähnlich wie es beim Zucker der Fall ist). Glimmerplättchen leuchten auf beim raschen Zerreißen nach der Spaltungsrichtung.

Fluorescenz heißt die Farbenverschiedenheit, die man bei gewissen Varietäten des englischen Flußspats wahrnimmt, je nachdem die Krystalle im durchgehenden oder im reflectierten Lichte betrachtet werden.

<sup>1)</sup> Wilhelm Haidinger (1795—1871). War 1849—1866 Director der im Jahre 1849 gegründeten k. k. geologischen Reichsanstalt in Wien.

**Farbe und Farbenzeichnungen.** Bei vielen Mineralien ist die Farbe charakteristisch, welche sie bei Beobachtung im reflectierten oder im durchgehenden Lichte zeigen. Man unterscheidet metallische und nichtmetallische Farben.

Mineralien mit bestimmten Farben werden als eigenfarbig oder farbig (Metalle, Malachit, Lapis lazuli u. a.), solche, die mit verschiedener Färbung auftreten, aber als gefärbt bezeichnet (Flußspat, Quarz, Kalkspat u. s. w.).

Manche Mineralien zeigen auch Farbenzeichnungen, sie erscheinen fleckig, gestreift, geflammt u. s. w.

**Strich.** Die Farbe des Pulvers der Mineralien ist oft sehr bezeichnend. Man erhält dieses Pulver am einfachsten dadurch, dass man mit dem Mineral auf einer Platte aus unglasiertem Porzellan (Porzellan-Biscuit, Strichtafel) oder auf einer feinen Feile streicht oder reibt.

Die Metalle haben im Striche dieselbe Farbe und denselben Glanz; die metallisch aussehenden Kiese und Glanze haben einen dunkeln, matten Strich; der Magneteisenstein hat einen schwarzen, der ihm sehr ähnliche Chrom-eisenstein einen braunen Strich u. s. w.

**Glanz** ist eine Erscheinung, welche durch die Reflexion des Lichtes bedingt ist. Man unterscheidet metallischen und nichtmetallischen Glanz. Zu dem letzteren gehört der Demantglanz (Diamant, manche Zinkblende), Glasglanz (Bergkrystall, Beryll, Doppelspat), Fettglanz (gemeiner Quarz und Bergkrystall auf Bruchflächen, Schwefel), Perlmutterglanz (Adular, Gyps und Dolomitvarietäten), Seidenglanz (bei gewissen faserigen Mineralien) u. s. w.

**Magnetisch** sind das Eisen und manche eisenhaltige Mineralien. Ihre magnetische Kraft lässt sich durch anziehende (paramagnetische) Wirkung auf die Magnetnadel erkennen. Manche Varietäten des Magneteisensteins sind polarmagnetisch, d. h. wahre Magnete, welche auf die Magnetnadel anziehend und abstoßend wirken.

Kräftigere polarmagnetische Magneteisensteine ziehen feine Eisenfeilspäne an und halten dieselben an den magnetischen Polen fest.

**Elektricität** wird an einigen Mineralien erregt durch Reiben (Bernstein, Quarz), durch Druck (Doppelspat) oder durch Erwärmen (Turmalin).

In **thermischer** Beziehung ist zu erwähnen, dass die meisten Mineralien gute Wärmeleiter sind. Das Verhalten des Minerals beim Erhitzen, seine leichtere oder schwerere Schmelzbarkeit sind Eigenschaften, die mitunter als Kennzeichen benützt werden.

Der **Geschmack** gewisser Mineralien hängt mit der Löslichkeit im Speichel und im Wasser zusammen. Für solche ist er ein Erkennungsmerkmal, also für Steinsalz, Chilesalpeter, Vitriolsalze. Alaun, Borsäure u. a.

**Geruch** zeigen manche Mineralien an und für sich, oder beim Erwärmen, Zerschlagen und starken Reiben, z. B. Arsen, Schwefel, Eisenkies, Bernstein, Kohle.

Auch beim **Anfühlen** lassen einige Mineralien gewisse charakteristische Verschiedenheiten erkennen. Einige fühlen sich fettig an (Talk, Graphit), andere mager oder rauh (Kreide). Gute Wärmeleiter fühlen sich kühler an als schlechte.

Auf diese Art kann man Edelsteine, die zu den guten Wärmeleitern gehören, von ihren Glasimitationen, welche die Wärme weniger gut leiten, unterscheiden.

### C. Mineral-Chemie.

Die Bestimmung der chemischen Constitution der Mineralien, sowie die in der Zusammensetzung der Mineralien begründeten chemischen Reactionen gehören der Chemie an.

Zur Bestimmung der Mineralien ist in vielen Fällen die Prüfung auf ihr Verhalten gegen gewisse Reagentien unerlässlich.

Die Prüfung eines Minerals in Bezug auf den einen oder den anderen chemischen Bestandtheil desselben geschieht auf nassem oder auf trockenem Wege. Bei letzterer Methode wird das Mineral für sich oder mit Reagentien geglüht und auf diese Art nach den sich darbietenden Veränderungen bestimmt.

Zu dieser Art der Untersuchung bedient man sich oft mit Vortheil des „Löthrohrs“. Es ist dies ein Rohr, durch dessen feine Öffnung man Luft in die Flamme bläst. Diese wirkt in ihrem inneren Theile desoxydierend (Reductionsflamme), in ihrem äußeren oxydierend (Oxydationsflamme).

Wie die Krystallisation, so ist auch die chemische Constitution ein charakteristisches Merkmal für die Mineralspecies.

**Polymorphie.** Mineralien, welche bei gleicher chemischer Zusammensetzung verschiedene morphologische und physikalische

Eigenschaften haben, heißen dimorph oder polymorph, je nachdem die Verschiedenheit eine zwei- oder mehrfache ist.

Dimorph sind: Calciumcarbonat (Calcit und Aragonit), Zweifachschwefel-Eisen (Eisenkies und Markasit) u. a. Der Kohlenstoff als Diamant (tesseral), Graphit (blättrig, wie hexagonal) und in amorpher Form als Graphitoid oder Schungit (m. vergl. S. 181) (Allotropie).

**Isomorphie.** Mineralien, welche bei verschiedener, jedoch chemisch-analoger Zusammensetzung eine gleiche oder sehr ähnliche Krystallisation haben, heißen isomorph.<sup>1)</sup>

Die tesseralen Krystalle erscheinen ihrer Form nach alle als isomorph. Bei der mannigfaltigen chemischen Zusammensetzung sind es aber in Wirklichkeit nur solche, bei denen der Combinationscharakter<sup>2)</sup> und allenfalls auch die Spaltbarkeit übereinstimmend sind. Die isomorphen, tetragonalen und hexagonalen Krystallreihen besitzen nahe übereinstimmende Grundgestalten.

Elemente oder chemische Bestandtheile analoger, isomorpher Verbindungen können sich ohne Störungen der Krystall-Isomorphie in beliebigen Mengen vertreten und heißen deshalb vicariirende<sup>3)</sup> Elemente oder Bestandtheile.

Isomorph sind: Spinell, Magneteisenstein und Chromeisenstein; Korund und Hämatit; Spateisenstein, Smithsonit, Magnesit, Dolomit und Calcit; Baryt und Cölestin; Aragonit, Weißbleierz und Strontianit; Apatit und Pyromorphit u. s. w.

---

## II. Abtheilung.

### Eintheilung und Beschreibung der Mineralien.

Mineralien, welche in ihren wesentlichen (morphologischen, physikalischen und chemischen) Eigenschaften übereinstimmen, werden als zu einer Species oder Art gehörig bezeichnet.

Zeichnen sich einzelne Mineralien derselben Species durch zufällige oder unwesentliche Merkmale aus, so gelten dieselben als Varietäten.

Die Arten werden nach ihrer Ähnlichkeit wieder in höhere Gruppen gebracht. Diese fasst man in Ordnungen und letztere zu Classen zusammen.

Das diesem Buche zugrunde gelegte System<sup>3)</sup> ist vor allem auf die chemischen Eigenschaften der Mineralien gegründet.

---

<sup>1)</sup> gr. *isos*, gleich. <sup>2)</sup> holoëdrisch, oder in gleicher Weise hemiëdrisch. <sup>3)</sup> lat. *vicarius*, stellvertretend. <sup>4)</sup> Man vergl. das Inhaltsverzeichnis am Anfang des Buches.

## I. Classe: Elemente.

### 1. Ordnung: Ametalle (Metalloide).

#### Diamant.<sup>1)</sup> (Demant.)

Der Diamant krystallisiert tesseral; Hauptformen sind: das Oktaëder (Ostindien), das Granatoëder (Brasilien), das Triakisoktaëder (Süd-Afrika), das Tetrakishexaëder (Ural) und das Hexakisoktaëder, welches mit den genannten Gestalten häufig in Combination tritt. Er kommt auch in Zwillingskrystallen (nach der Oktaëderfläche zusammengesetzt) und derb vor. Die Oktaëderflächen sind meistens glatt und eben, während die anderen Krystallflächen gewöhnlich bauchig sind, wodurch die Krystalle häufig ein kugelförmiges Aussehen erhalten.

Der Diamant ist nach dem Oktaëder vollkommen spaltbar (was den Diamantschleifern sehr zugute kommt). Er ist der härteste Körper des Mineralreiches<sup>2)</sup>, seine Härte ist 10, seine Dichte 3·6. Er findet sich farblos und gefärbt in der Natur vor. Die in runden Stücken, besonders in Brasilien (Bahia), vorkommenden dunkeln bis schwarzen Diamanten heißen „Carbonado“ und werden zu technischen Zwecken verwendet.

Bortdiamanten sind unreine Diamanten (radialstengelige Kugeln), die gepulvert als Diamantbort zum Schleifen von Diamanten und harten Edelsteinen verwendet werden.

Glatte Diamantflächen haben einen starken Glanz (Diamantglanz), rauhe sind halbmatt glänzend. Der Diamant bricht das Licht einfach und stärker als alle andern Steine; sein Brechungsexponent ist etwas über 2·4, wodurch die große Farbenzerstreuung erklärlich wird. Er leitet die Elektrizität nicht, wird aber durch Reibung elektrisch. Eine Zeit lang dem Lichte ausgesetzt, leuchtet der Diamant im Dunkeln (Phosphorescenz durch Insolation).

Der Diamant ist reiner Kohlenstoff. Er wird von keiner Säure angegriffen. Glüht man ihn bei Abschluss von Luft in hoher Hitze, so wird er graphitartig, während er bei Luftzutritt unter hellem Glühen ohne vorherige Umwandlung zu Kohlendioxyd verbrennt.<sup>3)</sup>

---

<sup>1)</sup> gr. *adámas*, unbezwinglich. <sup>2)</sup> Das tetragonal krystallisierende Bor übertrifft an Härte den Diamant. <sup>3)</sup> Versuche von G. Rose im Jahre 1872.

Die Diamanten kommen vor allem häufig im aufgeschwemmten Lande vor und werden durch Waschen und Ausklauben des diamant-hältigen Schuttes gewonnen.

Die am längsten bekannten Diamantdistricte sind die von Vorderindien, an der Ostseite des Plateaus von Dékhan und auf Borneo. Seit 1727 liefert Brasilien Diamanten. Man fand sie daselbst nicht bloß im Schuttlande, sondern auch eingewachsen in einem Quarzitgesteine, Itakolumit oder Gelenkquarz genannt.

Brasilien liefert viele, jedoch meist nur kleine Diamanten.

Im 19. Jahrhundert hat man Diamanten am Ural (seit 1829), in Nordamerika (seit 1845), in Australien (seit 1860) und in Südafrika (seit 1867) gefunden. Von großer Bedeutung ist jedoch jetzt nur das afrikanische Vorkommen (Capdiamanten).

Der Diamant dient als Schmuckstein, als Schleifmaterial für Edelsteine, in unreinen Krystallen zum Glasschneiden, zur Anfertigung von Steinbohrern u. dgl.

Die Schmuckdiamanten werden in Rautenform (seit 1520) und in Brillantform (seit 1660), geschliffen. Fig. 140 und 141. Diamanten und andere Juwelen werden nach Karaten gewogen.<sup>1)</sup> Für die Wertbestimmung gilt im allgemeinen noch immer die alte indische Regel, den Wert eines Karats mit dem Quadrate des Karatgewichtes zu multiplicieren. Bemerkenswerte Diamanten sind:

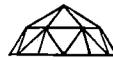
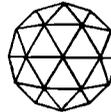
Der Pitt oder Regent aus Indien im französischen Nationalschatze, als Brillant vom reinsten Wasser, geschliffen, im Gewichte von  $136\frac{3}{4}$  Karat.

Der Kohinür (Berg des Lichtes) aus Indien, seit 1850 im Besitze des Königs von England. Ovaler Brillant von reinstem Wasser,  $106\frac{1}{16}$  Karat schwer.

Im österreichischen Schatze findet sich der Florentiner oder Toscaner. Er stammt aus Indien, ist doppelrosettig geschliffen, von gelblicher Farbe und wiegt  $133\frac{1}{5}$  Karat.

Die Capdiamanten sind meist gelblich und werden auf den sehr ergiebigen Diamantfeldern am Vaalflusse gewonnen, und zwar theils aus losen Anschwemmungen, theils aus Serpentin- und Olivinhaltenden, festen Conglomeraten und Breccien. (Fig. 142.) Bei Kimberley wurde (1893) ein eiförmiger, reiner Diamant („Excelsior“) im Gewichte von 972 Karat (200 Gramm) gefunden (8 Cm. lang und 3·5 Cm. dick).

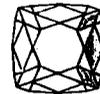
Fig. 140.



(10 Karat)

Raute

Fig. 141.



(10 Karat)

Brillant

(Daraufsicht und Seltenansicht.)

<sup>1)</sup> 1 Karat = 0·206 g.

Fig. 112.



Diamantgruben von Kimberley am Vaalfusse in Südafrika. (Nach einer Photographie.)  
 Das die Diamanten führende Material wird an den einzelnen Abbauen (claims) mittelst Drahtseilen in Kübeln an den Rand des Grubenfeldes gezogen und dort zerkleinert, gewaschen und durchgesucht.

### Graphit.<sup>1)</sup>

Ein Mineral, welches meist krystallinisch-blätterig oder dicht vorkommt. Nicht selten finden sich sechsseitige Blättchen, welche man für hexagonal hält.

<sup>1)</sup> gr. *γράφειν*, schreiben.

Der Graphit hat die Härte 0·5—1; die Dichte bei 2, je nach dem Grade seiner Verunreinigung (Eisenkies, Kalkstein, Silicate). Er hat Metallglanz, besitzt eine dunkelgraue, ins Schwarze gehende Farbe, ist mild, fühlt sich fettig an und färbt ab. Sein Strich ist schwarz und metallglänzend. Der Graphit ist ein guter Elektrizitätsleiter und sehr schwer verbrennlich.

Er besteht im wesentlichen aus Kohlenstoff und findet sich lager- oder nesterweise, oder eingesprengt im Urgebirge (Gneiss, krystallinischen Kalke, Urthonschiefer).

In Europa wurde zuerst der reine (87 Proc. C) Borrowdale-Graphit aus Cumberland (Mitte des 16. Jahrhunderts) bekannt. Die Gruben sind erschöpft.

Sehr reiner großblättriger Graphit (99·9 Proc. C) kommt in New-Jersey und in Canada vor; ferner sind sehr geschätzt der blättrige Graphit (99 Proc. C) aus Ceylon; der feinkörnige schwedische (87 Proc. C) aus Angermannland, sowie der Graphit, welcher im Jahre 1847 in dem Berge Batugol in Ostsibirien entdeckt wurde. Es ist dies ein feinkörniger Graphit mit einer auf Druckwirkung zurückzuführenden, holzähnlichen Textur (vorzüglicher Bleistiftgraphit). In Sibirien kommt auch im Gouv. Jenisseisk (Sidoroff'sche Gruben) dichter und ziemlich reiner Graphit vor.

In Österreich sind am wichtigsten die Graphitlager im südlichen Böhmen (Schwarzbach und Mugrau bei Krummau); ferner sind zu erwähnen die mährischen (Kunststadt), die steirischen (St. Lorenzen) und die niederösterreichischen Graphite (Lichtenau, Raabs).

In Deutschland ist das Graphitvorkommen bei Passau sehr bekannt. Er findet sich daselbst mit Thon im verwitterten Gneisse, ist unrein und dient hauptsächlich zur Schmelztiegel-Fabrication.

Graphit findet sich auch in Mexico, Californien und in Neu-Seeland.

Die dichten Graphite (Sibirien, die österr. „Raffinad-Graphite“) dienen zur Fabrication der sogenannten „Bleistifte“; die blättrigen eignen sich zur Anfertigung von Schmelztiegeln.

Der Graphit dient ferner zur Anfertigung feuerfester Thonwaren, als Anstrich für Eisen (Ofenschwärze), zum Leitendmachen von schlechtleitenden Modellen (Guttapercha-Clichés)<sup>1)</sup> in der Galvanoplastik, als Schmiermittel u. dgl.

<sup>1)</sup> franz. *clicher*, abklatschen, nämlich einen Holzschnitt oder eine Schriftform.

### Schwefel.

Der natürliche Schwefel krystallisiert rhombisch, vorherrschend in rhombischen Pyramidenformen (s. Fig. 93, S. 23). Er kommt aber auch derb, in knolligen Formen und eingesprenkt vor.

Der reine Schwefel hat eine gelbe Farbe und einen fettähnlichen Glanz auf den Bruchflächen. Seine Härte und Dichte sind 2. Durch fremde Beimengungen wird er mitunter grau oder braun gefärbt, wie z. B. der croatische Schwefel. In der warmen Hand gehalten, knistert er; verbrennt angezündet mit blauer Flamme zu gasförmigem Schwefeldioxyd, welches einen stechenden Geruch besitzt. Wird beim Reiben auf Tuch negativ elektrisch.

Schmilzt man Schwefel, lässt ihn dann langsam erkalten, stößt die Kruste durch und lässt den im Innern noch flüssigen Theil abfließen, so erhält man bräunlichgelben Schwefel, welcher monoklin krystallisiert ist. Derselbe hat eine geringere Dichte und ist sonst dem natürlichen in allen übrigen Eigenschaften gleich (Dimorphie, s. S. 45). Der monokline Schwefel setzt sich aber alsbald mit Beibehaltung der Form in ein Aggregat rhombischer Kryställchen, d. i. in gelben, rhombischen Schwefel um (Paramorphose, s. S. 37). Aus der Lösung des Schwefels in Schwefelkohlenstoff erhält man rhombische Krystalle.

Wenn man den dickflüssig geschmolzenen Schwefel, welcher eine braune Farbe besitzt, in kaltes Wasser gießt, so erhält man eine zähe, plastische Masse (amorphen Schwefel), die zum Abformen benützt werden kann. Nach kurzer Zeit verwandelt sie sich wieder in spröden, gelben Schwefel. Schwefeldampf, abgekühlt, sublimiert als ein feines krystallinisches Pulver, „Schwefelblumen“ genannt.

Der natürliche Schwefel findet sich entweder mit Gyps, Kalkstein, Thon u. a. Gesteinen zusammen in den jüngeren (tertiären) Schichten unserer Erde eingelagert (m. vgl. S. 220), oder er erscheint als Absatz an Schwefelquellen und an den Kratern mancher Vulcane (Solfataren) (m. vgl. S. 155).

Schwefel gewinnt man auch als Nebenproduct bei der Verhüttung schwefelhaltiger Erze.

Die reichsten Schwefellager kommen auf Sicilien vor (Caltanissetta, Girgenti, Catania), von wo aus fast ganz Europa mit Schwefel versorgt wird; dann in Spanien bei Conil nächst Cadix; in Croatien findet sich Schwefel bei Radoboj und in Galizien zu Swoszowice bei Krakau, in Ungarn zu Kalinka bei Altsohl in zersetzten vulcanischen Gesteinen und dürfte hier seine Entstehung einer Solfatare verdanken.

Vulcanischer Schwefel wird gewonnen aus den Solfataren von Puzzuoli bei Neapel, auf den liparischen Inseln, in Toscana, auf Island, Java u. s. w.

Die Anhauchungen („Exhalationen“) der thätigen Vulcane und mancher Dampfquellen (der „Solfataren“) enthalten Schwefelwasserstoff und Schwefeldioxyd; durch wechselseitige Zersetzung dieser Gase entstehen die Schwefelabsätze.

In den sogenannten „Schwefelquellen“ ist Schwefel als Schwefelwasserstoff vorhanden; an der Luft scheidet sich infolge eintretender Oxydation Schwefel ab.

Schwefelwasserstoff und Schwefel können auch durch die Einwirkung verwesender organischer Substanzen auf Sulfide und Sulfate entstehen.

Gewisse Fadenbakterien, die sich hie und da im Sumpfwasser finden, scheiden in ihren Zellen Schwefel ab (Schwefelbakterien), der aus der Zersetzung des im Wasser enthaltenen Gyps durch den Lebensprocess hervorgeht.<sup>1)</sup>

Der Schwefel wird zur Darstellung des rauchstarken Schießpulvers, der Schwefelhölzchen, der Schwefelsäure, zum Vulcanisieren und Hornisieren des Kautschuks (Hartgummi), zur Bereitung von Zinnober, Ultramarin, ferner zur Bleicherei, zum Schwefeln des Weines und des Hopfens u. s. w. verwendet.

## 2. Ordnung: Metalle.

Die Metalle sind durch ihre Undurchsichtigkeit, durch ihren eigenthümlichen Metallglanz und die damit verbundene metallische Farbe, sowie durch ihren metallischen Strich und durch gute Leitungsfähigkeit für Wärme und Elektrizität charakterisiert. In chemischer Beziehung sind die Metalle durch ihre Fähigkeit, mit Sauerstoff basische Verbindungen zu bilden, ausgezeichnet.

Die in der Natur vorkommenden („gediegenen“) Metalle haben eine geringe Härte, große Dichte (über 5).

Hierher gehören die „Sprödmetalle“: Antimon, Arsen, Wismut und die „geschmeidigen Metalle“: Eisen, Kupfer, Quecksilber, Silber, Gold und Platin.

### a.) Sprödmetalle.

Krystallisieren rhomboëdrisch; sind spröde<sup>2)</sup>, leicht schmelzbar und verflüchtigen sich bei starker Erhitzung.

### Antimon.

Das Antimon, welches gediegen und vererzt, d. h. mit anderen Stoffen verbunden vorkommt, ist ein weißes, sprödes Metall, welches, wenn es nicht rein ist, an der Luft gelblich oder röthlich anläuft. Es krystallisiert rhomboëdrisch (selten deutlich); ist vollkommen spaltbar nach oR und kommt gewöhnlich in krystallinisch-körnigen

<sup>1)</sup> Siehe La far, Technische Mykologie. <sup>2)</sup> D. h. beim Kratzen derselben springt das Pulver weg.

Aggregaten vor. Seine Härte ist bei 3, die Dichte 6·6; der Schmelzpunkt liegt bei 425° C. Bis zum Rothglühen erhitzt, entzündet es sich und verbrennt mit weißer Flamme, einen dichten weißen Rauch (Antimontrioxyd) verbreitend. Wird Antimon geschmolzen, so zeigen sich auf der Oberfläche der erstarrten Masse farnkrautartige oder sternförmige Zeichnungen.

Das gediegene Antimon kommt nur in geringer Menge vor. Es findet sich zu Příbram (Böhmen), Allemont in der Dauphiné, Andreasberg (Harz) u. s. w.

Fast alles technisch verwendete Antimon (Regulus Antimonii) wird aus dem Antimonglanz (Grauspießglanzerz, Antimonium crudum) gewonnen.

Das Antimon dient zu Letternmetall (Blei und Antimon), zu Stereotypmetall u. a. Legierungen, ferner zu verschiedenen chemischen Präparaten.

#### **Arsen.** <sup>1)</sup>

Das Arsen kommt gediegen und vererzt vor. Das metallische Arsen krystallisiert rhomboëdrisch, selten deutlich; gewöhnlich kommt es in krystallinisch-körnigen Aggregaten vor, die mitunter eine schalige Zusammensetzung haben (Scherbenkobalt), oder in ganz dichten Stücken (Fliegenstein). Es ist spröde, hat die Härte bei 3, die Dichte 5·7, besitzt eine bleigraue Farbe, läuft jedoch namentlich an feuchter Luft ziemlich schnell schwarz an. Beim Zerschlagen, Reiben oder directen Erhitzen entwickelt es Dämpfe, die nach Knoblauch riechen. Bei Luftabschluss lässt sich Arsen sublimieren; an der Luft erhitzt, verbrennt es zu flüchtigem Arsentríoxyd. Arsen, sowie seine Verbindungen sind sehr giftig.

Das gediegene Arsen findet sich in Begleitung von Kobalterzen im böhmisch-sächsischen Erzgebirge (Joachimsthal in Böhmen, Annaberg in Sachsen), in Steiermark (Schladming), am Harz (Andreasberg) u. s. w.

Viel Arsen wird aus arsenhaltigen Erzen (z. B. Misspikkel, S. 62) gewonnen. Blei mit Arsen legiert gibt Schrotmetall.

#### **Wismut.** <sup>2)</sup>

Dasselbe kommt nicht häufig, zumeist nur gediegen in der Natur vor. Es krystallisiert rhomboëdrisch, selten deutlich. Gewöhnlich findet sich das Wismut in gestrickten,

---

<sup>1)</sup> gr. *arsenikós*, männlich, kräftig. <sup>2)</sup> Von Wiesenmatte, weil es an der Luft erhitzt, bunt anläuft und daher mit einer blumigen Wiese verglichen worden ist.

dendritischen (baumförmigen) Aggregaten auch derb oder eingesprengt vor. Es hat eine röthlichweiße Farbe, die aber oft bunt überlaufen ist. Das Wismut hat die Härte über 2, die Dichte 9·8; es schmilzt bei 264° C.

Das gediegene Wismut kommt meist mit kobalt- und nickelhaltigen Kiesen zusammen vor und findet sich im sächsisch-(Schneeberg)-böhmischen (Joachimsthal) Erzgebirge.

Wegen seiner leichten Schmelzbarkeit kann das Wismut aus dem Gestein, in welchem es eingesprengt vorkommt, durch Ausschmelzen („Aussaigern“) erhalten werden. Als Nebenproduct gewinnt man es bei der Aufarbeitung wismuthaltiger Kobalterze.

Das Wismut wird vorzugsweise zu leichtflüssigen Legierungen verwendet.

### b.) *Geschmeidige Metalle.*

Krystallisieren tesseral, sind geschmeidig<sup>1)</sup> und dehnbar<sup>2)</sup>, schwer schmelzbar.

#### **Eisen.**

Eisen krystallisiert tesseral; Oktaëder wurden zuweilen am künstlich dargestellten Eisen beobachtet.

Das gediegene Eisen ist als tellurisches<sup>3)</sup> und als meteorisches<sup>4)</sup> bekannt. Das erstere findet sich in Körnern, Blättchen oder in kleinen Partien bisweilen eingesprengt in manchen Gesteinen, wie z. B. im Basalt.

Die gewaltigen Eisenmassen von Ovifak auf der Insel Disko an der Westküste von Grönland (69—70° n. Br.), die größte über 20000 *kg* schwer, wurde 1870 von Nordenskjöld aufgefunden. Splitter davon finden sich auch im anstehenden Basaltgestein und liegt daher die Annahme nahe, dass man es dabei mit tellurischem Eisen zu thun habe.

Das Meteoreisen, welches kosmischen<sup>5)</sup> Ursprunges ist, kommt in verschieden großen Klumpen oder eingesprengt in Meteorsteinen (Aërolithen)<sup>6)</sup> vor.

Das Meteoreisen hat eine graue, an der Außenseite der Fundstücke ins Schwarze gehende Farbe, ist mitunter deutlich hexaëdrisch spaltbar, hat einen hakigen Bruch, ist geschmeidig und dehnbar und wirkt stark auf die Magnethadel. Es ist schweißbar, sehr strengflüssig und hat die Härte über 4, die Dichte bei 7·5

---

<sup>1)</sup> Es lassen sich Spänchen abschneiden. <sup>2)</sup> Zu dünnen Blechen und Drähten verarbeitbar. <sup>3)</sup> lat. *tellus*, Erde. <sup>4)</sup> gr. *metéoron*, in der Luft befindlich. <sup>5)</sup> gr. *kósmos*, Welt, Weltall. <sup>6)</sup> gr. *aër*, Luft, gr. *lithos*, Stein.

(reines Eisen hat die Dichte 7·8). Es enthält Nickel (3—8 Proc.) und mitunter auch Graphit, Olivin, Magnetkies etc. eingeschlossen.

Viele Meteoreisen zeigen auf angeschliffenen Flächen, welche mit verdünnter Salpetersäure geätzt werden, die sogenannten „Widmanstätten'schen“<sup>1)</sup> Figuren (Fig. 143).

Als Meteoreisenmassen wurden erkannt: Das „Pallaseisen“ von Krasnojarsk in Sibirien, von Kosaken im J. 1771 aufgefunden, 896 *kg* schwer; der „verwünschte Burggraf von Elbogen“, 106·96 *kg* schwer, wahrscheinlich im 14. Jahrhundert gefallen, im J. 1811 als Meteoreisen erkannt; centnerschwere Massen in Amerika, z. B. im Tolucathal in Mexico, im J. 1784 entdeckt; in Australien im J. 1861 gefunden u. s. w. Beim Fallen wurden beobachtet: Das Meteoreisen von Agram im J. 1751; von Braunau in Böhmen im J. 1847 u. andere.

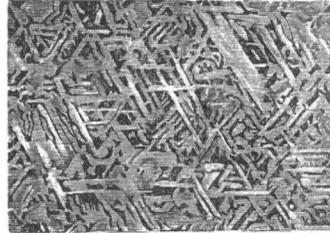


Fig. 143.

Meteoreisen von Toluca in Mexico.

Die Meteorsteine bestehen im allgemeinen aus einer grauen, steinigen Masse und enthalten zumeist Eisen eingesprengt; sie haben eine dunkle, oft überaus dünne Schmelzrinde. Sie fallen meistens in großer Anzahl, die Stücke sind jedoch nicht so groß wie beim Meteoreisen und verwittern leicht in der Erde.

Meteorsteinfälle sind bekannt von: L'Aigle in der Normandie, 2000—3000 Steine von 8 *g* bis 10 *kg* im Gewichte, gefallen im J. 1803; von Stannern in Mähren mehr als 100 Steine, 0·56—1·7 *kg* schwer, im J. 1808 gefallen; von Knyahinya<sup>2)</sup> in Ungarn (1866); von Mocs in Siebenbürgen (1881) u. s. w.

Das k. k. naturhistorische Hofmuseum in Wien ist gegenwärtig die an Meteoriten reichste Sammlung. Es sind daselbst von den bekannten 600 Fallorten 543 vertreten.

Die Erze, aus welchen das zu technischen Zwecken benützte Roheisen durch den Hochofenprocess dargestellt wird, sind Magnet Eisenstein, Rotheisenstein, Brauneisenstein und Spateisenstein.

Die Eisenerzeugung, sowie der Gebrauch des Eisens waren schon den ältesten Culturvölkern, den Ägyptern, Babyloniern und Indiern, bekannt. Durch die Phönicier gelangte die Kenntnis des Eisens nach Griechenland und mit der Verbreitung der Cultur weiter nach Westen. Bei den Römern war das Eisen aus Spanien, aus Noricum und das von Elba berühmt.

### Kupfer.

Das Kupfer findet sich gediegen und vererzt in der Natur. Das gediegene Kupfer kommt tesseral krystallisiert, in zähnen,

<sup>1)</sup> A. Widmanstätten (1753—1849), Director des damaligen kais. Fabriksproducten-Cabinets in Wien, hat im Jahre 1808 am Agramer Eisen die Ätzfiguren des Meteoreisens entdeckt. <sup>2)</sup> Daselbst sind über 1000 Stücke gefallen, das größte, 294 *kg* schwer, ist im Wiener k. k. naturhistorischen Hofmuseum aufbewahrt.

plattenförmigen, dendritischen Aggregaten und derb vor. Das reine Kupfer hat eine rothe Farbe, ist geschmeidig und dehnbar. Seine Härte ist bei 3, die Dichte beträgt 8·9. An der Luft läuft das Kupfer rothbraun (Kupferoxydul) oder schwarz (Kupferoxyd) an. Lange mit feuchter Luft in Berührung, überzieht es sich mit einer grünen Kruste von Kupfercarbonat (Malachit), dem Edelrost „aerugo nobilis“ oder der Patina, wie dieser Überzug bei ehernen oder kupfernen Antiken genannt wird. In Schwefelsäure, Essigsäure etc. ist es löslich (Kupfervitriol, Grünspan).

Das gediegene Kupfer, welches nur wenig verunreinigt zu sein pflegt, findet sich in Verbindung mit Kupfererzen in größerer Menge in Nordamerika, besonders am „Oberen See“ in Mandelsteinen (m. vgl. S. 172), ferner in England (Cornwall), am Ural im Gouv. Perm (daselbst mit Malachit), Szaska und Moldawa im Banat, in Australien, in Japan etc.

Der Abbau in der Kupferregion am Oberen See nahm im J. 1814 seinen Anfang. Compacte Kupfermassen im Gewichte von Tausenden von Centnern wurden hier bloßgelegt.

Bei weitem das meiste Kupfer wird aus den Kupfererzen gewonnen. Das Kupfer wird als solches vielfach verarbeitet, dient aber auch zu einigen wichtigen Legierungen, wie Bronze (Kupfer mit Zinn), Messing (Kupfer und Zink) und Pakfong (Kupfer, Zink mit Nickel).

In der Culturgeschichte erscheint das Kupfer als Vorläufer des Eisens. Die Bibel erwähnt Jahrtausende vor Christus kupferne Gefäße. Die antike Bronze wurde wahrscheinlich durch Zusammenschmelzen von Zinnerz mit geschwefelten Kupfererzen erhalten. Die Phönicier und die trojanischen Helden kämpften mit bronzenen (ehernen) Waffen. Die Römer bedienten sich der Bronze mehr zu Münzen, Kunstwerken, Schmucksachen etc. Messing soll in Deutschland erst im 16. Jahrhunderte dargestellt worden sein. Pakfong stammt aus China, von wo es vor ein paar Jahrhunderten nach Europa kam. Bei uns besteht die Fabrication desselben erst seit circa 40 Jahren. Galvanisch versilbertes Pakfong heißt Chinasilber.

### **Quecksilber (Mercur).**

Das gediegene Quecksilber ist das einzige Metall, welches bei gewöhnlicher Temperatur flüssig ist; es hat eine zinnweiße, ins Bläuliche gehende Farbe, einen ausgezeichneten Metallglanz und besitzt, wenn es rein ist, bei 0° die Dichte 13·6. Bei —40° C. erstarrt es und bildet tesserale Krystalle. Bei 357° C. siedet es, verflüchtigt sich jedoch schon bei gewöhnlicher Temperatur; sein

Dampf, sowie die Quecksilberverbindungen wirken auf den thierischen Organismus giftig.

Das gediegene Quecksilber kommt meist in Gesellschaft von Zinnober verhältnismäßig nur in unbedeutenden Mengen vor.

Es findet sich zu Almaden<sup>1)</sup> in Spanien in der devonischen Formation (m. vgl. S. 203). Zinnober wird daselbst seit mehr als 2000 Jahren abgebaut, ferner zu Idria in Krain in der Triasformation (wo es seit 1497 gewonnen wird), in Californien (Neualmaden, seit 1850 bekannt), in Rheinbaiern, Peru.

Das gewöhnliche Material für die Quecksilbergewinnung ist der in der Natur mehr oder weniger verunreinigt vorkommende Zinnober. In manchen Gegenden (Ungarn, Tirol) wird Quecksilber theilweise als Nebenproduct bei der Verarbeitung quecksilberhaltiger Fäherze erhalten.

Das Quecksilber dient zur Ausziehung von Gold und Silber aus den gepochten, d. h. zerstampften Erzen (Schlichen) durch den Amalgamationsprocess, zur Bereitung von Zinnober, zur Spiegelbelegung, zur Feuervergoldung, zur Füllung von Barometern und Thermometern, zu vielen chemisch-technischen, pharmaceutischen Präparaten etc.

### **Silber.**

Das gediegene Silber kommt tesselal krystallisiert, meistens aber in haar- oder drahtförmigen, mitunter auch in dendritischen Aggregaten, sowie derb auf Gängen vor. Die Farbe des Silbers ist weiß, oft aber ist es gelblich oder schwärzlich angelaufen. Es hat die Härte bei 3, die Dichte 10—11 (reines Silber hat die Dichte 10·5), je nach den Beimengungen (Kupfer, Gold), welche im gediegenen Silber häufig, wenn auch in geringer Menge, vorkommen. Das Silber ist geschmeidig und dehnbar. Es findet sich mit Silbererzen auf Gängen des Ur- und Übergangsgebirges (m. vgl. S. 199).

Im Alterthume lieferte namentlich Spanien (Pyrenäen, Andalusien) den Phönicern und Karthagern. Laurion bei Athen den Griechen viel Silber. Seit dem Mittelalter sind Silberbergbaue am Rammelsberg bei Goslar (Harz), in Schemnitz (Ungarn), zu Joachimsthal (Erzgebirge) und Příbram in Böhmen, zu Freiberg und Schneeberg in Sachsen, Sala in Schweden und zu Kongsberg

---

<sup>1)</sup> Die Gruben liegen in der Sierra morena, dem „schwarzen Gebirge“.

in Norwegen im Gange. Im asiatischen Russland ist der Schlangenberg am Altai seines Silberreichthums wegen bekannt.

Seit der Entdeckung Amerikas kommt bei weitem das meiste Silber aus diesem Lande. Am berühmtesten sind die Silberminen in Mexico, in Peru und Chile. Aber auch Nordamerika (Californien, Nevada etc.) liefert gegenwärtig bedeutende Mengen von Silber.

Viel Silber wird aus den Silbererzen (Giltigerzen), sowie aus silberhaltigem Bleiglanz (Příbram) dargestellt.

### Gold.

Das gediegene Gold krystallisiert tesseral. Es findet sich theils als Berggold (auf primärer Lagerstätte) in blech-, draht-, haarförmigen oder gestrickten Aggregaten eingesprengt im Gebirgs-  
gesteine vor, theils als Waschgold im aufgeschwemmten Lande (d. i. auf secundärer Lagerstätte) in größeren und kleineren Klumpen, (engl. nuggets), Körnchen oder in Schuppen und Flittern.

Die gewöhnlichen Krystallformen des Goldes sind das Hexaëder, das Oktaëder und das Granatoëder (Fig. 17, S. 7). Das Gold ist stets mehr oder weniger mit Silber legiert, daher in der Farbe, Härte und in der Dichte verschieden. Es ist geschmeidig und dehnbar <sup>1)</sup>; seine Härte beträgt bei 3, die Dichte 15—19 (des reinen Goldes 19.3); die Farbe ist umso lichter gelb, je mehr das Gold Silber enthält. Gold verändert sich nicht an der Luft, im Königswasser (Salpetersalzsäure) ist es löslich. Mit Quecksilber legiert es sich zu „Goldamalgam“.

Das Berggold findet sich am häufigsten in Quarzgängen (Quarzfiffen) der krystallinischen Urgesteine (Granit, Syenit, Gneiss, Urthonschiefer) und der silurischen Formation oder, wie z. B. in Siebenbürgen und Ungarn, in jüngeren Eruptivgesteinen (Andesit) (m. vgl. S. 173).

Zur Gewinnung des Goldes aus den goldhaltigen Gesteinen werden dieselben fein gepocht und das Gold aus dem Pulver (Schlich) gewöhnlich durch den Waschprocess, durch den Amalgamationsprocess mittelst Quecksilbers, durch den Chlorprocess <sup>2)</sup> oder elektrolytisch <sup>3)</sup> gewonnen.

---

<sup>1)</sup> Aus einem Ducaten schlägt man in Osterreich 500 Blättchen à 28 cm<sup>2</sup>.  
<sup>2)</sup> Aus der Schliche wird das Gold durch Königswasser gelöst und mit Eisenvitriol gefällt. <sup>3)</sup> Aus einer Kaliumgoldcyanärlösung auf Bleiblechen an den Kathoden aus-  
geschieden.

Der bei weitem größte Theil der Goldausbeute ist „Waschgold“, d. h. Gold, welches aus Lehm-, Sand- und Geröll-Ablagerungen gewonnen wird, die in größerer oder geringerer Mächtigkeit an den Abhängen und in den Thälern des goldhaltigen Gebirges abgelagert sind. Diese goldführenden Ablagerungen (Gold-Alluvionen, Goldseifen), welche bei einiger Ausdehnung „Goldfelder“ genannt werden, haben sich im Verlaufe geologischer Zeiträume durch Verwitterung und Abtragung des goldhaltigen Gebirges gebildet (Fig. 144). Wegen der großen Dichte des Goldes kann man durch den Waschprocess selbst noch die kleinsten Schüppchen von den viel leichteren erdigen Bestandtheilen trennen.

Man bedient sich beim Goldwaschen schmaler, hölzerner Kasten, der sogenannten Waschrinnen, die etwas schief gestellt werden und an deren Boden Querleisten angebracht sind. Wird das Waschmaterial, welches mitunter früher gepocht wird, unter stetem Zufluss von Wasser in die Rinne geschüttet, so wird das leichtere Material fortgeschwemmt und die schweren Goldtheilchen bleiben an den Querleisten liegen. Zum Schlusse wäscht man das von den Querleisten genommene Material in flachen Blechschüsseln unter fortwährendem Hin- und Herschwenken vollends rein aus.

Bedeutende Goldwäschereien finden sich in Canada (seit 1837), im Ural und in Sibirien (seit 1839), in Californien (seit 1848), in Australien (seit 1850), in Neuseeland (seit 1859), in Südafrika (Transval-Republik, seit 1884) und in neuester Zeit in Alaska (am Klondyke). In Europa findet sich Waschgold in Siebenbürgen (Olahpian bei Alvincz), auch im Rhein und in der Donau.

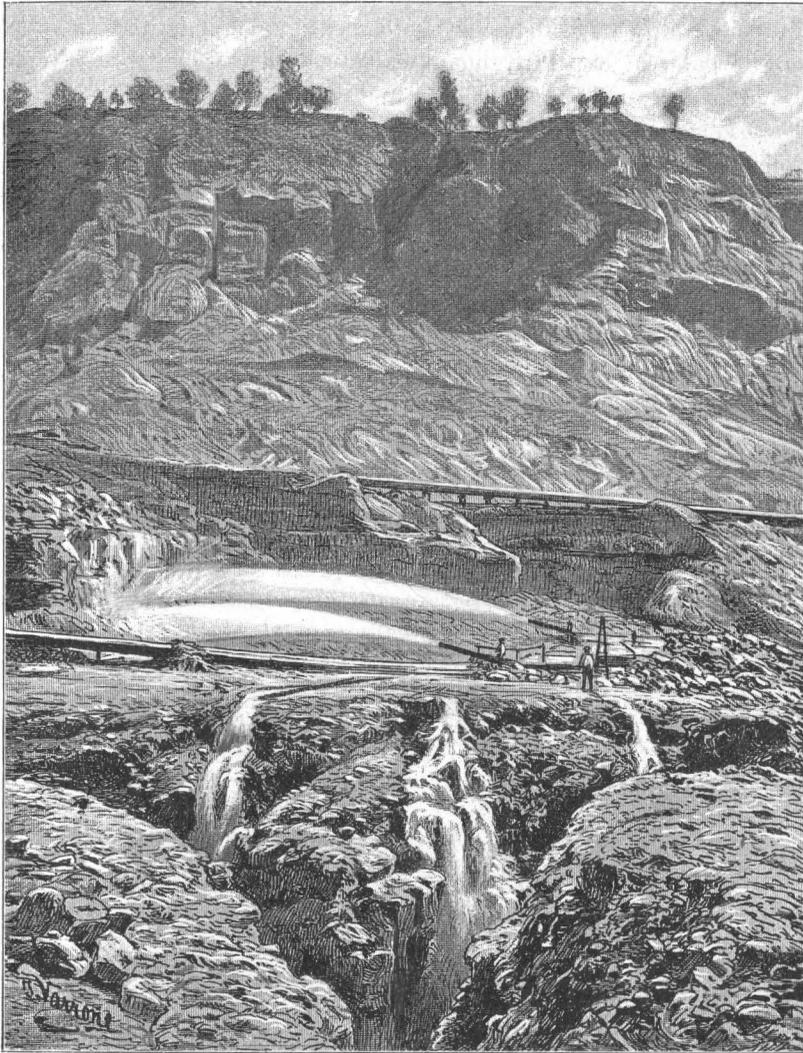
Die größten Goldklumpen sind in Australien in der Colonie Victoria gefunden worden. Im Jahre 1858 fand man den Klumpen „Welcome Nugget“, welcher 184 englische Pfund (83,5 kg) wog und um 210.000 K verkauft wurde.

Gold wird auch aus den im siebenbürgisch-ungarischen Grenzgebiete (Offenbanya, Nagyag) vorkommenden Golderzen (Tellurgoldverbindungen: Sylanit, Nagyagit), und auch aus goldhaltigen Eisenkiesen gewonnen.

Die goldergiebigsten Länder der Erde sind: Australien mit Neuseeland, Amerika, Südafrika und das asiatische Russland. In Europa liefern Siebenbürgen (Vöröspatak, Offenbanya, Nagyag u. a.) und Ungarn (Schemnitz, Kremnitz) das meiste Gold.

Die gesammte Goldproduction der Erde wurde für 1898 mit circa 470.000 kg im Werte von 1500 Millionen Kronen angegeben. In Südafrika allein sollen 1898 über

Fig. 144.



Goldfeld in Californien. (Nach einer Photographie.)

Das goldführende Terrain wird durch kräftige Wasserstrahlen, welche man auf dasselbe einwirken lässt, gelockert, und das erdige und steinige, lose Material weggewaschen.

94.000 *kg* Gold im Werte von rund 325 Millionen Kronen, hauptsächlich aus Eisenkiesen, in welchen es eingesprengt vorkommt, gewonnen worden sein.

### Platin.

Das gediegene Platin krystallisiert tesseral (Krystalle selten), hat eine stahlgraue Farbe, ist geschmeidig, dehnbar und zuweilen magnetisch. An der Luft bleibt es unverändert. Es ist bei Weißglühhitze schweißbar wie Eisen und kann nur mittelst eines Gebläses von Knallgas oder eines Gemenges von Leuchtgas mit Sauerstoff oder im elektrischen Flammenofen geschmolzen werden. Platin ist nur im Königswasser bei Erwärmung löslich, mit Quecksilber amalgamiert es sich nicht. Es besitzt ein sehr geringes Wärmeleitungsvermögen und zeigt unter den Schwermetallen die geringste Ausdehnung beim Erwärmen. Das gediegene Platin kommt immer mit 16—20 Proc. von anderen Metallen, wie Eisen, Iridium, Rhodium, Palladium, Osmium u. a., verunreinigt vor, weshalb es von Hausmann Polyxen<sup>1)</sup> genannt wurde. Die Härte desselben ist bei 5, seine Dichte 17—18 (rein und gehämmert hat Platin die Dichte 21·3). Das gediegene Platin kommt fast nur auf secundären Lagerstätten, oft mit Gold vor und wird durch den Waschprocess wie das Waschgold gewonnen.

Das Platin wurde gegen die Mitte des 18. Jahrhunderts unter dem Namen Platiña del Pinto nach Europa gebracht. Die ersten Funde wurden in den Goldwäschen am Flusse Pinto in Neu-Granada (Südamerika) gemacht. Später fand man es auch in Brasilien, auf St. Domingo und in Californien. Im Jahre 1822 hat man es im Ural, wo das meiste Platin gewaschen wird<sup>2)</sup>, und im Jahre 1831 auch auf der Insel Borneo gefunden. Im Jahre 1894 betrug Russlands Platinausbeute 4400 kg.

Seiner chemischen Widerstandsfähigkeit wegen eignet sich das Platin ganz besonders zu chemischen Apparaten.

## II. Classe: Schwefel-Verbindungen.

Verbindungen der Schwermetalle mit Schwefel oder analoge Verbindungen mit Arsen und Antimon.

Beim Erhitzen geben diese Mineralien den Schwefel durch einen Geruch nach Schwefeldioxyd, das Arsen durch einen knoblauchartigen Geruch zu erkennen; auf Kohle erhitzt, geben Arsen und Antimon weiße Beschläge.

Die Mineralien dieser Classe können nach ihren physikalischen Merkmalen in die Ordnungen: Kiese, Glanze und Blenden unterschieden werden.

---

<sup>1)</sup> J. Hausmann, Prof. d. Mineralogie in Göttingen, gest. 1859; gr. *polyxenos*, viele Gäste habend. <sup>2)</sup> Im Ural hat man Klumpen bis zu 1 kg gefunden. Bei Tagilsk fand man das Platin auch eingesprengt im Olivinfels.

Nach ihrer chemischen Zusammensetzung theilt man sie ein: in Sulfide oder einfache Schwefel-Verbindungen und in Sulfosalze oder höhere Schwefel-Verbindungen.

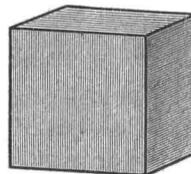
### 1. Ordnung: Kiese.

Kiese haben metallisches Aussehen und meist lichte Farben, dunklen bis schwarzen Strich. Sie sind spröde; ihre Dichte und Härte sind meist groß.

#### Eisenkies oder Pyrit <sup>1)</sup> (Schwefelkies).

Tesseral mit parallelfächiger (pyritoëdrischer) Hemiëdrie. Gewöhnliche Krystallformen sind:  $\infty O \infty$ ,  $O$  und  $\frac{\infty O 2}{2}$ . Die Würfel-  
flächen besitzen sehr häufig eine parallele Streifung (Fig. 145). Oft vorkommende Combinationen der Pyritkrystalle sind in den Fig. 53 bis 55 (S. 15) gezeichnet. Der Pyrit kommt auch derb, eingesprengt (z. B. in Steinkohlen, Thonschiefern), als Gangausfüllung in Erz- (Kies-) Gängen (m. vgl. S. 188) überaus verbreitet und als Vererzungsmittel von Petrefacten vor. Durch Umwandlung des Pyrits entstehen Pseudomorphosen, z. B. in Brauneisenstein. Farbe speisgelb <sup>2)</sup>, mitunter ins goldgelbe, durch Zersetzung braun werdend; H. = 6·5, D. = 5·5 Mit Stahl geschlagen unter Schwefelgeruch starke Funken gebend. Ch. Z.:  $FeS_2$ . Zuweilen etwas goldhaltig. Vor dem Löthrohre mit bläulicher Flamme unter Entwicklung von  $SO_2$  brennend.

Fig. 145.



Der Pyrit ist ein ungemein verbreitetes Mineral; sehr schöne Krystalle kommen vor: zu Waldenstein in Kärnten, in Tirol, auf Elba, in Piemont (Traversella), in Hessen, am Ural etc.

Der Pyrit wird zur Darstellung von Schwefelsäure, Eisenvitriol und Schwefel verwendet. Schwefelkieshaltiger Thonschiefer (Alaunschiefer) dient zur Alaunfabrication.

#### Markasit.

Rhombisch; durch wiederholte Zwillingsbildung entstehen speer- und kammförmige Formen (Speerkies, Kammkies). Strahlige und dichte Varietäten heißen Strahlkies, Leberkies und Wasser-

<sup>1)</sup> gr. *pyr*, Feuer, *pyritis*, Feuerstein. <sup>2)</sup> Glockenspeise, eine Legierung aus Kupfer und Zinn.

kies. Er kommt meist derb und wie der Pyrit eingesprengt, besonders in Kohlen-Schiefeln der jüngeren Formationen, und als Vererzungsmittel von Versteinerungen vor.

Farbe graulich-speisgelb; verwittert (vitriolesciert) sehr leicht zu Eisenvitriol und Schwefelsäure;  $H. = 6.5$ ,  $D. = 4.7$ ;  $FeS_2$ , wie der Pyrit.  $FeS_2$  ist somit dimorph.

Der Markasit findet sich in Böhmen (Littmitz), am Harz, in England etc. Seine Verwendung ist gleich der des Pyrits.

#### Magnetkies (Pyrrhotin).<sup>1)</sup>

Hexagonal, selten krystallisiert, meist in schaligen, körnigen oder dichten Aggregaten. Die Farbe ist zwischen speisgelb und kupferroth; tombakbraun anlaufend. Magnetisch, selten polarmagnetisch;  $H. = 4$ ,  $D. = 4.5$ ;  $Fe_7S_8$ ; mitunter nickelhaltig. Findet sich zu St. Leonhard in Kärnten, Bodenmais in Baiern etc.

Die Eisensulfide verwandeln sich unter dem Einflusse feuchter Luft in Eisenvitriol. Bei Gegenwart kalkhaltigen Wassers entstehen Gyps und Brauneisenstein. Aus eisenvitriolhaltigen Wässern können durch die reducirende Wirkung verwesender organischer Substanzen Pyrit und Markasit entstehen (m. vgl. bei Brauneisenstein S. 72).

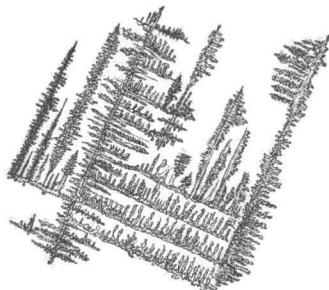
#### Misspickel (Arsenkies).

Rhombisch, gewöhnliche Krystallform  $\infty P . \frac{1}{4} \bar{P} \infty$  (Fig. 87, S. 22), meist die Flächen des Domas parallel der Brachydiagonale gestreift, auch in stengeligen oder körnigen Aggregaten und eingesprengt. Farbe licht-stahlgrau;  $H.$  bei 6,  $D. = 6$ ;  $FeS_2 . FeAs_3$  (Fe manchmal z. Th. durch Co ersetzt). Im böhmischen Erzgebirge, in Sachsen etc. vorkommend. Dient zur Darstellung von Arsen, Arsentrioxyd (Arsenik), Auropigment und Realgar.

#### Speiskobalt (Smaltin).

Tesseral, selten in deutlichen Krystallen, gewöhnlich in gestrickten Aggregaten (Fig. 146), derb und eingesprengt; Farbe zinnweiß, grau anlaufend;  $H. = 5.5$ ,  $D.$  bei 7;  $CoAs_2$  (Co z. Th. durch Fe oder Ni vertreten). Boraxperle saphirblau färbend. Auf Kohle erhitzt, ein magnetisches sprödes Korn gebend. Er kommt vor im böhmischen Erzgebirge, in Sachsen, in Steiermark (Schladming) etc.

Fig. 146.



<sup>1)</sup> gr. *pyrrhós*, feuerfärbig.

Speiskobalt gibt mit Pottasche und Quarz zusammengeschmolzen ein blaues Glas, die Smalte, aus welcher durch Pochen und Schlemmen eine blaue Farbe, das Smalteblau, dargestellt wird. Der metallisch aussehende Rückstand bei der Smalt fabrication heißt Kobaltspeise. Diese ist nickelhaltig und wird zur Nickelbereitung verwendet.

#### **Glanzkobalt (Kobaltin).<sup>1)</sup>**

Tesseral mit parallelfächiger Hemiëdrie, isomorph mit Pyrit, mitunter in schön ausgebildeten Ikosaëdern (Fig. 55 und 56, S. 15). Nach  $\infty O \infty$  vollkommen spaltbar; Farbe röthlich-silberweiß, oft grau angelauten; H. = 5·5, D. = 6;  $\text{Co S}_2$ .  $\text{Co As}_2$ . Boraxperle saphirblau, auf Kohle erhitzt zur magnetischen Kugel schmelzend. Kommt vor in Skandinavien, Pr.-Schlesien, Westphalen etc. Er dient wie der Speiskobalt zur Blaufarben-Fabrication.

#### **Kupfernickel<sup>2)</sup> (Nickelin, Rothnickelkies).**

Hexagonal, Krystalle selten; Farbe lichtkupferroth; H. über 5, D. = 7·6; wesentlich Ni As mit 44 Proc. Ni. Er findet sich meist mit Speiskobalt zusammen in Böhmen (Joachimsthal), Sachsen (Schneeberg), Steiermark (Schladming), Thüringen etc. Dient zur Bereitung des Nickelmetalls.

Im Kupfernickel hat Cronstedt im Jahre 1754 das Nickelmetall entdeckt. Nickel ist sehr luftbeständig und verhält sich zum Magnete wie Stahl. Es dient zur Herstellung von Münzen und Legierungen (Pakfong) und zum galvanischen Vernickeln. — Von Wichtigkeit für die Nickelgewinnung ist auch der **Garnierit**, ein grünes, dichtes oder erdiges Nickelsilicat von Neuceledonien und Nordamerika (Oregon).

#### **Kupferkies (Chalkopyrit).<sup>3)</sup>**

Tetragonal mit sphenoidischer Hemiëdrie (Fig. 75, S. 19). häufig mit Zwillingsbildung; gewöhnlich derb und eingesprengt vorkommend. Farbe messinggelb, mitunter bunt angelauten. Strich grünlichschwarz. H. und D. bei 4;  $\text{Cu}_2 \text{S}$ ,  $\text{Fe}_2 \text{S}_3$  mit 34·6 Proc. Cu. Vor dem Löthrohre auf Kohle zerknisternd, zur magnetischen Kugel schmelzend.

Er findet sich in Ungarn (Schemnitz, Kapnik, Orawitz), Böhmen (Schlaggenwald), im Mansfeld'schen, in Sachsen, am Harz, in Cornwall, Nordamerika etc. Der Kupferkies ist das am häufigsten vorkommende Kupfererz.

#### **Buntkupferkies (Bornit).<sup>4)</sup>**

Tesseral, selten krystallisiert. Bräunlich-kupferroth, oft mit bunten Anlaufarben. H. = 3, D. bei 5. Chemische Zusammensetzung schwankend, auf eine Mischung

<sup>1)</sup> gr. *kóballtos*, betrügerisch. <sup>2)</sup> Bergmännischer Schimpfname, weil das Mineral kupferähnlich aussieht, jedoch kein Kupfer enthält. <sup>3)</sup> gr. *chalkós*, Kupfer. <sup>4)</sup> Nach dem österreichischen Metallurgen J. v. Born (1742—1791).

von  $\text{Cu}_2\text{S}$ ,  $\text{Cu S}$  und  $\text{Fe S}$  deutend (56—71 Proc. Cu); gewöhnlich findet er sich derb (z. B. zu Dognacska in Ungarn), meist mit Kupferkies zusammen.

Kupferkies und Buntkupferkies sind ihrer chemischen Zusammensetzung nach als Doppelsulfide oder Sulfosalze zu bezeichnen.

## 2. Ordnung: Glanze.

Glanze haben metallisches Aussehen, sind meist grau bis schwarz, haben gleichfarbigen Strich, geringe Härte und große Dichte.

### Bleiglanz (Galenit).<sup>1)</sup>

Tesseral vollflächig; gewöhnliche Combination:  $\infty 0 \infty . 0$  (Fig. 42, 43 und 45, S. 14). Die Krystalle sind oft mehr oder weniger in ihrer Entwicklung gestört (m. vgl. Fig. 138, auf S. 36).

Er ist sehr vollkommen spaltbar nach dem Hexaëder, die Spaltungsflächen haben einen ausgezeichneten Metallglanz. Der Bleiglanz kommt auch in körnigen und dichten Aggregaten („Bleischweif“), sowie eingesprengt oder in zerreiblichen Varietäten (Bleimulm) vor. Farbe bleigrau; mild; Strich gräulichschwarz;  $H. = 2.5$ ,  $D. = 7.5$ .  $\text{Pb S}$  mit 86.6 Proc. Pb, meist mit etwas Silbergehalt (meist nur 0.01—0.03 Proc.). Rasch erhitzt, verknistert er. Mit Soda auf Kohle erhitzt, einen grünlichgelben Beschlag und ein Bleikorn gebend.

Dieses wichtigste Bleierz dient zur Gewinnung von Blei, Bleiglätte und eventuell auch von Silber. Findet sich in Böhmen (Příbram, silberhältig)<sup>2)</sup>, Kärnten (Bleiberg, Raibl), Sachsen (Freiberg), am Harz (Clausthal), in England (Cumberland, Devonshire), im südlichen Spanien, in Nordamerika etc.

Der Bleiglanz wird zum Behufe der Bleigewinnung geröstet und das Röstproduct mit Kohle zu Blei reducirt. Das Blei aus silberhältigem Bleiglanz bereitet, enthält das Silber; um dieses zu gewinnen, wird das Blei „abgetrieben“, d. h. an der Luft so lange im Schmelzflusse erhalten, als sich Bleioxyd bildet, welches nach und nach abgenommen wird. Das reine Silber gibt sich dann durch einen sehr hellen Glanz (Silberblick) zu erkennen.

### Kupferglanz (Kupferglaserz, Redruthit).

Rhombisch, selten krystallisiert, gewöhnlich nur derb und eingesprengt. Schwärzlich bleigrau, oft schwarz angelaufen; mild;

<sup>1)</sup> gr. *galène*, Bleierz. <sup>2)</sup> In Příbram hat der Adalbert-Schacht die Tiefe (Teufe) von circa 1100 m, der mit ihm verbundene Maria-Schacht die Tiefe von 1110 m.

Strich glänzend; H. bei 3, D. = 5·6. Besteht aus  $\text{Cu}_2\text{S}$  mit 79·8 Proc. Kupfer. Vor dem Löthrohre auf Kohle unter Spritzen zu einer Kugel schmelzend. Wichtiges Kupfererz, kommt vor: zu Redruth in Cornwall (schön krystallisiert), in Nordamerika, im Mansfeld'schen, in Sachsen, im Banat etc.

### Silberglanz (Argentit, Glaserz, Weichgewächs).

Tesseral, isomorph mit Bleiglanz, gewöhnlich derb. Schwärzlich-bleigrau, schwarz anlaufend; sehr geschmeidig (in Späne schneidbar wie Blei); Strich glänzend; H. über 2, D. = 7·2;  $\text{Ag}_2\text{S}$  mit 87 Proc. Ag. Mit Soda auf Kohle vor dem Löthrohre ein Silberkorn gebend. Findet sich in Ungarn (Schemnitz, Kremnitz), Sachsen (Freiberg), am Harz, in Norwegen (Kongsberg), Mexico etc. Der Silberglanz ist das reichste und wichtigste Silbererz.

### Antimonglanz (Antimonit, Grauspießglanzerz).

Rhombisch, isomorph mit Auripigment. Die Krystalle meist säulen- oder nadelförmig. Häufig in büschelförmigen Krystall-Aggregaten, auch krystallinisch mit stengeliger oder faseriger Structur, mitunter dicht vorkommend. Spaltbar sehr vollkommen nach  $\infty\checkmark\infty$  mit stark glänzender Spaltungsfläche; bleigrau, manchmal schwärzlich, gelb oder bunt angelaufen; mild; Strich dunkelgrau. H. = 2, D. = 4·6.  $\text{Sb}_2\text{S}_3$  mit 71·8 Proc. Sb. Grobe Splitter schmelzen in der Kerzenflamme.

Der Antimonglanz findet sich in Ungarn (Felsöbanya), Siebenbürgen, am Harz, in Sachsen, auf Borneo, jetzt in ansehnlichen Krystallen in Japan etc. Er ist das einzige Erz, aus welchem das Antimonmetall im großen dargestellt wird.

Der Antimonglanz wird aus den ihn begleitenden Gesteinen durch Ausschmelzen (Aussaigern) in geschlossenen Tiegeln gewonnen. Die ausgeschmolzene Masse hat eine feinfaserige Structur und kommt im Handel unter dem Namen „Antimonium crudum“<sup>1)</sup> vor.

### Fahlerz (Tetraëdrit).

Tesseral mit tetraëdrischer Hemiedrie. Gewöhnliche Gestalten sind:  $\frac{0}{2}$  und  $\frac{202}{2}$ . In Combinationen ist in der Regel (Fig. 50 und 51, S. 14 und 15) das Tetraëder vorherrschend, deshalb auch der

<sup>1)</sup> lat. *crudus*, roh.

Name „Tetraëdrit“. Häufig derb und eingesprengt. Stahlgrau bis eisenschwarz; spröde; Strich schwarz.  $H. = 3.5$ ,  $D.$  bei 5. Chemische Zusammensetzung sehr verschieden. Cu, welches fast nie fehlt, z. Th. durch Ag, Hg, Zn, Fe vertreten, mit S; ferner Sb und As, sich gegenseitig vertretend, mit S. Die dunkleren Fahlerze enthalten vorwiegend Antimon (mitunter gar kein Arsen) und sind die silberhaltigen Varietäten.

Fahlerze kommen häufig vor, z. B. in Ungarn (Kapnik), Tirol (Schwaz), Sachsen (Freiberg), am Harz, in Cornwall u. s. w. Sie werden zur Ausbringung von Kupfer, Silber und Quecksilber verwendet.

— Die Fahlerze sind Doppelsulfide; sie gehören zu den Sulfosalzen. —

### 3. Ordnung: Blenden.

Blenden haben nicht metallische Farben, meist lichter-gefärbten Strich, Diamant- bis Fettglanz und geringe Härte.

#### Zinkblende (Blende).

Tesseral mit tetraëdrischer Hemiëdrie. Häufig krystallisiert. Zuweilen Zwillinge mit einer Oktaëderfläche als Zwillingsebene und verzogenen Individuen. Die Zinkblende kommt auch in körnigen, seltener in strahligen (Strahlenblende), feinfaserigen oder dichten Aggregaten vor. Die Krystalle haben Demantglanz und eine sehr vollkommene Spaltbarkeit nach den Flächen des Granatoëders.

Farbe gewöhnlich schwarz oder braun; mitunter auch gelb, grün und roth; selten ungefärbt; Strich lichter als die Farbe des Minerals, bis weiß. Sehr spröde. Manche Varietäten, wie z. B. jene von Kapnik, phosphorescieren beim Reiben oder Zerschlagen.  $H.$  und  $D.$  bei 4;  $ZnS$  mit 67 Proc. Zn, mitunter Fe, Mn, Cd (Cadmium) oder I (Indium) enthaltend. Auf Kohle erhitzt, heiß einen gelben Beschlag gebend, welcher erkaltend weiß wird.

Findet sich meist als Begleiter des Bleiglanzes zu Příbram in Böhmen, Schemnitz und Kapnik in Ungarn, Freiberg in Sachsen, am Harz, Ameberg am Wettersee in Schweden etc. und wird zur Zinkgewinnung verhüttet.

Der Wurtzit<sup>1)</sup> von Oruro in Bolivia ist hexagonal krystallisiertes Schwefelzink. Das Schwefelzink ist somit dimorph. Breithaupt hat die braune Strahlenblende von Příbram als Wurtzit bestimmt.

<sup>1)</sup> Nach dem Chemiker K. A. Wurtz in Paris.

### Zinnober.

Rhombödrisch, gewöhnlich nur in kleinen Krystallen. Häufig derb, eingesprengt oder erdig. Die Krystalle sind demantglänzend, durchscheinend und ziemlich vollkommen spaltbar nach  $\infty R$ . Reiner Zinnober ist in der Farbe cochenilleroth und im Strich hellroth. H. bei 2, D. = 8. Besteht aus HgS mit 86·2 Proc. Hg. Im offenen Glasrohre mit Soda erhitzt, entwickelt sich Schwefeldioxyd und sublimiert Quecksilber. Findet sich zu Idria (Krain) im Schiefer und Dolomit, in Almaden (Spanien) im Sandstein, in Neu-Almaden (Californien) mit Serpentin etc.

Das Quecksilber-Lebererz von Idria ist ein inniges Gemenge von Zinnober mit Idrialin (einem fossilen Erdpeche), Kohle und erdigen Theilen. Das Idrianer Korallenerz ist der Hauptsache nach ein Calcium-Eisen-Phosphat mit etwa 2 Proc. Zinnober-Beimengung.

Der natürliche Zinnober dient hauptsächlich zur Darstellung des Quecksilbers.

### Realgar (Rauschroth, rothe Arsenblende).

Monoklin, in deutlichen Krystallen und derb vorkommend. Morgenroth, wachsglänzend, halbdurchsichtig; mild; Strich orangegeb. H. = 1·5, D. = 3·5. Besteht aus AsS mit 70·1 Proc. As. Vor dem Löthrohre auf Kohle leicht schmelzbar, mit weißgelber Flamme und Arsengeruch verbrennend. Durch den Einfluss des Lichtes zerfällt es zu einem orangegelben Pulver. Findet sich in Ungarn, in Siebenbürgen, am Harz etc.

### Auripigment<sup>1)</sup> (Rauschgelb, gelbe Arsenblende).

Rhombisch, selten deutlich krystallisiert. Vollkommen spaltbar nach  $\infty P \infty$ , mit Perlmutterglanz auf den Spaltungsflächen; citronengelb bis orangegeb, wachsglänzend; mild; Strich citronengelb. H. = 1·5, D. = 3·5. Besteht aus  $As_2S_3$  mit 61 Proc. As. Findet sich gewöhnlich mit dem Realgar zusammen.

Realgar und Auripigment, welche in der Kattundruckerei, in der Färberei, in der Feuerwerkskunst u. s. w. angewendet werden, kommen zu diesen Zwecken als Fabriksproducte (rothes und gelbes Arsenglas) in den Handel.

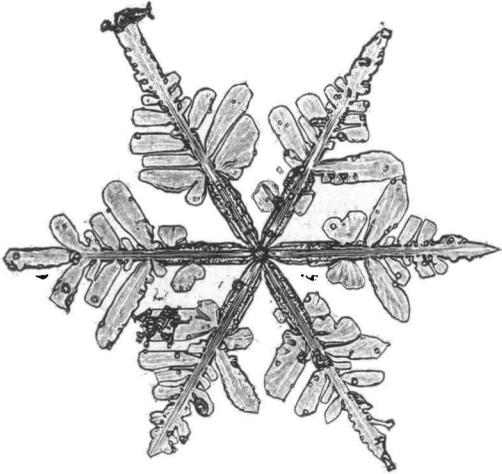
### Antimonsilberblende, dunkles Rothgiltigerz oder Pyragyrit.<sup>2)</sup>

Rhombödrisch; kermesinroth bis dunkelbleigrau, metallartiger Demantglanz, manchmal durchscheinend; Strich kirschroth. H. bei 2, D. = 5·8;  $3 Ag_2S \cdot Sb_2S_3$  mit 59·9 Proc. Ag. Kommt vor zu Pöbbram, Joachimsthal, Freiberg, Schemnitz, am Harz, zu Kongsberg etc.

<sup>1)</sup> lat. *aurum*, Gold; *pigmentum*, Farbstoff. <sup>2)</sup> gr. *argyros*, Silber.

Taf. I.

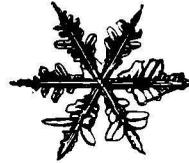
3.



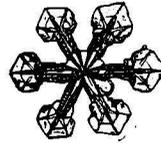
1.



2.



6.



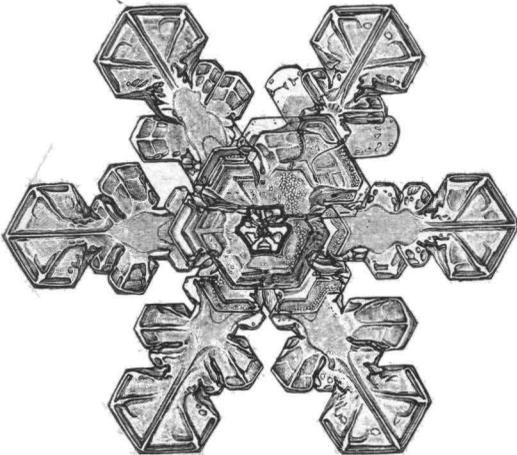
5.



4.



7.



Schneekrystalle.

Nach Original-Photographien von Dr. R. Neuhaus in Berlin auf Holz photographiert und dann geschnitten. In 12-20maliger Vergrößerung. Die Photographien wurden bei  $-6$  bis  $-13^{\circ}$  C. im Freien nach den auf dem Objectträger aufgefangenen Kryställchen hergestellt.

**Arsensilberblende**, lichtet Rothgiltigerz oder Proustit.<sup>1)</sup>

Rhomboëdrisch, isomorph mit dem früheren; Demantglanz, durchscheinend bis durchsichtig. Farbe und Strich etwas lichter als beim Pyrargyrit. H. bei 2, D. = 5·5.  $3\text{Ag}_2\text{S} \cdot \text{As}_2\text{S}_3$  mit 65·4 Proc. Ag. Der Proustit findet sich mit dem Pyrargyrit zusammen, ist jedoch seltener. Beide werden zur Silbergewinnung benützt.

— Die Rothgiltigerze sind Doppelsulfide oder Sulfosalze. —

**III. Classe: Oxyde.**

Hierher gehört zunächst das **Wasser**.

Das reine Wasser ( $\text{H}_2\text{O}$ ) ist farblos, ohne Geruch und Geschmack. Es erstarrt bei  $0^\circ\text{C}$ . und siedet bei  $100^\circ\text{C}$ . Es verdunstet an der Luft bei jeder Temperatur. Bei  $4^\circ\text{C}$ . hat es seine größte Dichte. Die zierlichen Schneekrystalle deuten auf die hexagonale Krystallisation des Eises hin (Taf. I, Fig. 1–7). Am Eise, dessen Dichte bei  $0^\circ = 0\cdot917$  ist, wurde die Doppelbrechung erkannt). Im Innern des Eises beobachtete man Luftblasen oder, freilich selten, hexagonale Hohlräume (sogenannte negative Krystalle). 1 Volumen Wasser gibt beim Gefrieren 1·09 Volumtheile Eis, dehnt sich daher dabei um circa  $\frac{1}{11}$  seines Volumens aus. (Weiteres über das Wasser im geologischen Theile S. 121.)

**1. Ordnung: Oxydische Erze.**

Dunkle, zum Theil halbmetailisch aussehende Mineralien, von größerer Dichte (3·5–7), welche zumeist zur Metallgewinnung verwendet werden.

**Rotkupfererz** (Cuprit).<sup>2)</sup>

Tesseral, gewöhnliche Krystallformen sind:  $\text{O}$ ,  $\infty\text{O}$ ,  $\infty\text{O}\infty$  und Combinationen derselben (Fig. 46 und 49, S. 14); mitunter nadelförmige Krystalle (Kupferblüte). In Pseudomorphosen nach Kupfer, häufig aber derb in körnigen und dichten Aggregaten. Farbe cochenillroth, zuweilen ins Blaugraue gehend; undurchsichtig bis durchscheinend; Strich bräunlichroth. H. = 3·5, D. bei 6.  $\text{Cu}_2\text{O}$  (Kupferoxydul) mit 88·8 Proc. Cu. In der Reductionsflamme auf Kohle ein Kupferkorn gebend.

Rothkupfererz ist häufig von Malachit, in welchen es sich umwandelt, begleitet und kommt vor zu Chessy bei Lyon (in

<sup>1)</sup> Nach dem franz. Chemiker J. L. Proust. <sup>2)</sup> lat. *cuprum*, Kupfer.

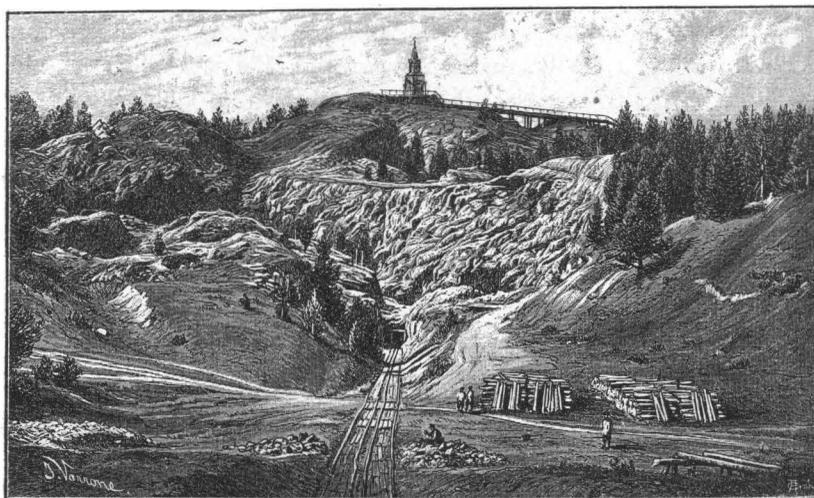
schönen Krystallen), in Cornwall, im Banat, am Ural, Altai, in Australien u. s. w. Es ist ein wichtiges Kupfererz.

**Ziegelerz** heißt ein röthlichbraun bis ziegelroth gefärbtes, erdiges Gemenge von Rothkupfererz mit Brauneisenstein.

### **Magneteisenstein** (Magneteisenerz, Magnetit).

Tesseral; O und  $\infty$ O häufig vorkommend (Fig. 16 und 17, S. 7); die Granatoöderflächen sind oft nach der längeren Diagonale gestreift

Fig. 147.



Der Magneteisensteinberg Blagodat (d. h. die gute Gabe) bei Kuschwinski an der Ostseite des mittleren Ural. (Nach einer Photographie.)

(Combinations-Streifung nach den Oktaöderkanten); Oktaöderzwillinge deutlich entwickelt (S. 34); meist in körnigen und dichten Aggregaten, eingesprengt, sowie auch als Magneteisensand auf secundären Lagerstätten vorkommend. Eisenschwarz, mehr oder weniger metallisch glänzend; spröde; Strich schwarz. Sehr stark magnetisch (namentlich die halbverwitterten Varietäten), nicht selten polarmagnetisch (natürliche Magnete).<sup>1)</sup> H. = 6, D. = 5.  $\text{Fe}_3\text{O}_4 = \text{FeO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$  mit 72.4 Proc. Fe. Gepulvert in Salzsäure leicht löslich.

<sup>1)</sup> Plinius erzählt, dass die Entdeckung des Magnetes auf dem Berge Ida von einem Hirten Namens Magnes geschehen sei.

Der Magneteisenstein kommt in Urgebirgsgesteinen vor und wird als ein wichtiges Eisenerz in Schweden (Dannemora), Norwegen (Arendal), am Ural (die Magneteisensteinberge bei Kuschwinskoi, Fig. 147, und Nischne-Tagilsk), in Nordamerika etc. gewonnen. Schöne Krystalle sind aus dem Zillerthale, von Traversella (Piemont) etc. bekannt.

#### **Chrom Eisenstein** (Chromeisenerz, Chromit).<sup>1)</sup>

Tesseral, jedoch gewöhnlich derb; Farbe eisenschwarz bis brännlichschwarz; Strich braun, wodurch sich dieses Mineral hauptsächlich von dem ihm im Aussehen mitunter ähnlichen Magneteisenstein unterscheidet. H. = 5·5, D. = 4·5; Fe O. Cr<sub>2</sub> O<sub>3</sub>; Fe z. Th. durch Mg; Cr<sub>2</sub> durch Al<sub>2</sub> vertreten. Boraxperle smaragdgrün.

Kommt meist von Serpentin begleitet, in Steiermark (Kraubat), Bosnien, im Banat, in Norwegen, in Nordamerika, am Ural etc. vor und wird zur Darstellung von Farben und anderen Chrompräparaten verwendet.

— Ihrer chemischen Zusammensetzung nach können Magneteisenstein und Chrom Eisenstein als Sauerstoffsalze (Ferrate und Chromate) aufgefasst werden. —

#### **Rotheisenstein** (Rotheisenerz, Hämatit).<sup>2)</sup>

Rhomboëdrisch. In schönen Krystallen heißt er Eisenglanz. Häufig krystallinisch mit faseriger und zuweilen schaliger Structur als sogenannter rother Glaskopf oder Blutstein; in dünnchaligen oder feinschuppigen Aggregaten als Eisenglimmer; zartschuppig, abfärbend und sich fettig anfühlend als Eisenrahm; oolithisch<sup>3)</sup> als rother Eisenoolith; dicht, mehr oder weniger mit Thon verunreinigt, als rother Thoneisenstein, erdig als Röthel oder rother Eisenoocker bekannt.

Die Krystalle haben eine eisenschwarze Farbe mit lebhaftem Metallglanze und sind oft bunt angelaufen. Die übrigen Varietäten sind mehr oder weniger braunroth, zuweilen ins Stahlgraue gehend; schwach magnetisch; Strich kirschroth bis bräunlichroth, H. bei 6, D. bei 5. Wesentlich Fe<sub>2</sub> O<sub>3</sub> mit 70 Proc. Fe. Im Kölbchen kein Wasser abgebend; mit Soda auf Kohle erhitzt, erhält man ein Eisenkorn. *250 | 100*

Der Rotheisenstein, ein sehr verbreitetes Eisenerz, findet sich auf der Insel Elba (in schönen Krystallen), im Tavetschthale (Grau-

<sup>1)</sup> gr. *chróma*, Farbe, weil gewisse Chromverbindungen intensiv gefärbt sind.

<sup>2)</sup> gr. *háima*, Blut, theils wegen der Farbe vieler Varietäten, theils weil er früher als blutstillendes Mittel (Blutstein) angewendet wurde. <sup>3)</sup> gr. *óon*, Ei; Oolith, Rogenstein.

bündten), Spanien (Sevilla), Böhmen etc. Eisenglanz findet sich auch in Spalten der Laven verschiedener Vulcane.

### **Brauneisenstein** (Brauneisenerz, Limonit).<sup>1)</sup>

Kommt nur in krystallinischen bis dichten Aggregaten vor. Scheinbare Krystallformen rühren von Umwandlungs- oder Verdrängungs-Pseudomorphosen her. Feinfaserige, kugelige Varietäten heißen brauner Glaskopf; oolithisch zusammengesetzte brauner Eisenoolith; lose, geschiebeähnliche Stücke Bohnerze; wenn dieselben einen losen Kern enthalten, Klappersteine; dichte und erdige, zuweilen mit Thon vermengte Varietäten nennt man gelben Thoneisenstein oder gelben Eisenocker.

Die Farbe ist braun in verschiedenen Abstufungen; der Strich gelbbraun. H. bei 5, D. bei 3·5. Wesentlich  $2\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$  mit 50 Proc. Fe. Im Kölbchen Wasser abgebend. Mit Soda auf Kohle erhitzt, erhält man eine schwarze magnetische Masse.

Der Brauneisenstein ist ein sehr verbreitetes Eisenerz. Er bildet sich fortwährend durch Zersetzung mannigfacher eisenhaltiger Mineralien und tritt häufig in Klüften, sowie in lagerartigen Massen auf.

Die in Sümpfen und unter versumpften Wiesen sich findenden Eisenocker, knollig geballt als Raseneisenstein, Sumpferz und Wiesenerz bezeichnet, bilden sich unter der Mitwirkung von in ihren Zellwandungen Eisen ausscheidenden Bakterien (Fadenbakterien) aus dem im Wasser gelösten doppeltkohlensäuren Eisen.<sup>2)</sup>

### **Braunstein** (Pyrolusit, Weichmanganerz).<sup>3)</sup>

Rhombisch, die Krystalle gewöhnlich kurz säulenförmig, gestreift, bisweilen an den Enden zerfasert; in feinfaserigen Aggregaten, sowie auch dicht und erdig vorkommend. Farbe licht-eisen-schwarz, Strich schwarz. H. bei 2, D. bei 5.  $\text{MnO}_2$  (Manganhyperoxyd). Die Boraxperle wird durch Braunstein in der Oxydationsflamme violett gefärbt (Mn-Reaction).

Er findet sich im Thüringerwalde (Ilmenau), am Harz (Ilfeld), in Sachsen (Johann-Georgenstadt), Böhmen (Irrgang bei Platten) etc. und wird benützt zur Darstellung von Sauerstoff, Chlor, zum Ent-

<sup>1)</sup> gr. *leimón*, Wiese, Sumpf, weil Brauneisenstein, sog. Raseneisenstein, sich häufig in Sümpfen bildet. <sup>2)</sup> Siehe Fr. La far: Technische Mykologie. (I. Bd., S. 325.)

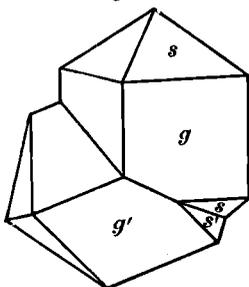
<sup>3)</sup> gr. *πῦρ*, Feuer, *λίω*, ich wasche, weil er zum Behufe des Entfärbens manchen Gläsern beigemischt wird.

färben, sowie auch zum Färben von Gläsern und Glasuren, als Zuschlag zu Eisenerzen u. s. w.

### Zinnstein (Kassiterit).<sup>1)</sup>

Tetragonal, gewöhnliche Combination:  $P. \infty P.$ ; Zwillingkrystalle sehr häufig; Zwillingsebene nach einer Fläche von  $P \infty$  (Fig. 148). Derb in körnigen Aggregaten, selten faserig zusammengesetzt (Holzzinn), und auf secundärer Lagerstätte in Geschieben als Zinnsand (Seifenzinn). Meist gefärbt, braun bis schwarz; Strich lichtgelblich; Diamant- oder Fettglanz;  $H. = 6.5$ ,  $D.$  bei 7;  $SnO_2$  (Zinnoxid) mit 78.6 Proc. Sn. Feingepulvert mit Soda gemengt, auf Kohle in der Reductionsflamme erhitzt, ein Zinnkorn gebend.

Fig. 148.



Findet sich im böhmisch-sächsischen Erzgebirge (Altenberg, Zinnwald, Graupen, Schlaggenwald), in England (Cornwall), Ostindien (als Zinnsand auf Malakka, Banka, Biliton etc.), Australien. Zinnstein ist das einzige nennenswerte Zinnerz.

**Rutil**, tetragonal (isomorph mit Zinnerz), gewöhnlich in säulen- bis nadelförmigen Krystallen, häufig in Zwillingen; spaltbar nach  $\infty P$ ; Farbe röthlichbraun bis schwarz (Nigrin); Strich gelblichbraun.  $H. = 6$ ,  $D. = 4.2$ .  $TiO_2$  (Titandioxyd). Oft im Quarz eingewachsen, aber auch in Geschieben vorkommend.

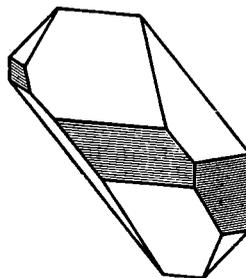
## 2. Ordnung: Oxydische Steine.

Nicht metallisch aussehende Mineralien von großer Härte.

### Quarz.<sup>2)</sup>

Rhomboëdrisch (Fig. 135, S. 33); wenn  $R$  und  $-R$  im Gleichgewichte stehen, in der Form von  $P. \infty P$  wie hexagonal-holoëdrisch aussehend (Figur 134);  $\infty P$  in der Regel mehr weniger deutlich gestreift (Fig. 135); Verzerrungen der Krystalle (S. 35) kommen oft vor (Fig. 149). Der Quarz kommt in deutlichen Krystallen (mitunter von ansehnlicher Größe), in Krystall-Aggre-

Fig. 149.



Die gestreiften Flächen gehören dem Prisma an.

<sup>1)</sup>gr. *kassiteros*, Zinn. <sup>2)</sup>Vielleicht nach dem knirschenden Tone bei der Bearbeitung.

gaten, makro- bis kryptokrystallinischen Aggregaten, in Pseudomorphosen, als Geschiebe, Gerölle, Sand, und als Versteinerungsmaterial von Petrefacten vor.

Farblos und gefärbt; Glasglanz; auf den Bruchflächen Fettglanz; durchsichtig bis undurchsichtig. Wird durch Reiben positiv elektrisch.  $H. = 7$ ,  $D. = 2.6$ ;  $Si O_2$ . Vor dem Löthrohre unschmelzbar, im Knallgasgebläse schmelzbar; löslich in Flußsäure, mit Soda unter Schäumen zu Natron-Wasserglas schmelzend.

a.) Krystallisierte oder krystallinische, durchsichtige bis undurchsichtige Quarze:

Bergkrystall, farblos oder wenig gefärbt, durchsichtig bis durchscheinend; Amethyst<sup>1)</sup>, violblau; Citrin<sup>2)</sup> (böhmischer Topas), gelb; Rauchquarz (Rauchtopas), rauchgrau; Morion<sup>3)</sup>, schwarz; Rosenquarz, rosenroth; gemeiner Krystallquarz, trüb gefärbt, undurchsichtig; Eisenkiesel, gelbbraun oder rothbraun (Compostellaquarz); Milchquarz, weiß, undurchsichtig; Prasem<sup>4)</sup>, lauchgrün von eingeschlossenen Strahlstein-Kryställchen; Avanturinquarz<sup>5)</sup>, infolge feiner Sprünge und eingeschlossener röthlicher Glimmerschüppchen flimmernd; Katzenauge, ein Quarz, in welchem feine Asbestnadeln parallel zu einander eingebettet sind; muglig (convex) geschliffen, zeigt er einen wandelnden, bläulichen Lichtstreifen.

Schöne und mitunter sehr große Bergkrystalle finden sich in der Schweiz, in Savoyen, Tirol, in der Dauphiné, am Ural, auf Ceylon, Madagaskar u. s. w. Wasserhelle, kleinere, glänzende, ringsum ausgebildete Bergkrystalle kommen im Marmaroscher Comitae in Ungarn vor (Marmaroscher Diamanten). Reine Bergkrystall-Geschiebe findet man im Rhein (Rheinkiesel) u. in a. Flüssen.

b.) Kryptokrystallinische (dichte), undurchsichtige und durchscheinende Quarze:

Jaspis<sup>6)</sup>, undurchsichtig, roth (Blutjaspis), gelb und braun (ägyptischer Jaspis), grau, manchmal in Farbenzeichnungen

---

<sup>1)</sup> gr. *améthystos*, Trunkenheit verhütend; früher als ein Talisman gegen Trunkenheit angewendet. <sup>2)</sup> Wegen der citronengelben Farbe. <sup>3)</sup> lat. *morósus*, mürrisch, finster. <sup>4)</sup> gr. *práson*, Lauch. <sup>5)</sup> Vielleicht vom franz. *aventure*, Zufall, in Beziehung auf den zufälligen Fund des ebenso benannten Glases (auch „Goldfuß“ genannt) bei Schmelzversuchen zu Murano bei Venedig. <sup>6)</sup> gr. *iaspis*, bei Theophrast.

(Bandjaspis); Hornstein, grau, braun und anders gefärbt, kantendurchscheinend, gewöhnlich als Versteinerungsmittel des Holzes (Holzstein) auftretend; gemeiner dichter Quarz (Quarzfels). Chalcedon<sup>1)</sup>,

durchscheinend, weiß, bläulich, gelblich, braun, roth (Carneol)<sup>2)</sup>, apfelgrün (Chrysopras)<sup>3)</sup>, trübgrün (Plasma)<sup>4)</sup>, dunkelgrün, oft mit eingesprengtem rothen Jaspis (Heliotrop)<sup>5)</sup>, weiß und grau bis schwarz geschichtet (Onyx)<sup>6)</sup>, weiß und roth (Sardonyx), farblos, durchsichtig, mit eingesprengten Dendriten von Chlorit, färbenden Metalloxyden und dergl. (Mokkastein).

Die Chalcedone werden beim Kochen in Kalilauge stark angegriffen und erinnern in dieser Beziehung an die Opale (S. 76).

Fig. 150.

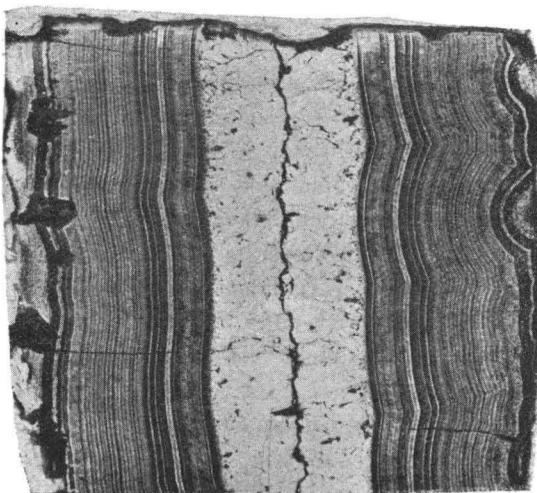
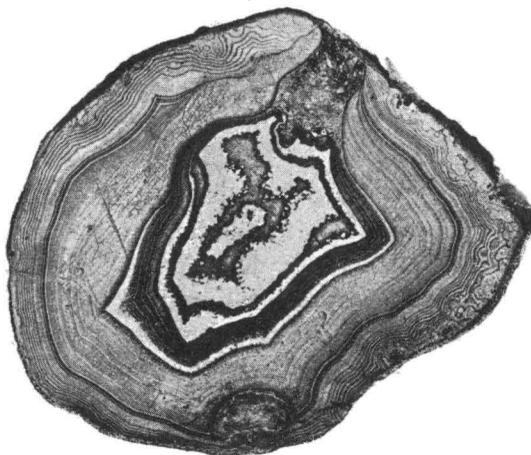


Fig. 151.



Geschliffene Achate. (Nach der Natur photographiert.)  
Bandachat (Fig. 150), Achatgeode (Fig. 151).

<sup>1)</sup> Von Chalcedon in Kleinasien. <sup>2)</sup> lat. *carneus*, fleischroth. <sup>3)</sup> gr. *chrysós*, Gold; gr. *prásios*, lauchgrün. <sup>4)</sup> gr. *plásma*, das Gebilde, Bildwerk. <sup>5)</sup> gr. *hélios*, Sonne, *trépo*, ich wende. <sup>6)</sup> gr. *ónyx*, Fingernagel.

Sie lassen sich mit färbenden Pigmenten imprägnieren, welche Eigenschaft theils zum Nachfärben matter Farbenvarietäten, theils zum Färben lichter Chalcidone benützt wird (Idar und Oberstein an der Nahe im Birkenfeld'schen). Onyx hat man im Alterthume oft zu Cameen verarbeitet.

Kieselschiefer, schwarz, undurchsichtig, mit schieferiger Absonderung (Lydit, Proberstein); Feuerstein (engl. Flint), grau, braun, schwarz, kantendurchscheinend, scharfkantig im Bruche; knollenförmig in der Schreibkreide (S. 212) eingelagert. Achat<sup>1)</sup> (Fig. 150 und 151), oft in knollenartigen Stücken (Achatmandeln, Achatgeoden) vorkommend (m. vgl. S. 172), aus wechselnden, dünnen concentrischen Lagen (theilweise auch aus einem Gemenge) verschieden gefärbter Varietäten von Chalcedon, Jaspis u. s. w. bestehend (Band-, Korallen-, Trümmer-, Regenbogen-, Moos-Achat u. s. w.).

Der Quarz ist eines der verbreitetsten Mineralien. Er tritt als Gemengtheil vieler Gebirgsgesteine auf und bildet auch für sich eine Gebirgsart (Gebirgsquarz, Quarzit) (S. 176). Neben dem Gebirgsquarz unterscheidet man den Drusen- oder Gangquarz (m. vgl. S. 188). Letzterer ist der varietätenreiche Quarz, welcher infolge Auslaugung kieselsäurereicher Gebirgsgesteine und Absatz des Materials in Hohlräumen, Klüften und Spalten dieser Gesteine entsteht. Die schöneren Varietäten des Quarzes werden geschliffen und als Schmuck- und Ornamentsteine benützt, die gewöhnlichen Quarze dienen hauptsächlich zur Glasfabrication.

Gewöhnliches Glas erhält man durch Schmelzen eines pulverigen Gemenges von Quarz, Soda oder Pottasche und Kalk.

### Opal.<sup>2)</sup>

Amorph (s. S. 2); derb und eingesprengt; farblos, gewöhnlich gefärbt; Glas- oder Fettglanz; durchsichtig bis undurchsichtig. H. bei 6, D. bei 2; SiO<sub>2</sub> mit Wasser; vor dem Löthrohre unerschmelzbar, meistens zerknisternd; in heißer Kalilauge fast gänzlich auflöslich.

Edelopal, durchscheinend mit irisierendem Farbenspiele. Am bekanntesten ist der milchweiße, in den schönsten Regenbogenfarben spielende ungarische Opal. Die ältesten Opalgruben sind die von Czerwenitza in Nordungarn, woselbst der Edelopal auf Klüften oder eingesprengt (Opalmutter) im Trachyt vorkommt.

---

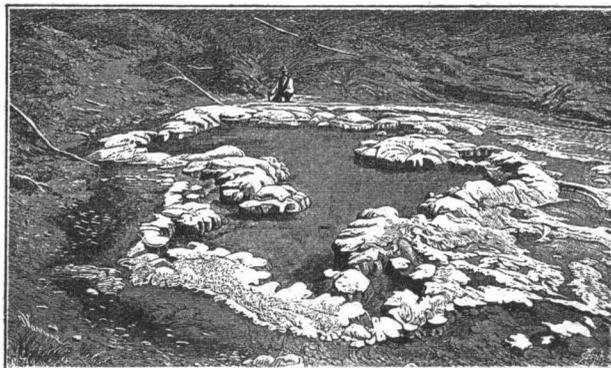
<sup>1)</sup> Vom Flusse Achatas (jetzt Drillo) in Sicilien. <sup>2)</sup> gr. *opallios*, Edelstein bei Dioscorides.

Schöne Edelopale kommen gegenwärtig auch aus Australien (Queensland).

Das größte Exemplar von edlem ungarischen Opal, 595 Gramm schwer, ungeschliffen, befindet sich im k. k. naturhistorischen Hofmuseum in Wien.

Feueropal, blass-gelbroth, durchscheinend, mit röthlichem oder grünlichem Farbenschimmer, im Trachyt bei Zimapan in Mexico vorkommend. Milchopal, milchweiß, durchscheinend bis undurchsichtig, Wachsoopal, wachsgelb, durchscheinend; Hyalith<sup>1)</sup>, farblos, durchsichtig, traubig, nierenförmig; Kieselsinter, als Absätze der Kochbrunnen (Geysirs S. 157) sich bildend (Fig. 152); Menilit, braune oder graue Knollen (Concretionen), im Klebschiefer von Menilmontant bei Paris; Halbopal oder Holzopal,

Fig. 152.



Becken des Deluge Geysir im Nationalpark (Nordamerika) mit Kieselsinter-Einfassung. (Nach einer Photographie.)

meistens als versteinertes Holz auftretend; Jaspopal, roth, braun, ockergelb, fettglänzend; undurchsichtig, viel Eisen enthaltend.

### Korund.<sup>2)</sup>

Rhombödrisch (Comb. Fig. 133, S. 33). Krystalle eingewachsen oder lose auf secundärer Lagerstätte. Die krystallisierten durchsichtigen Varietäten heißen, wenn sie blau sind, Saphir<sup>3)</sup>, wenn sie roth sind, Rubin.<sup>4)</sup> Dieselben haben deutlichen Dichroismus.

<sup>1)</sup> gr. *hyalos*, Glas. <sup>2)</sup> Indisches Wort. <sup>3)</sup> hebräisch *sappir*, gr. *sáppheiros*, ein blauer Edelstein. <sup>4)</sup> lat. *rúber*, roth.

Trübe Abänderungen des Korunds, welche mitunter eine schalige Absonderung besitzen, nennt man Demantspat. Er kommt auch in feinkörnigen Aggregaten im Gemenge mit Magneteisenstein und Eisenglanz als Schmirgel<sup>1)</sup> (Smirgel) vor. H. = 9, D. bei 4.  $\text{Al}_2\text{O}_3$  (Thonerde).

Rubin und Saphir, welche als Edelsteine sehr geschätzt sind, kommen zumeist aus Indien (Birma) und von Ceylon; der Demantspat, welcher in Sibirien, Nordamerika und in Ostindien vorkommt, sowie der Schmirgel zumeist von der Insel Naxos und aus Kleinasien stammend, dienen als Schleif- und Poliermaterial.

### Zirkon.<sup>2)</sup>

Tetragonal, deutliche Krystalle (Comb. Fig. 70 und 74, S. 19). Farblos und gefärbt; durchsichtig bis undurchsichtig. H. = 7·5, D. bei 4·5;  $\text{ZrO}_2$ ,  $\text{SiO}_2$ .

Als Schmuckstein ist der edle Zirkon oder *Hyacinth* bekannt. Dieser ist durchsichtig, hat eine rothbraune Farbe und einen diamantartigen Glanz. Er wird durch Erhitzen vor dem Löthrohre farblos. Der gemeine Zirkon kommt in verschiedenen, meist trüben Farben vor.

Die meisten Zirkone werden aus dem Flußsande auf der Insel Ceylon gewonnen. Zirkone finden sich auch eingewachsen in Urgesteinen im Ural und in Norwegen (im Syenit), in Nordamerika etc.

### Spinell.<sup>3)</sup>

Tesseral, gewöhnliche Krystallform O; oft in Oktaëder-Zwillingen (Fig. 136, S. 34); Krystalle in Gesteinen eingewachsen und im aufgeschwemmten Lande (im „Seifengebirge“) mehr oder weniger abgerundet in losen Körnern vorkommend. Verschieden gefärbt; durchsichtig bis undurchsichtig. H. = 8, D. bei 4. Wesentlich  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{MgO}$ . Vor dem Löthrohre, gepulvert, mit Kobaltlösung befeuchtet, auf Kohle geblüht, blau werdend.

Sehr geschätzt als Edelstein ist der rothe Spinell, Rubin-Spinell, Balas-Rubin<sup>4)</sup> oder Rubin-Balais genannt (vom Rubin durch die einfache Lichtbrechung leicht zu unterscheiden),

---

<sup>1)</sup> gr. *smyrizo*, ich schleife ab. <sup>2)</sup> Vielleicht von *jargon*, womit die älteren franz. Juweliere Steine bezeichneten, die dem Diamant ähnlich sind. <sup>3)</sup> Ein aus dem Mittelalter stammender Name unbekannter Abstammung. <sup>4)</sup> Von dem ostindischen Orte Balasia, wo sie der Venezianer Marco Polo (13. Jahrh.) fand.

findet sich auf Ceylon. Pleonast<sup>1)</sup> ist ein eisenhaltiger Spinell von dunkler bis schwarzer Farbe. Er findet sich auf Ceylon, am Vesuv, am Monzoniberg (Südtirol), in Nordamerika.

— Seiner chemischen Zusammensetzung nach kann der Spinell als ein Sauerstoffsalz (Aluminat) betrachtet werden. —

#### IV. Classe: Haloidsalze.<sup>2)</sup>

Chlor-, Brom-, Jod- und Fluorverbindungen der Metalle. Nichtmetallisches Aussehen, meist licht gefärbt, von geringer Härte und Dichte.

##### Steinsalz (Kochsalz).

Tesseral; krystallisiert fast immer in Hexaëdern; meist in körnigen bis dichten Aggregaten, mitunter faserig und eingesprengt. Spaltbar nach dem Hexaëder sehr vollkommen; farblos, grau, roth, gelblich, seltener blau und grün gefärbt; Glasglanz; durchsichtig bis kantendurchscheinend; Wärme durchlassend (diatherman<sup>3)</sup>) in hohem Grade; Geschmack rein salzig. H. = 2, D. = 2·2. NaCl; 100 Theile kaltes oder warmes Wasser lösen 37 Theile reines Steinsalz, daher sind in 137 Theilen gesättigter Steinsalzlösung oder gesättigter Sole 37 Theile Salz enthalten, das macht auf 100 Theile berechnet 27 Theile. Die gesättigte Lösung enthält somit 27 Proc. Salz (ist 27grädig).

Steinsalzlagerstätten kommen in allen geologischen Formationen vor. Die am Nordrande der Kalkalpen vorkommenden Salzlager von Aussee, Ischl, Hallstatt im Salzkammergute (m. vgl. S. 210), von Hallein, Hall und Berchtesgaden gehören der Triasformation an. Das Salz kommt daselbst mit Gyps, Anhydrit in einem thonigsandigen Gesteine eingeschlossen vor („Haselgebirge“). Das Salz wird mittelst Wassers, welches in eigens gemachte Gebirgshohlräume (Kammern) eingeleitet wird, ausgelaugt und die gesättigte Sole in den Sudhäusern, wohin sie in Röhren (Solenleitung) zugeleitet wird, versotten (Sudsalz).

Die karpathische Salzregion, wozu die galizischen Lager von Wieliczka, Bochnia, Kalusz u. s. w., ferner die ungarischen

<sup>1)</sup> gr. *pleonasma*, Überfluß, weil das Oktaëder mit kleinen Combinationsflächen des Ikositetraëders 303 vorkommt. <sup>2)</sup> Salzähnliche Mineralien; dem Steinsalze (gr. *hals*) im Aussehen, in der Härte und Dichte ähnlich. <sup>3)</sup> Aus reinem Steinsalz kann man Linsen schleifen, um schwache Wärmestrahlen zu sammeln.

in der Marmarosch und die siebenbürgischen von Maros-Ujvar, Thorda, Parajd etc. gehören, ferner die Salzlagerstätten zu Cordona in Spanien liegen in der Tertiärformation. Das Salz ist mit Gyps, Anhydrit und Thon wechsellagernd. Zu Cordona und Parajd tritt es zutage.

Die Salzmasse von Staßfurt am Nordrande des Harzes und jene von Sperenberg südlich von Berlin gehören der Dyasformation an.

Auf dem Steinsalze in Staßfurt liegen unter einer Decke von Anhydrit und Salzthon mächtige Schichten von Kalium- und Magnesiumsalzen (Sylvin, Carnallit, Kainit, Kieserit u. a.), die sogenannten „Abraumsalze“, welche seit mehr als 40 Jahren eine großartige industrielle Verwendung (Kaliumindustrie) finden.

In Kalusz (Galizien) werden gleichfalls Abraumsalze (Sylvin, Kainit) gewonnen, während sie in Wieliczka nicht aufgefunden werden konnten.

Salzbergbaue existieren ferner in Württemberg, Baden, Lothringen, England etc.

Viel Salz wird aus dem Meere, welches z. B. im Atlantischen Ocean im Mittel über 3·5 Proc. Kochsalz enthält, und aus Salzseen (Eltonsee) gewonnen.

In den wärmeren Ländern legt man sogenannte „Salzgärten“ an, das sind zahlreiche, flache Teiche, welche das Meerwasser langsam durchfließt, wobei es durch Verdunstung seinen Salzgehalt verstärkt (gradiert). In den letzteren Behältern scheidet sich das Salz ab. In kalten Gegenden kann man das Kochsalz durch Gefrierenlassen des Salzwassers in Buchten und Teich-Anlagen erhalten. Frankreich, Spanien und Portugal verwenden zum großen Theile Meersalz. Russland gewinnt sehr viel Salz aus dem Eltonsee.

Auch aus Solquellen, das sind Quellen, welche mit Salzlager in Verbindung stehen, kann man Salz gewinnen. Sind die Solen nicht sudwürdig, so verstärkt man ihren Salzgehalt durch Verdunstenlassen des Wassers der Sole in eigens angelegten Werken (Gradierwerken). Diese bestehen meistens aus hohen, dem Winde leicht zugänglichen, aus Reiseren zusammengefügtten Wänden, über welche man die Sole mehrmals tropfenweise abfließen läßt.

Das Salz hat als unentbehrliche Zuthat bei unseren Speisen, als Viehsalz, als Industriesalz zur Darstellung von Soda, Chlor, Salmiak etc. eine außerordentliche Bedeutung.

Es ist anzunehmen, dass alle Salzablagerungen durch allmähliches Verdunsten salzhaltigen Wassers entstanden sind. Beim Verdunsten des Meerwassers scheiden sich die darin befindlichen Salze im allgemeinen in umgekehrter Reihenfolge ihrer Löslichkeit ab. Durch schlammige Einschwemmungen in die Salzmulden werden thonige Ablagerungen veranlasst, welche schließlich auch die schützende Hülle des Salzlagers bilden.

Meerestheile, welche vom offenen Meere vollends oder so abgeschlossen sind, dass nur ein beschränkter Wasserzufluß von dorthier stattfindet, können zur Entstehung von Salzlagern führen.

Ein Beispiel dieser Art besteht gegenwärtig in der Karabugas (Adschi-Darja) genannten östlichen Bucht des Kaspi-Sees (S. 115).

**Sylvin**<sup>1)</sup>, wesentlich KCl; von scharf salzigem Geschmack, in seinen übrigen physikalischen Eigenschaften dem Steinsalze ähnlich. Findet sich in manchen Steinsalzlagern, z. B. Staßfurt, Kalusz. Wichtig für die Darstellung von Kaliumsalpeter, Pottasche und Phosphatdünger.

**Carnallit**<sup>2)</sup> Rhombisch, meist in grobkörnigen, häufig fleischrothen Aggregaten.  $\text{KCl} \cdot \text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ; an der Luft zerfließend, bildet mit dem Sylvin (KCl) ein wertvolles Material für die Kalium-Industrie von Staßfurt. Sylvin und Carnallit sind die wichtigsten der Abraumsalze.

### **Flußspat (Fluorit).**

Tesseral; häufig vorkommende Combinationen in Fig. 42, 44 und 45 (S. 14). Die Krystalle mitunter groß und deutlich, einzeln aufgewachsen oder zu mannigfaltigen Drusen verwachsen; Zwillinge; auch körnige bis dichte und erdige Varietäten. Spaltbarkeit oktaëdrisch, sehr vollkommen; farblos, wasserhell, verschieden gefärbt; Glasglanz; manche Varietäten (Chlorophan)<sup>3)</sup> phosphorescieren beim Erhitzen, andere zeigen Fluorescenz (s. S. 42).  $H. = 4$ ,  $D. = 3.2$ ;  $\text{CaF}_2$ ; vor dem Löthrohre oft stark zerknisternd, die Flamme gelbroth färbend.

Wichtiges Gangmaterial (Erzgebirge, Cornwall, Harz etc.). Die schöneren Abänderungen desselben werden zu Ziergegenständen verwendet, sonst dient er zur Darstellung der Flußsäure.

<sup>1)</sup> Nach F. Sylvius. <sup>2)</sup> lat. *curo*, Fleisch. <sup>3)</sup> gr. *chlorós*, grüngelb; *phanós*, die Leuchte.

**Kryolith.**<sup>1)</sup>

Triklin; Krystalle sehr klein und selten; gewöhnlich in großen, unregelmäßig gestalteten Individuen, in großkörnigen bis dickschaligen Aggregaten. Spaltbar nach  $\infty P$ , nach  $\infty P'$  und  $\infty P''$ , welche drei Richtungen nahezu senkrecht aufeinander stehen; graulich- oder gelblichweiß, auf  $\infty P$  perlmuttärähnlicher Glanz; durchscheinend. H. und D. bei 3;  $\text{Na}_6(\text{Al}_6)\text{F}_{12}$ ; vor dem Löthrohre sehr leicht schmelzbar, die Flamme gelb färbend.

Findet sich in Süd-Grönland, sowie bei Miask am Ural und wird zur Darstellung von Soda, Aluminiumsulfat, sowie zur Fabrication von Aluminium verwendet.

**Atacamit** (Salzkupfererz). Rhombisch; lauch- bis schwärzlichgrün, bildet krystallinische Überzüge. Färbt die Flamme blaugrün. Wichtiges Kupfererz. Findet sich in großen Mengen in der Wüste Atacama (Chile).

**V. Classe: Sauerstoffsalze.***a.) Borate:***Boracit.**

Tesseral, und zwar tetraëdrisch-semiteßeral; gewöhnliche Combination Fig. 52 (S. 15); die Krystalle vollständig ausgebildet, klein; farblos, weiß, gelblich oder graulich. H. = 7, D. = 3;  $2\text{Mg}_3\text{B}_8\text{O}_{15} \cdot \text{MgCl}_2$ .

Krystalle eingewachsen in Gyps und Anhydrit bei Lüneburg (Hannover) und in Segeberg (Holstein). In Staßfurt (S. 80) kommt ein dichter, weißer Boracit (Staßfurtit) vor.

**Borax** (Tinkal)<sup>2)</sup>, monoklin. Ein wasserhaltiges Natriumborat. In losen Krystallen und krystallinischen Körnern, meist durch eine seifenartige Substanz verunreinigt, an den Ufern mehrerer Seen in Tibet vorkommend.

*b.) Nitrate:*

**Natriumsalpeter** (Chile- oder Chilisalpeter)<sup>3)</sup>, rhomboëdrisch;  $\text{NaNO}_3$ ; verunreinigt in bedeutender Menge in Süd-Peru (Dep. Arequipa) vorkommend.

*c.) Carbonate.***Kalkspat** (Calcit, Kalkstein, Kalk<sup>4)</sup>).

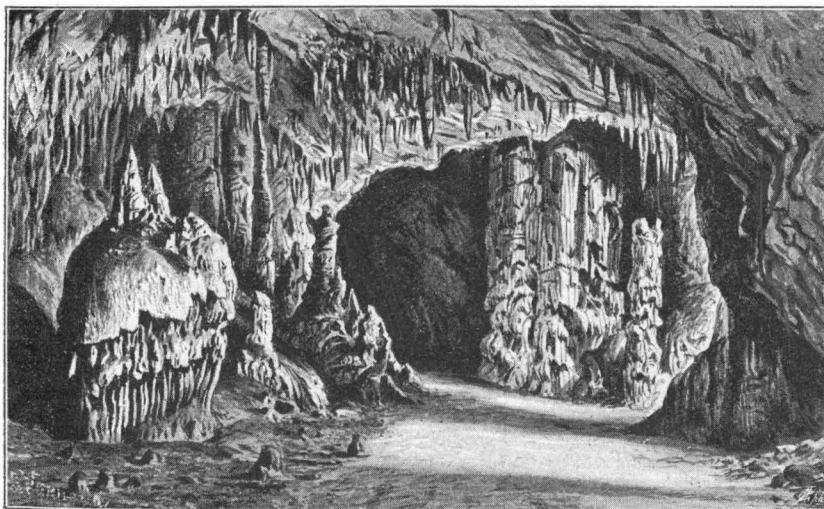
Rhomboëdrisch; das Grundrhomboëder R mit der Polkante  $105^\circ 5'$  hauptsächlich als Spaltungsgestalt auftretend. Zahlreiche Formen und Combinationen<sup>5)</sup>; von den letzteren sind einige der wichtigsten in den Figuren 126 bis 132 (S. 32—33) dargestellt; nicht selten Zwillingbildungen; Pseudomorphosen; krystallisierte und krystallinische Aggregate, gewöhnlich körnig und dicht. Sehr vollkommen spaltbar nach R; farblos und gefärbt; durchsichtig bis un-

<sup>1)</sup> gr. *kryos*, Frost, Kälte, Eis. <sup>2)</sup> Orientalische Bezeichnung. <sup>3)</sup> Weil dieses Mineral aus chilenischen Häfen nach Europa kommt. <sup>4)</sup> lat. *calx*, Kalk. <sup>5)</sup> Es sind bei 200 einfache und über 1000 Combinationsgestalten des Calcits bekannt.

durchsichtig; ausgezeichnete doppelte Strahlenbrechung (S. 41).  $H. = 3$ ,  $D. = 2.7$ ,  $CaCO_3$ . Mit Salzsäure benetzt, aufbrausend. Vor dem Löthrohre unschmelzbar, unter starkem Leuchten sich in gebranntem Kalk (Kalkerde) umsetzend.

Von den krystallisierten Varietäten ist der durchsichtige, wasserhelle Doppelspat die wichtigste; von den krystallinischen sind die körnigen Kalksteine, z. B. die weißen Marmore, hervorzuhelen.

Fig. 153.



Ansicht eines Theiles der Adelsberger Grotte.  
(Nach einer photographischen Aufnahme.)

Viele dichte Kalksteine enthalten Einschlüsse von deutlichen Petrefacten („Muschel- und Korallenmarmore“). Der „Ammonitenmarmor“ von Hallstatt und der opalisierende „Muschelmarmor“ von Bleiberg in Kärnten sind sehr bekannt. Letzterer enthält irisierende Stücke von Ammonitenschalen (vergl. S. 206).

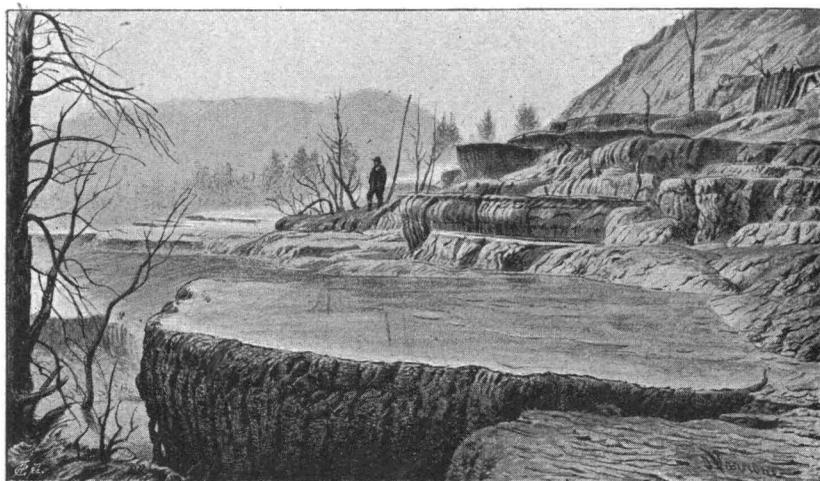
Weiters gehören zum Kalkspat: Tropfsteine (Fig. 153), ferner Faserkalk, Mergel (thonhaltiger Kalkstein), Schreibkreide u. a. Der Kalkspat ist eines der am häufigsten vorkommenden Mineralien, er bildet für sich ansehnliche Gebirgsmassen (Kalkgebirge) oder tritt als Bestandtheil von Gebirgsgesteinen auf;

wichtiges Gangmaterial. Als Kalktuff, Kalksinter etc. bildet er sich fortwährend aus kalkhaltigen Wässern (Fig. 154).

Lösungen von Calcit in kohlenensäurehaltigem Wasser setzen, wenn sie beim Eintrüfeln in Höhlen, Klüften etc. oder an der Luft unter Mitwirkung der Lebensthätigkeit von Pflanzen Kohlensäure verlieren, Kalk ab und es können dabei Tropfsteine, Kalksinter und Kalktuffe gebildet werden.

Der Travertin (Kalktuff) des Anio bei Tivoli unweit Rom, aus welchem die Bausteine für die Riesenbauten Roms stammen, ist ein Absatz sehr kalk- und kohlenensäurehaltigen Wassers, welches über mit Moosen und Algen besetzte Felsen hinabstürzt.

Fig. 154.



Ein Theil der Kalksinter-Terrassen der Mammutquellen  
im Nationalpark (Nordamerika).

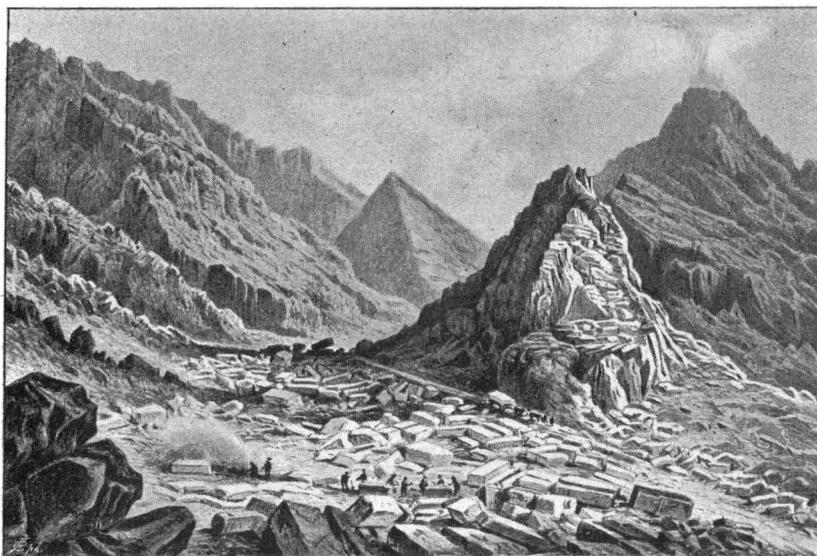
Der Kalkspat findet eine vielseitige Verwendung. Der Doppelspat, welcher am schönsten auf der Insel Island vorkommt, wird als „isländischer Doppelspat“ zu optischen Apparaten verwendet. Manche Marmore, namentlich die weißen, körnigen (Carrara und Tiroler Marmor), (Fig. 155) geben ein ausgezeichnetes Material für die Bildhauer; andere werden als Ornamentsteine, Bausteine etc. verwendet. Gebrannte Kalksteine dienen zur Mörtelbereitung. Die dichten Kalkschiefer von Solnhofen (Kehlheimer Steine)<sup>1)</sup> (Fig. 156) werden als Pflastersteine, aus einzelnen Lagen als lithographische Steine benützt. Gewisse Mergel geben gebrannt hydraulische Kalke.

<sup>1)</sup> Kehlheim ist der Verladungsplatz für die Donauschiffe.

(Über den Kalkstein vergleiche man S. 179.) Eine eigenartige Ausbildungsform eines dichten Mergels ist der „Ruinenmarmor“, von vielen Klüften durchsetzt; die einzelnen Absonderungstöcke von außen nach einwärts durch Umwandlung des Eisengehaltes in Eisenhydroxyd (Brauneisenstein) gefurcht (Fig. 235, S. 196).

Kohlensäurehaltiges Wasser wirkt mit bei der Zersetzung der Silicate und kann mit den Basen derselben (Kalk, Magnesia, Eisenoxydul u. a.) Carbonate bilden. Beispiele sind der Doppelspat in den Klüften der isländischen Mandelsteine, Kalkspat

Fig. 155.



Marmorbrüche von Carrara.

und Spateisenstein (oft in schönen Krystallen) in den Erzgängen von Příbram, Andreasberg am Harze, Devonshire in England u. a.

Es ist wahrscheinlich, dass die Kalksteinbildung hauptsächlich durch organische Prozesse veranlasst wird. Solche zoogene oder phytogene Kalksteine konnten durch spätere geologische Einwirkungen (Metamorphose) in dichte und krystallinisch-körnige Kalksteine umgewandelt werden (m. vgl. S. 167).

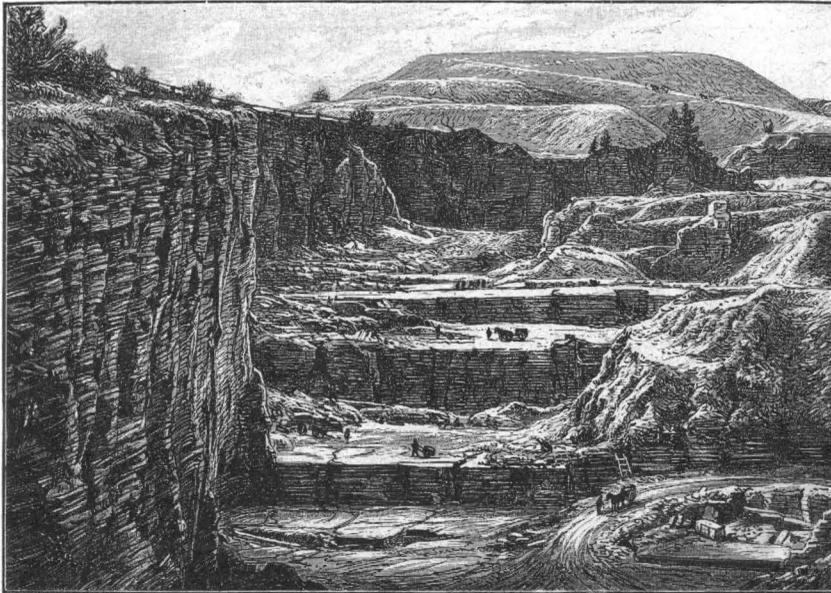
### **Aragonit.**

Rhombisch, Krystalle gewöhnlich nach der Hauptaxe säulenförmig (Winkel der Säulenkante  $116^{\circ}14'$ ), oft spieß- bis nadelförmig; Zwillingsbildung vorherrschend; in staudenförmigen (Eisenblüte) oder sinterartigen (Sprudelstein) Bildungen; kugelig-

schalig (Erbsenstein); farblos, oft weiß oder gelb, aber auch anders gefärbt; durchsichtig bis undurchsichtig.  $H. = 3.5$ ,  $D.$  bei 3.  $CaCO_3$ , wie Kalkspat (Dimorphie, S. 45); mit Salzsäure aufbrausend. Vor dem Löthrohre unschmelzbar, zerfallend, und weiters wie der Kalkspat sich verhaltend.

Aragonit findet sich krystallisiert in Böhmen (Horschenz) im Basalt, in Spanien (Aragonien), Ungarn (Herregrund) etc.; die Eisenblüte kommt am Erzberge (Steier-

Fig. 156.



Aus den Steinbrüchen von Solnhofen in Baiern (im Hintergrunde Schuttberge).  
(Nach einer photographischen Aufnahme)

mark) und zu Hüttenberg (Kärnten), Sprudelstein und Erbsenstein kommen in Karlsbad (Böhmen) vor.

Die sogenannten „Karlsbader Versteinerungen“ sind Incrustationen, welche durch Eintauchen von Objecten in den Sprudel erhalten werden.

**Strontianit**, isomorph mit Aragonit.  $SrCO_3$ . Vor dem Löthrohre sich aufblähend, stark leuchtend, die Flamme rothfärbend.  $H. = 3.5$ ,  $D. = 3.7$ .

### **Dolomit.**<sup>1)</sup>

Rhomboëdrisch, isomorph (S. 45) mit Kalkspat. Die häufigste Krystallform ist das Grundrhomboëder R. Der Dolomit kommt

<sup>1)</sup> G. de Dolomieu (1750—1802), zuletzt Professor der Mineralogie in Paris.

gewöhnlich grob- und feinkörnig bis dicht vor. Spaltbar nach R; meistens licht gefärbt; Krystall- und Spaltungsflächen oft perlmutterglänzend. H. bei 4, D. bei 3;  $\text{Ca CO}_3 \cdot \text{Mg CO}_3$ . In der Regel etwas Fe (Braunspat) und Mn enthaltend, daher Farbenwechsel bei der Verwitterung. Pulverisiert, in erwärmter Salzsäure brausend; Gemenge von Dolomit und Kalkspat geben die dolomitischen Kalksteine. Diese bilden mit dem Dolomit zusammen Gebirge (in den Kalkzonen der Alpen, z. B. in Südtirol; m. vgl. Fig. 241, S. 209).

### **Magnesit** (Bitterspat).

Rhomboëdrisch, isomorph mit Calcit und Dolomit; meist körnige und dichte Aggregate. Sehr vollkommen spaltbar nach R; schneeweiß, gelblich- und graulichweiß; der krystallisierte ockergelb (eisenhältig, Breunnerit<sup>1)</sup> genannt) bis schwärzlichgrau. H. = 4, D. bei 3. Wesentlich  $\text{Mg CO}_3$ ; Fe und Mn als vicariierende (S. 45) Bestandtheile; pulverisiert und mit Salzsäure erwärmt, brausend.

Findet sich nicht allzu häufig; oft in Klüften des Serpentin, bei dessen Zersetzung er sich bildet, unter Mitwirkung kohlenensäurereichen Wassers. In größeren Massen kommt er vor: in Steiermark (Kraubat, Veitsch etc.), Mähren (Hrubschitz), in Piemont, in Pr.-Schlesien etc. Der Magnesit dient zur Darstellung von Kohlensäure, kohlenensäurehaltigem Wasser (sogenanntem Sodawasser) und Bittersalz. Beim Entphosphorungsprocesse des Eisens nach Thomas wird er mit dem Dolomit verwendet.

### **Spateisenstein** (Eisenspat, Siderit).<sup>2)</sup>

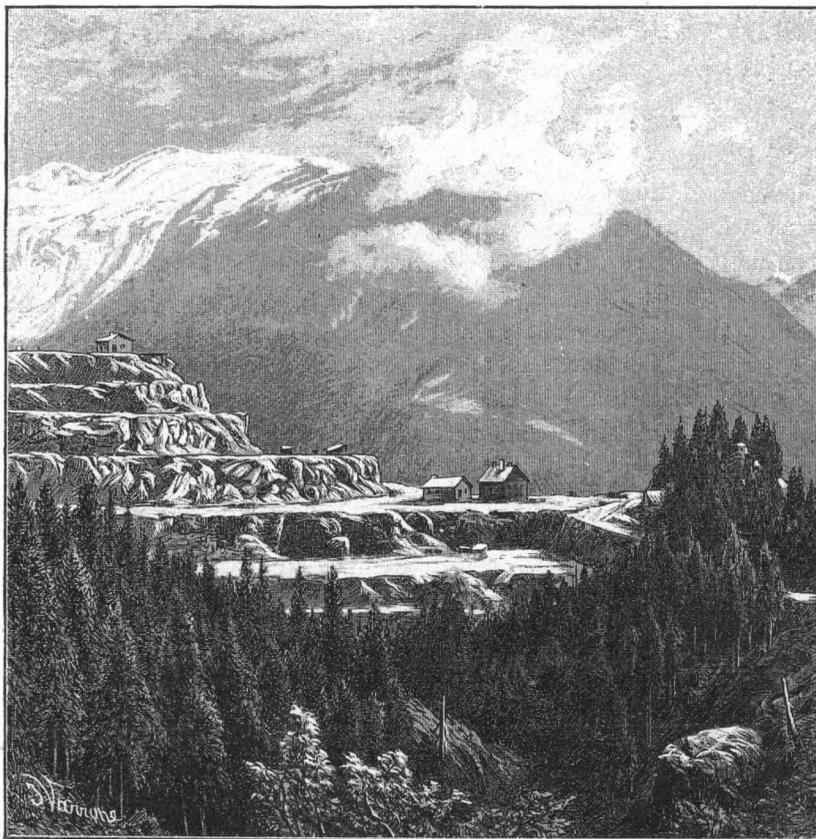
Rhomboëdrisch, häufig das Grundrhomboëder R (Polkantenwinkel  $107^\circ$ ); die Rhomboëder zuweilen mit gekrümmten Flächen; oft in körnigen Aggregaten, seltener in halbkugeligen, nierenförmig zusammengesetzten Formen (Sphärosiderit). Vollkommen spaltbar nach R; Farbe gelblichgrau bis gelblichbraun, durch Verwitterung braun bis schwarz; perlmutterartiger Glanz. H. = 4, D. bei 4.  $\text{Fe CO}_3$  mit 48.2 Proc. Fe; häufig Mn, Mg und Ca als vicariierende Bestandtheile enthaltend. Gepulvert, in Salzsäure mit Aufbrausen löslich. Vor dem Löthrore schwarz werdend.

Dichter Spateisenstein mit beigemengtem Thon kommt in kugeligen Bildungen (Concretionen) oder in ansehnlichen Massen,

<sup>1)</sup> Nach einem Grafen Breunner benannt. <sup>2)</sup> gr. *sideros*, Eisen.

namentlich in der Steinkohlenformation eingelagert vor (Kohleneisenstein, engl. *blackband*). Der Spateisenstein ist ein wichtiges Eisenerz und findet sich in Steiermark (am Erzberge, Fig. 157), Kärnten (Hüttenberg), am Harz u. s. w.; der Kohleneisenstein in

Fig. 157.



Der terrassenförmige Abbau am Erzberg von Eisenerz in Steiermark.  
(Nach einer photographischen Aufnahme von F. Toula.)

Westphalen (Bochum), im Banate (Steierdorf), in England, Schottland etc.

**Manganspat** (Rhodochrosit, Himbeerspat<sup>1)</sup>), rhomboëdrisch; rosenroth bis himbeerroth. H. bei 4, D. = 3·5. Wesentlich  $MnCO_3$ .

<sup>1)</sup> gr. *rhodochroos*, rosenfarbig.

### **Zinkspat** (Smithsonit, Kohlengalmei).<sup>1)</sup>

Rhomboëdrisch, selten deutlich; meist in körnigen Aggregaten; dicht und erdig; lichte Farben.  $H. = 5$ ,  $D. = 4.3$ ;  $ZnCO_3$  mit 52 Proc. Zn. In Salzsäure aufbrausend. Vor dem Löthrohre, mit Kobaltlösung befeuchtet und geglüht, grün werdend. Mit Soda auf Holzkohle erhitzt, warm gelber, kalt, weiß werdender Beschlag.

Wichtiges Zinkerz. Findet sich zu Raibl und Bleiberg in Kärnten, im Banate (Dognacska), am Altenberge bei Aachen, zu Tarnowitz in Pr.-Schlesien, Spanien etc.

Häufig tritt neben dem Zinkspat oder Kohlengalmei Kieselgalmei oder Hemimorphit auf, der seiner chemischen Zusammensetzung nach als basisches Zinksilicat zu den Silicaten gehört. Rhombisch, die Krystalle, meist klein, zeigen, wie jene des Turmalins (S. 96), deutlichen Hemimorphismus. Licht gefärbt.  $H. = 5$ ,  $D. = 3.5$  mit 54 Proc. Zn.

### **Weißbleierz** (Cerussit).<sup>2)</sup>

Rhombisch (Comb. Fig. 89, S. 22), häufig Zwillinge. Stengelige, körnige Aggregate, dicht und erdig (Bleierde). Farblos, weiß, grau bis schwarz; Diamantglanz bis Wachsglanz; durchsichtig bis durchscheinend; Strich weiß.  $H. = 3.5$ ,  $D. = 6.5$ ;  $PbCO_3$ . Kommt meist in Begleitung des Bleiglanzes vor (Pfibram, Mies).

**Soda**, in der Natur als Efflorescenz des Erdbodens (Ungarn bei Debreczin), oder als Absatz aus Natronseen (Unterägypten, Californien) vorkommend.  $NaCO_3 + 10H_2O$ .

### **Malachit**.<sup>3)</sup>

Monoklin, jedoch fast nur in concentrisch-schaligen, radial-faserigen Aggregaten, in nieren-, tropfsteinartigen u. a. Formen, dicht bis erdig. Schöne Umwandlungs-Pseudomorphosen nach Rothkupfererz, Kupferlasur oder Kupfer. Smaragd- bis spangrün mit wechselnden Farbentönen in feinen Schichten; Strich grün.  $H. = 3.5$ ,  $D.$  bei  $4 \frac{2}{3} CuCO_3 \cdot CuO \cdot H_2O$  mit 58 Proc. Cu. In Salpetersäure mit Aufbrausen löslich, Lösung blau, darin eingetauchtes Eisen wird roth durch Kupferbeschlag.

Manche Varietäten zeigen beim Schneiden und Polieren achatartige Zeichnungen (Fig. 158) und werden zu Schmuck- und Ornamentsteinen verwendet. Zu letzterem Zwecke schneidet

<sup>1)</sup> Der Name Galmei soll von dem arab. *Golemalmei*, brauner Klumpen, abstammen; nach dem englischen Chemiker Smithson, welcher 1803 eine genauere Analyse dieses Minerals gab, nachdem er schon im J. 1779 gezeigt hatte, dass eine Art Galmei Kieselsäure, eine andere Kohlensäure enthalte. <sup>2)</sup> lat. *cerussa*, Bleiweiß.

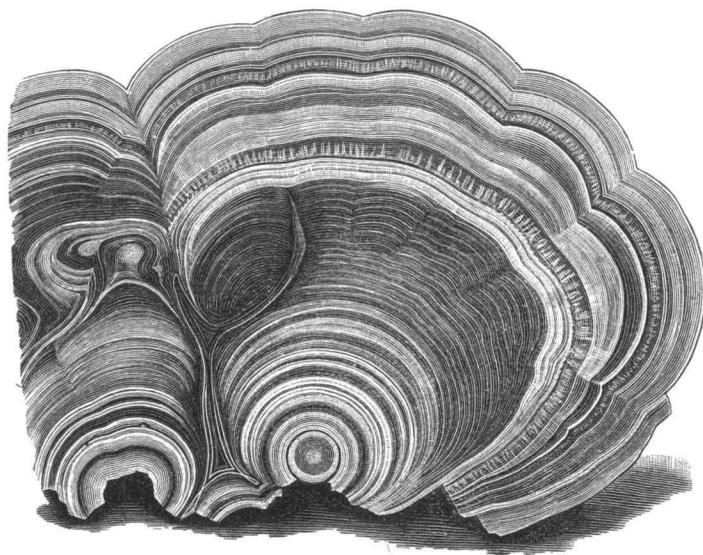
<sup>3)</sup> gr. *maláche*, die Malve.

man den Malachit in dünne Platten (Fourniere) und benützt dieselben zur Täfelung. Malachit als Überzug auf antikem Kupfer heißt „Patina“ (s. S. 55). Der Malachit, ein wichtiges Kupfererz, findet sich am Ural (Nischne Tagilsk, Gumeschewsk), bei Lyon (Chessy), im Banate, in Cornwall, Nordamerika, Australien etc.

**Kupferlasur** <sup>1)</sup> (Azurit). <sup>2)</sup>

Monoklin, mitunter in deutlichen Krystallen, dicht bis erdig. Dunkel- bis lichtblau; Strich lichtblau. H. bei 4, D. = 3.7;  $2\text{CuCO}_3 \cdot \text{CuO} \cdot \text{H}_2\text{O}$  mit 55 Proc. Cu. In Salpetersäure mit Brausen löslich etc., wie beim Malachit. Wandelt sich mitunter

Fig. 158.



Malachit im Durchschnitte.

(Nach der Natur auf Holz photographiert und dann geschnitten.)

in Malachit um. Die Kupferlasur findet sich oft mit Malachit zusammen, schön krystallisiert besonders zu Chessy bei Lyon und zu Moldawa im Banat.

d.) Sulfate.

**Anhydrit** <sup>3)</sup> (Karstenit, Muriazit). <sup>4)</sup>

Rhombisch, Krystalle selten; häufig würfelförmliche Spaltungsgestalten, da der Anhydrit nach den drei Pinakoiden in ver-

<sup>1)</sup> persisch *lâdschuward*, Blaustein. <sup>2)</sup> franz. *azur*, die blaue Farbe des Himmels. <sup>3)</sup> gr. *ánhydros*, wasserlos. <sup>4)</sup> Nach Karsten; von *acidum muriaticum*, Salzsäure, welche man anfangs im Muriazit vermuthete.

schiedenem Grade vollkommen spaltbar ist; meist in grobkörnigen bis dichten Aggregaten; farblos, weiß, oft bläulich, grau oder roth; durchsichtig bis undurchsichtig. H. = 3·5, D. bei 3;  $\text{CaSO}_4$ . Im Kölbchen erhitzt, kein Wasser gebend; vor dem Löthrohre zerknisternd zu weißem Email schmelzend. In Salzsäure löslich. Lösung mit Baryumchlorid versetzt, gibt einen schweren Niederschlag von Baryt; durch Aufnahme von Wasser verwandelt sich der Anhydrit zuweilen in Gyps.

Dieser Vorgang, welcher beim Anhydrit in Steinsalzlageren bekannt ist, bedingt eine Volumsvergrößerung, welche zu Störungen in den Lagerungsverhältnissen führen kann.

Der Anhydrit kommt gewöhnlich mit Gyps und Steinsalz zusammen vor. Gekrösestein von Bochnia und Wieliczka ist ein dichter, in gekröseartig gewundenen Lagen geschichteter Anhydrit. Gemeiner Anhydrit wird, wie der Gyps, als Dünger verwendet.

### Schwerspat (Baryt<sup>1</sup>).

Rhombisch. Krystallcombinationen mannigfaltig, entweder tafelförmig durch Vorwalten von  $\infty\check{P}\infty$  (Fig. 85 und 86, S. 22) oder säulenförmig durch Vorwalten des Prisma  $\infty\check{P}2$  oder der Brachydomenflächen  $\check{P}\infty$ . Krystalldrusen in verschiedenen Formen und stengelige, schieferige, faserige, körnige bis dichte Aggregate. Zuweilen auch erdig (Baryterde). Spaltbar nach dem Brachypinakoid  $\infty\check{P}\infty$  vollkommen, nach dem Makrodoma  $\bar{P}\infty$  etwas weniger vollkommen; farblos und gefärbt, selten dunkel; durchsichtig bis durchscheinend. H. = 3·5, D. = 4·5;  $\text{BaSO}_4$ . Vor dem Löthrohre zerknistert er heftig, schmilzt sehr schwer. Weißer Baryt fein gemahlen, wird als Zusatz zum Bleiweiß verwendet. Der Baryt ist ein häufiges Gangmaterial.

### Cölestin.<sup>2</sup>)

Rhombisch, isomorph mit Baryt. Die Krystalle meist säulenförmig in der Richtung der Brachydiagonale (Fig. 88, S. 22), gewöhnlich in Krystalldrusen; stengelige, schalige, faserige und dichte Aggregate; Spaltbarkeit in derselben Art wie beim Baryt; farblos bis blau. H. = 3·5, D. = 4;  $\text{SrSO}_4$  (Sr theilweise durch Ba vertreten); vor dem Löthrohre zerknistert er, schmilzt ziemlich leicht und färbt die Flamme roth (besonders wenn die in der Reductionsflamme geglühte Probe mit Salzsäure befeuchtet worden ist).

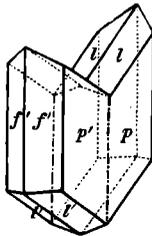
Findet sich in Ungarn (Herrengrund), auf Sicilien (mit Schwefel), Dornburg bei Jena etc. Er wird zur Darstellung von Strontiumpräparaten verwendet.

<sup>1</sup>) gr. *barys*, schwer. <sup>2</sup>) lat. *coelum*, Himmel.

## Gyps.

Monoklin, häufig die Combination  $-P \cdot \infty P \cdot \infty P \infty$  (Fig. 96), auch mit P (Fig. 97, S. 25), Krystallflächen mitunter convex, wodurch linsenförmige Krystallformen entstehen können. Oft Zwillinge, Zusammensetzungsfläche: das Orthopinakoid (Fig. 159). Krystalle

Fig. 159.



eingewachsen, einzeln oder in Gruppen (Gypserosen), und aufgewachsen in Drusen beisammen. Am häufigsten in körnigen bis dichten Aggregaten, seltener stengelig und faserig. Nach dem Klinopinakoid sehr vollkommen spaltbar; weniger vollkommen nach P (faserig) und nach dem Orthopinakoid  $\infty P \infty$  (muschelartig unebene Spaltflächen); mild, in dünnen Blättchen zuweilen biegsam, besonders nach der Richtung der faserigen Spaltbarkeit; farblos, weiß, häufig gefärbt. Perlmutterglanz auf den vollkommensten Spaltungsflächen, Seidenglanz beim Fasergyps; durchsichtig bis undurchsichtig.  $H. = 1.5$ ,  $D. = 2.3$ .  $CaSO_4 + 2H_2O$ . Im Kölbchen erhitzt Wasser gebend und mürbe werdend. In Salzsäure vollkommen, im Wasser schwer (in 420 Theilen) löslich. Chemisches Verhalten der Lösung wie beim Anhydrit.

Der durchsichtige, spaltbare Gyps heißt Fraueneis; der körnige oder dichte, weiße, durchscheinende, Alabaster; derselbe wird, besonders in Italien, zu Sculpturen verwendet. Der derbe Gyps ist ein verbreitetes Gebirgsgestein, welcher mit Anhydrit als steter Begleiter des Steinsalzes im Salzgebirge auftritt.

Der gepulverte Gyps verliert durch gelindes Erhitzen (Brennen) seinen Wassergehalt und verwandelt sich in gebrannten Gyps. Derselbe, mit Wasser angemacht, verbindet sich wieder mit zwei Molekülen desselben, wobei die Masse sich etwas ausdehnt und schnell erhärtet. Gebrannter Gyps dient daher zu Abgüssen, zu Kittten, zur Herstellung von Stuccaturen, Gypsdielen, künstlichen Steinen etc. Ungebrannter Gyps wird gemahlen als Dünger verwendet.

**Kieserit**, monoklin,  $MgSO_4 + H_2O$ . Staßfurter Abraunsalz (S. 80).

**Kainit**, monoklin,  $MgSO_4 \cdot KCl \cdot 3H_2O$ . In Staßfurt und Kalusz als Braunsalz vorkommend (S. 80).

**Eisenvitriol**, monoklin,  $FeSO_4 + 7H_2O$ . Zersetzungsproduct von Eisenkiesen.

**Kupfervitriol**, triklin.  $\text{CuSO}_4 + 5\text{H}_2\text{O}$ ; durch Verwitterung von Kupferkiesensich bildend. Wasser, welches denselben aufgelöst enthält, heißt Cementwasser. Aus demselben wird durch eingelegtes Eisen das Kupfer ausgeschieden (Cementkupfer).

**Zinkvitriol**, rhombisch;  $\text{ZnSO}_4 + 7\text{H}_2\text{O}$ , Verwitterungsproduct der Zinkblende.

**Alaun**, tesseral, als Oktaëder; in der Natur, meist nur haarförmig, faserig oder dicht; farblos, weiß, gefärbt; süßlich zusammenziehender Geschmack. H. bei 2, D. = 1·8;  $\text{Al}_2\text{S}_3\text{O}_{13}$ .  $\text{K}_2\text{SO}_4 + 24\text{H}_2\text{O}$ ;  $\text{K}_2$  durch  $\text{Na}_2$ ,  $2\text{NH}_4$ ,  $\text{Al}_3$  durch  $\text{Fe}_3$ ,  $\text{Mn}_3$ ,  $\text{Cr}_3$  oder durch mehrere zugleich vertreten. Beispiel für die Isomorphie (S. 45). Am häufigsten ist der Kaliumalaun.

Der Alaun kommt als Ausblühung (Efflorescenz) schwefelkieshaltiger Gesteine (Kohlen, Alaunschiefer, s. S. 61), ferner in vulcanischen Gegenden (m. vgl. S. 155) vor.

**Alunit**<sup>1)</sup> (Alaunstein).

Rhomboëdrisch, in kleinen Krystallen, meistens nur derb, oft mit Quarz innig vermengt, wodurch die Härte zunimmt; farblos, weiß, gelblich, röthlich. H. = 3·5, D. = 2·7;  $\text{K}_2\text{SO}_4 \cdot \text{Al}_2\text{S}_3\text{O}_{13} \cdot 2\text{Al}_2\text{H}_6\text{O}_6$ . Aus dem geglühten Mineral kann man mittelst Wassers Alaun ausziehen.

Findet sich besonders in Ungarn, wo der Alaunstein südlich von Munkacs in einem aus der Theißebene hervortretenden Hügelzuge mehrere Stunden weit sich hinzieht, und in Latium (Tolfa). Der Alaunstein liefert ein vorzügliches Material zur Bereitung des Alauns.

f.) Molybdate und Wolframate.

**Gelbbleierz** (Wulfenit).<sup>2)</sup>

Tetragonal, in schönen Krystallen, oft tafelförmig (Fig. 71, S. 19), und derb. Meist wachs- oder honiggelb; Wachsglanz; Strich weiß. H. = 3, D. = 6·5;  $\text{PbMoO}_4$ . Findet sich in größerer Menge in Kärnten (Bleiberg) und in Nordamerika (Utah) und dient zur Bereitung von Blei und Molybdänsäure.

**Wolfram**<sup>3)</sup>, Wolframit, monoklin, häufig derb. Sehr vollkommen spaltbar nach  $\infty\text{P}\infty$ ; Farbe bräunlichschwarz, Strich braun. H. = 5·5, D. = 7·5;  $\text{FeWO}_4$ , Fe mit Mn vicariierend. Ein Begleiter des Zinnerzes. Dient zur Darstellung verschiedener Farben und des Wolframstahles.

g.) Phosphate.

**Vivianit**<sup>4)</sup> (Blaueisenerz), monoklin, krystallisiert und erdig (Blaueisenerde, z. B. im Franzensbader Torfmoor). Ursprünglich farblos, an der Luft blau werdend; wasserhältiges Eisenphosphat.

<sup>1)</sup> lat. *alūmen*, Alaun. <sup>2)</sup> Nach F. X. Freiherr von Wulfen (1728—1805), Professor der Mathematik und Physik in Klagenfurt. <sup>3)</sup> Wolfrig, soviel wie gefräßig, darauf hindeutend, dass dieses Mineral, mit Zinnerz eingeschmolzen, den Zinngehalt vermindert. <sup>4)</sup> Nach dem engl. Mineralogen J. G. Vivian.

### **Türkis** <sup>1)</sup> (Kalaít).<sup>2)</sup>

In Trümmern und Adern; stalaktitisch, derb, eingesprengt und in kleinen Geröllern; himmelblau bis spangrün; schwach wachsglänzend, undurchsichtig.  $H. = 6$ ,  $D. = 2.7$ . Wesentlich ein wasserhaltiges Aluminiumphosphat mit etwas Eisen und Kupfer. Der geschätzte orientalische Türkis findet sich bei Mesched (Persien) im Kieselschiefer (S. 76). Viel von dem, was im Handel als Türkis vorkommt, ist gefärbtes fossiles Elfenbein oder ein chemisches Fabrikat.

### **Apatit**.<sup>3)</sup>

Hexagonal, sehr häufig  $\infty P$ ,  $P$  und  $oP$  (Fig. 125, S. 32). Die Krystalle meist kurz, säulenförmig, eingewachsen oder aufgewachsen; körnige, dichte und erdige Abarten (Phosphorit); farblos, spargelgrün (Spargelstein), bläulichgrün (Moroxit)<sup>4)</sup>; Glasglanz auf den Krystallflächen, Fettglanz auf den Bruchflächen, durchsichtig bis kantendurchscheinend; manche Varietäten phosphorescieren mit färbigem Lichte beim Erhitzen.  $H. = 5$ ,  $D. = 3.2$ . Ein chlor- und fluorhaltiges Kalkphosphat. In Salpetersäure leicht löslich.

Apatit findet sich auf den Zinnerz-Lagerstätten im sächsisch-böhmischen Erzgebirge und in Cornwall, ferner in Drusenräumen und Klüften am St. Gotthard, im südlichen Norwegen, in Nordamerika in sehr großen Krystallen; der Phosphorit kommt vor in Spanien, Nassau (Staffel an der Lahn), Baiern bei Amberg (erdig); in Podolien in Kugelform u. s. w. Der Phosphorit dient hauptsächlich zur Darstellung von Phosphatdünger.

In sehr geringer Menge ist der Apatit in den meisten Gesteinen enthalten. Er liefert der organischen Welt den für diese überaus wichtigen Phosphor.

### **Grünbleierz** (Pyromorphit).<sup>5)</sup>

Hexagonal (häufig bauchige Krystalle, vorherrschend  $\infty P$ ,  $oP$ ), auch derb. Meist grün und braun (Braunbleierz); Wachsglanz; Strich weiß bis gelblichbraun.  $H. = 3.5$ ,  $D. = 7$ ;  $ClPb_2P_3O_{12}$ . Kommt meistens mit Bleiglanz zusammen vor und dient mit diesem zur Bleigewinnung.

---

<sup>1)</sup> Wahrscheinlich so benannt, weil er aus Persien durch die Türken zu uns kam. <sup>2)</sup> Soll der Callais des Plinius sein. <sup>3)</sup> gr. *apatáo*, ich trüge, weil dieses Mineral die Mineralogen lange täuschte. <sup>4)</sup> gr. *moróxos*, bläulicher Thon. <sup>5)</sup> gr. *morphé*, Gestalt; in Beziehung auf das Krystallisieren aus dem Schmelzflusse.

## h.) Silicate.

### 1. Andalusit-, Granat-, Epidot- und Olivin-Gruppe.

Zumeist glasglänzende Mineralien von großer Härte („Sklerite“).<sup>1)</sup> In der reinsten („edlen“), unzersetzten („frischen“) Ausbildung meist durchsichtig, wasserhell und schönfarbig.

**Andalusit**, rhombisch, gewöhnlich  $\infty P. oP$ . Die brasilianischen, rothen, durchscheinenden Varietäten sind pleochroitisch. Manche Andalusite, z. B. jene von Lisens in Tirol, sind zersetzt, wobei sie ihre ursprüngliche Härte (7) verloren und weich wurden.

**Disthen**<sup>2)</sup>, triklin, meistens in langgestreckten Krystallen; stengelige bis faserige Aggregate; sehr vollkommen spaltbar nach  $\infty \bar{P}\infty$ . Häufig saphir- bis himmelblau (Cyanit), außerdem weiß, gelb, braun u. a. gefärbt (Rhäticit)<sup>3)</sup>; durchscheinend; pleochroitisch. H. = 5—7 (je nach der Richtung des Ritzens verschieden hart, deshalb der Name Disthen); D. = 3.6. Findet sich eingewachsen im Glimmerschiefer und im Quarz. Andalusit und Disthen haben dieselbe chemische Zusammensetzung ( $Al_2O_3. SiO_2$ ). Ihre Substanz ist daher dimorph.

### Topas.<sup>4)</sup>

Rhombisch, in deutlichen säulenförmigen Krystallen (Fig. 91 und 92, S. 23). Die Prismenflächen vertical gestreift. In aufgewachsenen und eingewachsenen Krystallen, in stengeligen Aggregaten, eingesprengt und als Geschiebe vorkommend; sehr vollkommene Spaltbarkeit nach  $OP$ ; farblos, meistens gefärbt, vorzugsweise wein- bis honiggelb. Durchsichtig bis kantendurchscheinend; Glasglanz; pyroelektrisch. H. = 8, D. = 3.6;  $F_2 Al_2 Si O_4$ . Ein Aluminiumsilicat, worin Sauerstoff zum Theil durch Fluor ersetzt ist.

Die brasilianischen Topase sind honiggelb und werden gegläht, roth (brasilianische Rubine). Grünlich oder bläulichweiße Topase finden sich im Ural und in Sibirien; weingelb sind die sächsischen, farblos die aus Brasilien kommenden Topasgeschiebe.

**Staurolith**. Rhombisch. Schöne Durchkreuzungszwillinge. Im Phyllit und Glimmerschiefer eingewachsen, vorkommend.

### Beryll.<sup>5)</sup>

Hexagonal, gewöhnliche Combination  $\infty P. oP$ , untergeordnet  $2P2$  (Fig. 124, S. 32). Spaltbarkeit nach  $OP$  ziemlich vollkommen. Vorherrschend smaragdgrün in verschiedenen Nuancen, gelb und

---

<sup>1)</sup> *skleros*, hart. <sup>2)</sup> gr. *sthénos*, Stärke, Kraft. <sup>3)</sup> lat. *Rhaetia*, Tirol. <sup>4)</sup> Von der Insel Topazos im rothen Meere. <sup>5)</sup> Abstammung unbekannt.

bläulich, manchmal auch farblos; durchsichtig bis undurchsichtig; dichroitisch; Glasglanz.  $H. = 7.5$ ,  $D. = 2.7$ .  $3BeO \cdot Al_2O_3 \cdot 6SiO_2$ .

Smaragd<sup>1)</sup> heißt man den durchsichtigen, grünen (smaragdgrünen) Beryll, welcher als Edelstein geschätzt ist. Derselbe findet sich in Columbien (Muso), am Ural (bei Katharinenburg) und im Habachthal bei Salzburg. Aquamarin<sup>2)</sup> nennt man durchsichtige, bläuliche oder bläulichgrüne (meergrüne) Abänderungen des Berylls aus Brasilien und Sibirien. Gemeiner Beryll ist durchscheinend bis undurchsichtig, meistens von schmutziggelbgrüner Farbe. Krystalle desselben, die bis einen Meter lang und über drei Centimeter dick sind, kommen in Nordamerika im Granit von Grafton (New-Hampshire) vor, kleinere zu Bodenmais in Baiern und Pisek in Böhmen.

### **Turmalin.** <sup>3)</sup>

Rhomboëdrisch, deutlich krystallisiert, an einer Seite der Hauptaxe anders als an der anderen entwickelt, daher hemimorph.<sup>4)</sup> Krystalle gewöhnlich säulenförmig, die Prismen vertical gestreift; stengelige Aggregate. Farblos, gewöhnlich gefärbt, grün, braun, roth (Rubellit), am häufigsten schwarz (Schörl)<sup>5)</sup>, zuweilen derselbe Krystall in scharf begrenzten Zonen verschieden gefärbt. Durchsichtig bis undurchsichtig; Glasglanz; deutlicher Dichroismus, schon mit freiem Auge wahrnehmbar; pyroelektrisch.  $H. = 7$ ,  $D.$  bei 3. Chemische Zusammensetzung compliciert und schwankend, wesentlich ein Aluminiumsilicat mit Mg, Ca, Fe, Mn, Na, K und Li-Silicaten;  $Al_2$  theilweise durch  $B_2$  vertreten.

Rothe Turmaline finden sich in Sibirien, am Ural, auf Ceylon, und zu Rožna (Mähren) im Lepidolith (s. S. 99) eingewachsen; grüne und mitunter blaue in Brasilien, auf Elba, in der Schweiz, braune in Kärnten. Am verbreitetsten ist der schwarze Turmalin, der als Gemengtheil von Gebirgsgesteinen auftritt. Der Turmalin wird als Schmuckstein und zu Plättchen für die Turmalinzangen verwendet.

### **Granat.** <sup>6)</sup>

Tesseral, gewöhnlich  $\infty O$  und  $2O2$  oder beide in Combination (Fig. 47, S. 14). In eingewachsenen oder aufgewachsenen Krystallen,

---

<sup>1)</sup> gr. *smaragdos*, Smaragd. <sup>2)</sup> lat. *aqua marina*, Meerwasser. <sup>3)</sup> *Turmales*, ceylonischer Name. <sup>4)</sup> gr. halbgestaltig. <sup>5)</sup> schwedisch *skorl*, spröde. <sup>6)</sup> lat. *granum*, Korn, wegen seines Vorkommens in Körnerform.

in körnigen und dichten Aggregaten, sowie auch auf secundärer Lagerstätte als Geschiebe und Körner vorkommend. Am häufigsten kirschroth (Almandin)<sup>1)</sup>, grünlich (Grossular)<sup>2)</sup>, gelbbraun (Kaneelstein)<sup>3)</sup>, braun und schwarz (Melanit)<sup>4)</sup> gefärbt. Glasbis Fettglanz; durchsichtig bis undurchsichtig. H. bei 7, D. = 3—4. Chemische Zusammensetzung schwankend, wesentlich Ca, Mg, Fe und Mn-Silicate mit Al<sub>2</sub>, Fe<sub>2</sub>, Cr<sub>2</sub>, Mn<sub>2</sub>-Silicaten. Der Almandin, häufig als Schmuckstein verwendet, kommt aus Tirol (Zillertal), aus Böhmen (Kolin) und aus Indien (Pegu). Der gemeine Granat ist (auch als Gebirgsart: „Granatfels“, z. B. in den Banater Erzstöcken) sehr verbreitet.

### Pyrop<sup>5)</sup> (Böhmischer Granat).

Selten in undeutlichen Hexaëdern, gewöhnlich in eingewachsenen oder losen Körnern. Blutroth und durchscheinend; eisen- und chromhaltiger Magnesium-Aluminiumgranat. Findet sich in schleifwürdigen Exemplaren nur in Böhmen (Krems bei Budweis, Meronitz), wo sie im zersetzten Serpentin und im Schuttlande vorkommen und durch Auswaschen und Ausklauben gewonnen werden. Nicht schleifwürdige Pyrope dienen als Taragranaten.

### Epidot<sup>6)</sup> (Pistazit).<sup>7)</sup>

Monoklin; Krystalle horizontal säulenförmig (Fig. 104, S. 26); spaltbar nach op. Gewöhnlich grün oder gelbgrün gefärbt; Glasglanz; durchscheinend bis undurchsichtig. H. = 6·5, D. = 3·4. Wesentlich ein Ca- und Al<sub>2</sub>-, Fe<sub>2</sub>-Silicat. Findet sich in Norwegen (Arendal), in Piemont, Frankreich (Bourg d'Oisans in der Dauphiné), im oberen Sulzbachthal (in den Tauern) u. s. w.

### Vesuvian (Idokras).<sup>8)</sup>

Tetragonal, einfache Formen und Combinationen zahlreich. Häufig vorkommende Combinationen sind in den Fig. 72 und 73, S. 19 dargestellt. Gefärbt, meistens grün, braun bis schwarz; Glas- oder Fettglanz; durchsichtig bis undurchsichtig. H. = 6·5, D. = 3·4. Wesentlich ein Calcium- und Aluminiumsilicat. Findet sich am Vesuv, in Piemont (Mussaalpe), in Tirol (Monzoniberg), im Banat, in Böhmen bei Eger (Egeran genannt) u. s. w.

<sup>1)</sup> Nach der Stadt Alabanda in Carien (Kleinasien). <sup>2)</sup> lat. *grossularia*, Stachelbeere. <sup>3)</sup> neul. *canella*, Zimtrinde. <sup>4)</sup> gr. *mélas*, schwarz. <sup>5)</sup> gr. *pyrópos*, feueräugig. <sup>6)</sup> gr. *epidosis*, Zugabe, weil Hany (1743—1822) meinte, die Basis sei ein Rhomboid und dieses habe dann gegen die rhombische Basis des Amphibols, mit dem er den Epidot verglich, in seinen Seiten eine Zugabe. <sup>7)</sup> Wegen der pistaziengrünen Farbe. <sup>8)</sup> gr. *ēidos*, Gestaltung; *krásis*, Mischung; seine Gestaltung wurde früher nicht richtig erkannt und mit jener des Zirkons verwechselt.

### **Olivin**<sup>1)</sup> (Chrysolith).<sup>2)</sup>

Rhombisch (Comb. Fig. 90, S. 22). Meistens oliven- bis spargelgrün; Glasglanz; durchsichtig bis durchscheinend.  $H. = 7$ ,  $D. = 3.3$ .  $Mg_2SiO_4 + Fe_2SiO_4$  im veränderlichen Verhältnisse.

Die schönsten Varietäten des Olivins kommen als lose Krystalle und Körner aus dem Orient (Oberägypten, Ceylon) und aus Brasilien. Als Krystalle und Körner im Basalt, sowie in manchen Meteoreisen eingewachsen. In größerer Menge findet er sich in Tirol (Ultenthal), ferner als sogenannte Olivinbomben (körnige, kugelige Massen) im Basaltuff bei Kapfenstein in Steiermark und im Basalt des Kosakowberges bei Turnau in Böhmen.

Durch Verwitterung des Olivins entsteht unter Bildung von Magnesit, Opal etc. Serpentin.

#### 2. Leucit-Gruppe.

Natrium- oder kaliumhältige, durch Säuren zersetzbare Aluminiumsilicate.

### **Leucit**.<sup>3)</sup>

Die Krystallform fast gleich dem Ikositetraëder  $2O_2$ ; Krystallsystem wahrscheinlich tetragonal; graulich.  $H. = 5.5$ ,  $D. = 2.5$ . Wesentlich ein Kalium- und Aluminiumsilicat. In Laven sehr verbreitet, besonders (zuweilen in großen Krystallen) in jener des Monte somma am Vesuv.

**Nephelin** (Eläolith)<sup>4)</sup>, hexagonal, Krystalle gewöhnlich klein; auch krystallinisch. Auf Bruchflächen ausgezeichneter Fettglanz. Wesentlich ein Kalium-, Natrium- und Aluminiumsilicat.

Nephelin begreift die farblosen, weißen und grauen, durchscheinenden, krystallisierten Varietäten; der Eläolith die trübgefärbten, grünen, braunen und rothen, unbestimmt ausgebildeten Individuen und derben Massen. Beide Varietäten sind als wesentliche Gemengtheile gewisser Gebirgsarten wichtig (m. vgl. S. 172).

#### **Lasurstein** (Lapis lazuli).

Tesseral, in  $\infty O$ , jedoch selten deutlich, meistens in dichten Aggregaten, derb und eingesprengt, lasurblau, Strich blau; glasartiger Fettglanz.  $H. = 5.5$ ,  $D. = 2.3$ . Ein Natrium-Aluminiumsilicat mit einem Sulfide des Natriums. Vor dem Löthrohre entfärbt er sich und schmilzt zu einem weißen blasigen Glase, mit Salzsäure entwickelt er etwas Schwefelwasserstoff.

<sup>1)</sup> Nach der olivengrünen Farbe. <sup>2)</sup> gr. *chrysolos*, Gold; *lithos*, Stein, gelbgrüner Stein. <sup>3)</sup> *leukos*, weiß, ist anfänglich für einen weißen Granat gehalten worden.

<sup>4)</sup> gr. *nephéle*, Nebel, weil durchsichtige Stücke in Salpetersäure trüb werden; gr. *elaion*, Öl.

Findet sich, mit weißem Kalkstein verwachsen und mit eingeprengtem Pyrit, in Sibirien (Baikalsee), in der Tartarei, Bucharei, Tibet, in China, Chile, sowie auch am Monte somma des Vesuvs. Wegen seiner schönen Farbe wird der Lasurstein geschliffen als Schmuck- und Ornamentstein benützt. Früher diente er auch zur Bereitung des Ultramarins.

### 3. Glimmer-Gruppe.

Die hierher gehörigen Mineralien haben alle eine sehr vollkommene Spaltbarkeit nach der Basisfläche. Ausgebildete Krystalle sind selten. Alle sind wasserhaltige Silicate. Ihre Härte ist gering, bei 1·5. Die Dichte ist bei 3.

#### **Kaliumglimmer** (Muscovit).<sup>1)</sup>

Monoklin, in tafelförmigen, rhombisch erscheinenden Krystallen. Gewöhnlich Blätter und Schuppen, auf- und eingewachsen, sowie blätterige, schuppige Aggregate bildend. Sehr vollkommene basische Spaltbarkeit; dünne Lamellen sind durchsichtig und elastisch; farblos, weiß, grau, ins Gelbe, Braune und Grüne übergehend, vorherrschend hell in der Farbe. Auf den Spaltungsflächen mit metallischem Perlmutterglanz.  $K_2O \cdot 2H_2O \cdot 3Al_2O_3 \cdot 6SiO_2$ . Vor dem Löthrohr wird er trübe und ist sehr schwer schmelzbar.

Dieser Glimmer ist sehr verbreitet als Gemengtheil vieler Gebirgsgesteine. Größere Stücke finden sich nur auf Drusenräumen oder als Ausscheidungen in großkörnigen, krystallinischen Silicategesteinen (Granit, Gneiss, Glimmerschiefer u. a.), so z. B. am Ural, in Sibirien, Nordamerika, Skandinavien, Finnland, am St. Gotthard etc.

Großblättriger Glimmer wird als sibirisches oder russisches Glas zu Fenster tafeln, zum Besatz von Lampenschirmen, zu Lampencylindern, zu Schutzbrillen für Eisenarbeiter etc. verwendet; gepulverter Glimmer dient als Streusand (Katzengold, Katzensilber) oder als Glimmerbronze (Glimmerbrocat) in der Malerei.

#### **Lithiumglimmer** (Lepidolith).<sup>2)</sup>

In seinen morphologischen und physikalischen Eigenschaften dem Kaliumglimmer ähnlich, manchmal von rosenrother bis pürsichblütenrother Farbe. In chemischer Beziehung ist er ausgezeichnet durch seinen Gehalt an Lithium und Fluor. Vor dem Löthrohre schmilzt der Lithiumglimmer leicht unter Aufwallen zu weißem Email, wobei die Flamme carminroth gefärbt wird.

Eine rothe Varietät (rubidium- und cäsiumhaltig) findet sich zu Rožna in Mähren, begleitet von rothem Turmalin; weißer Lithiumglimmer kommt auf den Zinnerzlagertstätten zu Zinnwald in Böhmen (als Zinnwaldit) und zu Altenburg in Sachsen vor.

<sup>1)</sup> Glimmern, glänzen, auf die Spaltflächen sich beziehend. <sup>2)</sup> gr. *lepis*, Schuppe.

### **Magnesiumglimmer (Biotit).<sup>1)</sup>**

Monoklin, tafelartige, oft hexagonal aussehende Krystalle, schalige, blätterige und schuppige Aggregate oder eingesprengt. Sehr vollkommene basische Spaltbarkeit, in dünnen Lamellen elastisch. Meistens dunkel gefärbt, grau, grün, braun, schwarz; starker metallartiger Perlmutterglanz auf den Spaltungsflächen.

Chemisch ist der Magnesiumglimmer ein wasser- und eisenhaltiges Kalium-Magnesiumsilicat. Vor dem Löthrohre trübe werdend und schwer schmelzbar.

Als Gemengtheil von Gebirgsgesteinen (Basalt, Trachyt, Porphyr, Granit etc.) wichtig und weit verbreitet.

### **Chlorit.**

Monoklin, tafelförmige Krystalle von hexagonalem Aussehen, meist in blätterigen und schuppigen Aggregaten bis dicht als Chloritschiefer; manchmal anderen Mineralien in feinen Schüppchen ein- und aufgewachsen. Basisch sehr vollkommen spaltbar; mild; in dünnen Blättchen durchsichtig, biegsam, aber nicht elastisch. Grün in verschiedenen Nuancen; Strich grünlich. Ein wasser-, aluminium- und eisenhaltiges Magnesiumsilicat. Vor dem Löthrohre weiß oder braun werdend und schwer schmelzend.

Zu den krystallisierten Varietäten des Chlorits gehören der Pennin<sup>2)</sup> und der Klinochlor (Ripidolith<sup>3)</sup>). Dieselben besitzen einen ausgezeichneten Pleochroismus.

Der Chloritschiefer tritt (häufig Magneteisenstein-Krystalle einschließend) in den Alpen als Gebirgsgestein auf.

#### **4. Talk-Serpentin-Gruppe.**

Wasserhaltige Magnesiumsilicate, schwer schmelzbar und meist beim Erhitzen hart werdend.

### **Talk.<sup>4)</sup>**

Wahrscheinlich monoklin; selten in sechsseitigen oder rhombischen Tafeln; gewöhnlich in blätterigen, schuppigen Aggregaten und schieferigen Massen. Sehr vollkommen basisch spaltbar mit perlmutterglänzenden Spaltungsflächen, sehr mild und fettig anzu-

---

<sup>1)</sup> Nach dem Physiker J. B. Biot. <sup>2)</sup> Von den penninischen Alpen. <sup>3)</sup> gr. *ripis*, Fächer, in Bezug auf die Gruppierung der Krystalle. <sup>4)</sup> arabisch *talq*, fettige Steinart.

fühlen; in dünnen Lamellen biegsam; weiß, ins Grünliche und Gelbliche übergehend; Perlmutter- oder Fettglanz; dünne Spaltungslamellen sind durchsichtig.  $H. = 1$ ,  $D. = 2.7$ . Ein wasserhältiges Magnesiumsilicat ( $H_2 O . 3 Mg O . 4 Si O_2$ ). Ist ein Zersetzungsproduct der Hornblende- und Augitvarietäten. Vor dem Löthrohre leuchtet er stark, blättert sich auf, wird hart und ist unschmelzbar.

Talk findet sich im Urgebirge, als Talkschiefer eine besondere Felsart bildend (Göpfersgrün im Fichtelgebirge, Mautern in Steiermark, Zillertal in Tirol). Wird, fein gepulvert, als Schmiermittel (Federweiß, venetianischer Talk) für Holz, Leder etc. verwendet.

### **Speckstein** (Steatit, Seifenstein).<sup>1)</sup>

Dichter (kryptokrystallinischer) Talk, oft in Pseudomorphosen vorkommend; mild; fettig anzufühlen; graulich-, gelblich- und röthlichweiß, Strich glänzend.  $H. = 1.5$ ,  $D. = 2.7$ . Vor dem Löthrohr brennt er sich noch härter als der Talk.

Der Speckstein kommt weniger häufig als der Talk vor und findet sich z. B. zu Göpfersgrün bei Wunsiedel (Fichtelgebirge), Schemnitz (Ungarn), Hrubschitz (Mähren), im böhmischen Erzgebirge, Briançon (Dauphiné), in Cornwall und in Nordamerika (Massachusetts). Er dient als Schmiermittel, als Schreibmaterial auf Rechentafeln, Tuch und Seide (spanische Kreide, Schneiderekreide), zu Sculpturarbeiten (Taufstein, Agalmatolith oder Bildstein der Chinesen)<sup>2)</sup>, zu Gasbrennern, zum Ausbringen von Fettflecken u. s. w.

**Topfstein** (Lavezstein)<sup>3)</sup> nennt man innige Gemenge aus Talk, Speckstein, Chlorit, Asbest u. a. Mineralien, aus welchem wegen seiner Weichheit, Milde und Feuerbeständigkeit Töpfe, Ofenplatten etc. hergestellt werden.

### **Meerschaum.**

Derb, meist in Knollen; Bruch feinerdig; mild, weiß, gelblich- oder grauweiß; fühlt sich etwas fettig an; saugt infolge seiner Porosität Feuchtigkeit ein und haftet deshalb stark an der feuchten Zunge. Mit Wasser vollgesogen, ist er geschmeidig.  $H.$  bei 2,  $D.$  bei 2 (im trockenen Zustande). Ein wasserhältiges Magnesiumsilicat ( $2 H_2 O . 2 Mg O . 3 Si O_2$ ). Vor dem Löthrohre schrumpft der Meer-

<sup>1)</sup> gr. *stéar*, Talk. <sup>2)</sup> gr. *ágalma*, Bild. <sup>3)</sup> italienisch *lavezzo*, Kochtopf.

schaum ein, wird hart und schmilzt an den Kanten. Salzsäure zersetzt ihn. Wegen seiner Porosität schwimmt er anfänglich auf dem Wasser, sinkt aber, nachdem er sich vollgesogen hat, unter.

Der Meerschaum findet sich zu Eski-Sher (Kleinasien), bei Hrubschitz in Mähren u. a. a. O. Sein Verbrauch zu Pfeifenköpfen, Cigarrenspitzen etc. ist bekannt.

Der Meerschaum ist ein Zersetzungsproduct des Serpentin, mit dem er zusammen vorkommt. Als Nebenproduct entsteht bei der Umwandlung Kieselsäure, welche sich häufig im Innern des Meerschaums in der Form von knollenförmigen Einschlüssen vorfindet.

### Serpentin. <sup>1)</sup>

Dicht, zuweilen auch in faserigen und körnigen Varietäten; Krystallformen nur als Pseudomorphosen, z. B. nach Olivin, Hornblende u. a. vorkommend (m. vgl. S. 37), mild oder weniger spröde; häufig grün, auch gelb, grau, roth, braun, einfarbig und bunt, gefleckt, gestreift, geadert; wachsglänzend bis matt, der faserige (Chrysotil)<sup>2)</sup> hat einen seidenartigen Glanz; durchscheinend bis undurchsichtig. H. = 3·5, D. = 2·6. Ein wasserhältiges Magnesium-Eisensilicat ( $2\text{H}_2\text{O} \cdot 3\text{MgO} \cdot 2\text{SiO}_2$ ; Mg theilweise durch Fe ersetzt). Vor dem Löthrohre brennt er sich weiß und schmilzt nur schwer in feinsten Splittern. Im Kölbchen Wasser gebend, durch Salzsäure wird er zersetzt.

Edler Serpentin ist lichter gefärbt, durchscheinend, häufig mit Kalkstein verwachsen; gemeiner Serpentin heißen die dunkel gefärbten, undurchsichtigen, durch allerlei Beimengungen verunreinigten Varietäten. Chrysotil ist ein asbestartiger Serpentin (Serpentin-Asbest). Derselbe bildet bisweilen verworrenfaserige Aggregate (Bergholz, Bergleder, Bergkork). Der Serpentin tritt auch als Gebirgsstein auf. Der dichte Serpentin wird zu Ornament- und Galanteriegegenständen verarbeitet (Zöblitz in Sachsen, in den Vogesen). Seiner Feuerbeständigkeit halber wird der Serpentin-Asbest als feuerfestes Material verwendet. Die Fasern lassen sich zu Garnen spinnen und diese dann verweben.

Der Serpentin entsteht durch Verwitterung des Olivins (S. 98) oder der Hornblende- und Augitgesteine. Der Olivin-Serpentin, welcher in Sachsen und in den Vogesen in größerer Menge vorkommt, enthält häufig Pyrop.

---

<sup>1)</sup> lat. *sérpens*, Schlange, mit deren verschiedenen Farbenzeichnungen dieser Stein Ähnlichkeit hat. <sup>2)</sup> gr. *tillò*, ich zupfe, zerzause; gr. *chrysós*, Gold.

### 5. Augit-Hornblende-Gruppe.

Spaltbare, durch Säuren wenig angreifbare Silicate.

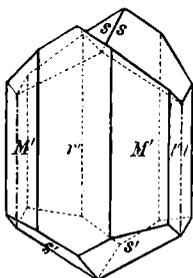
**Bronzit**, rhombisch, nach  $\infty P \infty$  sich absondernd; bräunlich-grünlich, auf den Spaltflächen halbmetallisch schillernd. H. = 4·5, D. = 3·3; ein Magnesium-Eisensilicat. Mit Olivin im Serpentin auftretend, z. B. bei Kraubat in Steiermark.

**Hypersthen**<sup>1)</sup>, rhombisch, braun bis braunschwarz mit kupferfärbigen Schiller auf den Querflächen; H. = 6, D. = 3·3. Ebenfalls ein Magnesium-Eisensilicat. Mit Labradorit auf der Insel St. Paul vorkommend. Gesteinsgemengtheil.

### Augit<sup>2)</sup> (Pyroxen).<sup>3)</sup>

Monoklin, häufig die Combination  $P. \infty P. \infty P \infty. \infty P \infty$  (Fig. 99, S. 25). Zwillinge mit der Zusammensetzungsfläche  $\infty P \infty$  beim gemeinen Augit, mit einspringenden Winkeln (Fig. 160). Spaltbarkeit nach  $\infty P$  unvollkommen.

Fig. 160.



Vorderer Kantenwinkel an dem Prisma  $\infty P$  (Fig. 99) ist circa 87°.

Diopsid, Krystalle, gewöhnlich in der Richtung der Hauptaxe verlängert, oft flächenreich, auch in stengeligen, strahligen und faserigen Aggregaten, die in Augit-Asbest übergehen können; hellgrün, farblos, grau; durchsichtig bis durchscheinend. H. = 5·5, D. bei 3. Calcium-Magnesium-Eisen-Silicate. Schöne Krystalle finden sich in Tirol (Zillertal), in Piemont (Mussaalpe im Alathale), in der Schweiz, am Ural etc.; gemeiner Augit (Magnesium-Thonerde-Eisensilicat), krystallisiert und derb (Augitfels); grün, braun, schwarz; undurchsichtig; häufig als Gemengtheil von basaltischen Gebirgssteinen auftretend.

**Diallag**, monoklin, meist graugrün, nach  $\infty P \infty$  sich absondernd. H. = 4, D. = 3·3, chemisch wie Augit. Mit Serpentin und Olivin gesteinsbildend (Diallagfels).

### Hornblende (Amphibol).<sup>4)</sup>

Monoklin, häufig ist die Combination  $0P. P. \infty P. \infty P \infty$  (Fig. 98, S. 25), Zwillingsbildung nach der Zusammensetzungsfläche  $\infty P \infty$  (Fig. 161), wodurch scheinbar hemimorphe Krystalle

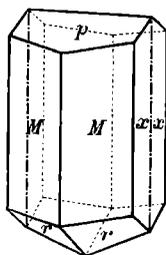
<sup>1)</sup> gr. *hýper*, über; *sthénos* Kraft, weil er härter ist als Bronzit und Diallag. <sup>2)</sup> gr. *augé* Glanz. <sup>3)</sup> gr. *xénos*, Fremdling, weil man glaubte, dass dieses Mineral kein Product des Feuers und nur zufällig in die vulcanischen Gesteine gekommen sei. <sup>4)</sup> gr. *amphibolos*, zweideutig, mit Schörl zu verwechseln.

gebildet werden. In ein- und aufgewachsenen Krystallen, in stengeligen, faserigen, sowie auch in körnigen Aggregaten vorkommend. Spaltbarkeit nach  $\infty P$  vollkommen.

Der vordere Kantenwinkel von  $\infty P$  (Fig. 98 u. 159) ist circa  $124^\circ$ .

Vorherrschend grün und schwarz, sonst aber auch weiß, grau und braun; durchsichtig bis durchscheinend. H. = 5·5, D. bei 3. Chemische Zusammensetzung sehr schwankend, wesentlich Mg-, Ca-, Fe-Silicate, bei den dunklen Varietäten auch  $Na_2$ -,  $Al_2 O_3$ -Silicate enthaltend.

Fig. 161.



Grammatit <sup>1)</sup> (Tremolit) <sup>2)</sup>, weiß, grau, hellgrün in langsäulenförmigen Krystallen und in stengeligen Aggregaten, perlmutter- oder seidenglänzend, durchscheinend, besonders im körnigen Kalkstein und Dolomit von Campolongo am St. Gotthard; Strahlstein (Aktinolith) <sup>3)</sup>, lichtgrün bis schwärzlichgrün in eingewachsenen säulenförmigen Krystallen und radialstengeligen Aggregaten meist im Talkschiefer; Amphibol-Asbest (Amiant, Byssolith) <sup>4)</sup>, äußerst feinfaserige und haarförmige Abänderungen, mitunter seidenglänzend, hauptsächlich im Talkschiefer eingelagert; gemeine Hornblende, dunkelgrün bis grünlichschwarz, undurchsichtig; in Krystalldrusen, derb (Hornblendegestein) und eingesprengt als Gemengtheil der Hornblende-Gneisse; basaltische Hornblende, bräunlichschwarz, undurchsichtig, eingewachsene, rundum ausgebildete Krystalle (meistens in der oben angegebenen Combination) in basaltischen und trachytischen Gesteinen.

Krokydolith <sup>5)</sup>, wesentlich ein Natrium-Aluminiumsilicat. Braun oder blau gefärbt, parallelfaserig (asbestartig). H. = 6, D. = 3·5. Die braune Varietät mit Quarz gemengt, welche sich partienweise eingewachsen im Magneteisenstein am Orange-River im Caplande findet, ist geschliffen dem Katzenauge (S. 74) ähnlich und wird unter dem Namen „Tigerauge“ als Schmuckstein verwendet.

#### 6. Feldspat-Gruppe.

Nach zwei Richtungen vollkommen spaltbare Doppelsilicate von Aluminium mit Kalium, Natrium oder Kalk. Neigung zur Kaolin- oder Porzellanerdebildung („Kaolinisieren“).

<sup>1)</sup> gr. *grammé*, Strich, wegen der langstengeligen Krystalle. <sup>2)</sup> Von Val Tremola in der Schweiz. <sup>3)</sup> gr. *aktis*, Strahl. <sup>4)</sup> gr. *ásbestos*, unverbrennlich; gr. *amíantos*, unbefleckt, rein; gr. *býssos*, baumwoll-, seiden- oder flachsartiger Faserstoff. <sup>5)</sup> gr. *krokýs*, Flocke, Fleck.

### Feldspate.

Die monoklin oder triklin krystallisierten Feldspate sind deutlich spaltbar, und zwar nach der Basis und nach der Längsfläche. Sie sind vorherrschend weiß oder licht gefärbt; ihre Härte ist bei 6, die Dichte wechselt innerhalb geringer Grenzen und ist bei 2.6. Die monoklinen Feldspate heißen „Orthoklase“, die triklinen „Plagioklase“.

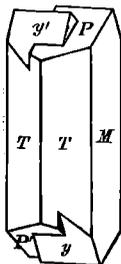
#### Orthoklase.<sup>1)</sup>

Dieselben sind dadurch charakterisiert, dass die zwei Spaltungsrichtungen nach  $OP$  und  $\infty P \infty$  auf einander senkrecht stehen. Sie sind wesentlich Kaliumfeldspate.

#### Orthoklas.

Monoklin, die Krystalle sind theils säulenförmig (Fig. 100. S. 25 am Adular), theils tafelartig oder sechsseitig säulenförmig (Fig. 101 u. 102; gewöhnlichste Form Fig. 101) und theils rechtwinkelig säulenförmig (Fig. 103). Zwillingskrystalle sind sehr

Fig. 162.



häufig; die im Granit und Porphyr eingewachsenen Krystalle der Combination (Fig. 101) sind zu Durchdringungs-Zwillingen (Fig. 162) verbunden nach dem Orthopinakoid. Man nennt diese Formen „Karlsbader Zwillinge“, weil sie zuerst an den Krystallen der Karlsbader Gegend erkannt wurden.

Spaltbar nach  $OP$  und  $\infty P \infty$  sehr vollkommen; farblos, bisweilen wasserhell, häufig gefärbt, besonders gelblich-, graulich- oder röthlichweiß, fleischroth, spangrün (Amazonenstein); Glasglanz, auf der basischen Spaltungsfläche oft Perlmutterglanz. Durchsichtige bis durchscheinende Varietäten (Adular)<sup>2)</sup> haben mitunter einen Lichtschimmer (Mondstein); die undurchsichtige, trüb gefärbte Varietät von Friedrichsvärn in Norwegen hat einen bläulichen Farbenschimmer.  $K_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 6SiO_2$ . Viele Orthoklase unterliegen einer Zersetzung zu Kaolin (Porzellanerde =  $2H_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 2SiO_2$ ). Der gemeine Orthoklas (Feldspat) ist ein wesentlicher Gemengtheil der verbreitetsten Gesteine (Granit, Gneiss, Syenit, Porphyr). Die

<sup>1)</sup> gr. *orthós*, gerade, recht; *kláo*, ich breche, spalte, weil er nach zwei aufeinander gerade (rechtwinkelig) stehenden Richtungen spaltbar ist. <sup>2)</sup> Vom Adular-Gebirge in der Schweiz.

Individuen der zusammengesetzten Gebirgsmassen sind manchmal von bedeutender Größe.

**Sanidin**<sup>1)</sup> (glasiger Feldspat), grau, grauweiß, durchscheinend, findet sich häufig im Trachyt (Drachenfels am Rhein), oft in tafelförmigen, sehr rissigen Krystallen.

**Plagioklase.**<sup>2)</sup>

**Triklin**, in den Abmessungen nur wenig vom Orthoklas unterschieden. Die zwei Spaltungsrichtungen  $0P$  und  $\infty P \infty$  sind nicht senkrecht, sondern schief aufeinander, unter etwa  $86^\circ$  bis  $87^\circ$  geneigt. Zwillinge häufig nach dem Brachypinakoid, oft aus sehr vielen Lamellen aufgebaut, wodurch infolge der Neigung der Basisfläche auf dieser einspringende Rinnen oder feine Parallelstreifen (Zwillingsstreifung, S. 35) entstehen. Reine Natrium- oder Calcium-Feldspate oder Gemenge aus beiden.

**Albit**<sup>3)</sup> (Fig. 107, S. 27), Zwillingsbildung sehr häufig; durchsichtig bis durchscheinend; farblos, gewöhnlich mehr weniger rein weiß.  $Na_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 6SiO_2$ ; ein Natrium-Feldspat.

Weiß, undurchsichtige Krystalle, welche nach der Orthoaxe entwickelt sind, heißen Periklin<sup>4)</sup>; ziemlich häufig in den Tiroler und Salzburger Alpen.

**Oligoklas**<sup>5)</sup>, Krystalle selten, basische Spaltungsfläche mit Zwillingsstreifung; grünlichgrau; Fettglanz; trüb; wesentlich ein Natrium-Calcium-Feldspat. Häufig im Granit und Gneiss (Skandinavien, Finland, Nordamerika).

**Labradorit** (Labrador). Krystalle selten deutlich; Spaltungsflächen nach  $0P$  mit deutlicher Zwillingsstreifung; grau; wenig durchscheinend; manche Varietäten haben eine schöne Farbenwandlung; wesentlich ein Calcium-Natrium-Feldspat. Kommt vor auf der Küste Labrador und in Russland (bei Kijew und in Wolhynien). Gemengtheil vieler Gesteine. Die farbenspielenden Varietäten werden als Schmucksteine verwendet.

**Anorthit**<sup>6)</sup>, farblos, weiß, Glasglanz; durchscheinend, mitunter durchsichtig;  $CaO \cdot Al_2O_3 \cdot 2SiO_2$ , ein Calcium-Feldspat. In der Somma des Vesuvius in schönen wasserhellen Krystallen; auch in anderen Eruptivgesteinen vorkommend.

#### 7. Zeolith-Gruppe.<sup>7)</sup>

Nichtmetallisches Aussehen, zumeist farblos oder weiß; vorwiegend Glas- oder Perlmutterglanz.  $H. = 3-6$ ,  $D. = 1.9-3.3$ . Vor dem Löthrohre meist leicht schmelzbar mit Aufblähen, Auf-

---

<sup>1)</sup> gr. *sanís*, Brett, Getäfel, wegen der plattenförmigen Krystalle. <sup>2)</sup> gr. *plágios*, schief. <sup>3)</sup> lat. *albus*, weiß. <sup>4)</sup> gr. *periklinés*, sich ringsum neigend, abschüssig, in Bezug auf die Basisfläche. <sup>5)</sup> gr. *oligos*, wenig und *kláo*, ich spalte (minder vollkommen spaltbar). <sup>6)</sup> gr. *a*, nicht und *orthós*, aufrecht, gerade, recht (rechtwinkelig spaltbar). <sup>7)</sup> gr. *zéo*, ich koche, zische, nämlich vor dem Löthrohre.

schäumen oder Aufblättern. Wasserhältige Silicate von Alkali-  
metallen, Alkali-Erdmetallen mit oder ohne Aluminium. In kochen-  
der Salzsäure zersetzen sie sich unter Abscheidung von Kieselsäure.  
Sie finden sich gewöhnlich als Ausfüllung von Hohlräumen (oft in  
Eruptivgesteinen).

### **Analcim.**<sup>1)</sup>

Tesseral, Krystalle  $2O_2$  selbständig oder mit  $\infty O \infty$ , meistens  
in Drusen aufgewachsen; gewöhnlich weiß, grau bis röthlich.  
H. = 5·5, D. = 2·2;  $Na_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 4SiO_2 \cdot 2H_2O$ . Kommt vor in  
Tirol (Fassathal), Böhmen (Salesl), auf den Cyclopeninseln etc.

**Stilbit**<sup>2)</sup> (Blätterzeolith, Heulandit), monoklin (?), meistens tafelfartige Kry-  
stalle. Nach  $\infty F \infty$  sehr vollkommen spaltbar, mit starkem Perlmutterglanz auf den  
Spaltungsflächen; farblos, weiß und fleischroth. Fassathal in Tirol. — **Natrolith**,  
rhombisch, dünn-säulenförmige bis haarförmige Krystalle in Drusen, sowie in büsche-  
ligen und kugeligen Aggregaten; farblos, graulichweiß, zuweilen gelblich. In Hohl-  
räumen der böhmischen Basalte und Phonolithe (Salesl im böhmischen Mittel-  
gebirge). — **Chabasit**<sup>3)</sup>, rhomboëdrisch aussehend (böhmisches Mittelgebirge).

### **8. Thon-Gruppe.**

Weiche, erdige und wasserhältige Zersetzungsproducte von  
thonerdehaltigen Silicaten.

### **Kaolin**<sup>4)</sup> (Porzellanerde).

Derb, erdig und zerreiblich; reinweiß oder etwas gefärbt,  
trocken fühlt er sich mager an; zieht begierig Wasser an und  
haftet an der Zunge; feuchter Kaolin riecht eigenthümlich (Thon-  
geruch) und ist plastisch. H. = 1, D. = 2·5;  $2H_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 2SiO_2$ ,  
vor dem Löthrohre unschmelzbar. Der Kaolin ist vor allem ein Zer-  
setzungsproduct der Feldspate. Er findet sich oft mit diesen am  
ursprünglichen Orte, zumeist über anstehendem Granit. Durch  
Wasser abgeschwemmt, fortgeführt und anderwärts abgesetzt, er-  
fährt er durch Zufuhr verschiedener Beimengungen mannigfache  
Verunreinigung. Solche unreine Abänderungen heißen im allge-  
meinen Thone (Pfeifenthon, Töpferthon, Lehm, Tegel, Löß etc.).

Porzellanerde kommt vor in Böhmen (z. B. bei Karlsbad),  
Sachsen, Frankreich, England, China, Japan u. s. w., und wird  
zur Darstellung des Porzellans und feiner Thonwaren verwendet.

<sup>1)</sup> gr. *ánalkis*, nicht kräftig, schwach in seiner elektrischen Erregbarkeit.

<sup>2)</sup> gr. *stíllbe*, Glanz. <sup>3)</sup> gr. *chabaziós*, Name eines Steines, in den Gedichten des  
Orpheus erwähnt. <sup>4)</sup> chinesisches *Kao-ling*, Porzellanerde.

## A n h a n g.

### Organische Verbindungen.

Mancherlei mehr oder weniger zersetzte und mineralisierte Pflanzensubstanzen (Kohlenstoffverbindungen).

Dazu gehören die Kohlen (Anthracit, Schwarzkohle, Braunkohle und Torf), Kohlenwasserstoffe oder Bitumen (Petroleum, Asphalt, Ozokerit<sup>1)</sup> etc. und der Bernstein. Nur der letztere soll hier Erwähnung finden. Die Kohlen und die bituminösen Substanzen werden in der Geologie erörtert. (S. 181.)

#### Bernstein.<sup>2)</sup>

In rundlichen und kantigen Stücken und Körnern (oft ganz wie Baumharz aussehend), zuweilen Insecten und andere kleine Thiere, sowie auch Pflanzentheile einschließend; muscheliger Bruch; wenig spröde; gelb bis braunroth, weiß, schmutziggrün, zuweilen geflammt, gestreift; durchsichtig bis undurchsichtig; Fettglanz; wird gerieben negativ elektrisch; der sicilianische Bernstein fluoresciert. H. bei 2, D. bei 1·08; enthält C, H und O (etwa C<sub>10</sub> H<sub>16</sub> O); schmilzt bei 287° C unter Zersetzung, brennt mit heller Farbe, viel Rauch und angenehmem Geruche. In Äther, Chloroform ist er theilweise löslich. Der Bernstein, ein von vorweltlichen Nadelhölzern abstammendes, fossiles Baumharz, findet sich in der tertiären Braunkohlen- und in der Diluvialformation, besonders im nordöstlichen Deutschland, bei Bokewood in Australien, in Spanien, in Rumänien, auf Sicilien in der Gegend von Catania etc. Die Hauptfundstätte ist die preußische Ostseeküste im Samlande, von Pillau bis Groß-Hubnicken, wo er sowohl gebaggert, gegraben, als auch aus dem Meere aufgefangen wird.

Der meiste Bernstein wird durch Baggern aus dem Grunde des kurischen Hafes unweit Memel, sowie bergmännisch bei Palmnicken nächst Pillau gewonnen. Der sogenannte „schwarze Bernstein“ ist eine besondere, seltene Art dichter bituminöser jüngerer Steinkohle mit braunem Striche, Gagat oder Jet genannt.

Der Bernstein dient zu Schmuckgegenständen, zu Mundstücken bei Pfeifenröhren und Cigarrenspitzen, als Räucherpulver, zur Darstellung von Bernsteinlack etc.

---

<sup>1)</sup> gr. *óze*, Geruch; *kerós*, Wachs. <sup>2)</sup> altddeutsch *börnen*, brennen.

## II. Theil.

# Geologie.

### Einleitung.

Geologie<sup>1)</sup> heißt wörtlich die Wissenschaft von der Erde; darunter ist jedoch nicht eine allgemeine Erdkunde zu verstehen. Diese hätte die Erde auch als Planeten oder als kosmisches Individuum, sie hätte aber auch alle Theile des Erdganzen: die Atmosphäre, das Wasser, das feste Land, die Pflanzen, die Thiere und den Menschen zu behandeln. Der Begriff der Geologie ist daher zu beschränken auf die Wissenschaft von der Zusammensetzung und der Bildung der festen Erdrinde.

Zum Verständnisse der Geologie sind die Hauptlehren der mathematischen und physikalischen Geographie unumgänglich nothwendig. Die Zusammenfassung dieser Lehren für die Zwecke der Geologie bildet den ersten Theil dieser Wissenschaft: die allgemeine Geologie. Ihr folgt als zweiter Theil: die specielle Geologie oder die Lehre von der Zusammensetzung der Gesteine (Gesteinslehre oder Petrographie), dem inneren Baue (Lehre vom Gebirgsbaue oder Geotektonik) und der Bildung der festen Erdkruste (Entwicklungsgeschichte der Erde, Lehre vom Schichtenbaue, historische Geologie oder Stratigraphie).

Die Geologie ist eine der jüngsten Naturwissenschaften. Der Begründer der deutschen Geologie ist Abraham Gottlob Werner<sup>2)</sup>, der an der Bergakademie zu Freiberg in Sachsen lehrte. Seine berühmtesten Schüler waren Alexander v. Humboldt<sup>3)</sup> und Leopold v. Buch.<sup>4)</sup>

<sup>1)</sup> gr. *gê*, Erde; *lógos*, Wissenschaft. <sup>2)</sup> A. G. Werner, geb. 1750 zu Wehrau in der Lausitz, gest. 1817 zu Dresden. <sup>3)</sup> A. v. Humboldt, geb. 1769 zu Berlin, gest. 1859 zu Berlin. <sup>4)</sup> L. v. Buch, geb. 1774 zu Stolpe in der Uckermark, gest. 1833 zu Berlin.

# I. Abtheilung.

## Allgemeine Geologie.

### A. Die Erde als Planet.

**Gestalt, Größe und Dichte der Erde.** Die Erde ist als dritter der inneren Planeten (Merkur, Venus, Erde und Mars) ein Glied des Sonnensystemes, bewegt sich um ihre Axe und um die 1,251.000 mal größere Sonne. Sie ist ein Rotationsellipsoid, dessen Äquatorialdurchmesser  $1276 \mu m$  (= 1719 geogr. Meilen)<sup>1)</sup> beträgt, während die Erdaxe nur  $1272 \mu m$  (= 1713 geogr. Meilen) misst. Die Gestalt der Erde ist also im allgemeinen die einer an den Polen abgeplatteten Kugel. Die Abplattung beträgt etwa  $\frac{1}{300}$ . Ihre Oberfläche misst ca. 5·1 Mill.  $\mu m^2$ , ihr Volumen aber 1083 Millionen  $\mu m^3$ .

Die mittlere Entfernung der Erde von der Sonne beträgt circa 23.300 Erdradien oder etwa 14·84 Mill.  $\mu m$ . Die größte Entfernung im Aphel (Sonnenferne) ist gegenwärtig 15 Mill.  $\mu m$ , die kleinste Entfernung im Perihel (Sonnennähe) 14·5 Mill.  $\mu m$ , das ergibt eine Excentricität von etwa 0·017. Die Excentricität ist nicht beständig gleich, sondern wechselt in Perioden von etwas mehr als 300.000 Jahren von 0·003 bis 0·08 und beträgt im Maximum etwa 1·2 Mill.  $\mu m$ . — Einen vollständigen Umlauf um die Sonne vollendet die Erde in 365 Tagen, 6 Stunden, 9 Minuten, 10·7 Sekunden, so dass sie im Mittel in jeder Zeitsecunde einen Weg von mehr als 3  $\mu m$  zurücklegt.

Die mittlere Dichte des ganzen Erdkörpers ist 5·6mal so groß als die Dichte des Wassers.

Der Trabant der Erde, der Mond, ca. 38.400  $\mu m$  entfernt, hat ebenfalls eine kugelförmige Gestalt. Sein Durchmesser beträgt etwas mehr als  $\frac{1}{4}$  des Erddurchmessers, sein Volumen  $\frac{1}{50}$  des Erdvolumens; seine Dichte ist bei 3, etwa 0·6 jener der Erde und kommt nahe jener der schwereren Gesteine der Erdkruste. Die Umlaufzeit des Mondes um die Erde beträgt circa  $27\frac{1}{3}$  Tage.

Der auffallendste Unterschied in der physischen Constitution des Mondes gegenüber der Erde besteht in dem Fehlen von Luft und Wasser auf seiner Oberfläche, woraus mit Nothwendigkeit folgt, dass auf dem Monde kein organisches Leben bestehen kann. Der Mond ist als eine wahrscheinlich durch und durch feste und erkaltete Gesteinskugel aufzufassen.

Die Sonne, der Centalkörper unseres Planetensystems, ist eine kugelförmige, rotierende Masse mit einem Durchmesser von 108·5 Erddurchmessern (138.500  $\mu m$ ). Ihr Volumen beträgt das 1,251.000fache der Erde, ihre Masse das 700fache aller Planeten

<sup>1)</sup> 1 geogr. Meile = 0·742  $\mu m$  oder 7420 Meter.

zusammengenommen. Ihre Dichte beträgt nur ca. 1·5. Die Masse der Sonne ist durch und durch glühend; man hat ihre Innentemperatur auf weit mehr als 1,000.000° C berechnet. Man kann an der Sonne mehrere concentrische Hüllen unterscheiden:

1. Zu äußerst die Sonnenatmosphäre. Sie ist bei Sonnenfinsternissen als rothe Lichthülle (Chromosphäre) erkennbar und besteht der Hauptsache nach aus glühendem Wasserstoff; nach außen zu hat man einen strahlenden Lichtschimmer, die Corona, beobachtet, der neben Wasserstoff und Natriumdämpfen einen der Erde fremden Stoff (das Helium) enthält.
2. Die Photosphäre, die Lichthülle der Sonne, deren weißglühende Gasmassen das Sonnenlicht und die Sonnenwärme ausstrahlen.
3. Der Sonnenkern, von welchem noch nicht festgestellt ist, ob er flüssig oder gasförmig ist.

### B. Die einzelnen Glieder des Erdganzen.

In Bezug auf ihre Bestandmassen und deren Anordnung im großen erscheint uns die Erde aus drei Hauptgliedern zusammengesetzt, welche die drei Aggregatzustände des Stoffes zeigen, und nach ihrer Dichte geordnet von außen nach innen im allgemeinen concentrisch gelagert erscheinen:

1. die Lufthülle oder die Atmosphäre<sup>1)</sup>,
2. die Wasserhülle oder die Hydrosphäre<sup>2)</sup>,
3. die feste Erdkruste oder die Lithosphäre.<sup>3)</sup>

Dazu kommt als weiteres, der directen Beobachtung nicht zugängliches Glied des Erdganzen:

Das Erdinnere oder der Erdkern, die Pyrosphäre<sup>4)</sup> oder die Barysphäre.<sup>5)</sup> Schon hier sei angeführt, dass die mittlere Dichte der die uns allein bekannte äußere Erdsphäre zusammensetzenden Mineralien höchstens mit 2·8 angenommen werden kann.

Da das organische Leben von der Gegenwart von Luft und Wasser abhängt, sind die organischen Wesen der Erde vor allem auf die beiden flüssigen Hüllen der Erde angewiesen.

Wir betrachten die Hauptglieder des Erdganzen nach ihren wesentlichsten Eigenschaften, soweit dieselben für das Verständnis geologischer Vorgänge von Wichtigkeit sind.

1. Die **Atmosphäre** umgibt die ganze Erde als eine ununterbrochene Hülle. Sie nimmt Antheil an allen Bewegungen des Erdalles, sowohl an dem jährlichen Umlaufe (Revolution) um die

---

<sup>1)</sup> gr. *sphaira*, Kugel; gr. *atmós*, Dunst. <sup>2)</sup> gr. *hýdor*, Wasser. <sup>3)</sup> gr. *lithos*, Stein. <sup>4)</sup> gr. *pýr*, Feuer. <sup>5)</sup> gr. *barys*, schwer.

Sonne, als auch an der täglichen Umdrehung (Rotation), und ist infolge der letzteren ein Rotations-Ellipsoid wie der feste Erdball selbst, aber wahrscheinlich mit einer weit stärkeren Abplattung an den Polen.

Die Höhe, bis zu welcher die Atmosphäre reicht, kann auf 75 *km* angenommen werden; es ist aber gewiss, dass sich die Lufthülle zumal am Äquator noch weit über diese Grenzen hinaus erstreckt; nur muss die Luft in solchen Entfernungen eine Verdünnung erreichen, von der wir uns kaum eine Vorstellung machen können.

Die unteren Luftschichten, die einem größeren Drucke ausgesetzt sind als die höheren, sind daher dichter.

Im Niveau des Meeres, unter einem Drucke, der einer Quecksilbersäule von 760 *mm* (Normalbarometerstand) entspricht, wiegt 1 Liter trockener Luft bei 0° C 1.294 *g* (ein *m*<sup>3</sup> also 1.294 *kg*). Die Luft ist daher 773mal leichter als Wasser.

Schon in der Höhe von 7.5 *km* ist die Dichte der Luft nur mehr ungefähr 0.4 derjenigen an der Erdoberfläche (der entsprechende Barometerstand wäre 294 *mm*), und in der Höhe von 60 *km* ist die Dichte der Luft nur mehr 0.0003 (Barometerstand = 0.25 *mm*), eine Verdünnung, welche man mittelst gewöhnlicher Luftpumpen nicht mehr erreichen kann.

Aus dem Gesamtdrucke der Atmosphäre ergibt sich das Gewicht derselben mit Rücksicht auf die mittlere Höhe der Continente = 5144 Billionen Tonnen.<sup>1)</sup>

Das Verhältnis der Masse der Luft zu der Masse der ganzen Erde (etwa 6000 Trillionen Tonnen) ist also weniger als 1 Milliontel der Erdmasse.

In Bezug auf ihre Zusammensetzung ist die Luft ein Gemenge von Stickstoff und Sauerstoff mit geringen Mengen von Kohlensäure und Wasserdampf. Sauerstoff und Stickstoff sind darin überall, auf allen Punkten der Erdoberfläche und ebenso in den höchsten erreichbaren Höhen, in genau demselben Verhältnisse vorhanden; der Gehalt der Luft an Kohlensäure und Wasserdampf ist hingegen ein vielfach wechselnder.

In 100 Raumtheilen trockener, atmosphärischer Luft sind überall und unter allen Umständen nahezu 79 Raumtheile Stickstoff und 21 Raumtheile Sauerstoff enthalten (3.7 : 1), was dem Gewichte nach 76.8 Procent Stickstoff und 23.2 Procent Sauerstoff beträgt.

Local und vorübergehend können sich in der Atmosphäre auch andere Gase ansammeln, z. B. Ammoniak bei der Zersetzung stickstoffhaltiger organischer Stoffe, Salpetersäure unter dem elektrischen Einflusse der Gewitter, Salzsäure und schwefelige Säure in der Nähe der Krater thätiger Vulcane u. s. w.

<sup>1)</sup> 1 Tonne = 1000 *kg* = dem Gewichte eines *m*<sup>3</sup> reinen Wassers bei 4° C.

Auch Staub findet sich fast überall, wenn auch in ungleicher Menge, und wenn er auch wegen der Kleinheit seiner Theilchen dem freien Auge nicht sichtbar ist. Man findet ihn selbst auf dem offenen Weltmeere und auf den entlegensten Gebirgshöhen und Gletschern.

Die Wärmeverhältnisse der Atmosphäre hängen von der Wirkung der Sonnenstrahlen ab. Die Eigenwärme des Erdkörpers selbst übt auf die Temperatur der Luft keinen messbaren Einfluss aus. Die Luftschichten in den Äquatorialgegenden werden von der Sonne mehr erwärmt als die den Polen näher liegenden, und als Folge der dadurch hervorgerufenen Temperaturdifferenzen und Luftströmungen entstehen die Niederschläge (Regen, Schnee, Hagel).

2. Die **Hydrosphäre**. Das Wasser ist bei der gegenwärtigen, in verticaler Richtung so bedeutende Höhenunterschiede aufweisenden Beschaffenheit der festen Erdoberfläche nicht im Stande, dieselbe in Form einer vollständigen Kugelschale zu überdecken.

Die bei weitem überwiegende Menge des Wassers hat sich in den Vertiefungen der Lithosphäre angesammelt und bildet auf derselben Süß- und Salzwasserbecken von verschiedener Tiefe und Ausdehnung, die Seen und die Meere. Ein anderer Theil fließt, als Niederschlagswasser der Atmosphäre entstammend, in Quellen, Bächen, Flüssen und Strömen den Wasserbecken zu, aus welchen es wieder durch Verdunstung in Gasform als Wasserdampf in die Atmosphäre gelangt („Kreislauf des Wassers“), oder lagert als Schnee und Eis in festem Zustande auf den Hochgebirgen und an den Polen, oder durchtränkt als Gebirgsfeuchtigkeit die Gesteinshülle der Erde.

Das Meer. Die Gesamtoberfläche der Erde beträgt circa 5·1 Mill.  $\mu m^2$ ; davon sind 1·35 Mill.  $\mu m^2$  Land und 3·75 Mill.  $\mu m^2$  Wasser. Das Verhältnis von Festland und Meer ist wie 1:2·77; wenn man die Oberfläche der Erde = 1 setzt, so deckt das Land 0·235 und das Meer 0·765 Theile dieser Oberfläche. ?

Das Volumen und die Masse des Meerwassers lassen sich nur annähernd bestimmen, da sowohl die Tiefen als auch die polaren Grenzen der Oceane nicht genau genug bekannt sind.

Die mittlere Tiefe der Meere hat man nach früheren, wenig verlässlichen Lothungen vielfach überschätzt. Nach den neueren Tiefseeforschungen beträgt die mittlere Tiefe des tropischen Atlantischen Oceans nur wenig über 4280 m, eine Tiefe, welche etwas größer ist als die mittlere Höhe der höchsten Tafelländer von Asien. Die mittlere Tiefe des Indischen Oceans wurde mit 3233 m berechnet. Im nördlichen Pacifischen Ocean hat sich die aus mehreren Reihen von Sondierungen

resultierende mittlere Tiefe zu circa 4830 *m* ergeben. Die größte Tiefe erreichte man östlich von den Kermadec-Inseln im Nordosten von Neuseeland mit 9427 *m*. Im südlichen Theile des Pacifischen Oceans hat man die mittlere Tiefe mit 3958 *m* berechnet.

Rechnen wir demnach die durchschnittliche Tiefe der Meere zu 3400 *m* und ihre Oberfläche zu 3·75 Mill.  $\mu m^2$ , so ergibt sich (ohne das unbekannte antarktische Gebiet) ein Volumen von etwa 1·28 Mill.  $\mu m^3$ , d. h. das Volumen der Hydrosphäre verhält sich zum Volumen der ganzen Erde wie 1:846 und die Masse derselben zu jener der gesammten Erde wie 1:4740.

Das Meerwasser enthält eine ziemlich große Menge von Salzen und Gasen aufgelöst; es ist daher salzig-bitter und für den Menschen ungenießbar. Die Menge der gelösten festen Stoffe im Wasser (der sogenannte Salzgehalt) des Atlantischen Oceans beträgt im Durchschnitte 3·56 Proc.

Die wichtigsten dieser Stoffe und ihre Gewichtsmengen in 1000 Gramm dieses Meerwassers sind:

Chlornatrium (Kochsalz) Na Cl . . . . .	27·95	Gramm
Chlormagnesium Mg Cl <sub>2</sub> . . . . .	3·31	„
Magnesiumsulfat (Bittersalz) Mg SO <sub>4</sub> . . . . .	2·34	„
Calciumsulfat (als Gyps gelöst) Ca SO <sub>4</sub> . . . . .	1·38	„
Chlorkalium K Cl . . . . .	0·57	„

Außerdem finden sich im Meerwasser noch geringe Mengen von Brommagnesium, Calciumbicarbonat, Chlorrybidium, Calciumphosphat, Eisenbicarbonat, Kieselsäure, Jod etc.

Der Gehalt an festen Bestandtheilen ist in den offenen Meeren fast constant. In Binnenmeeren oder in solchen Meerestheilen, welche mit dem Weltmeere nur durch schmale Meerengen zusammenhängen, ist er theils höher, theils niedriger.

Das Rothe Meer und das Mittelmeer zeigen einen höheren Salzgehalt; beide sind von warmen Landmassen umschlossen und einer starken Verdunstung ausgesetzt, die durch den Süßwasserzfluss nicht gedeckt wird; sie erhalten ihr Niveau durch aus dem Ocean zuströmendes Salzwasser und werden daher salziger. So beträgt der Salzgehalt des Mittelmeeres 3·64—4 Proc. (Adria bei Spalato), des Rothen Meeres 3·9—4 Proc.

Das umgekehrte Verhältnis tritt ein beim Schwarzen Meere und bei der Ostsee. Im Schwarzen Meere sinkt der Salzgehalt auf 1·75 Proc. (bei Feodosia), in der Ostsee (bei Carlskrona) auf 1·1 Proc. und im Hafen von Kronstadt sogar auf 0·06 Proc.

Das halbsalzige Wasser, wie es in den genannten Meeren oder an den Mündungen großer Flüsse vorkommt, nennt man Brackwasser.

Jedoch nicht das Meer allein enthält Salzwasser; auch Seen sind mitunter salzig. Zu solchen Salzseen gehört das Todte Meer in Palästina, dessen Wasser Chlornatrium neben 12·2 Proc. Chlormagnesium, im Mittel 22·6 Proc. fester Bestandtheile enthält

(darunter im Mittel nur 6·8 Proc. Kochsalz). Das merkwürdigste Verhältnis besteht zwischen dem Kaspi-See, dessen Salzgehalt 1·3 Proc. beträgt und dem Karabugasbecken, das durch eine seichte Meerenge damit verbunden ist und dessen Salzgehalt 28·5 Proc. beträgt (u. zw. 8·3 Proc. Chlornatrium und 12·9 Proc. Chlormagnesium). Es kann zur Erklärung der Entstehung der Salzlager dienen (s. S. 81).

Hierher gehören ferner die Salzseen der Kirgisensteppe in Russland, deren bedeutendster der Elton-See ist, der Große Salzsee von Utah in Nordamerika und andere.

Die Gase, welche im Meerwasser (und ebenso auch im Süßwasser) gelöst vorkommen, sind hauptsächlich: Sauerstoff, Stickstoff und Kohlensäure. Von dem Vorhandensein dieser Gase hängt die Möglichkeit des organischen Lebens im Wasser ab.

Der im Wasser gelöste Sauerstoff ist für die durch Kiemen athmenden Thiere unentbehrlich. Sauerstoff und Stickstoff werden vom Wasser aus der Luft aufgenommen. Das Wasser absorbiert aber die Luft nicht als solche, sondern es löst den Sauerstoff in verhältnismäßig größerer Menge. Im Wasser sind Stickstoff und Sauerstoff im Verhältnis von 66:34 (1·9:1) enthalten (vgl. Luft, S. 112).

Die Wasserpflanzen entnehmen den zu ihrer Ernährung nöthigen Kohlenstoff der im Wasser gelösten Kohlensäure, die Landpflanzen nehmen ihn aus dem Kohlensäuregehalte der Luft.

Die Dichte des Meerwassers ist infolge des großen Salzgehaltes bei einer Temperatur von 0° im Mittel = 1·028 (bei 17·5 C = 1·026).

In Bezug auf die Temperatur, die größte Dichte und den Gefrierpunkt verhalten sich Süß- und Salzwasser sehr verschieden. Das Süßwasser hat seine größte Dichte bei 4° C, seinen Gefrierpunkt bei 0°.

Die Folge davon ist die Erscheinung, dass in allen tieferen Seen das unter 40—50 m lagernde Wasser während des ganzen Jahres eine Temperatur von nahezu 4° C mit kaum merkbarren Schwankungen zeigt, während sich das Wasser an der Oberfläche im Sommer erwärmt, im Winter aber so weit abkühlt, dass die Eisbildung von der Oberfläche aus vor sich geht.

Das Meerwasser hat infolge seines Salzgehaltes sein Dichtigkeits-Maximum nicht bei 4° C, sondern erst bei —4° bis —5° C, je nach dem geringeren oder größeren Salzgehalte. Der Gefrierpunkt liegt beim mittleren Salzgehalte bei —2·2° C.

Die Folge dieser Eigenthümlichkeiten des Meerwassers ist, dass in den tiefen Polarmeeren die Temperatur ohne Eisbildung unter Null sinken kann, und dass

in größeren Meerestiefen selbst unter den Tropen eine Temperatur unter  $4^{\circ}$  bis  $0.2^{\circ}$  C herrscht. Im allgemeinen nimmt die Temperatur des Meerwassers bis zu den tiefsten Schichten continuierlich ab.

3. Die **Lithosphäre**. Die Erde besteht, soweit wir sie der Tiefe nach kennen, aus Gesteinen oder Felsarten (Gebirgsarten). Von der alten Vorstellung, dass das Innere der Erde sich in einem schmelzflüssigen Zustande befinde, rührt die Bezeichnung Erdrinde oder Erdkruste her, womit wir in der Regel den uns bekannten äußeren Theil der Erdkugel bezeichnen.

Die höchsten Erhebungen der Lithosphäre (der Gaurisankar im östlichen Himälaya, 8840 *m* hoch) bleiben nur wenig hinter den größten gemessenen Meerestiefen zurück (9427 *m*, vgl. S. 114). Die mittlere Höhe der Festländer über dem Meeresspiegel ist aber viel geringer (sie beträgt etwa 700 *m*), als die mittlere Tiefe der Meere (3400 *m*) und macht beiläufig  $\frac{1}{5}$  der letzteren aus.

Die obersten Schichten der Erde zeigen Temperaturschwankungen, welche von der Stärke der Sonnenbestrahlung (Insolation)<sup>1)</sup> und der Ausstrahlung der dadurch erwärmten Erde abhängig sind. Die von dem täglichen Temperaturwechsel abhängigen Schwankungen erstrecken sich nur bis in eine Tiefe von 1 bis 1.3 *m*. In größerer Tiefe sind nur mehr die jährlichen Temperaturschwankungen bemerkbar. Sie nehmen mit der Tiefe immer mehr ab und verschwinden im mittleren Europa bei einer Tiefe von 20 bis 26 *m* gänzlich. In dieser Tiefe herrscht eine constante Temperatur, welche beiläufig der mittleren Jahrestemperatur des betreffenden Ortes entspricht. Von hier an nimmt die Temperatur mit der Tiefe zu, und zwar, wie die Beobachtungen in Bergwerken, in Bohrlöchern und in artesischen Brunnen ergeben, in dem Verhältnisse, dass im allgemeinen mit einer Tiefenzunahme von je 33—36 *m* die Temperatur um  $1^{\circ}$  C steigt.

Die größte im Paruschowitzer Bohrloche (bei Ribnik in Schlesien) erreichte Tiefe beträgt 2003 *m*, also erst  $\frac{1}{3185}$  des Erdhalbmessers (!).

Man nennt die Tiefenstufe, der eine Temperaturzunahme von  $1^{\circ}$  C entspricht, die geothermische Tiefenstufe. Die verschiedenen Werte der geothermischen Tiefenstufe, welche sich aus den Beobachtungen an verschiedenen Orten ergeben haben, und theils auf eine raschere, theils auf eine langsamere Temperaturzunahme hinweisen, lassen sich aus localen Verhältnissen erklären.

---

<sup>1)</sup> lat. *sol*, die Sonne; lat. *insolatio*, die Besonnung.

Die Gesteinszusammensetzung, der innere Bau und die Bildung der festen Erdkruste sind der Gegenstand der speciellen Geologie.

4. Das **Erdinnere** oder der **Erdkern**. Das Innere der Erde ist unserer directen Beobachtung verschlossen. Wir können daher nur aus den Erscheinungen in den äußeren Theilen der Erde Schlüsse ziehen auf die Beschaffenheit des Erdinnern. Die wichtigsten Erscheinungen, aus welchen wir zunächst auf den Aggregatzustand des Erdinnern schließen können, sind: 1. die mit der Tiefe fortschreitende Zunahme der Temperatur in der Erdrinde, 2. die heißen Quellen, 3. die Vulcane, aus deren Innern schmelzflüssige Gesteinsmassen (Lava) an die Erdoberfläche hervorbrechen.

Alle diese Erscheinungen führen zu der Annahme, dass in großer Tiefe sehr hohe Temperaturen herrschen, Temperaturen bis zum Schmelzpunkte der vulcanischen Gesteine, d. i. bis zu 1700° C und darüber, und mithin zu der Hypothese von einem schmelzflüssigen Erdinnern, welches wir als Pyrosphäre bezeichnet haben.

Nach dem angenommenen durchschnittlichen Werte der geothermischen Tiefenstufe (33—36 *m* für 1° C) müsste die Pyrosphäre in einer Tiefe von 56—72 *km* beginnen, woraus man auf die Dicke der Lithosphäre schließen könnte; dieselbe würde unter dieser Annahme  $\frac{1}{114} - \frac{1}{89}$  oder im Mittel  $\frac{1}{100}$  des Erdradius betragen. (!) Ihr Volumen würde etwa 31 Mill.  $\mu m^3$  betragen oder bei einem Erdvolumen von 1082 Mill.  $\mu m^3$  etwa  $\frac{1}{35}$  desselben ausmachen. Über die Beantwortung der Frage, in welchem Aggregatzustande sich das Innere unseres Planeten befinde, besitzen wir keinerlei Sicherheit. Auf Grund der Erkenntnis, dass Gase und Dämpfe unter Anwendung hohen Druckes verflüssigt werden können und dass durch Druckwirkung die Schmelzbarkeit der festen Körper vermindert, d. h. der Schmelzpunkt erhöht werden kann, haben manche Forscher die Meinung vertreten, der Kern der Erde sei starr und nur unter der Erdoberfläche, wo der Druck ein geringerer ist, könne der Zustand der Schmelzflüssigkeit bestehen.

Die Annahme eines schmelzflüssigen Erdinnern steht in vollkommener Übereinstimmung mit der aus astronomischen und physikalischen Thatsachen abgeleiteten Folgerung, dass der Erdkörper ursprünglich eine schmelzflüssige Kugel gewesen sei, um die sich infolge allmählicher Abkühlung eine feste Kruste gebildet habe.

Auf die stoffliche Zusammensetzung des Erdinnern können wir schließen durch den Vergleich der geringen Dichte der äußeren Erdhüllen mit der hohen mittleren Dichte des ganzen Erdballes (5.6) und durch die Erwägung der Thatsache, dass die dichtesten Gesteine der Lithosphäre, die Basalte und Olivingesteine

( $D. = 2.9-3.6$ ), zugleich die eisenreichsten Gesteine sind. Aus dem Angeführten ergibt sich, dass die mittlere Dichte der Massen des Erdinnern größer sein muss als die mittlere Dichte der Erde. Man hat daher den Erdkern mit Recht auch als Barysphäre<sup>1)</sup> der Erde bezeichnet, und es ist wahrscheinlich, dass das Erdinnere vorherrschend aus Eisen ( $D. = 7.8$ ) zusammengesetzt ist.

Der amerikanische Geologe J. Dana nahm an, dass etwa  $\frac{2}{3}$  des ganzen Erdkörpers aus Eisen bestehe. Der eiserne Erdkern müsste unter dieser Voraussetzung in einer Tiefe von etwa  $81 \mu m$  beginnen. Zu der Annahme von einem aus Eisen bestehenden Erdkerne berechtigen uns auch die Trümmer anderer Weltkörper, welche von Zeit zu Zeit auf unsere Erde fallen, die Meteoriten. Diese bestehen entweder aus Gesteinsmassen, welche den Laven unserer Erde mehr oder weniger ähnlich sind (Meteorsteine), oder aus Massen von gediegenem, nickelhaltigem Eisen (Meteoreisen), vergl. S. 53 u. 54. Beide Arten von Meteoriten werden als Bruchstücke zersprengter Himmelskörper aufgefasst, und ist es eine wahrscheinlich berechtigte Annahme, dass die Meteorsteine als die Trümmer der Lithosphäre, die Meteoreisen aber als die Trümmer der Kerne oder der Barysphäre jener Himmelskörper aufzufassen seien.

**Der Schauplatz des organischen Lebens** ist der Boden des Luftmeeres (für die Landbewohner) und die mit den Bestandtheilen der atmosphärischen Luft imprägnirte Wasserhülle der Erde (für die Wasserbewohner). Nur durch Vermittlung der Luft wird das Thier- und Pflanzenleben unterhalten.

Die Pflanzen- und Thierformen der Gegenwart sind aber nicht die ersten, welche auf der Erde zur Entwicklung gelangten. Von jener durch unermessliche Zeiträume von der Gegenwart getrennten Zeitperiode an, da die physikalischen Verhältnisse der Erdoberfläche organisches Leben möglich machten, haben unzählbare Generationen von Pflanzen und Thieren gelebt und sind wieder ausgestorben, um neuen Generationen Platz zu machen.

Die Dichtigkeitsverhältnisse der Luft, die Strömungen derselben, ihr Feuchtigkeitsgehalt, die durch denselben bedingten Niederschläge und die Wärmeverhältnisse in der Atmosphäre sind die wesentlichen Elemente für die Entwicklung der Flora sowohl als auch der Fauna. Die Paläontologie lehrt uns, dass die Pflanzenwelt und ebenso die Thierwelt eine lange Geschichte haben, die innig mit der Entwicklungsgeschichte der Erde verknüpft ist.

Man findet die Reste der ausgestorbenen Pflanzen und Thiere in den Gesteinen der Lithosphäre eingeschlossen, oft nur vereinzelt, oft aber in solcher Menge, dass sie ganze Schichten erfüllen und

<sup>1)</sup> S. Anm. S. 111.

sehr wesentlich zur Gesteinsbildung beitragen. Die Substanz derselben war in den Erdschichten einer oft sehr weitgehenden Umwandlung unterworfen, bei welcher aber die ursprüngliche Gestalt und nicht selten auch die Structur mehr oder weniger gut erhalten blieb. Man nennt solche oft veränderte Überreste von Pflanzen und Thieren der Vorwelt Versteinerungen (Petrefacten) oder Fossilien (S. 1).

Die Art und Weise, wie Reste von vorweltlichen Thier- und Pflanzenformen verändert wurden, ist eine sehr verschiedene. Die Veränderung kann geschehen: 1. durch Verkohlung; 2. durch Verwitterung oder Auslaugung; 3. durch Überrindung oder Incrustation; 4. durch Abformung und 5. durch eigentliche Versteinerung oder Petrificierung.

Die Verkohlung ist besonders in Bezug auf die Erhaltung der Pflanzenreste von größter Wichtigkeit. Dabei wird die organische Substanz des Körpers nicht gänzlich zerstört, sondern nur in eigenthümlicher Weise umgewandelt. Sie verliert an Stoff, und zwar derart, dass die sich abscheidenden Verbindungen (Wasser, Kohlensäure, Sumpfgas) reich an Sauerstoff und Wasserstoff sind, wodurch in der zurückbleibenden Masse der Gehalt an diesen beiden Elementen immer mehr abnimmt, der Gehalt an Kohlenstoff aber relativ zunimmt. In den verschiedenen Arten der fossilen Kohlen ist daher die Pflanzensubstanz mehr oder weniger carbonisirt<sup>1)</sup>, so dass Torf, Lignit, Braunkohle, Schwarzkohle und Anthracit verschiedene Stadien dieses Umwandlungsprocesses darstellen.

Bringt man bei diesen einzelnen Substanzen die Aschenmenge und die geringen Mengen von Stickstoff, welche sie enthalten, in Abrechnung, so ergibt sich folgende durchschnittliche Zusammensetzung in 100 Gewichtstheilen:

Holz . . . . .	50 C	6 H	44 O
Torf . . . . .	60 "	6 "	34 "
Lignit . . . . .	67 "	6 "	27 "
Braunkohle . . . . .	75 "	5 "	20 "
Schwarzkohle . . . . .	83 "	5 "	12 "
Anthracit . . . . .	93 "	4 "	3 "

Die Verwitterung oder Auslaugung betrifft besonders die Hartgebilde verschiedener Organismen, vor allem die wesentlich aus Calciumcarbonat oder Calciumphosphat bestehenden Skelet-Theile.

<sup>1)</sup> lat. *carbo*, die Kohle; *carbonescere*, zu Kohle werden.

Bei den Knochen der Wirbelthiere vermindert sich allmählich der das Bindemittel der Knochenerde ausmachende thierische Leim, bis er ihnen vollständig entzogen ist. Ähnlich verhält es sich mit den Gehäusen der Muschelthiere und Stachelhäuter, mit den Panzern der Krebse u. s. w.

Die Incrustation der organischen Reste erfolgt in der Regel nur äußerlich, entweder durch mechanisch zugeführte Materialien oder durch chemische Niederschläge. Das am häufigsten auftretende Umhüllungsmittel ist Calciumcarbonat, welches im Wasser gelöst beim Verdunsten des Wassers als eine Kruste zurückbleibt.

Die Abformung findet statt, wenn irgend ein organischer Körper in Sand, Schlamm oder Kalk eingebettet wird, so dass er in der umschließenden Substanz einen Abdruck seiner äußeren Form bildet, ein „Negativ“, an welchem die Oberflächenstructur des Originals umso genauer und schärfer ausgeprägt sein wird, je feiner und plastischer das umhüllende Material war. Ist dann der ursprüngliche Körper durch Auslaugung oder Verwitterung ganz entfernt, so werden, wenn das Abformungs-Material widerstandsfähig genug ist, äußere Abdrücke und Ausfüllungen der Innenräume, sogenannte „Steinkerne“, erhalten bleiben.

Hierbei ist es wichtig zu bemerken, dass die Widerstandsfähigkeit der kalkigen Schalen je nach der Substanz und Structur derselben sehr verschieden ist. Die ungemein feinfaserig gebauten Schalen der Schnecken unterliegen z. B. der Zerstörung und Auflösung leichter als die feinschuppig gebauten Austernschalen.

Die eigentliche Versteinerung oder Petrificierung besteht darin, dass der eingeschlossene Naturkörper ganz von Mineralsubstanz durchdrungen wird. Die Hauptversteinerungsmittel sind Calciumcarbonat und Kieselsäure; aber auch Schwefelkies spielt eine wichtige Rolle. Man unterscheidet darnach verkalkte, verkieste und verkieste Petrefacten.

Bei Körpern, welche, wie die Knochen und Conchylienschalen, aus organischer und anorganischer Substanz zusammengesetzt sind, geht mit dem Petrificierungsprocess zugleich der Auslaugungsprocess Hand in Hand. Es wird nämlich die organische Substanz zerstört und durch das Versteinerungsmittel ersetzt, so dass dann z. B. die fossilen Knochen in der Regel bloß aus Calciumphosphat und Calciumcarbonat bestehen.

Es kann geschehen, dass die organische Substanz von dem Versteinerungs-Materiale derart durchdrungen wird, dass die Structur bis ins kleinste Detail erhalten bleibt. Hierbei spielt besonders die Kieselsäure eine hervorragende Rolle. Sie

ist das vollkommenste Versteinerungsmittel, zumal für die holzigen Pflanzentheile. Diese lassen bei verkieseltem Zustande in Dünnschliffen oft noch ihren feineren anatomischen Bau, die Jahresringe, Markstrahlen, Zellen und Gefäße auf das deutlichste erkennen.

Zu den Versteinerungen rechnet man auch Eindrücke oder Spuren, welche Thiere zuweilen in den Erdschichten hinterlassen haben, wie die Fährten von Vögeln, Amphibien, Reptilien, Krebsen u. s. w.

## C. Die Wechselwirkungen der einzelnen Glieder des Erdganzen aufeinander.<sup>1)</sup>

### 1. Die geologischen Wirkungen des Wassers.

Hierher gehören die aus dem Kreislaufe des Wassers hervorgehenden Vorgänge der Verwitterung und Zerstörung, des Abtrages (Denudation)<sup>2)</sup>, der Auswaschung (Erosion), der Fortführung (Transportation) und des Wiederabsatzes (Sedimentation) von Gesteinsmaterial. Es sind dies Einwirkungen der Atmosphäre und Hydrosphäre auf die Lithosphäre.

Der **Kreislauf** des **Wassers**. Die Wassermassen unserer Erde sind in einem beständigen Kreislaufe begriffen. Man hat die Gesamtmasse des durch die Sonnenwärme jährlich verdampfenden Wassers mit  $430 \mu m^3$  berechnet, das wäre  $\frac{1}{3000}$  des Wassers der Erde. Das Wasser steigt als Wasserdampf in die Luft, verdichtet sich und kommt als atmosphärischer Niederschlag wieder auf die Erde zurück. Man nimmt ganz beiläufig an, dass von den atmosphärischen Niederschlägen  $\frac{1}{3}$  sofort verdunstet oder von der Thier- und Pflanzenwelt aufgenommen,  $\frac{1}{3}$  vom Boden aufgesogen wird und  $\frac{1}{3}$  oberflächlich abfließt.

Das Wasser, welches vom Boden aufgesogen wird, dringt theils auf Rissen und Klüften der Gesteine in die Tiefe, theils vermöge der Porosität und Capillarität der Gesteine in diese selbst ein. Daher ist die ganze Erdrinde bis zu einer gewissen Tiefe von Wasser durchtränkt. Dasselbe erscheint in den Erdschichten in dreifacher Weise: als Gebirgsfeuchtigkeit in den Poren aller Gesteine, als Grundwasser in wasserführenden Schichten, welche wasserundurchlässige Schichten zur Unterlage haben, und endlich als frei circulierendes Wasser in Spalten, Klüften und Höhlen. Eine besondere Art unterirdischer Wasserführung kommt endlich in der Nähe von Flüssen und Bächen vor, indem das Wasser derselben seitwärts in die wasserdurchlassenden Schichten der Ufer eindringt (infiltriert).

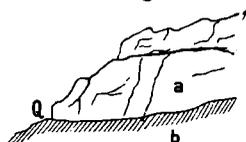
---

<sup>1)</sup> Man bezeichnet diesen Abschnitt der Geologie in neuerer Zeit gewöhnlich als dynamische Geologie (gr. *dynamis*, Kraft, Einfluss, Wirkung). <sup>2)</sup> Entblößung, d. h. Abtragung des verwitterten Materials.

Aus dem vom Boden aufgesogenen und unterirdisch angesammelten Grundwasser nehmen die Quellen ihren Ursprung. Das Quellwasser ist somit atmosphärischen Ursprungs und die Menge und Ergiebigkeit der Quellen hängt in erster Linie von der Menge der atmosphärischen Niederschläge ab.

Trifft das einsickernde Wasser auf eine schräg verlaufende wasserundurchlässige Schichte, so wird es an derselben abfließen und dort zutage treten, wo die wasserundurchlässige Schichte an die Oberfläche tritt („Schichtquelle“, Fig. 163). Ist diese wasserundurchlässige Schichte muldenförmig gelagert, so wird der Muldenraum sich

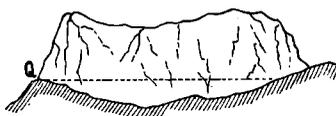
Fig. 163.



Schichtquelle.

- a Wasserdurchlässiger Kalk.
- b Wasserdichter Thonschiefer.
- Q Quelle.

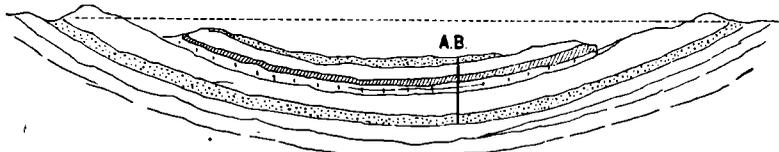
Fig. 164.



Überfallquelle.

mit Wasser anfüllen und wird bei weiterem Zuflusse das Wasser über die Ränder der Mulde abfließen („Überfallquelle“, Fig. 164). Liegt die unterirdische Muldenmitte tiefer als die Ränder, so wird das Wasser durch Bohrungen im Bereiche dieser tieferen Gebiete unter Umständen, wenn der Höhenunterschied groß genug ist, sogar zu springquellartigem Ausfließen gebracht werden können („Artesischer Brunnen“, Fig. 165).

Fig. 165.

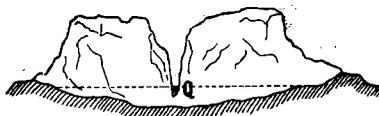


Artesischer Brunnen.

Reichen natürliche Aufschlüsse (z. B. Gebirgsspalten) tief genug, so wird das Wasser an solchen Stellen zum Ausflusse kommen („Thal- oder Spaltquelle“) (Fig. 166).

Alles Wasser, welches seinen Ursprung entweder direct oder indirect (mittelst der Quellen) in meteorischen Niederschlägen hat, heißt wegen seines geringen Salzgehaltes Süßwasser im Gegensatz zum Salzwasser des Meeres. Die Wirkungen, welche das Süßwasser auf die Lithosphäre ausübt, sind von zweierlei Art: chemische und mechanische Wirkungen.

Fig. 166.



Thal- oder Spaltquelle.

Das **Süßwasser** verdankt seine Wirksamkeit als **chemisches Agens** der Eigenschaft, sowohl Gase als auch feste Körper aufzulösen. Kein auf der Erdoberfläche circulierendes Wasser ist daher chemisch rein.

Schon das Regenwasser enthält Luft und Kohlensäure, daneben sehr häufig auch etwas Salpetersäure (bei Gewitterregen) und Ammoniak. Quell- und Flußwasser sind noch reicher an fremden Bestandtheilen, indem sie solche aus den Schichten der Erde, durch oder über welche sie fließen, aufnehmen. Die wichtigste

Fig. 167.



Karrenfeld vom Steinernen Meer in den Salzburger Kalkalpen.  
Nach einer photographischen Originalaufnahme von Prof. Dr. A. Penck.  
(Aus Toula's Lehrbuch der Geologie.)

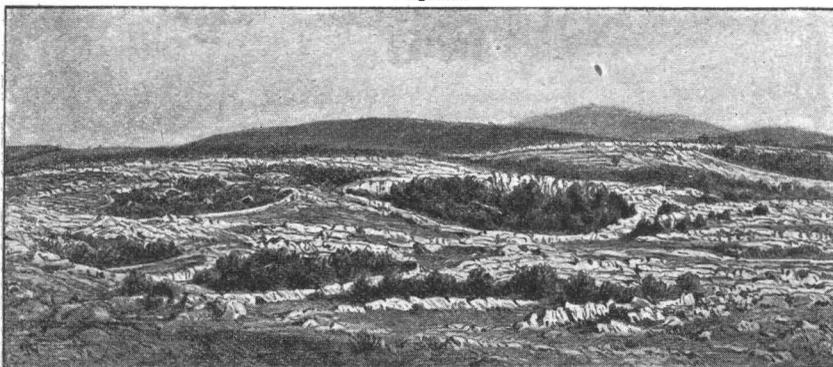
Rolle spielt dabei die Kohlensäure. Sie ist die Vermittlerin der Löslichkeit vieler Salze, namentlich des Calcium- und des Magnesiumcarbonates, welche in reinem Wasser fast unlöslich, in kohlensäurehaltigem Wasser aber als Bicarbonate löslich sind. Der Kohlensäuregehalt ist daher die Bedingung für das Vorkommen dieser Salze im Wasser; je nach der größeren oder geringeren Menge derselben unterscheidet man bekanntlich hartes und weiches Wasser. Trinkwasser soll nicht mehr als 1·8 bis 2 Gewichtstheile gelöste Stoffe (auf Kalkerde umgerechnet) in 10.000 Gewichtstheilen Wasser enthalten.

Die meisten Quellwässer sind hart, d. h. sie haben bei der Circulation in den Erdschichten eine größere Menge von Salzen aufgenommen; die Flußwässer sind in der Regel weich, weil sie verhältnismäßig wenig Bodenbestandtheile aufgelöst enthalten.

In weit größerer Menge als im gewöhnlichen Quell-, Brunnen- und Flußwasser sind Salze und auch andere mineralische Stoffe in den sogenannten Mineralwässern und in den meisten warmen und heißen Quellen (Thermen) enthalten, welche aus größerer Tiefe stammen (m. vgl. S. 113).

Kalkwässer sind reich an Kohlensäure und Calciumcarbonat, welches letzteres als Bicarbonat gelöst ist. Kieselwässer enthalten in größerer Menge Kieselsäure; sie sind fast durchwegs heiße Quellen. Sauerlinge haben einen reichen Gehalt an Kohlensäure; Eisensäuerlinge oder Stahlwässer enthalten daneben noch Eisencarbonat. Bitterwässer enthalten Magnesium- und Natriumsulfat. Schwefelwässer enthalten freien Schwefelwasserstoff neben Sulfaten und Carbonaten. Solen oder Solquellen sind stärkere oder schwächere Kochsalzquellen, die gewöhnlich in Gegenden entspringen, wo in der Tiefe Steinsalzlager vorkommen (s. S. 80).

Fig. 168.



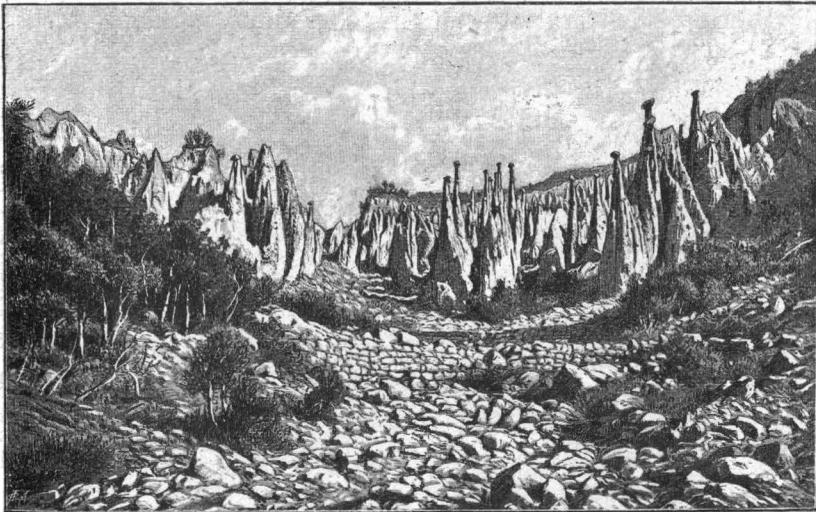
Dolinenlandschaft aus dem Trientiner Karst.  
Nach einer photographischen Originalaufnahme von Hofrath Dr. G. Stache.  
(Aus Toula's Lehrbuch der Geologie.)

Alle mineralischen Bestandtheile, welche das Wasser der Quellen und Flüsse enthält, sind den Schichten der Erde durch allmähliche Auslaugung und Auflösung von Gesteinen entnommen. Folgeerscheinungen dieser, oft durch ungemein lange Zeiträume fortdauernden Auslaugungsprocesse sind die eigenartigen Karrenfelder (Fig. 167), mit ihren unzähligen, durch scharf schneidige Kämme geschiedenen Wasserfurchen, sowie die unterirdischen Hohlräume im Kalkgebirge. Im Karste und auf ähnlichen entwaldeten Kalkgebieten kommt noch das Auftreten von eigenartigen trichterförmigen Vertiefungen „Dolinen“ dazu, durch welche eine vielfache Verbindung der Oberfläche mit unterirdischen Höhlenzügen hergestellt wird (Fig. 168).

Hierher gehört die Bildung der Höhlen in Gyps- und Kalkgebirgen, z. B. die „Gypsschlotten“ in Thüringen und am Harze, sowie die Kalksteinhöhlen, wie sie am großartigsten im Karst (Adelsberger Grotte Fig. 153, S. 83, Reka-Höhlen von St. Canzian bei Divacca mit gewaltigen Deckeneinbrüchen, Kreuzberg-Höhle u. s. w.) und in den Karpathen (Agteleker Höhle) sich finden.

Auf die chemischen Wirkungen des Wassers ist auch die Verwitterung, Lösung, Zersetzung und Auflockerung selbst solcher Gesteine zurückzuführen, deren Bestandtheile nur in geringem Grade löslich sind.

Fig. 169.



Die Erdpyramiden von Segonzano an einem Seitenbache der Regnana (unterer Avisio).  
(Nach einer Photographie von Unterweger in Trient.)

Der chemische Einfluss des Wassers ist jedoch nicht bloß ein zerstörender und umwandelnder, sondern gleichzeitig auch wieder ein neubildender. Die Kalkwässer, welche infolge ihres Kohlensäuregehaltes aus kalkhaltigen Gesteinen viel Calciumcarbonat, zum größten Theile als Calciumbicarbonat aufgelöst haben, setzen Calciumcarbonat in Form von Kalksinter und Kalktuff wieder ab, sobald dem Wasser die freie und die halbgebundene Kohlensäure bei der Verdunstung des Wassers, beim Zerstäuben desselben oder unter dem Einflusse der Vegetation entnommen wird.

Fig. 170.

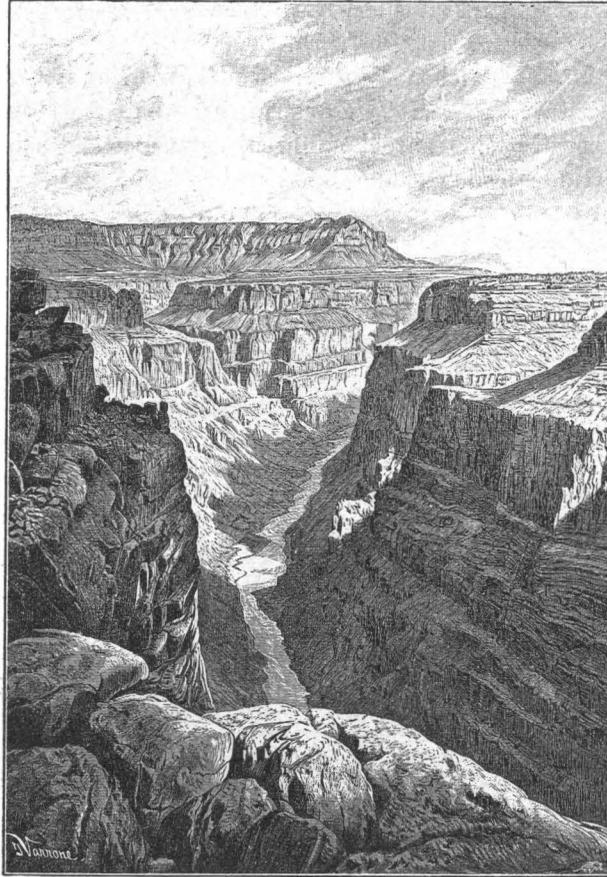


Fig. 170 α.

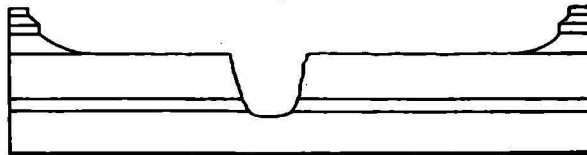


Fig. 170. Blick in die ca. 900 m tiefe Erosionsschlucht des Grand Cañon am Colorado in Arizona. (Nach einer Heliotypie.)

Fig. 170 α. Querschnitt durch das Thal des Colorado (Grand Cañon).

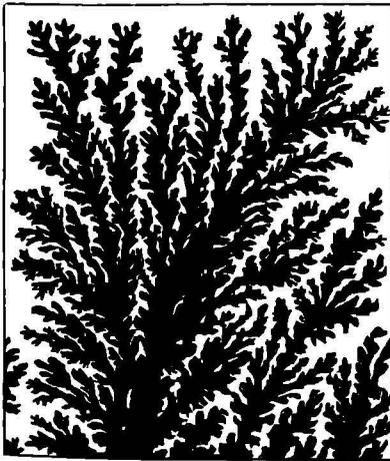
Auf diese Art entstehen Absätze und Übrindungen der mannigfaltigsten Art. Die Tropfsteine der Kalkhöhlen (Stalaktiten, Stalagmiten und Tropfsteinsäulen, Fig. 153, S. 83) bilden sich durch Verdunstung des kalkreichen Wassers an der Decke und beim Falle durch die Luft.

Die mächtigen Ablagerungen von Kalktuff, wie z. B. der durch den kalkreichen Anio bei Tivoli unweit Rom gebildete Travertin <sup>1)</sup>, aus welchem die Riesenquadern für die Prachtbauten Roms gebrochen wurden, entstehen zum Theile unter Mitwirkung pflanzlichen Lebens, wodurch dem Wasser Kohlensäure entnommen wird. <sup>2)</sup>

Wie bedeutend die durch Lösung des Kalkes im Quellwasser erfolgende Stoffaufnahme ist, mag durch die Angabe ersehen werden, dass die beiden Hauptquellen der Wiener Hochquellenleitung (Kaiserbrunnen und Stixensteinerquelle) alljährlich 1500 m<sup>3</sup> Kalkcarbonat in gelöster Form aus dem Kalkgebirge herausbringen. Von den 1·39 Theilen in 10.000 Theilen Wasser gelösten Stoffen entfallen 1·03 Theile auf das Kalcarbonat.

Auch die meisten Erzlagerstätten sind nur durch chemische Niederschläge aus Wasser entstanden. Die Limonitbildungen oder

Fig. 171.



Dendriten auf einer Kalkmergelplatte.  
(Aus Toulou's Lehrbuch der Geologie.)

die Raseneisensteine in Sümpfen und Torfmooren verdanken ihre Entstehung eisenhaltigen Wässern (man vgl. S. 72). Die Bildung der meisten Erzgänge lässt sich auf wässerigem Wege durch Infiltration metallischer Lösungen in die Spalten der Gebirge erklären (S. 85).

Auf solche Infiltration ist auch die Entstehung der eigenartigen moosähnlichen Mineralanflüge, die sogenannten Dendriten (m. vgl. S. 38), zurückzuführen (Fig. 171), welche man in feinen Haarspalten plattiger Gesteine nicht selten findet.

<sup>1)</sup> Lapis tiburtinus der alten Römer. <sup>2)</sup> S. S. 84.

Die **mechanischen** Wirkungen des Süßwassers.

a.) Erosion oder Auswaschung. Jedes fließende Wasser wäscht durch Abreibung, Zertrümmerung und Fortschaffung von

Fig. 172.

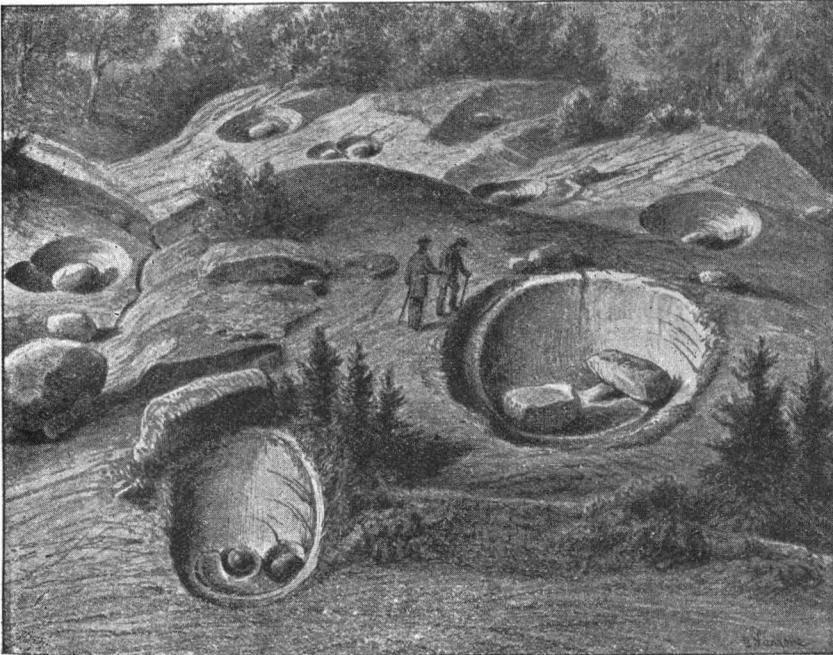


Liechtenstein-Klamm im Großarl-Thale bei St. Johann im Pongau.

Gesteinsmaterial eine Rinne aus, die mit der Zeit tiefer und tiefer wird und zur Thalbildung führt (Erosionsthäler).

Jede Thalbildung beginnt zunächst damit, dass das auf mehr oder weniger geneigtem Boden abfließende Wasser eine Menge von getrennten, kleinen Wasser-  
rinnen bildet, die bei stärkerer Neigung in tiefere und weiter auseinander liegende  
Furchen zusammenlaufen. Hat auf diese Weise einmal die Furchenbildung begonnen,  
so wächst das Thal von unten nach oben; unten verbreitert und vertieft es sich,  
nach oben oder rückwärts schneidet es sich weiter ein und vergrößert auf diese Weise  
gleichzeitig sein Gebiet. Außerordentlich begünstigt wird dieser Auswaschungs-  
Process in Klimaten, wo häufigerer Wechsel von Frost und Thauwetter eintritt, und  
das in den Spalten der Gesteine enthaltene Wasser bei jedesmaligem Erstarren zu

Fig. 173.



Die Riesentöpfe im „Gletschergarten“ bei Luzern.  
(Aus Toula's Lehrbuch der Geologie.)

Eis sich ausdehnt, die Felsen auseinanderreibt und zertrümmert. So werden die  
massigsten Gebirge und die mächtigsten Plateaus nach und nach bis in ihr Centrum  
ausgefurcht und ausgenagt (man vgl. Fig. 167 u. 168 auf S. 123 u. 124). Schmale Fels-  
kämme, schroffe Felsgipfel, Erdpyramiden (Fig. 169, S. 125) und endlich Abtragung  
auch dieser Ruinen sind das Endresultat des Erosionsprocesses, der auf die Aus-  
gleichung, auf die Nivellierung aller Höhenunterschiede hinarbeitet.

Die Form der Thäler ist vielfach durch die Beschaffenheit der Gesteine be-  
dingt. Die einen werden der erodierenden Thätigkeit einen größeren Widerstand  
entgegenzusetzen, die anderen einen geringeren; die Thäler werden durch dieselben

Wassermengen in dem ersteren Falle breiter und tiefer, in dem letzteren enger oder weniger tief ausgenagt werden. Gewisse Gesteine haben die Fähigkeit, mit steilen Wänden aufzuziehen, man kann sie „standfest“ nennen. Die Form des Durchschnittes durch ein Thal in solchen Gesteinen wird im allgemeinen die U-Form annehmen. Andere Gesteine wieder haben die Neigung leicht zu zerfallen, die Hänge der Täler in solchen Gesteinen werden sanfter ansteigen und ihr Profil wird sich V-förmig gestalten. Eine der auffallendsten Erscheinungen

Fig. 174.

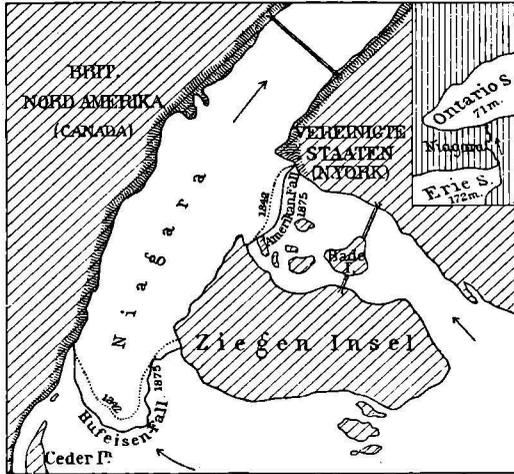
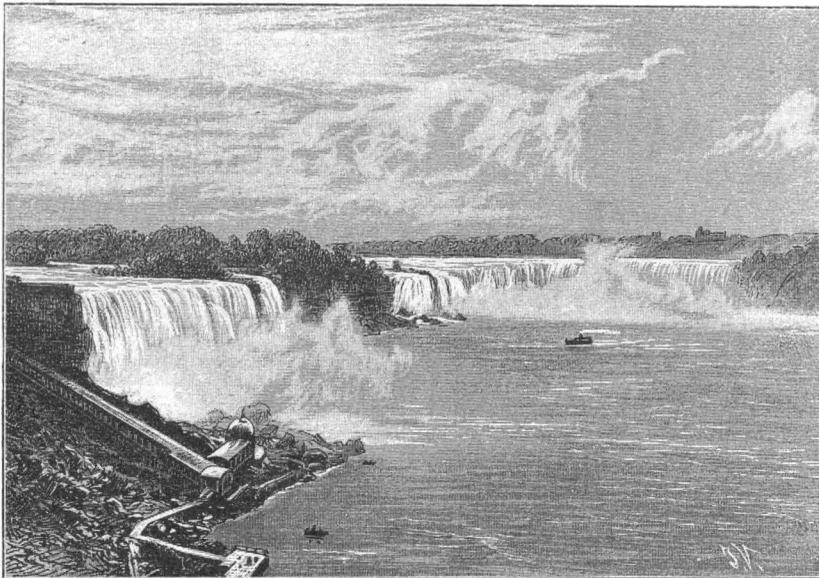


Fig. 175.



Die Wasserfälle des Niagara zwischen dem Erie-See (172 m) und dem Ontario-See (71 m).  
(Nach einer Photographie.)

Die Höhe des amerikanischen Falles beträgt 47 m, jene des Hufeisenfalles 44 m. Die punktierten Linien an den Fällen deuten die Lage der Fälle in dem Jahre 1842 an.

findet sich ganz besonders schön an manchen Stellen unserer Kalkalpen in den sogenannten „Klammern“ (Fig. 172), wo das standfeste Gestein in enge Schluchten mit oft selbst überhängenden Wänden infolge der auflösenden Thätigkeit des Wassers ausgenagt und durch die vom Wasser fortgewälzten Gesteinsbrocken und Blöcke förmlich ausgescheuert wurde. Eine recht auffallende Erscheinungsform solcher Ausschauerungen bilden die sogenannten Riesentöpfe (m. vgl. Fig. 173). Auch die Stromschnellen („Katarakte“) und Wasserfälle (Fig. 174 und 175) sind in den meisten

Fig. 176.

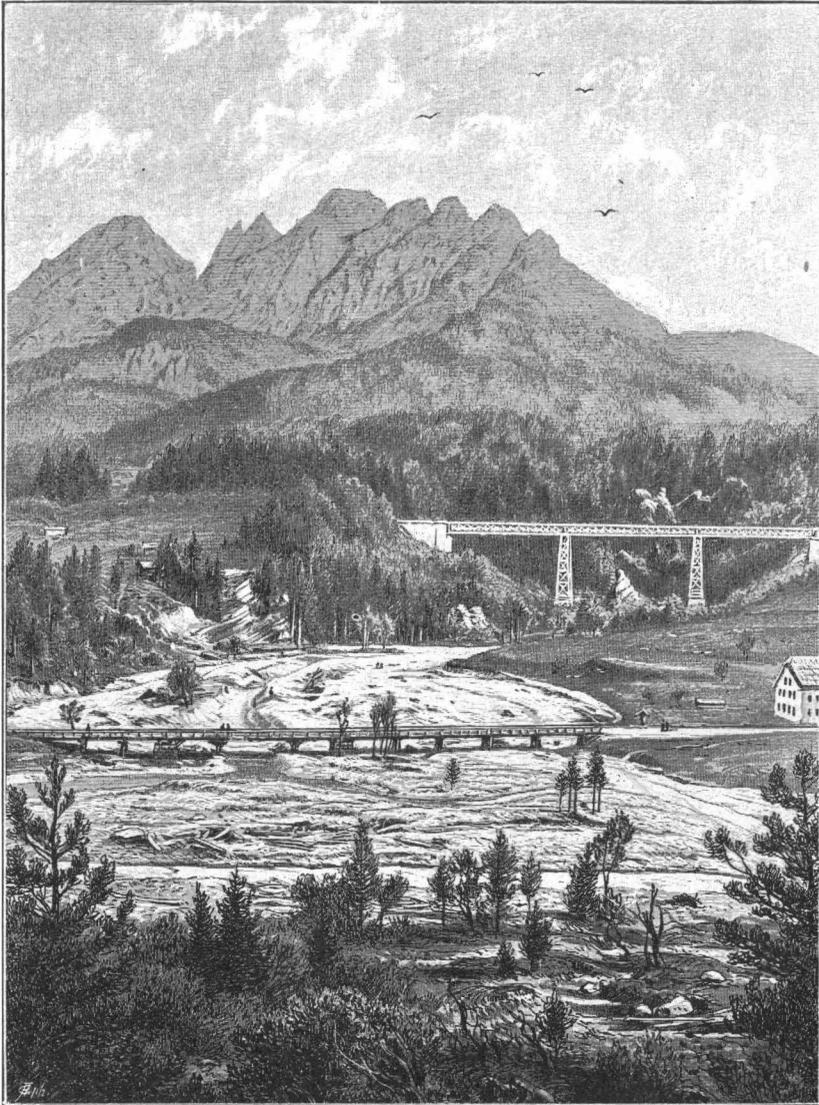


Riesenblöcke bis zu 200 m<sup>3</sup> und 300 Tonnen Gewicht. Abgelagert bei der Wildbach-Katastrophe (12. Juli 1892) von St. Gervais, westl. vom Mont Blanc.  
(Nach einer Photographie.)

Fällen auf dieselbe Weise zu erklären. Das fließende Wasser hat das Bestreben, seine Bahn, den Thalweg gleichmäßig zu gestalten; wo es aber größerem Widerstand begegnet, wird sein Arbeitserfolg ein geringerer sein, es werden sich infolge dessen förmliche Abstufungen bilden, in dem einen Falle Stromschnellen, im anderen geradezu Wasserfälle.

Das Product des Zerstörungsprocesses der Gesteine, welcher unter dem Einflusse der Atmosphäre, des Regens, des Frostes, des bewegten Wassers, aber auch des Windes, der Pflanzen u. s. w.

Fig. 177.



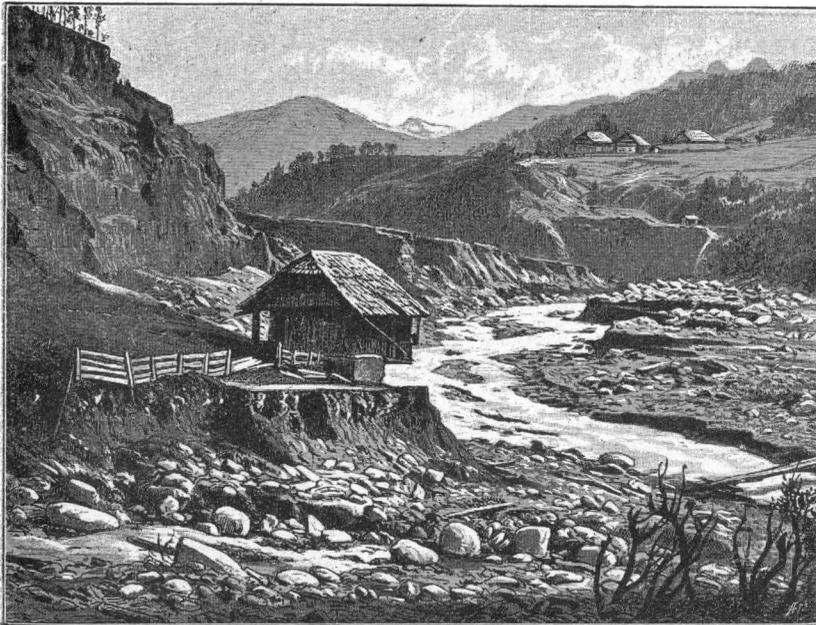
Vermurung des Thalbodens durch den Weißenbach in Krain zwischen Weißfels ...  
und Tarvis. Im Hintergrunde die fünf Spitzen Lei Raibl.

(Nach einer photographischen Aufnahme von Franz Toula.)

stattfindet, ist der Gebirgsdetritus<sup>1)</sup>, d. h. der Gesteins- oder Gebirgsschutt und der Gesteinsgrus. Ersteren sehen wir an den Bergabhängen oft mächtige, hoch hinaufziehende Schutthalden bilden (man vgl. Dolomitbild, Fig. 249, S. 209), letzterer bedeckt mehr oder weniger die ganze Oberfläche der der Verwitterung und dem Zerfallen zu Grus ausgesetzten Gesteine.

b.) Fortführung (Transportation) und Ablagerung (Sedimentation) von Gesteinsmaterial.

Fig. 178.



Verheerung durch den Wielenbach (rechtes Ufer der Rienz, oberhalb Bruneck).  
September 1882. (Nach einer Photographie.)

Das von der Verwitterung der Gebirge herrührende Material (Schutt und Grus) wird durch Regengüsse in die Gebirgsbäche und aus diesen in die Flüsse geführt; es wird von diesen fortgeschafft und an geeigneten Stellen wieder abgelagert, wodurch zu Neubildungen, zur Bildung der sogenannten klastischen<sup>2)</sup> Gesteine (Trümmergesteine, m. vgl. S. 177) Veranlassung gegeben wird.

<sup>1)</sup> lat. *détritus*, abgenützt, abgerieben. <sup>2)</sup> gr. *klastós*, zerstückt, zertrümmert.

Fig. 179.



Der Bergsturz am Arlberg. (Nach Photographien von V. Pollack und F. Toula.)

Bei der Fortschaffung findet eine natürliche Sichtung des Materials statt, das gröbere sondert sich vom feineren.

Das transportierte und wieder abgelagerte Material ist im allgemeinen je entfernter vom Ursprungsorte desto feiner, und zwar aus zwei Ursachen: 1. weil

bei dem weiteren Transporte die größeren Massen durch gegenseitiges Abreiben (Geschiebe, Gerölle) mehr und mehr verkleinert werden, und 2. weil große Blöcke und Geschiebe bei der im allgemeinen flußabwärts mit dem stets geringer werdenden Gefälle abnehmenden Geschwindigkeit des Wassers nicht so weit transportiert werden können, als feiner Sand und Schlamm.

Die bewegende Kraft des fließenden Wassers nimmt zu mit der Masse desselben und wächst im Quadrate der Geschwindigkeit, woraus die verheerende Wirkung plötzlich anschwellender Gebirgsbäche mit großem Gefälle (Wildbäche) hervorgeht, welche imstande sind, Riesenblöcke bis zu  $200 m^3$  (Fig. 176) zu transportieren. Die Schuttmasse (Mure), welche sich bei der verheerenden Katastrophe von St. Gervais, westlich vom Mont Blanc, in der Thalebene von Fayet abgelagerte, dieselbe „vermurte“,

Fig. 180.



Erdabrutschung bei Tarvis in Kärnten.  
(Nach einer photographischen Aufnahme von F. Toula.)

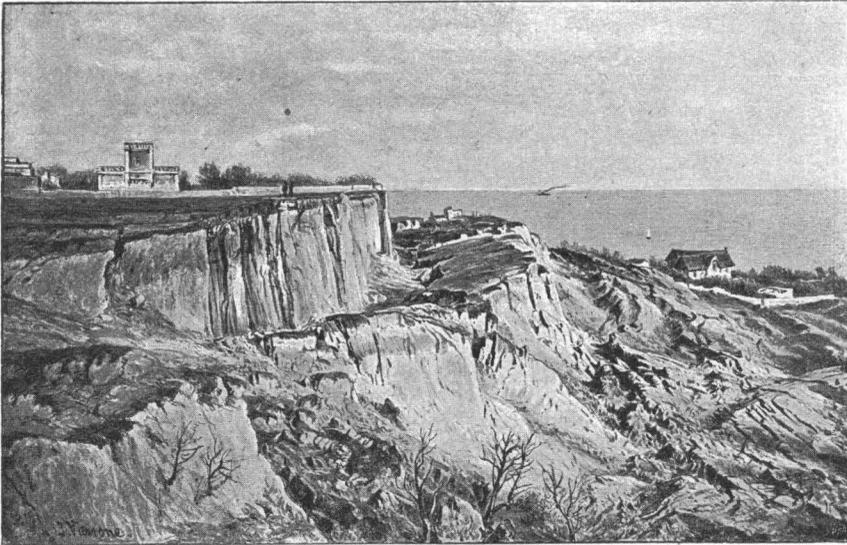
Die bewegende Kraft des fließenden Wassers nimmt zu mit der Masse desselben und wächst im Quadrate der Geschwindigkeit, woraus die verheerende Wirkung plötzlich anschwellender Gebirgsbäche mit großem Gefälle (Wildbäche) hervorgeht, welche imstande sind, Riesenblöcke bis zu  $200 m^3$  (Fig. 176) zu transportieren. Die Schuttmasse (Mure), welche sich bei der verheerenden Katastrophe von St. Gervais, westlich vom Mont Blanc, in der Thalebene von Fayet abgelagerte, dieselbe „vermurte“, beträgt etwa  $600.000 m^3$ . Die Menge der bei der Hochwasser - Katastrophe am 17. September 1882 bei Bruneck im Pusterthale in Schlammform vorbeigeschleppten Massen wurde allein auf fast 2 Millionen Tonnen, d. s.  $700.000 m^3$ , geschätzt. Die Fig. 178 zeigt die Verheerung des Wielenbaches bei Bruneck (Tirol) durch Abtrag der Thalhänge und Zerstörung des Thalbodens. Die Vermurung eines Thalbodens zeigt Fig. 177. Bei solchen Ereignissen werden aber auch oft ganze Berghänge hinweggeführt („Bergstürze und Schuttrutschungen“) und die alten Anhäufungen der Thalwege weithin aufgewühlt und fortgetragen. Eine Vorstellung von der Großartigkeit der Bergsturz-Verheerungen wird das Bild Fig. 179 geben, welches den Bergsturz zur Anschauung bringt, der sich auf der Westseite des Arlberges am 9. Juli 1892 ereignete. Es lässt uns im Hintergrunde die Abbruchstelle und die Sturzbahn, sowie auch das Ablagerungsgebiet der abgebrochenen und bei dem Absturze zertrümmerten Felsmassen ganz gut überblicken. Die Fig. 180 zeigt eine ganz kleine Erdabrutschung bei Tarvis in Kärnten.

Eine großartige Erdbewegung versinnlicht die Fig. 181 (S. 136). Bei Odessa versanken weite Strecken des Plateaurandes infolge der Durchtränkung gewisser tiefer liegenden Schichten.

Ablagerungen müssen überall dort stattfinden, wo durch locale Verhältnisse die Geschwindigkeit des Wassers vermindert wird, so an der inneren concaven Seite größerer Flußkrümmungen, an der Einmündung reißender Gebirgsbäche in einen langsamer fließenden Fluß, beim Austritt der Gewässer aus dem Gebirge in die Ebene, sowie bei der Mündung der Flüsse in Seen und ins Meer.

In jedem Flußlaufe werden die großen Blöcke oder das grobe Geschiebe zuerst, dann die kleineren Flußgeschiebe, der sogenannte Kies und Schotter,

Fig. 181.



Uferabstürze bei Odessa (5. November 1897).

(Nach einer photogr. Aufnahme von Prof. Sinzow. Aus Toula's Lehrbuch der Geologie).

später Sand und zuletzt Schlamm (der „Silt“ der unteren Donau) besonders an den Mündungen der Flüsse, wo das Gefälle gleich Null wird, abgelagert.

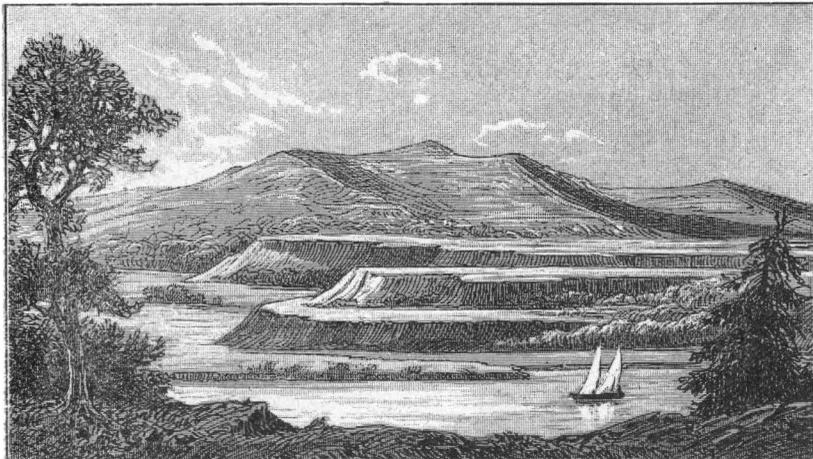
Auf diese Weise entstehen die Kies- und Sandbänke und ebenso die Inseln in größeren Strömen, die mächtigen Schotterkegel oder fächerförmig sich ausbreitenden Schutt- und Steinfeldern und Gebirgsablagerungen am Fuße der Gebirge (z. B. das Steinfeld bei Wiener-Neustadt), die ausgedehnten erdigen und sandigen Alluvialebenen im Tieflande und die sumpfigen und schlammigen Deltabildungen an den Mündungen der Flüsse in Seen und Meere.

Unter Umständen, z. B. bei lange anhaltenden Hochwässern, werden auf weite Strecken hin ganze Thalwege mit solchen Schuttmassen förmlich angefüllt, so dass später die wasserärmeren Gewässer ihren Weg durch dieselben sich durch Auswaschung bahnen müssen. Die Schuttmassen werden dann die Uferhänge der Bäche und Flüsse

bilden. Die „Terrassen“ (Fig. 182) an vielen einst wasserreicheren Flüssen sind vielfach auf solche Vorgänge zurückzuführen. Am häufigsten und schönsten finden sie sich auch dort, wo Nebenthäler in das Hauptthal ausmünden.

Man bezeichnet die Ablagerungen der Flüsse als fluviale Bildungen oder Fluß-Alluvionen, die Ablagerungen in Seen als lacustrine<sup>1)</sup> Bildungen, und die Ablagerungen an den Flußmündungen, wo sich Süß- und Salzwasser zu sogenanntem Brackwasser vermengen, als fluvio-marine oder brackische Bildungen.

Fig. 182.



Fluß-Terrassenlandschaft am Connecticut River in New Hampshire in Nordamerika.  
(Nach Dana.)

Die **chemischen** Wirkungen des **Salzwassers** bestehen hauptsächlich in dem Absatze der in ihm gelösten Salze. Ein solcher Salzabsatz findet überall dort statt, wo in Salzseen oder in abgeschlossenen Meeresbuchten das Wasser durch Verdunstung und fortgesetzte Salzzufuhr nach und nach zu einer übersättigten Salzlauge wird, aus der sich dann die im Überschusse gelösten Salze absetzen (s. S. 81 und 115).

Bei diesem Prozesse setzen sich die Salze nach dem Grade ihrer Löslichkeit in einer gewissen Reihenfolge ab; zuerst scheiden sich die schwerlöslichen Salze, hauptsächlich Gyps, aus, dann das Steinsalz, und erst zuletzt die am leichtesten

<sup>1)</sup> lat. *lacustris*, zum See gehörig.

löslichen Kalium- und Magnesium-Salze (Salzgewinnung in den sogenannten „Salzgärten“ an regenarmen Flachküsten). In solcher Reihenfolge findet man die Salze in dem Salzlager von Staßfurt (südlich von Magdeburg in Preußen) schichtenweise übereinander abgelagert. Auf diese Weise müssen wir uns auch alle die zahlreichen Gyps-, Anhydrit- und Steinsalzablagerungen in den Alpen- und in den Karpathenländern entstanden denken (s. S. 79).

Die **mechanischen** Wirkungen des **Meeres** gehen aus der Bewegung des Wassers hervor, welche 1. durch das allgemeine System der Meeresströmungen, 2. durch die Gezeiten (Ebbe

Fig. 183.



Brandungserosion an einer Steilküste der Orkney-Inseln.  
(Nach einer Photographie. Aus Toula's Lehrbuch der Geologie.)

und Flut), 3. durch Wind und Sturm und 4. durch Erdbeben verursacht wird. Sie äußern sich ähnlich so wie jene der Flüsse, in Auswaschung, Fortschaffung und Ablagerung.

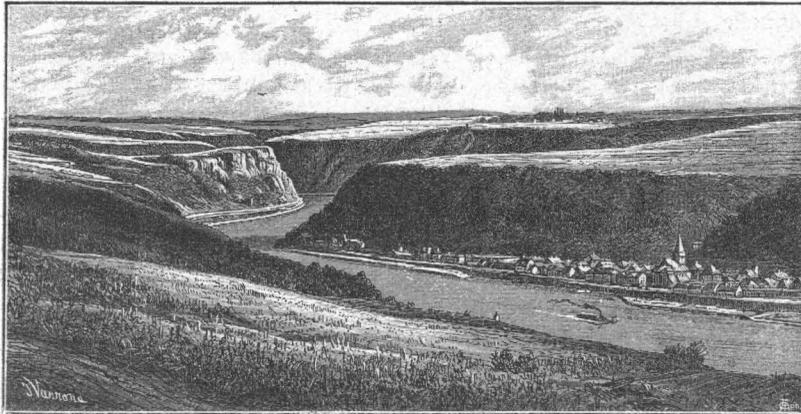
Die zerstörende Wirkung des Meeres ist am größten an der Wetterseite der Inseln und Continente, an Küsten mit starker Brandung (Fig. 183). Solche Küsten sind in den meisten Fällen Steilküsten, während diejenigen Küsten, an welchen Ablagerungen stattfinden, Flachküsten sind.

Das Maß der Zerstörung hängt viel von der Natur des Gesteins und von der Schichtenstellung ab. Eine starke Brandung vermag Blöcke von vielen Tonnen

Gewicht in Bewegung zu setzen. Die härtesten Felsmassen werden durch dieselben unterwaschen, größere und kleinere Stücke fallen ab, werden zu Geröllen abgeschliffen und zu Sand und Schlamm zerrieben. Die zerstörende Wirkung der Brandungswellen reicht nicht weit in die Tiefe. Den Steilküsten sind meist wenig tief unter dem Brandungsniveau sich hinstreckende Terrassen vorgelagert, welche unter Umständen weite Ausdehnung erlangen können und als Abrasionsflächen bezeichnet werden (Fig. 184).

Meeresablagerungen. Was das Meer vom Lande wegnimmt, muss es an einer anderen Stelle wieder absetzen. Durch Meeresströmungen können wohl schwimmende Körper, wie Bims-

Fig. 184.



Uralte Abrasionsfläche des rheinischen Schiefergebirges, durch welche später der Rhein sein Bett eingegraben hat. (Nach einer Photographie von E. Holzappel.) Das Städtchen St. Goar am linken Rheinufer. Oberhalb, am rechten Ufer (unterhalb des Vogels) der Lorelei-Felsen. Im Hintergrunde die Berge von Bingen.

stein, Baumstämme („Treibholz“) u. dgl., transportiert und an entfernten Küsten abgelagert werden, allein sie sind nicht imstande, auch nur das feinste Gesteinsmaterial suspendiert zu erhalten und auf größere Entfernungen über offene Meere zu transportieren. Nur durch Eisberge können unter Umständen größere Massen von Gesteinsmaterial weitergeführt und beim Abschmelzen derselben abgelagert werden (S. 143 und 225).

Marine Sedimente klastischer Natur können sich nur in der Nähe der Küste bilden, und dabei findet im Wellenschlage der Brandung eine natürliche Sichtung des Materials in der Richtung vom Ufer nach der Tiefsee in ähnlicher Weise statt,

wie im strömenden Laufe der Flüsse in der Richtung vom Ursprung nach der Mündung. Das grobe Gerölle bleibt zunächst am Ufer liegen als Strand- oder Uferbildung (litorale Bildung). Sand und Schlamm werden durch die rücklaufende Brandungsströmung von dem groben Gerölle abgeschlämmt und weiter ins Meer geführt, wo sie sich entfernter vom Ufer meist im Seichtwasser ablagern als Seichtmeer- oder subpelagische Bildungen.

Die Tiefmeerbildungen (pelagische Bildungen) sind vorwaltend zoogener Natur.

Das **gefrorene** Wasser tritt in der Form von Eis und Schnee auf. Das Eis ist optisch einaxig und lässt manchmal stenglige Structur, senkrecht auf die Erstarrungsfläche, erkennen.

Man unterscheidet Süßwassereis, welches in Flüssen und Süßwasserseen entsteht; stalaktitisches Eis, welches sich in feuchten Höhlen während des Winters oder infolge einer durch Luftzug und Verdunstung hervorgerufenen Temperaturerniedrigung bildet, und Meereis. Dieses bildet sich erst bei einer Temperatur des Wassers von  $-2.2^{\circ}\text{C}$ ; dabei werden aber die im Meerwasser aufgelösten Salze ausgeschieden (S. 80).

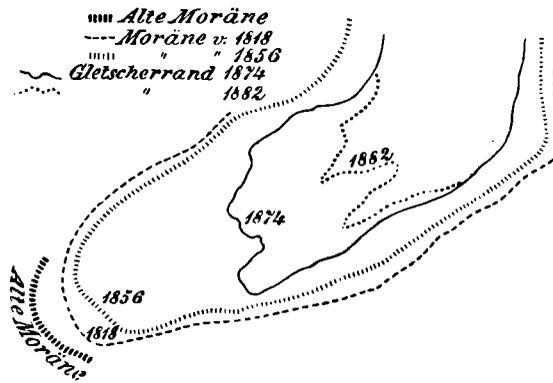
Der Schnee besteht aus locker aneinander gehäuften kleinen Eiskrällchen. Bei ruhiger Luft bilden sich die bekannten zierlichen sechsstrahligen Sternchen (Taf. I, S. 68).

Die **Gletscher** und ihre **Erscheinungen**. In allen Hochgebirgen lässt sich eine je nach der geographischen Breite und den klimatischen Verhältnissen verschieden hoch liegende Schneegrenze feststellen, oberhalb welcher der Niederschlag immer in fester Form als Schnee fällt und als solcher niemals ganz verschwindet. Dieser „Hochschnee“ ist trocken und staubartig. In den Alpen, für welche man die Schneegrenze im Mittel bei 2750 *m* annimmt, bleibt der Schnee in den höchsten Regionen über 4000 *m* infolge der Kälte und der Trockenheit der Luft fast unverändert und müsste fort und fort anwachsen, wenn die Massen, vor allem unter dem Einflusse der Schwere, nicht beständig nach abwärts rücken würden. In den tieferen Regionen unter 4000 *m* schmilzt der Hochschnee theilweise durch die Einwirkung der Sonnenwärme und warmer Winde an der Oberfläche, das Schmelzwasser aber sickert in die tieferen Lagen ein, wo es noch kälteren Schnee antrifft und wieder gefriert. Dadurch werden aus dem Schnee runde Körper, die aneinander haften und eine mehr oder weniger zusammenhängende

Masse bilden, welche man als Firn<sup>1)</sup> bezeichnet. Die vom Firn bedeckten Flächen und Mulden im Hochgebirge nennt man Firnfelder oder Firnmeere.

Der gekörnte Firnschnee folgt, ebenso wie der Hochschnee, dem Gesetze der Schwere und drängt nach der Tiefe. An steilen Abhängen verlassen die Schneemassen, dem Drucke folgend, oft plötzlich ihren Lagerungsort und stürzen als Lawinen mit verheerender Gewalt in die Tiefe. Bei geringerer Neigung der Abhänge sammelt sich der Firn allmählich in den ausgedehnten Mulden oder oberen kesselförmigen Anfängen der Thäler des Hoch-

Fig. 185.



Der Rückzug des Rhone-Gletschers. (Nach A. Heim.)

gebirges und drängt langsam abwärts in das Thal. Je weiter der Firn in wärmere Regionen hinabrückt, desto intensiver wirken die Wärmefactoren auf ihn ein, und unter einem ununterbrochenen Aufthauungs- und Wiedergefrierungs-Process, bei gleichzeitiger Einwirkung von Druck, wird der Firn in Firneis und allmählich in compacteres Eis, in Gletschereis, verwandelt, und es bildet sich als Abfluss der Firnmulden ein Eisstrom oder der Gletscher im engeren Sinne.

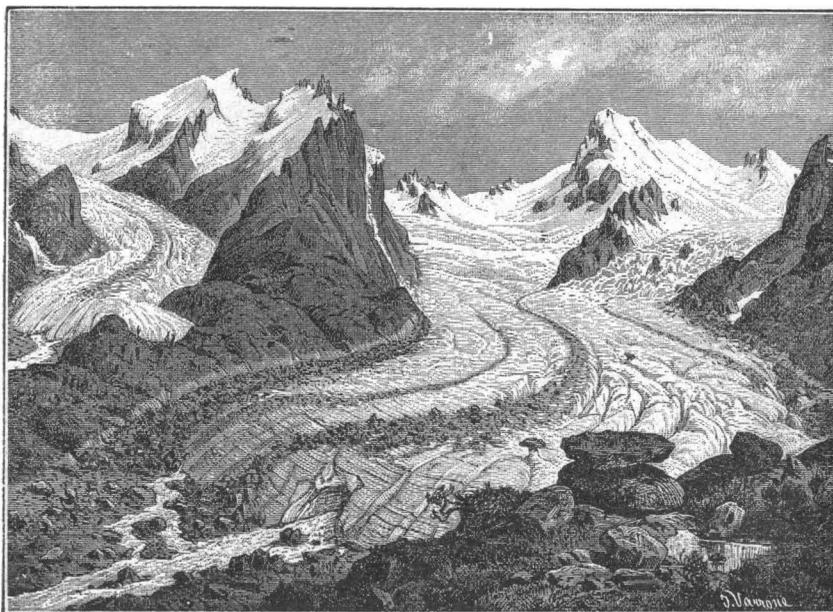
Die Gletscher verhalten sich in vielen Beziehungen wie Ströme. Sie füllen die von den Firnfeldern nach abwärts ziehenden Thäler in ihrer ganzen Breite und bis zu ziemlicher Höhe aus; sie haben eine je nach der Jahreszeit verschieden schnelle, regelmäßige, fließende Bewegung, mit der sie jährlich 50—250 m zurück-

<sup>1)</sup> Von „fern“, d. h. vorjährig, also soviel als vorjähriger Schnee.

legen und demzufolge sie immer weiter in die Thäler herabsteigen würden, wenn nicht das Abschmelzen am unteren Ende dem Vorrücken eine Grenze setzen würde.

Infolge der fortdauernden oberflächlichen Abschmelzung und Verdunstung des Eises wird die Gletschermasse fortwährend verringert. Das Gletschereis wird aus der Firnregion fortwährend gespeist. Überwiegt die Abschmelzung, so zieht sich das Gletscherende nach aufwärts zurück, der Gletscher verkürzt sich, er schwindet; überwiegt die Speisung in den Hochregionen, so schwillt die

Fig. 186.



Gletscherbild nach Prof. Dr. Fr. Simony.

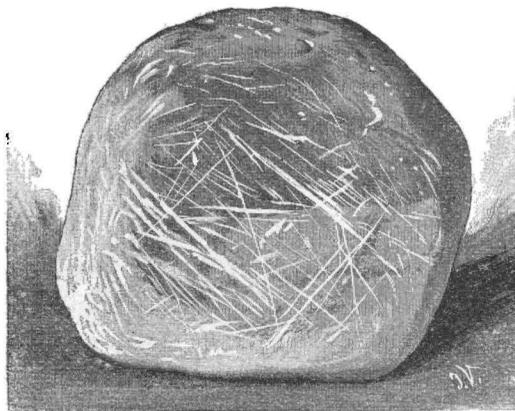
Gletschermasse an und das Gletscherende rückt nach abwärts vor (Schwankungen der Gletscher). Gegenwärtig befinden sich die Gletscher im Zustande des Zurückzuges (Schwindens, Fig. 185). Das Schmelzwasser rieselt sowohl über die Eis-Oberflächen, wie durch Spalten und in Canälen unter dem Eise; es bildet unzählige große und kleine Wasseradern, die am unteren Ende des Gletschers zu einem Bache, dem Gletscherbache (Fig. 186), vereinigt, in der Regel durch ein hohes gewölbtes Eisthor, das

Gletscherthor, hervorbrechen. Das Wasser des Gletscherbaches ist anfangs trüb, indem es eine große Menge von feinem Schlamm und Sand mitführt, den es bald als Gletscherschlamm, in Kalkgebirgen als „Gletscherkreide“ absetzt.

Auf der Oberfläche des Gletschers pflegt eine große Menge von Steinschutt und eckigen und scharfkantigen Steinblöcken zu liegen, wie solche von den Thalwänden der umgebenden Gebirge auf den Gletscher herabstürzen. Da dieser jedoch allmählich vorrückt, so bilden sich mehr oder weniger fortlaufende Gesteinswälle an den Seiten des Gletschers, welche von der Ursprungsstelle bis zum unteren Ende des Gletschers verfolgt werden können und Moränen genannt werden.

Die an den beiden Seitenrändern des Gletschers sich bildenden Moränen

Fig. 187.



Gekritztes Grundmoränen-Geschiebe.

(Nach der Natur. — Aus Toulou's Lehrbuch der Geologie.)

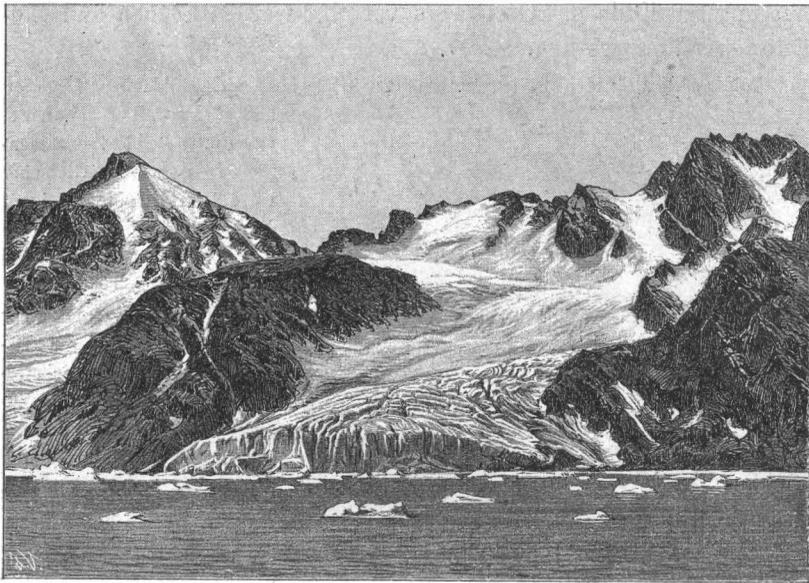
heißen speciell Seitenmoränen. Beim Zusammenfließen mehrerer Gletscher vereinigen sich je zwei aneinanderliegende Seitenmoränen in der Mitte des vereinigten Eisstromes zu einer Mittelmoräne. Infolge der in der Mitte größeren Geschwindigkeit der Eisbewegung entstehen die Randspalten. Die Unebenheiten des Untergrundes und die Änderung in der Weite des Thalweges, welche die Thalsole eines Gletschers bietet, geben zur Bildung von Gletscherspalten Veranlassung, die ersteren lassen

Quer-, die letzteren Längsspalten entstehen. Durch diese Spalten gelangt ein Theil des Steinmaterials, welches der Gletscher führt, ins Innere und auch auf den Grund des Gletschers, wird hier fortgeschleppt, zum Theile zerrieben, wobei es auch den Untergrund scheuert und in der Richtung der Bewegung schrammt und poliert, und bildet die Grundmoräne, deren gröberes Material gleichfalls gerundet, geritzt und geschrammt wird (Fig. 187). Beim Abschmelzen des Gletschers am unteren Ende fallen die Schuttmassen der Moränen zu Boden und bilden so die Stirn- oder Endmoräne, welche meist in einem thalabwärts convexen, halbmondförmigen Bogen das Gletscherende umgibt. In dieser Endmoräne finden sich daher alle Felsarten des ganzen Gletschergebietes in ungesichtet durcheinander liegenden Trümmern der verschiedensten Größe vereinigt.

In den Polarregionen, wo die Schneegrenze nahezu oder (im Norden bei  $80^{\circ}$  n. Br.) wirklich bis an das Meeresniveau herabreicht, erstrecken sich die Gletscher (Polargletscher) bis ins Meer (Fig. 188). Der Humboldt-Gletscher in West-Grönland unter  $79^{\circ} 21'$  n. Br. ist an seinem Ende circa  $70\text{ km}$  breit und gegen  $190\text{ m}$  mächtig.

Die Wogen des Meeres schmelzen bei der höheren Temperatur, welche sie besitzen, das Eis dieser Polargletscher ununterbrochen

Fig. 188.



Gletscher in der Foulbay, NW Spitzbergen mit kalbendem Gletscherende.  
(Nach einer Photographie.)

ab und unterspülen es. Daher und zum Theil infolge des Auftriebes brechen Eisblöcke ab, die mit Getöse ins Meer fallen (das sogenannte „Kalben“) und dieses weithin bewegen. Die Eisblöcke tauchen jedoch sofort wieder aus der Tiefe empor, werden von den Meeresströmungen erfasst und als schwimmende Eisberge weit von ihrer Ursprungsstätte, oft bis zum  $40.$  Breitengrade, fortgeführt.

Von den Eisbergen ragt nur, der größeren Dichte des Meerwassers wegen, (m. vergl. S. 69 u. S. 115) etwa  $\frac{1}{8}$  ihrer Masse bis zu  $70\text{ m}$  Höhe aus dem

Wasser hervor. Sie stellen daher meist ungeheurere Eismassen dar, welche manchmal Steinblöcke und Schutt weithin transportieren können, um sie bei ihrem Abschmelzen über den Meeresboden zu verbreiten. — Einem solchen Transporte auf schwimmenden Eisbergen mag die Verbreitung der erratischen Blöcke (Irrblöcke) wenigstens theilweise zuzuschreiben sein, während andere auf Moränenblöcke zurückzuführen sein werden, aus Zeiten weit größerer Entwicklung der Gletscher stammend (man vgl. Fig. 252, S. 225).

**2. Die geologischen Wirkungen der bewegten Luft, der Winde,** sind nicht zu unterschätzen und wir können Vorgänge äolischer<sup>1)</sup> Abtragung und äolischer Ablagerung unterscheiden. Der Wind bläst nicht nur die Verwitterungsproducte der Gesteine hinweg,

Fig. 189.

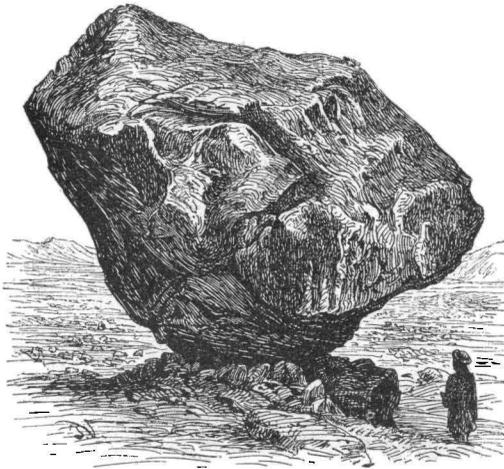


Fig. 190.



Geschleibe („Kantengeschleibe“)  
durch vom Winde bewegten  
Sand abgeschleuert.  
(Aus der norddeutschen Ebene.)

Durch Wind-Erosion („Abblasung“) bloßgelegter Block aus dem nordamerikanischen Westen. (Nach Gilbert.)

er greift mit diesen beladen auch scheuernd die bloßgelegten Gesteinsflächen an. Aus lockeren Gesteinsanhäufungen bläst er unter Umständen alles bewegliche Material hinweg und entblößt größere, eingeschlossen gewesene Gesteinsfragmente und Blöcke, und scheuert dieselben ab (Fig. 189 und 190).

Großartig abblasende Wirkungen des Windes zeigen uns die Sandregionen der Flachküsten, vor allem aber die Steppen- und Wüstengebiete der Erde, wo durch den Wind aus zusammen-

<sup>1)</sup> lat. *Äolus*, Windgott.

hängend gewesenen Tafelländern Kegel und Plateauberge („Zeugen“ genannt) heraus modelliert werden konnten (Fig. 191). Die abgeblasenen Theile werden aber wieder zur Ablagerung gebracht, und zwar im Windschatten, wenn sie auch zum Theil oberflächlich mehr weiter geschoben als getragen werden; z. B. die Wanderung der

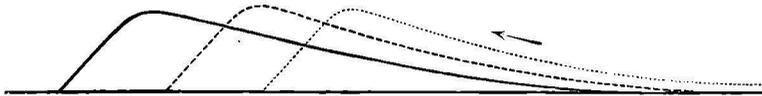
Fig. 191.



„Zeugen“. Landschaft bei Guel-el Zerzour.  
(Nach Johannes Walther. Aus Toula's Lehrbuch der Geologie.)

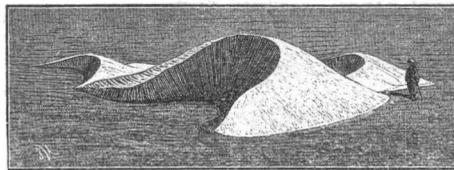
Dünenhügel an den Küsten und im Wüstensande (Fig. 192 und 193). Feine Staubmassen aber werden durch den Wind unter Umständen selbst tausende von Kilometern weit fortgeführt. (Absätze von Staub

Fig. 192.



Schematische Darstellung der Dünen-Wanderung.

Fig. 193.



Durch Wind gebildeter Sandhügel („Barchan“) der turkestanischen Steppe. (Nach Muschketow.)

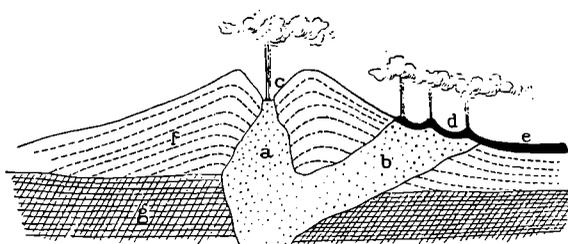
inmitten der Oeane, auf den Schnee- und Eisfeldern Grönlands u. s. w.) Auch der Lößlehm China's (m. vgl. S. 178) soll (nach v. Richthofen) auf Staubabsätze aus der Luft zurückzuführen sein.

### 3. Die Reactionen des Erdinnern gegen die Oberfläche.

**Vulcanische Erscheinungen.** Ein Vulcan ist ein Berg, an welchem Ausbrüche (Eruptionen) wahrgenommen werden. Die

Öffnungen am Gipfel oder an den Seiten (Fig. 194), durch welche die Ausbrüche stattfinden, heißen Krater (Gipfelkrater und Seitenkrater), und das schmelzflüssige Gesteinsmaterial, welches bei Ausbrüchen aus der Tiefe der Erde an die Oberfläche dringt und durch

Fig. 194.

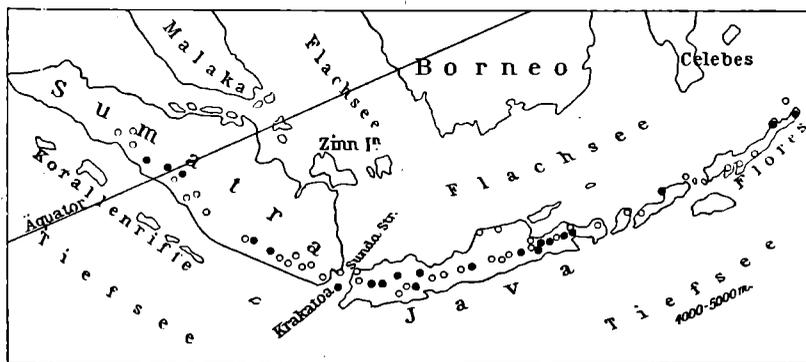


Schematische Darstellung eines Vulkans.

a Vulkanischer Ausbruchsschlott (Canal); b seitlicher Durchbruch; c Gipfelkrater;  
d seitliche Ausbruchsstellen (Adventivkrater); e Lavastrom; f lockere Auswurfstoffe; g Grundgebirge.

die Kraft der mit demselben ausbrechenden Wasserdämpfe ausgeschleudert wird oder aus den Kratern fließt, nennt man Lava.

Fig. 195.



• Im 19. Jahrhundert thätige Vulcane.      o Ruhende Vulcane.

Die Vulcan-Reihe der Sunda-Inseln.

Betrachtet man eine Karte, auf welcher die thätigen Vulcane eingezeichnet sind, so ergibt sich, dass sie vor allen an den Rändern der Festländer und auf Inseln (z. B. auf den Sunda-Inseln, Fig. 195) förmlich in Reihen hinter einander angeordnet auftreten.

Solche Vulcanreihen umziehen z. B. die Ostseite von Asien, von Kamtschatka, über die Kurilen, durch Japan bis Formosa, über die Philippinen. Eine Reihe von Vulcanen lässt sich verfolgen von Sumatra über ganz Java bis gegen Neu-Guinea (Fig. 195). Andererseits sind solche Reihen vulcanischer Berge entlang der Westküste von Nord- und Südamerika weithin zu verfolgen, so dass der große Ocean förmlich umgürtet erscheint von vulcanischen Bergen. Auch die thätigen Vulcane Europas liegen theils an der Küste (Vesuv), theils auf Inseln (Stromboli, Ätna, Santorin).

Die Form der meisten Vulcane ist die eines mehr oder weniger abgestutzten, auf seinem Gipfel vertieften Kegelberges, welcher durch die lockeren Auswurfsproducte und Lava-Ergüsse der Eruptionen allmählich aufgebaut wurde.

Die Dimensionen der Vulcane sind sehr verschieden. Der Winkel, unter welchem ihre Abhänge geböscht sind, schwankt zwischen  $3^{\circ}$  und  $40^{\circ}$ . Die Höhe ist bei allen thätigen Vulcanen eine wechselnde. Eine fortgesetzte mäßige, vulcanische Thätigkeit erhöht im allgemeinen den Berg durch die um den Krater sich anhäufenden Eruptions-Producte; bei sehr heftigen Ausbrüchen werden aber die Gipfel häufig zerstört, mit fortgeschleudert oder sie sinken nach dem Ausbruche ein.

Während der Monte nuovo im Westen von Neapel nur  $142\text{ m}$  hoch ist, beträgt die Meereshöhe des Vesuv  $1303\text{ m}$  (derselbe hat sich in den letzten 5 Jahren nach fortdauernder Thätigkeit um circa  $18\text{ m}$  erhöht), des Ätna  $3320$ , des Pic von Teneriffa  $3716$ , des Chimborazo  $6310\text{ m}$ . Der Mauna Kea auf Hawaii,  $4237\text{ m}$  über dem Meere, erhebt sich als eine der Spitzen eines vom Meeresgrunde  $9900\text{ m}$  hoch aufragenden Kegelberges.

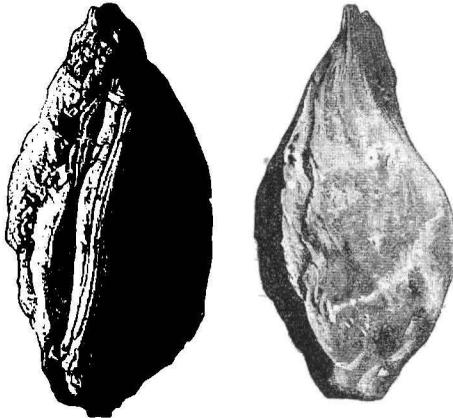
Der Krater ist die obere, meist trichterförmig erweiterte Mündung des Canals, durch welchen die schmelzflüssigen Massen aus der Tiefe bis zur Erdoberfläche gelangen, durch welchen also die Verbindung des vulcanischen Herdes mit dem Luftkreise, oder der Pyrosphäre mit der Atmosphäre stattfindet.

Die Dimensionen der Krater sind außerordentlich ungleich und wechselnd: von einer schwachen Vertiefung am Gipfel des Vulcans bis zu schroffen, kesselförmigen Abgründen von mehr als 5 Kilometer Durchmesser. Der Krater des Vesuvs misst  $180\text{ m}$  (im J. 1900), seine Tiefe hat sich von  $200\text{ m}$  auf  $80\text{ m}$  verringert, der des Ätna etwa  $700\text{ m}$ , der des Popocatepetl (in Mexico)  $1700\text{ m}$  und der Krater des Kilauea auf Hawaii etwa  $4700\text{ m}$  im Durchmesser.

Das geschmolzene Gesteinsmaterial der Lavaströme (m. vgl. Fig. 198, S. 151) erstarrt an den Abhängen des Vulcans zu festem vulcanischen Gesteine und wird dann, je nach seiner mineralogischen Zusammensetzung, Basalt- oder Trachytlava genannt.

Die zerkleinerten, pulver- oder brockenförmigen Massen vulcanischen Gesteines, welche aus dem Canale vieler Vulcane emporgeschleudert werden und auf den Vulcankegel niederfallen, werden je nach der Größe ihres Kornes verschieden benannt. Die feinsten, staubförmigen Eruptionsproducte nennt man „vulcanische Asche“. Größere Materialien, welche oft aus ringsum ausgebildeten Kry- stallen bestehen (Augitsand des Stromboli), nennt man vulca- nischen Sand. Haselnuss- bis walnussgroße Schlackenbrocken nennt man Rapilli oder Lapilli; faustgroße bis über kopfgroße, erstarrte Lavaschlacken, welche infolge einer während des Fluges

Fig. 196.



Vulcanische Bomben von den Canarischen Inseln.  
(Nach Fr. Berwerth.  
Aus Toula's Lehrbuch der Geologie.)

eintretenden rasch rotieren- den Bewegung oft eine rund- liche, keulenförmige oder ellipsoidische Gestalt erhal- ten, heißen vulcanische Bomben (Fig. 196); noch größere Auswürflinge wer- den vulcanische Blöcke genannt. Mischt sich mit diesen losen Eruptionspro- ducten bei ihrer Ablagerung Wasser, so entstehen vul- canische Tuffe.

Der größte in letzter Zeit aus dem Vesuv ausgeworfene Block wiegt 30 Tonnen.

Da die vulcanischen Kegelgebirge aus dem Ausbruchsmateriale allmählich aufgeschüttet und aufgebaut sind, so bestehen sie aus abwechselnden, mehr oder weniger mächtigen, neben- und überein- ander gelagerten Lavaströmen, aus Lagen von losen Auswürfl- lingen, welche oft wieder von Lavagängen (Fig. 229, S. 189, Gänge im Tuff des Ätna) durchsetzt werden, und aus geschichteten Tuff- absätzen.

Die Lavagänge sind zum Theil Ausfüllungen von radial vom Krater aus- strahlenden Spalten. Auf solchen seitlichen oder radialen Spalten finden oft Neben- eruptionen statt, durch welche kleinere, an den Abhängen des Hauptberges aufsitzende parasitische Kegel gebildet werden. Am Ätna z. B. sind alle bis jetzt bekannten größeren Lava-Ergüsse aus seitlichen Spalten hervorgebrochen. Dieser Vulcan trägt gegen 700 parasitische Kegel.

Je nach dem vorherrschenden Materiale, aus welchem die Vulkankegel aufgebaut sind, kann man Lava-, Schlacken-, Aschen- und Tuffkegel unterscheiden.

Die vulcanischen Ringgebirge verdanken ihre Entstehung Einstürzen in die entleerten Innenräume. Durch solche Einstürze, wie sie sich bei einigen Vulcanen auf Java in historischer Zeit ereignet haben, wird der Kegel bedeutend erniedrigt, so dass oft nur der Fuß desselben stehen bleibt. Dieser bildet dann einen ringförmigen Wall, der den großen, durch den Einsturz erweiterten Krater umfasst. Durch neue Eruptionen kann dann ein neuer Kegel aufgebaut werden, der sich aus dem vulcanischen Ringgebirge erhebt.

Zu den interessantesten Formen von in dieser Art zusammengesetzten Vulcanen gehören der Vesuv (Fig. 197—200), der Pic von Teneriffa, die Barren-Insel im Golfe von Bengalen u. s. w. Der Vesuv gibt uns das Beispiel eines durch die historischen Ausbrüche seit 79 n. Chr. entstandenen Vulkankegels, der an seiner Nordseite von

Fig. 197.



Der Vesuv. (Nach Julius Schmidt.)

dem Halbring eines in vorhistorischer Zeit entstandenen zerstörten und in sich zusammengestürzten Kegels, der sogenannten Somma, umschlossen ist. Die ebene Fläche zwischen der inneren Steilwand der Somma und dem eigentlichen Vesuvkegel heißt von Alters her Atrio del Cavallo, weil man bis in dieses Ringthal reiten konnte und hier die Pferde zurückließ.

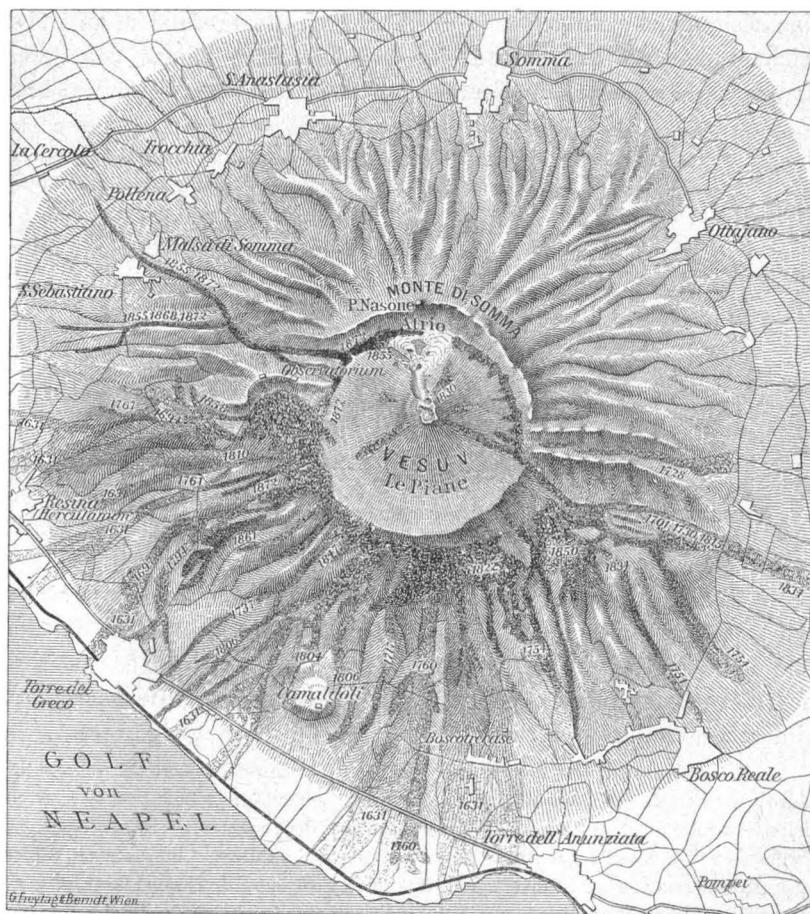
In manchen vulcanischen Gegenden treten kesselartige Krater-einsenkungen auf, welche entweder nur von einem ganz niedrigen Walle von Tuff und losen Auswurfsmassen umgeben sind oder selbst diesen Wall entbehren und nie zum Ausflusspunkte von Laven geworden sind. Sie besitzen meist kreisförmige Umrisse und sind häufig mit Wasser angefüllt. Man bezeichnet sie als Kesselkrater oder Maare (die Maare der Eifelgegend, in der Auvergne, die Seen von Albano und Nemi bei Rom etc.).

Vulcanische Ausbrüche finden nicht nur auf dem Festlande, sondern auch auf dem Meeresgrunde statt. Viele durch submarine Ausbrüche gebildete Vulkankegel erreichen, der bedeutenden Tiefe der Meere wegen, die Oberfläche derselben gar nicht, während

andere dieselbe hoch überragen, wie die Liparen (Vulcano, Stromboli etc.), die Vulcaninseln der Südsee, vor allen aber Hawaii.

Es gibt auch ringförmige Vulcaninseln, welche ein mehr oder weniger kreisförmiges Meeresbecken umschließen, z. B. St. Paul im Indischen Ocean und San-

Fig. 198.



Karte des Vesuvius mit den älteren Lavaströmen.

torin im griechischen Archipel. Auf Santorin erhebt sich in der Mitte des unterseeischen Kraterbodens infolge einer neuerlichen Eruptionsepoche seit 1866 ein neuer centraler Kegel, der Georgs-Vulcan. Solche Inselvulcane können sich gegen die zerstörende Kraft der Wogen nur halten, wenn sie durch solide Lavamassen gefestigt

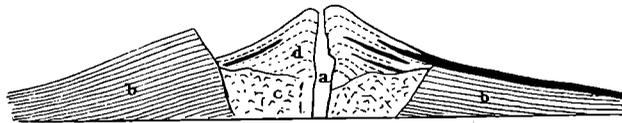
sind. Bestehen sie hingegen nur aus vulcanischem Schutt, so sind sie von sehr vergänglicher Natur. So wurde z. B. die im Jahre 1831 im mittelländischen Meere zwischen Sicilien und Pantellaria entstandene vulcanische Insel Ferdinandea, die bis zu 72 *m* Höhe gewachsen war, nach halbjährigem Bestehen von den Wogen des Mittelmeeres wieder hinwegespült.

Vulcanische Kegelberge, an welchen, so lange menschliche Nachrichten zurückreichen, kein Ausbruch stattgefunden hat, bezeichnet man als erloschen, im Gegensatze zu jenen, von deren Eruptionsthätigkeit wir Kunde besitzen: die thätigen Vulcane.

Man hat viele Vulcane lange Zeit für erloschen gehalten, bis endlich wieder eine Eruption stattfand. So wurde der Vesuv erst im Jahre 79 n. Chr., als jene furchtbare Eruption stattfand, bei welcher Herculanium, Pompeji und Stabiä verschüttet wurden, als Vulcan erkannt.

Die gewöhnlichsten Merkmale vulcanischer Thätigkeit sind die Exhalationen von Gasen und Dämpfen. Die Hauptrolle spielt

Fig. 199.



*a* Vulcanischer Ausbruchsschlot (Canal); *b* eingestürzter alter Vulcan (Ringgebirge, Sommwall); *c* Einsturzmassen; *d* neuer Vulkankegel aus lockeren Auswurfsmassen und Lavaergüssen.

der Wasserdampf, der oft zischend und brausend aus den Klüften und aus dem Krater des Vulcans hervordringt und dann die aus dem letzteren aufsteigende Dampfsäule bildet, welche das weithin sichtbare Kennzeichen eines thätigen Vulcans ist. Der Wasserdampf bildet die treibende Kraft bei den vulcanischen Vorgängen.

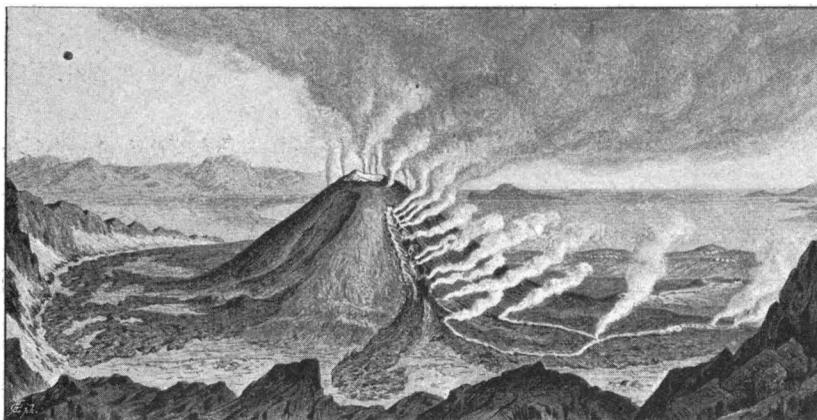
Neben Wasserdampf liefern die Vulcane noch Schwefelwasserstoff, schwefelige Säure, Schwefeldampf, Wasserstoff, Salzsäure, Kohlensäure, Borsäure u. s. w. in vielfach wechselndem Gemenge. Die Anwesenheit der Salzsäure erklärt auch das Vorkommen von allerlei flüchtigen Chloriden, wie Chlorkalium, Chlornatrium, Chlorkalcium, Chlormagnesium, Chlorkupfer, Chlorblei, Eisenchlorid, Eisenchlorür u. s. w., aus welchen unter Einwirkung von Schwefelsäure auf die Laven und Schlacken des Kraters wieder eine Reihe von Sulfaten entsteht, wie Glaubersalz, Bittersalz, Gyps, Eisenvitriol. Aus der Zersetzung des Eisenchlorids mittelst Wasserdampfes bei hoher Temperatur bildet sich Eisenglanz, der am Vesuv so schön vorkommt.

Steigert sich die Thätigkeit zu einem ungewöhnlichen Grade, so tritt der Vulcan in den Zustand der Eruption (Fig. 200). Die Vorläufer einer Eruption sind anfangs schwache, dann immer heftiger

werdende Erhebungen des Bodens, dumpfes, unterirdisches Rollen und Donnern, das Versiegen von Quellen, das Austrocknen benachbarter Brunnen, das oft plötzliche Schmelzen des Schnees der hohen Vulcangipfel etc.

Der in Zeiten der Ruhe verschlossene Schlund des Kraters zerberstet und aus dem Schlunde steigt dann eine ungeheure, schwarze Dampf- und Staubsäule gegen Himmel, die sich an ihrem oberen Ende zu einer flachen Wolke ausbreitet und in der Nacht die Glut der in der Tiefe des Kraters enthaltenen Lavamassen widerspiegelt (Fig. 201).

Fig. 200.



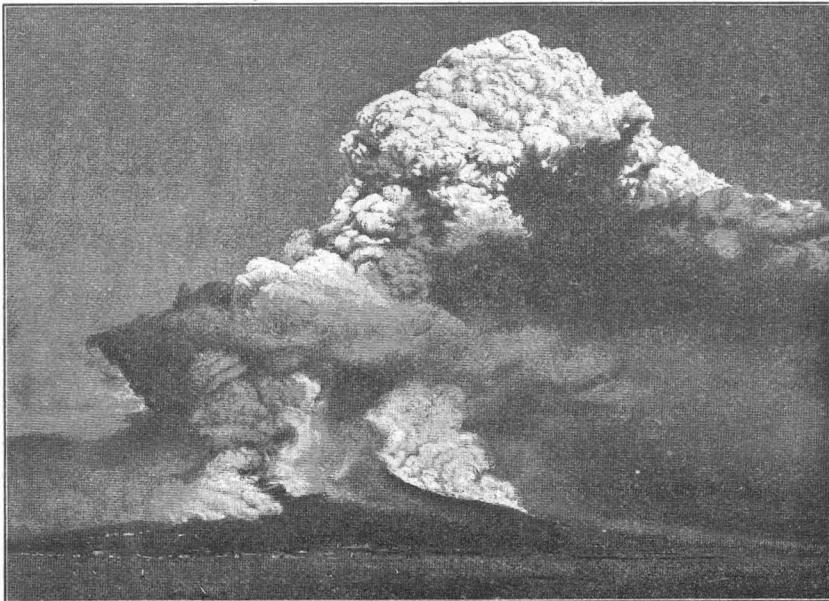
Ausbruch des Vesuv im Mai des Jahres 1855. (Nach J. Schmidt.)  
Centraler Kegel des Vesuv auf der Nordseite durch eine Spalte ausgerissen, aus der die Lavaströme sich in das Atrio del cavallo ergießen.

Diese Staubsäule besteht aus vulcanischer „Asche“, Lapilli und Bomben, welche von dem massenhaft hervorbrechenden Wasserdampf mit in die Höhe gerissen werden. Die Bomben und Lapilli fallen wieder zurück, die „Asche“ wird aber hoch emporgetragen und von den Winden oft auf große Entfernungen fortgeführt. So fiel nach der Vesuv-Eruption im Jahre 472 der vulcanische Staub in Constantinopel nieder, ja bei dem gewaltigen Ausbruche des Krakatoa (in der Sundastraße) im Jahre 1883 wurde die vulcanische Asche bis 40 Kilometer hoch emporgetrieben, mit Luftströmungen um die ganze Erde getragen und über eine Fläche von etwa  $10.000 \mu m^2$  ausgebreitet (!). Der Wasserdampf hebt sich

auch oft als besonders weiße Säule von der dunkeln Staubsäule ab. Die ungeheuren Dampfmassen verdichten sich zu schweren Gewitterwolken und diese lassen dann gewaltige Platzregen auf den Vulcan und dessen Abhänge niederströmen.

Der Aschenregen, das Getöse und die Erdbeben erreichen ihren Höhepunkt gewöhnlich kurz vor dem Augenblicke, in welchem entweder aus dem Krater selbst oder aus Spalten, welche sich am Abhange des Vulcans bilden, die Lava hervorbricht und in Form

Fig. 201.



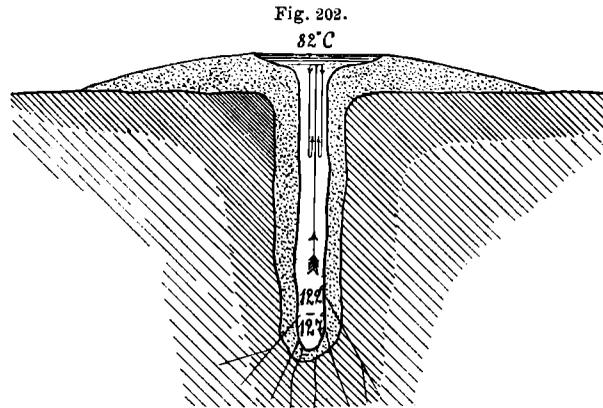
Vesuv-Eruption am 26. April 1872. Nach einer Photographie.  
(Aus Toula's Lehrbuch der Geologie.)

von Strömen am Bergabhange hinabfließt. Die Lava fließt je nach ihrer Zusammensetzung verschieden schnell, im allgemeinen ungefähr mit derselben Leichtigkeit wie geschmolzenes Eisen oder Glas.

Im engen Zusammenhange mit den Vulcanen stehen die Mofetten, Solfataren, Fumarolen, heißen Quellen und manche Schlammvulcane. Diese Erscheinungen treten fast ausschließlich in vulcanischen Gegenden auf und sind nicht selten die Begleiter oder die Nachwirkungen heftigerer vulcanischer Thätigkeit.

Mofetten nennt man Kohlensäure-Gasquellen; sie kommen hauptsächlich in vulcanischen Gegenden vor. Das tödtliche Gas sammelt sich, seiner größeren Dichte wegen, zeitweilig in den Vertiefungen des Bodens, in Grotten, Thälern u. s. w., unvermischt mit der Luft; Thiere, welche zufällig in die Gasschichte gerathen, werden dadurch betäubt und sterben.

Am bekanntesten ist die Mofette der Hundsgrotte am Lago d' Agnano in den phlegräischen Feldern bei Neapel und das Todesthal auf Java. In der Umgebung des Laacher Sees, in der Eifel und in der Auvergne sind solche Mofetten überaus häufig. Eine großartige Entwicklung von Kohlensäure findet auch in der Umgebung von Marienbad in Böhmen statt, wo kleine erloschene Vulkankegel vorkommen.



Schematischer Durchschnitt durch den Geysir auf Island.  
Kieselsinter-Röhre und -Schale mit den Wassertemperaturen vor dem Ausbruche.

Solfataren nennt man Gasquellen, die ein Gemisch von Wasser- und Schwefeldämpfen oder auch von Schwefelwasserstoff und schwefeliger Säure zutage fördern, und an deren Ausströmungsstellen sich Schwefel absetzt.

Erwähnt sei, dass infolge der Einwirkung, besonders der sich bildenden Schwefelsäure, Umwandlungen von Silicatgesteinen in Sulfate sich vollziehen (Alaunstein). Sehr bekannt ist die Solfatare in dem gleichnamigen erloschenen Krater von Pozzuoli bei Neapel.

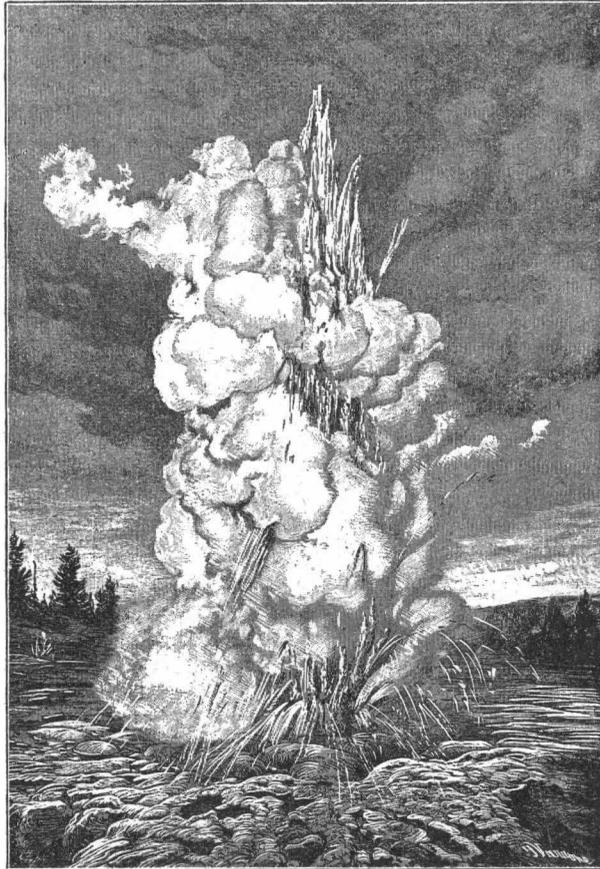
Fumarolen sind Dampfquellen, bei welchen Wasserdampf das vorwaltende Material der Exhalationen bildet. Der Wasserdampf ist häufig auch der Träger anderer flüchtiger Stoffe, z. B. von Chlorverbindungen, schwefeliger Säure, Borsäure etc.

Reich an Fumarolen sind besonders Oberitalien und die Nordinsel von Neu-Seeland.

Die heißen Quellen sind den Fumarolen nahe verwandt. Sie fördern aber das Wasser nicht in Dampfform zutage, sondern

in bereits condensiertem Zustande, und gewöhnlich bei einer dem Siedepunkt nahen Temperatur. Sie finden sich vor allem in vulcanischen Gegenden. Besonders großartig treten sie auf Island, auf der Nordinsel von Neu-Seeland, vor allem aber im Felsengebirge

Fig. 203.

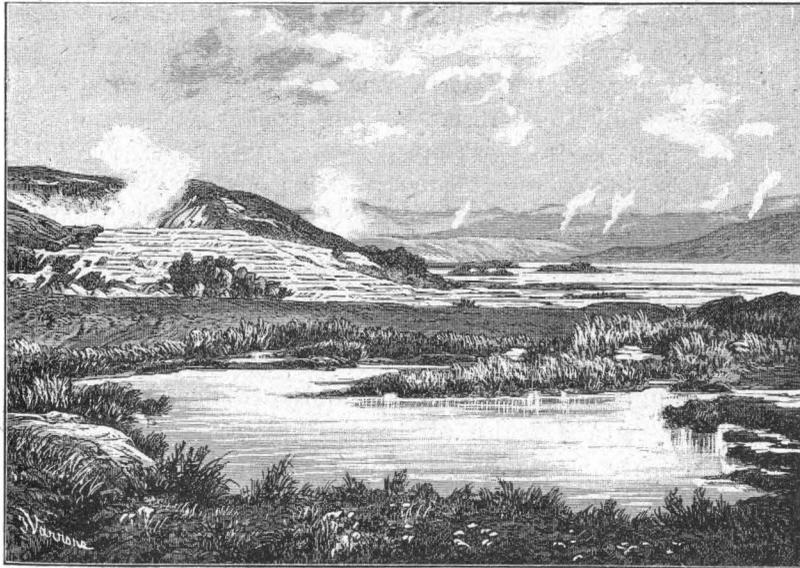


Ausbruch des Grand-Geysirs im Yellowstone-National-Park.  
(Nach A. C. Peale. — Aus Toula's Lehrbuch der Geologie.)

Nord-Amerikas nahe dem Ursprunge des Yellowstone- und Missouri-Flusses (im Yellowstone-National-Park) auf, wo unter etwa 3500 heißen Quellen, heißen Schlammsprudeln, Dampfquellen, Fumarolen und Solfataren fast 100 periodisch thätige Springquellen in den

verschiedensten Formen und Größen auftreten. Solche Springquellen nennt man nach dem lange bekannten isländischen Geysir, Geysirs<sup>1)</sup> oder Geiser (vgl. Fig. 202 und 203). Das Wasser erreicht in der Tiefe, infolge des Druckes der darüber stehenden Wassermassen, Temperaturen über dem Siedepunkt. In bestimmten Zeitintervallen, wenn die Dampfbildung des überhitzten Wassers beginnt, lässt sich ein heftigeres Aufwallen wahrnehmen, wobei sich die Bewegung bis zu förmlichen Wasser-Eruptionen steigern kann. Diese Quellen

Fig. 204.



Die Kiesel-sinter-Terrasse Tetárata am Rotomahána (Neu-Seeland) vor der Eruption am 10. Juni 1886. (Nach einer Zeichnung von Ferd. v. Hochstetter.)

haben ein neutral oder schwach alkalisch reagierendes, krystallklares Wasser und enthalten eine gewisse Menge von Kieselsäure aufgelöst, die sich beim Verdunsten des Wassers als Kiesel-sinter niederschlägt und jene Sprudelschalen und Sprudelröhren bildet, durch deren Bau der mechanische Vorgang der Periodicität der Ausbrüche ermöglicht wird. (Man vgl. auch Fig. 152, S. 77.)

Weltberühmt waren die Kiesel-sinterabsätze der heißen Quellen am warmen See (Rotomahána) auf der Nordinsel von Neu-Seeland (Fig. 204), welche durch ge-

<sup>1)</sup> Der Hervorstürzende, stark Sprudelnde.

waltige Ausbrüche zerstört wurden. Dort, wo sie und der Rotomahana bestanden, befinden sich nun tiefe Krater. (M. vgl. das Titelbild.)

Die sogenannten **Schlammvulcane**, Salsen oder Macaluben (nach einem sicilianischen Vorkommen) sind ihrer äußeren Erscheinung nach kleine, kegelförmige Hügel; sie bestehen aus einer Anhäufung von thonigem Schlamm, welcher in breitartigem Zustande periodisch ausbricht und dadurch kleine Kegel mit kraterähnlichen Öffnungen bildet, die oft in großer Zahl nebeneinander vorkommen. Die Ausbrüche werden jedoch vornehmlich durch Kohlenwasserstoff-Entwicklung hervorgerufen und haben dann mit dem Vulcanismus nichts zu thun.

**Erdbeben** sind Erschütterungen größerer oder kleinerer Theile der Lithosphäre. Die Erschütterungen werden durch Stöße, die verschiedene Ursachen und ihren Sitz in der Lithosphäre haben, erzeugt. Sie pflanzen sich nach den allgemeinen Gesetzen der Wellenbewegung in den Gesteinsmassen nach allen Richtungen fort, bis sie endlich ersterben.

Die Fortpflanzung des Stoßes erleidet durch die Verschiedenheit der Gebirgs-  
gesteine mancherlei Störungen und Unregelmäßigkeiten. Wenn die sich fortplanzende Erschütterung die Erdoberfläche erreicht, entstehen hier eigenthümliche Bewegungs-Erscheinungen. Lose Gegenstände werden fortgeschwungen, Gebäude stürzen zusammen, Felsmassen lösen sich los, im Boden entstehen Risse und Sprünge, Spalten öffnen sich und schließen sich wieder, der Boden hebt oder senkt sich, Quellen versiegen, andere verstärken sich; außerdem werden Schallphänomene wahrgenommen u. s. w.

Die Bewegungen an der Oberfläche hat man in *sucessorische* (aufstoßende), *undulatorische* (wellenförmig schwankende) und *rotatorische* (drehende) unterschieden. Apparate, mittelst welcher man die Art und Richtung der stattgehabten Bewegung bestimmen kann, heißen Seismographen<sup>1)</sup> oder Seismometer, d. h. Erdbebenmesser.

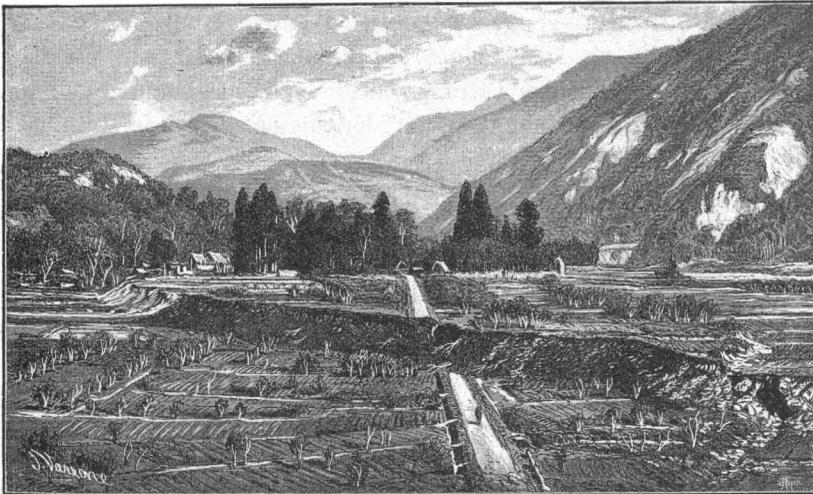
Die Erdbeben gehen, wie erwähnt, vom Innern der Lithosphäre, vom „Erdbebenherd“, Hypocentrum aus; der über jenem Ausgangspunkte an der Oberfläche gelegene Punkt wird das Epicentrum genannt. — Die Erdbeben werden auf verschiedene Ursachen zurückgeführt und hat man darnach unterschieden: *a)* Einsturzbeben über unterirdischen, zusammenbrechenden Hohlräumen (z. B. die Erderschütterungen in Eisleben in den Jahren 1894 und 1895), *b)* vulcanische Beben, welche Vulcanausbrüche begleiten. (Beide sind räumlich beschränkt.) *c)* Dislocationsbeben oder tektonische Beben, Erdbeben, die durch Ortsveränderungen, Verschiebungen, Ver-

---

<sup>1)</sup> gr. *seismós*, Erschütterung.

rückungen u. s. w. verursacht werden (Fig. 205). Sie sind mit tiefer gehenden Störungsvorgängen in der Lithosphäre in Verbindung gebracht worden. Durch sie werden oft weite Räume in Mitleiden-schaft gezogen (Erdbeben von Laibach in der Nacht vom 14. auf den 15. April 1895). Erfolgt der Erdbebenstoß in Küstengegenden (wie bei Lissabon 1755 oder in Peru 1868), so kann durch den seitlichen Stoß der festen Küstenböschung gegen die auflagernde Wassermasse eine Wellenbewegung erzeugt werden, die sich nach allen Seiten hin über weite Meeresflächen, oft bis an die ent-

Fig. 205.



Erdbebenspalte von Midori am Neo-Flusse auf Nippon (Japan).  
Mit Verwerfung und Verschiebung.  
(Nach einem Lichtdrucke von K. O g a w a.)

ferntesten Küsten fortpflanzt und hier ein oft mehrmaliges perio-disches Steigen und Fallen des Wasserspiegels veranlasst. Man hat diese Erscheinungen als Erdbebenfluten bezeichnet; solche wurden z. B. nach dem Erdbeben von Peru im August 1868 an den Inseln und an den Küsten des Pacifischen Oceans, in Australien und in Japan beobachtet.

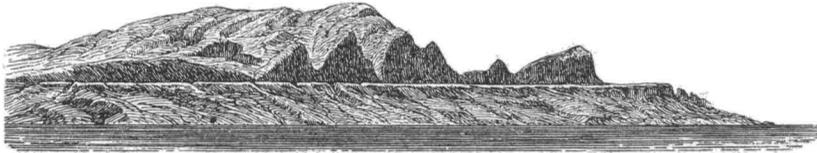
Aus der Statistik der Erdbeben glauben manche Beobachter auf eine gewisse Abhängigkeit derselben von den Jahreszeiten und von den Mondphasen schließen zu können, ohne dass diese Anschauung zu einem irgend wie sicheren Resultate ge-kommen wäre. Die Erdbeben sind mit Rücksicht auf die Gesamtoberfläche unseres

Planeten eine sehr häufige und ganz gewöhnliche Naturerscheinung, die in früheren Erdperioden ebenso und wahrscheinlich noch viel intensiver als heutzutage aufgetreten ist.

**Hebungen und Senkungen des Bodens**, welche sich über ganze Länderstrecken ausdehnen, lassen sich hauptsächlich an den Küsten des Meeres deutlicher verfolgen. Sie sind von zweierlei Art und geschehen entweder plötzlich oder allmählich.

Die plötzlichen Hebungen und Senkungen erscheinen häufig als die directe Wirkung der Erdbeben. So erlitten z. B. die Küstenstriche Chile's im Jahre 1750 eine von Erdbeben begleitete Hebung von 8 *m*. Die allmählichen oder säcularen Hebungen und Senkungen des Bodens erfolgen dagegen so langsam, dass ihre senkrechte Wirkung im Laufe eines Jahrhunderts meist nur bis einen Meter oder etwas darüber beträgt. Zu diesen Erscheinungen gehören z. B. die langsamen Hebungen auf der skandinavischen Halbinsel.

Fig. 206.



Strandterrasse an der Nordseite der norwegischen Insel Lekö (65° 37' n. Br.).  
(Nach R. Lehmann.)

Eine Erscheinung, die man mit Hebungsvorgängen ganzer Küstentheile der Erde in Zusammenhang gebracht hat, sind die zum Theil hoch über dem heutigen Niveau des Meeres gelegenen Strandlinien und Strandterrassen, wie man sie z. B. an der norwegischen Küste auf weite Erstreckung hin verfolgen kann (Fig. 206). Bei Thronhjelm z. B. liegen zwei solche Strandlinien 150 und 170 *m* über dem Meere.

Die Ursachen für die Hebungen und Senkungen des Bodens sind wahrscheinlich dieselben, wie die Ursachen der tektonischen Beben und hängen wohl mit dem allgemeinen Prozesse allmählicher Abkühlung und Contraction des Erdinnern und der Fortbildung der Lithosphäre auf das innigste zusammen.

**Gebirgsbildung.** Die Lithosphäre muss infolge der fortschreitenden Abkühlung und Volumenverminderung des Erdinnern das

Bestreben äußern, immer mehr gegen den Erdmittelpunkt hin zu sinken. Hierbei entstehen nothwendig seitliche Stauchungen und Pressungen, welche je nach der Größe und der Richtung der seitlich wirkenden Kräfte und nach der localen Beschaffenheit der Gesteine von verschiedener Wirkung sein müssen; einerseits werden Aufwölbungen, anderseits Einsenkungen auftreten, die zu Störungen des Zusammenhanges (Dislocationen) führen können. Die von den Oceanen eingenommenen Flächen mögen besonders großen Einsenkungen und Einbrüchen der Lithosphäre zuzuschreiben sein, während die Festländer in höherem Niveau verbliebene Theile vorstellen mögen. In diesen können nun aber auch Dislocationen, allmähliche Faltungen und Aufrichtungen der Gesteinsschichten eintreten, wie wir sie in den Gebirgen beobachten und in welchen wir die Hauptursache der Gebirgsbildung zu suchen haben, die als ein seit den ältesten geologischen Perioden ununterbrochen bis heute fortdauernder Vorgang zu betrachten ist.

Die Entstehung der Gebirge ist daher allerdings der Einwirkung des Erdinnern auf die Lithosphäre zuzuschreiben; allein diese Einwirkung äußert sich nicht sowohl in einer von unten nach oben wirkenden, hebenden Kraft, als vielmehr in horizontal wirkenden, pressenden und schiebenden und dadurch Störungen in der Lithosphäre hervorrufenden Kräften. Die Gebirge sind in ihrer heutigen Gestalt auch nicht mit einemale gebildet worden, sondern nach und nach, während der langen Zeiträume verschiedener geologischer Perioden. Die äußere Modellierung der Gebirgsketten und Täler ist jedoch hauptsächlich den schon besprochenen zerstörenden und abtragenden Wirkungen zuzuschreiben.

#### **4. Geologische Wirkungen der Organismen.**

Die durch das Leben der Pflanzen und Thiere bedingten geologischen Erscheinungen sind sehr mannigfaltiger Art.

Die organischen Wesen brauchen zu ihrer Existenz Stoffe der Atmosphäre (Sauerstoff, Kohlensäure), der Hydrosphäre (Wasser) und der Lithosphäre (z. B. die Aschensalze der Pflanzen und die unorganischen Bestandtheile des thierischen Körpers). Von besonderer Wichtigkeit ist der dem Kohlensäure-Gehalte der Luft entnommene Kohlenstoff, der in allen organischen Verbindungen die Hauptrolle spielt, einen Hauptbestandtheil der fossilen Kohlen und

der Kalksteine (Calciumcarbonat) ausmacht und einem Kreislaufe unterliegt.

Kreislauf des Kohlenstoffes. Die Pflanzen verarbeiten die Kohlensäure mit Hilfe ihrer grünen, chlorophyllhaltigen Theile. Beim Verwesungs- und Verbrennungsprocesse zerfällt ihre Substanz in Wasser, Kohlensäure und Ammoniak, und der Kohlenstoff kehrt als Kohlensäure wieder in die Atmosphäre zurück. Wird der Pflanzenkörper von Schlamm und Erdschichten bedeckt, so bildet sich unter Abscheidung von Kohlensäure, Kohlenwasserstoff und Wasser Kohle, die, als fossiles Brennmaterial gewonnen, nach der Verbrennung gleichfalls wieder der Atmosphäre als Kohlensäure zurückgegeben wird.

Die Thiere nähren sich direct oder indirect von Pflanzenstoffen. Von dem so aufgenommenen Kohlenstoffe wird der größte Theil durch den Athmungsprocess und die Excremente wieder ausgeschieden und schließlich als Kohlensäure der Luft zurückgegeben, ein Theil aber wird im Skelet, besonders in den Kalkschalen der niederen Thiere als kohlenaurer Kalk aufgespeichert, und kann nach dem Ableben der Thiere, da wo sich die Kalkskelette dieser Thiere zu größeren Massen ansammeln, unter Umständen zur Gesteinsbildung führen.

Die durch die **Pflanzen** vermittelten Gesteinsbildungen nennt man *phytogene*<sup>1)</sup> Bildungen, und es gehören hierher hauptsächlich die fossilen Kohlen.

Auch die Kieselguhr oder die sogenannte „Infusorienerde“ ist pflanzlichen Ursprunges. Sie besteht aus den zierlichen, mikroskopischen Kieselskeletten der Diatomaceen oder Spaltalgen, welche im Wasser gelöste Kieselsäure an ihrer Körperoberfläche ausscheiden und so ihre Kieselpanzer bilden.

Gewisse Meerespflanzen entnehmen dem Wasser das gelöste Calciumcarbonat und scheiden dasselbe an der Oberfläche, dieselbe überkrustend, wieder aus (z. B. die kalkabsondernden Algen) und bilden wie die Lithothamnien oft förmliche Kalkbänke.

Die durch die **Thiere** vermittelten Gesteinsabsätze bezeichnet man als *zoogene*<sup>2)</sup> Bildungen. Für dieselben sind besonders die Kalkgerüste der niederen Thiere, der Foraminiferen, Anthozoön (Korallenthier), Echinodermen (Stachelhäuter) und der Schalen besitzenden Weichthiere (Mollusken) wichtig. Diesen niederen Thieren verdanken wir die Bildung der meisten Kalksteine.

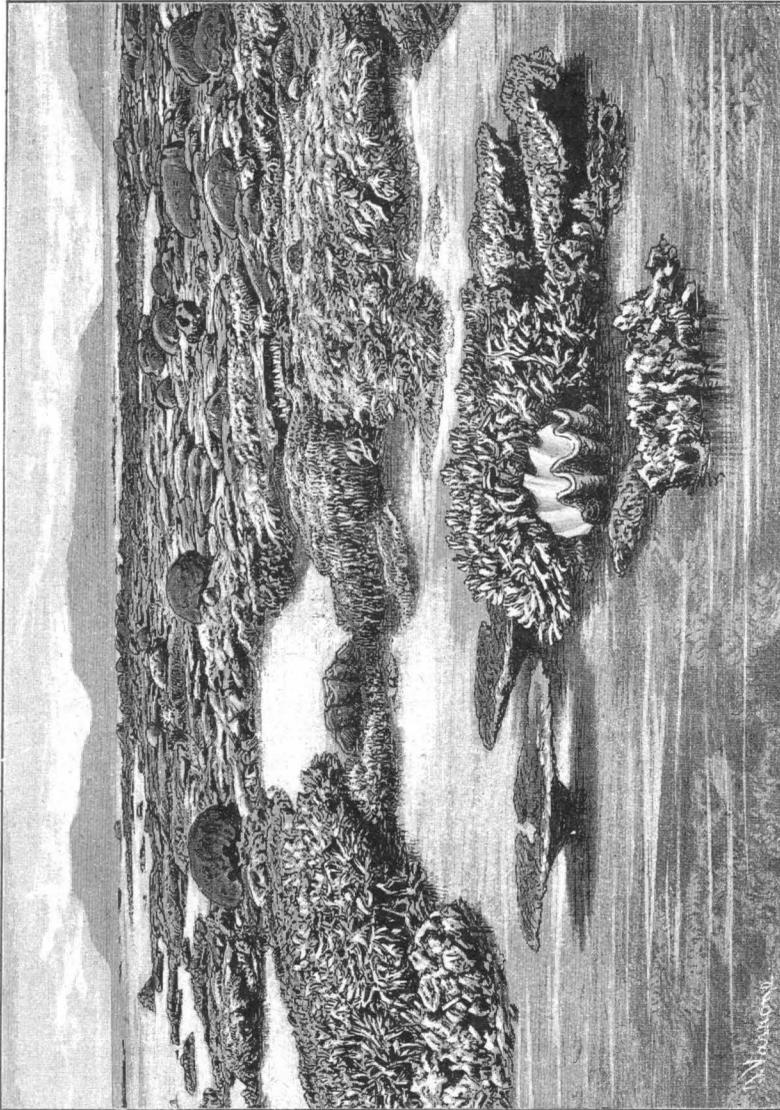
Die kalkbildende Thätigkeit der winzigen Foraminiferen ist sehr bedeutend, da ihre Schalen enorme Areale des tiefsten Meeresbodens bedecken und mächtige Ablagerungen eines förmlichen Kalkschlammes bilden. Besonders häufig sind Globigerina und Textulária. Eine große gesteinsbildende Bedeutung besaßen die Foraminiferen in der Vorzeit (Nummuliten-, Amphisteginenkalk, Schreibkreide etc.).

---

<sup>1)</sup> gr. *phytón*, Pflanze; *genesis*, Abkunft, Abstammung. <sup>2)</sup> gr. *zōon*, Thier.

Mollusken und Echinodermen leben gleichfalls in so außerordentlicher Individuenanzahl gesellig nebeneinander, dass ihre Schalen in Unmengen an den

Fig. 207.



Oberfläche eines lebenden austral. Korallenriffes („Wallriff“) nach einer Photographie von W. Saville-Kent. (Ebbezeit.)

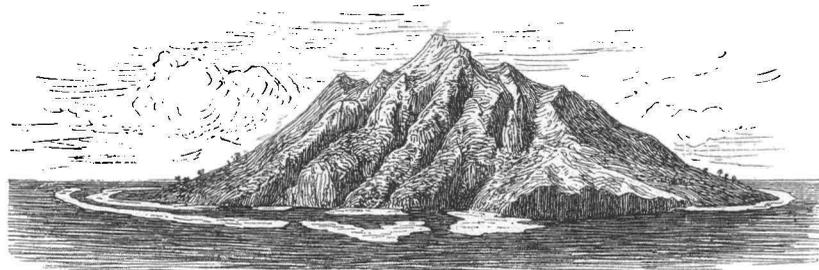
Küsten angeschwemmt oder auf dem Boden flacher Meerestheile abgelagert, die Bildung von mächtigen Kalksteinbänken veranlassen (Crinoiden-Kalk, Ammoniten-Marmor, Austernbänke u. s. w.).

Das großartigste Beispiel der Kalksteinbildung in der Jetztwelt bieten uns aber die riffbildenden Korallenthiere oder die Madreporiden (Fig. 207). Ihre Thätigkeit fällt am meisten in die Augen; sie ist aber an einen gleichmäßigen Salzgehalt des Meeres, an eine Temperatur, die nie unter  $18^{\circ}$  C. fällt, und mithin an die tropischen Meere gebunden.

Die Korallenbildungen oder die Korallenriffe unterscheidet man als:

1. Küstenriffe, welche sich unmittelbar der Küste der Insel oder des Festlandes anschließen und in der Regel nur dort unterbrochen sind, wo Flüsse ins Meer münden. Zu dieser Art von Riffen gehören die Korallenbauten des Rothen Meeres, sowie jene Riffe, welche die Insel Ceylon, die Nicobaren-Inseln im Indischen Ocean, die westindischen Inseln, die Halbinsel Florida in Nordamerika u. s. w. einsäumen.

Fig. 208.



Hohe Insel mit Dammriffen. Südsee. (Nach J. Dana.)

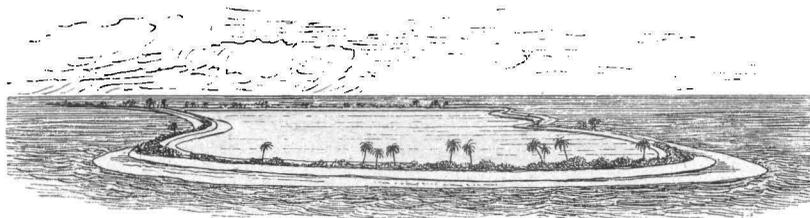
2. Damm- oder Wall-Riffe. Sie sind vom Festlande durch einen mehr oder minder breiten Canal getrennt und ziehen sich den Küsten der Inseln und Continente entlang, Hafendämmen vergleichbar, die von Stelle zu Stelle unterbrochen sind und Eingänge freilassen, die von der offenen See in die zwischen dem Riffe und dem Festlande liegenden Lagunen und Wassercanäle führen. Da diese durch das Riff vor dem Wellengange der offenen See geschützt sind, so bieten sie die sichersten und schönsten natürlichen Häfen dar. Fast alle hohen Inseln der Südsee (Fig. 208), die Carolinen, Neu-Caledonien u. s. w. sind von solchen Wallriffen umgeben und verdanken ihnen ihre vortrefflichen Häfen. Sie erreichen oft eine außerordentliche Breite und Länge. Das größte Wallriff, „Great Barrier“ genannt, erstreckt sich an der Nordostküste von Australien, allerdings mit einigen Unterbrechungen, auf eine Länge von  $1800\text{ km}$  und liegt oft  $75\text{--}90\text{ km}$  von der Küste entfernt.

3. Lagunenriffe oder Atolle. So heißen die in sich zurücklaufenden Riffe, die im allgemeinen die Form eines eckig verbogenen Ringes haben und eine Salzwasserlagune umschließen (Fig. 209). Zu dieser Art von Riffen gehören die Korallen-Inseln im engeren Sinne, jene niederen Inseln, deren höchste vom Wasser nicht überfluteten Theile nur  $2\text{--}4\text{ m}$  über das Niveau der Flut sich erheben. Die Breite der Riffe beträgt in der Regel nicht mehr als  $1000\text{--}1200\text{ m}$ . Nach außen fällt das

Riff außerordentlich steil ab in den tiefen Ocean, so dass die größten Schiffe dicht heranzufahren können. Nach innen dacht es sanft ab, und das von ihm eingeschlossene, seichte Salzwasserbecken, die Lagune, deren ruhiger Wasserspiegel gegen das außen heftig brandende Meer einen eigenthümlichen Gegensatz bildet, ist der Sammelplatz von Seesäugethieren, Fischen und Seethieren aller Art.

Im Pacifischen Ocean gibt es gegen 300 solcher Atolle; der Paumotu-Archipel allein zählt 70—80. Zu den größten Atoll-Inseln gehören die Laccadiven und Malediven im Indischen Ocean.

Fig. 209.



Lagunenriff (Atoll) in der Südsee. (Nach J. Dana.)

Nach Darwins Theorie über die Entstehung der Korallenriffe sollen infolge der Senkung des Meeresbodens aus den ursprünglichen Küstenriffen durch Fortwachsen der Korallenbauten die Dammriffe und schließlich die Atolle entstanden sein.

Die deutschen Forscher Semper und Rein, sowie der englische Zoologe Murray wiesen darauf hin, dass die Korallenriffe auf unterseeischen Plateaus und Bänken von ca. 100 *m* Tiefe an aufwachsen, dass zur Bildung der Riffe die verschiedenen kalkschaligen Meeresthiere beitragen und dass Atolle, Küstenriffe und Dammriffe nebeneinander und unabhängig von einander vorkommen können. Ob die eine oder die andere Form der Riffe zur Ausbildung kommt, hänge nur von der Gestaltung des Meeresbodens und von den Nahrungsverhältnissen der Korallen ab, indem dieselben nach der Seite am üppigsten wachsen, wo sie am meisten Nahrung finden.

## II. Abtheilung.

### Specielle Geologie.

#### A. Petrographie

oder die

#### Lehre von den Gesteinen oder Gebirgsarten.

Unter Gesteinen oder Gebirgsarten (auch Felsarten) versteht man das Material, aus welchem die Lithosphäre zusammengesetzt ist. Mit dem Wort Gestein oder Gebirgsart ist nicht unbedingt der Begriff des Festen und Felsartigen verbunden, denn

es gibt auch lockere und weiche Gebirgsarten, wie z. B. Sand und Thon. Das Material zur Bildung der Gesteine wird in erster Linie vom Mineralreiche geliefert, indem die meisten Gesteine aus Mineralien und Mineralgemengen bestehen, in zweiter Linie vom Thier- und Pflanzenreiche, da es auch Gesteine gibt, welche nicht bloß einzelne organische Reste eingeschlossen enthalten, sondern ganz aus solchen gebildet sind. Man unterscheidet daher minerogene, zoogene und phytogene Gesteine.<sup>1)</sup>

Die Gesteine lassen sich in folgende Gruppen bringen:

I. Gemengte oder ungleichartige krystallinische Gesteine.

a.) Sind die Bestandtheile ohne jede Regelmäßigkeit mit einander verwachsen, so nennt man sie krystallinische Massengesteine;

b.) zeigen sie dagegen eine mehr weniger deutliche parallele Anordnung, so bezeichnet man sie als krystallinische Schiefergesteine.

Die letzteren lassen sich nach der Richtung der Anordnung leichter zerschlagen, als nach den anderen Richtungen (Hauptbruch, Querbruch).

Nach der Größe des Kornes kann man die krystallinischen Gesteine in grobkörnige oder makrokrystallinische, feinkörnige oder mikrokrystallinische und verborgenkörnige oder kryptokrystallinische (dichte) Gesteine unterscheiden.

II. Einfache oder gleichartige Gesteine, wenn sie aus einem bestimmten Minerale bestehen (Quarzfels, körniger Kalk, Steinsalz).

III. Klastische<sup>2)</sup> oder Trümmergesteine. Sie bestehen aus Bruchstücken einfacher oder gemengter Gesteine, welche entweder lose, ungebunden, oder durch ein Bindemittel verkittet sind. Nach der Größe der Bruchstücke unterscheidet man sie in makroklastische (Conglomerate, wenn die verkitteten Bruchstücke abgerundet, Breccien, wenn sie eckig und scharfkantig sind), mikroklastische

---

<sup>1)</sup> *Genése, génesis*, Entstehung, sonach: aus Mineralien, Thieren oder Pflanzen entstanden (gr. *phytón*, die Pflanze). <sup>2)</sup> gr. *klastós*, zerbrochen.

(Sandsteine) und kryptoklastische (Schlammabsätze, thonige oder klastische dichte Gesteine).

IV. Ganz oder theilweise aus Materialien organischen Ursprunges bestehende Gesteine werden je nach der Natur der organischen Bestandtheile, wie schon erwähnt, in zoogene (Korallenkalk, Muschelkalk u. s. w.) und phytogene (Steinkohlen, die Algenkalke, Diatomaceenschiefer und andere) unterschieden.

Nach der Entstehung kann man die Gesteine unterscheiden in solche, welche wir als aus dem Schmelzflusse entstanden betrachten. Sie werden als Eruptiv- oder Ausbruchsgesteine bezeichnet, und zu ihnen gehören alle krystallinischen Massengesteine, und in erster Linie die vollkrystallinischen, welche wir uns als in der Tiefe langsam erstarrt vorstellen („Tiefengesteine“). Alle auf Absätze zurückzuführenden fasst man als Sedimentgesteine zusammen. Sind sie aus Lösungen niedergeschlagen, so nennen wir sie chemische Sedimente, alle übrigen aber werden als mechanische Sedimente bezeichnet. Staubabsätze aus der Atmosphäre hat man äolische<sup>1)</sup> Sedimente genannt.

Zu den Sedimenten gehören fast alle klastischen Gesteine, sowie die Gesteine zoogener und phytogener Natur.

Die Entstehungsgeschichte der krystallinischen Schiefergesteine, zu welchen die ältesten und verbreitetsten Gesteine der Erdkruste gehören, ist noch nicht völlig aufgeklärt. Man hat sie recht treffend als kryptogene<sup>2)</sup> Gesteine bezeichnet. Viele von ihnen dürfen als im Laufe unberechenbarer Zeiträume unter der Einwirkung von Wasser, Druck und Wärme umgewandelte (metamorphische) Sedimentgesteine zu betrachten, andere mögen immerhin ursprünglich gebildete Erstarrungsmassen sein.

Die Sedimentgesteine sind zumeist geschichtet. Unter Schichtung versteht man die plattenförmige oder bankförmige Übereinanderlagerung der Gesteinsmassen, wie sie die Folge des Absatzes oder der Ablagerung in aufeinander folgenden Zeiträumen ist.

---

<sup>1)</sup> S. Anm. S. 145. <sup>2)</sup> gr. *kryptós*, verborgen, geheim.

Beschreibung der wichtigsten Gesteine.

**I. a.) Die Eruptivgesteine oder die krystallinischen Massengesteine.**

A. Die feldspatführenden krystallinischen Massengesteine.

Vollkrystallinische oder Tiefengesteine (Plutonische Gesteine).	1. Granit-Gruppe. Granit.      Syenit.		2. Grünstein-Gruppe. Diorit.      Diabas.	
Gesteine mit Porphyrostructur: Größere Krystalle in dichter Grundmasse.	3. Porphyro-Gruppe. Quarzporphyr.      Syenitporphyr.		4. Porphyrit-Gruppe. Dioritporphyrit      Diabasporphyrit (Augitporphyrit u. Melaphyr).	
Erguss- oder Durchbruchs-Gesteine (Vulcanische Gesteine).	5. Trachyt-Gruppe. Quarztrachyt.      Trachyt (Phonolith).		6. Andesit-Gruppe. Andesit.	7. Basalt-Gruppe. Basalt.
Mineralische Zusammensetzung.	Quarz      (Quarz zum Theil)			
	Orthoklas-Gesteine		Plagioklas-Gesteine	
	Glimmer		Hornblende	Augit
Dichte.	2·5—2·7		2·7—3·2	
Farbe.	licht, häufig röthlich		dunkel	
Structur.	makro- und mikrokrystallinisch, häufig glasartig (amorph) oder seltener kryptokrystallinisch		häufig kryptokrystallinisch und mandelsteinartig	
Beiläufige chemische Zusammensetzung in Procenten.	SiO <sub>2</sub> 80—60%    K <sub>2</sub> O 6—3 Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 8—16    Na <sub>2</sub> O 1—5 FeO } 0·5—4    CaO 0·5—2 Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> }      MgO 0·5—2		SiO <sub>2</sub> 60—45%    K <sub>2</sub> O 3—0·5 Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 10—20    Na <sub>2</sub> O 6—1 FeO } 4—20    CaO 2—12 Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> }      MgO 2—12	

B. Die feldspatfreien krystallinischen Massengesteine (Olivinfels, Serpentin u. a.).

1. Granitische Gesteine.

Zu diesen gehören die ältesten und am weitesten verbreiteten vollkrystallinischen Massengesteine. (Zum größten Theile in der Tiefe erstarrte Gesteine: „Tiefengesteine“.)

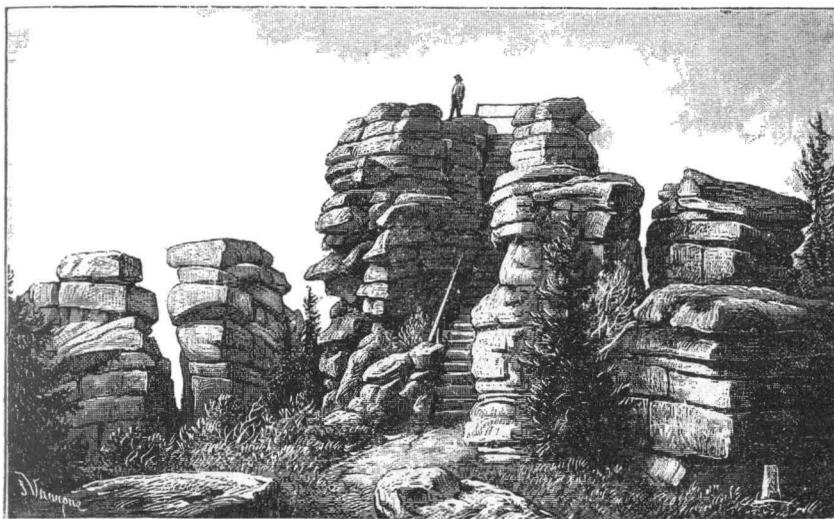
**Granit**<sup>1)</sup> ist ein grob- bis feinkörniges Gemenge von Orthoklas (zuweilen auch Plagioklas führend), Quarz und Glimmer.

<sup>1)</sup> lat. *gránium*, das Korn.

Der Orthoklas ist gewöhnlich vorherrschend. Der Glimmer ist theils Muscovit, theils Biotit und wird durch Talk, Chlorit oder theilweise durch Hornblende ersetzt.

Der Granit kommt sowohl in großen Massen als Gebirgsgranit als auch in der Form von Gängen (vgl. S. 189) als Ganggranit vor. Der Gebirgsgranit bildet die Centralmassen oder Centralstöcke in den Alpen (Mont Blanc, St. Gotthard u. s. w.) in den Karpathen (die Hohe Tatra), im Riesengebirge, Erzgebirge. Karlsbader Gebirge, im Böhmerwald (Fig. 210), am Harz u. s. w.

Fig. 210.



Granit des Dreisesselberges<sup>1)</sup> im Böhmerwalde.

Einige der wichtigsten Varietäten des Granits sind:

Der porphyrartige Granit oder Krystall-Granit mit großen Orthoklas-Krystallen (Karlsbader Zwillingen). Der Wiener Pflasterstein ist ein grauer oder gelblicher, feinkörniger Granit mit einzelnen größeren Orthoklas-Krystallen. Er wird in zahlreichen Steinbrüchen zwischen Linz und Krems an der Donau, hauptsächlich bei Mauthausen, gebrochen.

Der Granitit ist ein Plagioklas führender Granit mit <sup>(Biotit)</sup> Magnesiumglimmer, der nicht selten auch Hornblende enthält. Der rothe ägyptische Granit von Assuan (Syene) gehört hierher. Die alten Ägypter haben ihn zu ihren Obelisken und zu ihren Palast- und Tempelbauten verwendet.

<sup>1)</sup> Der Dreisesselberg liegt in Baiern unmittelbar an der österr. Grenze.

Der Protogin<sup>1)</sup> der Alpen führt Chlorit als theilweisen Stellvertreter des Glimmers. Der Pegmatit oder Riesengranit besteht aus außergewöhnlich groß entwickelten Krystallen und enthält oft Turmalin, Beryll und andere Mineralien. Von Theusing im Karlsbader Gebirge, Wottawa im Böhmerwald, Bodenmais bei Zwiesel im bairischen Wald etc. Der Schriftgranit zeigt regelmäßige Durchwachsung von Orthoklas und lamellar ausgebildetem Quarz, welcher letzterer auf den Bruchflächen eckige, schriftähnliche Durchschnitte bildet; ausgezeichnet zu Bodenmais in Baiern, Lomnitz im Riesengebirge, bei Pressburg etc.

**Syenit**<sup>2)</sup> ist ein Gemenge aus Orthoklas und Hornblende, manchmal auch mit Oligoklas, schwarzem Magnesium-Glimmer. Der Quarz tritt ganz zurück; als Übergemengtheil bisweilen Zirkon (Zirkonsyenit). Typischer Syenit tritt bei Dresden im Plauen'schen Grunde auf.

Granit und Syenit zeichnen sich durch Härte, Politurfähigkeit, Tragfähigkeit und Wetterbeständigkeit aus. Sie haben eine quader- oder pfeilerförmige Absonderung; durch Verwitterung runden sich die Kanten, wodurch die Blockform hervortritt. Diese Gesteine liefern die größten Werkstücke und Monolithe. Der größte Granit-Monolith der Neuzeit (Säule aus einem Stücke) ist 26 m hoch und hat 4.2 m im Durchmesser. (Alexandersäule in St. Petersburg.) — Der Obelisk von Luxor ist 50 m hoch.

**Diorit**<sup>3)</sup>, ein deutlich körniges bis kryptokrystallinisches Gemenge von Plagioklas und Hornblende. Er findet sich im mährischen Gesenke, in den Sudeten, im Erzgebirge u. s. w.

Der Anorthit führende Kugeldiorit oder Corsit von Sartene in Süd-Corsica besitzt partienweise kugelig-schalige Anordnung der Gemengtheile.

Glimmerdiorit besteht aus Plagioklas, Hornblende und Magnesiumglimmer. Er kommt in gangförmigen Massen im Böhmerwalde, im Fichtelgebirge und im Karlsbader Gebirge vor.

**Diabas**<sup>4)</sup>, ein körniges bis fast dichtes Gemenge von Plagioklas (Labradorit) und Augit; manchmal auch olivinhaltig; accessorisch Chlorit und Magneteisenstein. Kommt vor in Böhmen unweit Prag, am Harz, in Nassau, Sachsen, im Fichtelgebirge u. s. w.

Zu den „Grünsteinen“ gehören auch die Gabbrogesteine<sup>5)</sup>, vollkrystallinische Gesteine, welche theils Diallag (Gabbro), theils Hypersthen neben Plagioklas (Labrador, Anorthit etc.) enthalten. (Norite, Hyperstherite.) Als Monumentalgesteine beliebt.

<sup>1)</sup> gr. *protogenés*, der Ersterzeugte. <sup>2)</sup> Der Name Syenit wurde nach der Localität Syene (Assuan) in Ägypten gegeben. Das rothe, granitische Gestein von Syene ist jedoch, wie schon oben erwähnt, Granitit. <sup>3)</sup> gr. *diorizo*, ich trenne, unterscheide.

<sup>4)</sup> gr. *diábasis*, Übergang. — Diorite und Diabase hat man ihrer häufig grünen Farbe wegen auch Grünsteine genannt <sup>5)</sup> Gabbro, eine alttoskanische Bezeichnung.

## 2. Porphyrische Gesteine.

In einer dichten Grundmasse treten größere Krystalle (Einsprenglinge) auf. Diese Structur nennt man Porphyr-Structur.

**Quarzporphyr**<sup>1)</sup> oder Felsitporphyr hat eine lichte, häufig röthliche Grundmasse, in der Quarz- und Orthoklas-Krystalle eingesprengt sind (Fig. 211). Er bildet entweder mächtige, deckenförmige Massen, wie in Südtirol bei Bozen, in Sachsen bei Leipzig, oder er tritt in Kuppen auf, wie im Thüringerwald.

Fig. 211.



Quarzeinschluss in  
Quarzporphyr.

geschätzte rothe Porphyr (Porfido rosso antico) gebrochen wurde.

Fig. 212.



Plagioklas.  
polysynthetischer Zwilling.  
M. vergl. S. 35.)

Zwischensubstanz. In untergeordneten Massen und Gängen ziemlich verbreitet, so am Fuße des Riesengebirges in Böhmen, am südlichen Hunsrück, am Harz, im Thüringerwald u. s. w.

Die amorphe, glasartige (hyaline) Ausbildung der Felsitporphyrmasse heißt Pechsteinporphyr; dieser kommt z. B. bei Meissen in Sachsen vor.

**Porphyrit** nennt man die dunkeln, Plagioklas führenden, porphyrischen Gesteine. Porphyrite finden sich in Sachsen, im Thüringerwald, in Skandinavien und in Ägypten am Djebel-Dokhan, wo im Alterthume der

Der sogenannte „schwarze Porphyr“, woraus die alten Ägypter die schwarzen Statuen machten, gehört zu den Dioritporphyriten. Er wurde zwischen Assuan und der Insel Phylae gebrochen.

**Augitporphyrit** (Diabas-Porphyr) besteht aus Augit und Plagioklas (Labradorit, Fig. 212); der Augit ist in größeren Krystallen ausgeschieden. Er findet sich sehr schön in Südtirol (Seisser-Alpe) u. a. O.

Der „grüne Porphyr“ der Alten (Porfido verde) ist ein feinkörniger Diabas mit größeren grünlichen Plagioklas-Krystallen (Diabas-Porphyr). Er stammt aus Morea.

**Melaphyr**<sup>2)</sup>, ein sehr feinkörniges Gemenge von Plagioklas und Augit mit Magnet Eisenstein, Olivin und einer glasigen

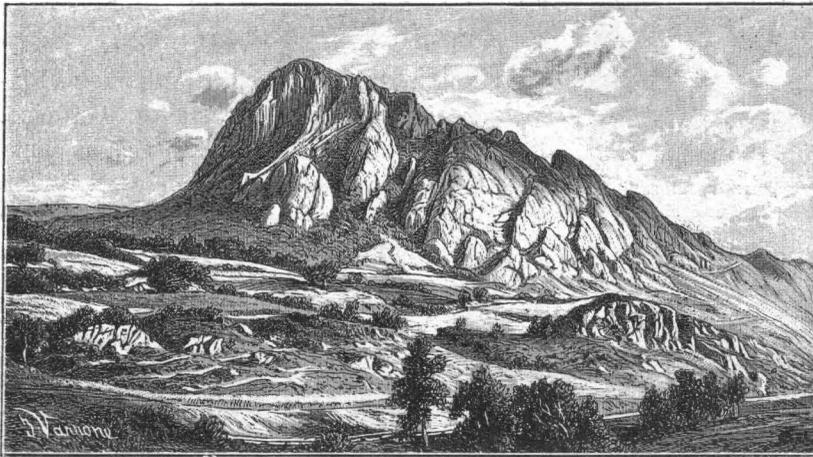
<sup>1)</sup> gr. *porphýra*, Purpur, wegen der rothen Farbe mancher hierher gehörigen Gesteine. <sup>2)</sup> gr. *mélas*, schwarz.

Der Melaphyr zeigt häufig Mandelsteinstructur, eine Structur, welche auf Blasenräume zurückzuführen ist, die sich beim Erstarren des Gesteines bildeten und nachträglich mit Mineralien (Quarz, Achat, Calcit, Zeolithen u. s. w.) ausgefüllt wurden. Schöne Achatmandeln finden sich ausgewittert, z. B. am Kosakowberg bei Turnau in Böhmen, am Galgenberg bei Oberstein und Idar im Fürstenthume Birkenfeld.

### 3. Trachytische Gesteine.

**Quarztrachyt**<sup>1)</sup>, ein Gemenge aus Quarz, Sanidin, Glimmer und Hornblende; **Trachyt** im engeren Sinne, ein Gemenge von Sanidin, z. Th. Plagioklas, Hornblende und Glimmer. Viele

Fig. 213.



Der Borschen (Phonolithberg) bei Bilin in Böhmen.  
(Nach einer Photographie von Eckert in Prag.)

dieser meist licht gefärbten Gesteine haben eine rauh-poröse, andere aber auch eine mehr oder weniger glasige Grundmasse.

**Phonolith** oder Klingstein, ein plattenförmig sich absonderndes und in dünnen Platten beim Schläge hellklingendes Gestein mit grünlichgrauer, Sanidin und Nephelin führender Grundmasse, in welcher häufig größere Krystalle von Sanidin und Hornblende eingewachsen vorkommen. Er findet sich in Böhmen (Milleschauer, Borschen [Fig. 213], Teplitzer Schlossberg u. s. w.), im Hegau am

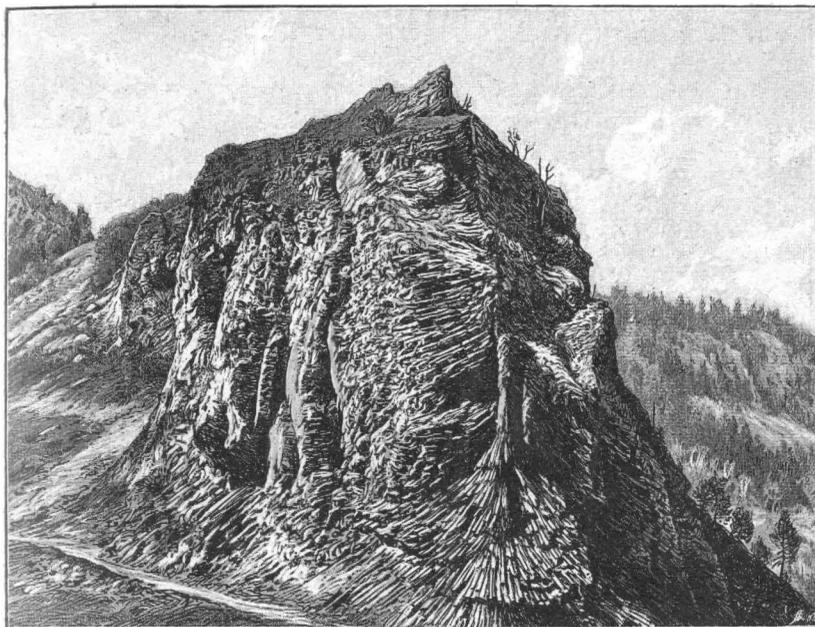
<sup>1)</sup> gr. *trachys*, rauh.

Bodensee (Hohentwiel). in Frankreich (Cantal, Mont Dore u. s. w.) und bildet Kegelberge oder schroffe Felskuppen.

**Andesit** ist ein Gemenge von Plagioklas mit Hornblende oder Augit.

Die trachytischen Gesteine bilden in vielen Gegenden Gänge, Ströme und Bergkuppen, aber auch ganze Gebirge. Ausgedehnte trachytische Gebirge, welche sich oft noch deutlich als

Fig. 214.



Säulen-Basalt (Wergotsch oder Sonnenstein) bei Aussig a. d. Elbe.  
(Nach einer Photographie von Eckert in Prag.)

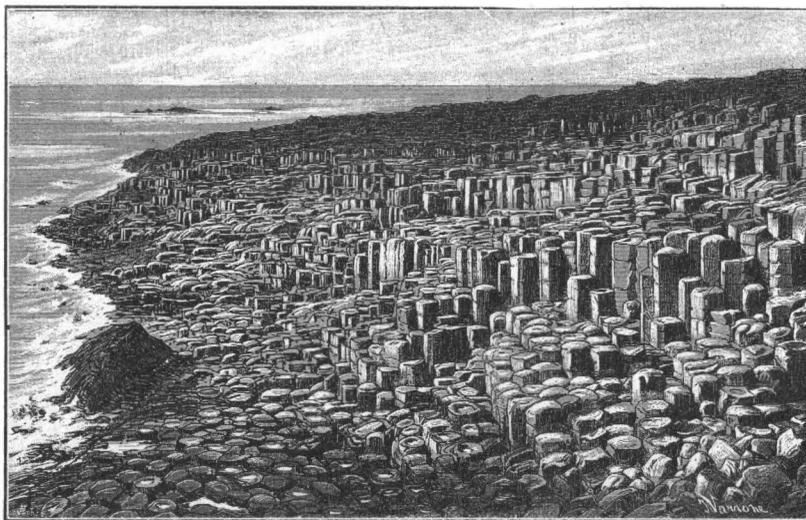
vulcanische Ausbruchsgebirge erkennen lassen, finden sich in Ungarn (im ungarischen und siebenbürgischen Erzgebirge, bei Višegrad, in der Matra, Hegyalja, Hargitta u. s. w.), am Rhein (Siebengebirge), in der Auvergne, in Oberitalien (die Euganeen) u. s. w.

Der Andesit ist namentlich in Südamerika sehr verbreitet und setzt die Riesenvulcane der Anden, wie den Chimborazo, den Cotopaxi, Antisana u. s. w. zusammen; er spielt aber auch in den ungarischen und siebenbürgischen Trachytgebirgen und im nordamerikanischen Felsengebirge eine große Rolle.

Obsidian, Trachyt-Pechstein und Perlit sind glasartige (hyaline) oder emailartige Gesteine von analoger chemischer Zusammensetzung wie die Trachyte. Der Bimsstein ist ein schaumig aufgeblähtes, faseriges oder blasiges vulcanisches Glas. Diese hyalinen Abarten der trachytischen Gesteine sind mehr oder weniger in allen vulcanischen Gegenden verbreitet, z. B. auf den griechischen Inseln (Santorin), auf den liparischen Inseln, auf Island u. s. w.

Die Trachyte liefern gute Bausteine und werden auch zur Pflasterung (z. B. in Budapest) verwendet. Die cavernösen<sup>1)</sup> Quarz-Trachyte liefern gute Mühlsteine (in Ungarn und Siebenbürgen).

Fig. 215.



Die Basaltsäulen am Riesendamm in N.-Irland. (Nach einer Photographie.)

#### 4. Die Basalte.<sup>2)</sup>

Dunkelgefärbte bis schwarze, meist feinkörnige bis dichte Gesteine, welche sich durch eine säulenförmige, prismatische Absonderung, die oft mit der erstaunlichsten Regelmäßigkeit auftritt (Fig. 214 und 215), auszeichnen.

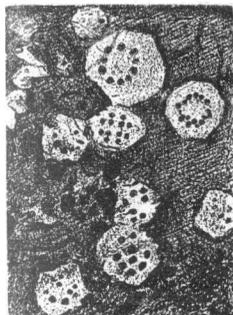
Sie bestehen in der Regel aus Plagioklas, Hornblende, Augit, Magneteisenerz, enthalten aber auch oft dunklen Glimmer, Olivin, Nephelin, Leucit (Nephelin- und Leucit-Basalte, Fig. 216); auch Mandelsteinbildung tritt auf.

<sup>1)</sup> lat. *cavernosus*, löcherig. <sup>2)</sup> *Basaltex*, bei Plinius.

Ist das Gemenge deutlich körnig, so nennt man die Gesteine Dolerite, feinkörnige Basalte werden auch als Anamesite bezeichnet.

Die Basalte sind sehr verbreitete vulcanische Gesteine. Sie bilden Gänge, Ströme, Decken, Kuppen und setzen auch ganze Gebirgsgruppen zusammen. Hauptgebiete sind in Frankreich die Auvergne; in Mitteldeutschland die Eifel, der Westerwald, das Vogelsgebirge, die Rhön; in Nord-Böhmen das Leitmeritzer und Duppauer Mittelgebirge. Berühmt durch ihre schönen Säulenbasalte ist die Nordküste von Irland (der Riesendamm bei Antrim, Fig. 215) und die Insel Staffa mit der Fingalshöhle an der Westküste von Schottland.

Fig. 216.



Leucit mit Magnetit-Einschlüssen.

Die Basalte, sowie auch die älteren, dichten kieselensäureärmeren (basischen) Gesteine (Diorit, Diabas, Porphyrit) liefern geschätzte Baumaterialien, besonders für den Straßenbau.

### 5. Die feldspatfreien Gesteine.

Gesteine, die wesentlich aus körnigem **Olivin** bestehen (Fig. 217), mit mehr oder weniger Chromeisenerz, Augit, Hornblende und Magnet Eisenstein, z. B. der **Pikrit** aus der Gegend von Teschen in Öst.-Schlesien.

Fig. 217.



Olivin. theilweise in Serpentin umgewandelt.

Viele Serpentine sind Umwandlungsproducte von Olivin Gesteinen (S. 102).

Die krystallinischen Massengesteine betrachten wir als Erstarrungsproducte von aus der Tiefe emporgedrungenen, im Schmelzflusse befindlichen Innenmassen, deren Bildung wir beim Erstarren der heute sich bildenden vulcanischen Ausbruchsgesteine in den Laven der thätigen Vulcane verfolgen können. Ihre verschiedene Ausbildungsform führen wir auf die verschiedene chemische Zusammensetzung und auf die Art der Erstarrung zurück. Bei schneller Erstarrung bilden sich aus dem Gesteinschmelzflusse glasige (hyaline) Gesteine, bei langsamem Erkalten individualisieren sich gewisse der geschmolzenen Substanzen als Krystalle, wie bei den Pechstein-Porphyrten und Porphyren. In der Tiefe ungemein langsam erstarrende Schmelzflüsse mögen sich vollkrystallinisch ausbilden („Tiefengesteine“). Für diese Anschauung spricht die Thatsache, dass wir gliederreiche Reihen von vollständig glasigen bis zu vollkrystallinischen Gesteinen verfolgen können.

**I. b.) Die (kryptogenen)<sup>1)</sup> krystallinischen Schiefer-Gesteine.**

**Gneiss**, ein körnig-schieferiges Gemenge von Orthoklas (mit oder ohne Plagioklas), Quarz und Glimmer (Kalium- und Magnesiumglimmer) mit Granat, Turmalin und anderen Mineralien als Übergemengtheilen.

Der Unterschied von den granitischen Gesteinen besteht hauptsächlich in der schieferigen Structur. So wie beim Granit kann auch beim Gneiss der Glimmer theilweise oder ganz durch Chlorit, Talk, Hornblende u. s. w. ersetzt werden.

Die Verbreitung des Gneisses ist ungemein groß. Er bildet die Hauptmasse des Urgebirges der Erde, setzt einen großen Theil der Centralalpen, des hercynischen Gebirges, des Schwarzwaldes u. s. w. zusammen und ist in Skandinavien, Canada, Brasilien u. s. w. weit verbreitet.

**Granulit** oder Weißstein, ein feinkörniges, gneissähnliches Gestein mit Granaten und häufig auch mit Cyanit. In Sachsen (bei Mittweida), in Nieder-Osterreich (Göttweih und St. Pölten), in Böhmen das (Planskergebirge bei Krummau).

Gneiss und Granulit können in gleicher Weise als Baumaterial verwendet werden. Die mehr körnigen Varietäten lassen sich als Quader behauen, die schieferigen Varietäten liefern Steinplatten für Treppen, Gehwege u. s. w.

**Glimmerschiefer**, ein schieferiges Gemenge von vorherrschendem Glimmer mit Quarz. Sehr häufig enthält er Granat, Cyanit, Turmalin u. s. w. Der Glimmerschiefer bildet neben dem Gneisse einen Hauptbestandtheil des Urgebirges.

Quarzschiefer oder Quarzit, ein schieferiges Gemenge von vorherrschendem Quarz mit wenig Glimmer; häufig in der Tauernkette der Alpen. Eine besondere Varietät ist der Itakolumit<sup>2)</sup> von Brasilien, ein sandsteinartiges Aggregat von Quarzkörnern mit Glimmer, Talk und Chlorit, in dünnen Platten mehr oder weniger gelenkig, biegsam, daher auch Gelenkquarz genannt. Er ist bisweilen goldhaltig und soll das Muttergestein der brasilianischen Diamanten sein. Chloritschiefer, aus Chlorit bestehend, in der Regel mit zahlreichen accessorischen Mineralien, wie Quarz, Magneteisenerz, Granat, Turmalin etc.; in der Centalkette der Alpen (Zillerthaler Alpen) sehr verbreitet. Talkschiefer, vorherrschend Talk mit mehr oder weniger Quarz, Chlorit, Glimmer u. s. w.; bei Mautern in Steiermark rein weiß, zu Gestellsteinen bei Ofenanlagen verwendet.

**Hornblendeschiefer** oder Amphibolschiefer, ein Gemenge von Hornblende mit geringen Mengen von Feldspat, Quarz und braunem Glimmer. Ein in den krystallinischen Schiefergebirgen sehr verbreitetes Gestein, das häufig mit Gneiss und Glimmerschiefer wechsellagert.

---

<sup>1)</sup> S. 167. <sup>2)</sup> Itakolumit, nach dem Berge Itakolumi in Brasilien.

**Phyllit** oder Urthonschiefer nennt man kryptokrystallinische, in der Centralzone der Alpen und in den alten Massengebirgen weit verbreitete Schiefer, welche den Übergang vom Glimmerschiefer zum rein klastischen Thonschiefer bilden. Sie enthalten auch Quarz, Orthoklas und Glimmer (Gneissphyllit) oder Hornblende (Hornblendephyllit). Vom klastischen Thonschiefer unterscheidet sich der Phyllit durch seinen seidenartigen Glanz und durch eine fast nie fehlende, feine Fältelung auf den Schichtflächen.

Die krystallinischen Schiefergesteine gehören zu den verbreitetsten Gesteinen der Erde. Sie bilden z. B. die Centralzone der Alpen und spielen auch in den Massengebirgen, z. B. in der hercynischen Masse (Böhmen, Theile von Mähren, Ober- und Niederösterreich, Baiern und Sachsen umfassend), eine wichtige Rolle. (Über ihre Entstehung vgl. m. S. 167.)

### **II.) Die einfachen krystallinischen Sediment-Gesteine.**

Hierher gehören gesteinsbildend auftretende Mineralien. Die wichtigsten derselben sind: Quarz als Quarzfels und Kieselschiefer; grob- bis feinkörniger, krystallinischer Kalk (z. B. der Carrara-Marmor), als Kalkglimmerschiefer dünnplattig mit glimmerigen Überzügen auf den Spaltflächen; Kalktuff oder Travertin, Kalksinter (Stalaktiten und Stalagmiten); körniger Magnesit und Dolomit; Graphit als Graphitschiefer; Steinsalz; Anhydrit; Gyps.

### **III.) Die klastischen Sediment-Gesteine oder Trümmergesteine.**

**Breccien** bestehen aus eckigen Bruchstücken (Trümmern) anderer Gesteine, welche durch ein Bindemittel verkittet sind (Quarz-, Gneiss-, Porphyr-, Kalk-, Knochenbreccien u. s. w.).

Sind die Bestandtheile abgerundet („Geschiebe“ oder „Gerölle“), so nennt man die betreffenden Trümmergesteine **Conglomerate**.

Das Bindemittel kann ein thoniges, kalkiges oder kieseliges sein. (Grauwacken-Conglomerat, Nagelfluh, Puddingstein.)

#### Die Sandsteine.

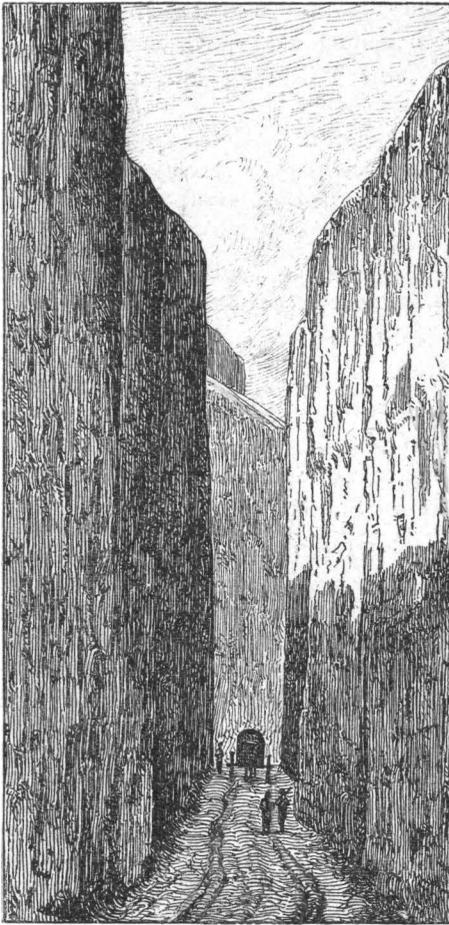
Die **Sandsteine** bestehen meistentheils aus Quarzsand mit mehr oder weniger Glimmerbeimengung. Nach der Beschaffenheit des Bindemittels unterscheidet man thonige, kieselige, eisen-schüssige und kalkige Sandsteine.

In der Regel bezeichnet man die Sandsteine nach den Formationen, in welchen sie vorkommen, z. B. als Kreide- oder Quader-Sandstein (Elbesandstein-

gebirge in Böhmen und Sachsen), Bunt-, Rothliegend-, Kohlsandstein u. s. w.; bisweilen auch nach Localitäten, wie Wiener Sandstein, Karpathen-Sandstein u. s. w.

Die verschiedenen Arten der körnig-klastischen Sedimentgesteine liefern das mannigfaltigste und vorzüglichste Material für Bauzwecke; harte, grobkörnige Sandsteine liefern vortreffliche Mühlsteine, feinkörnige Schleifsteine,

Fig. 218.



Hohlweg im chinesischen Löss.  
(Nach Ferd. v. Richthofen.)

Tegel nennt man bei Wien die plastischen Thone der Tertiärablagerungen; Löß den gelben, kalkhaltigen, manchmal auch feinsandigen Lehm der diluvialen Ablagerungen. Derselbe bildet häufig verticale Wände; ist z. B. in Österreich-Ungarn und im Rheinlande weit verbreitet, erreicht jedoch seine größte Mächtigkeit in China (Fig. 218).

### Die Schlamm- gesteine.

Zu dieser Gruppe gehören die aus thonigem Schlamm erhärteten Gesteine. Nach dem Grade der Erhärtung unterscheidet man:

**Thonschiefer**, hart und steinartig, ausgezeichnet schieferig, in dünnen Platten spaltbar.

Dachschiefer und Tafelschiefer, im nördlichen Mähren und in Schlesien weit verbreitet, ferner in Angers in Frankreich, Bangor in England (N.-Wales) etc. Griffelschiefer, in einzelne Stifte spaltbar, bei Sonneberg im Thüringer Wald.

**Schieferthon**, weniger fest gebunden, an der Luft leicht verwitterbar.

Kohlenschiefer, durch kohlige Beimengung dunkelblau bis schwarz, oft so bitumenreich, dass er brennt (Brandschiefer).

**Thon**, Letten oder Lehm, im feuchten Zustande mehr oder weniger plastisch.

Die vulcanischen Trümmergesteine.

**Vulcanische Tuffe** oder **Conglomerate**. Sie bestehen aus mehr oder weniger fest verbundenen Anhäufungen von vulcanischen Auswurfsproducten und werden je nach der Natur des Gesteinsmaterials, aus dem sie gebildet sind, unterschieden in Diabas-, Melaphyr-, Trachyt- und Basalttuffe. Bimssteintuff (Pausilip-tuff von Neapel) besteht hauptsächlich aus Bimsstein. Trass ist ein Localname für die Bimssteintuffe im Laachersee-Gebiete am Rhein.

Die losen Trümmergesteine.

**Gebirgsschutt**, kantige, unregelmäßige Gesteinstrümmen, wie sie aus der Verwitterung und Abbröckelung der Felsen hervorgehen. Gebirgsschutt von kleinerem Korne bezeichnet man als Gesteinsgrus (Granit-, Dolomitgrus u. s. w.).

**Gerölle**, Gesteinsstücke von kugeligem, walzenförmiger oder cylindrischer Form. Sie bilden sich hauptsächlich am Meeresstrande durch die rollende Bewegung in der Brandung.

**Geschiebe** sind flache Gesteinsstücke mit abgerundeten Kanten, welche ihre eigenthümliche, keilförmige Gestalt der schiebenden Fortbewegung in Flußbetten verdanken.

Lose Gerölle- oder Geschiebeablagerungen nennt man auch „Kies“ oder „Schotter“.

**Sand**, eine lockere Anhäufung von kleineren oder größeren Mineralkörnern, meistens von Quarz, aber auch von Glimmer, Kalkstein, Hornblende, Orthoklas und anderen Mineralien (Edelstein-, Gold-, und Magneteisenstein-Sand).

#### **IV.) Die organogenen Gesteine.**

##### *a.) Die zoogenen Sediment-Gesteine.*

Kalksteine.

Dichter, **massiger Kalkstein** kommt in den verschiedensten Farben vor. Politurfähige, in der Architektur verwendbare Kalke werden als Marmorkalke bezeichnet. Schöne Marmorkalke finden sich am Untersberge bei Salzburg (weiß und gelblich), bei Ischl, Hallstatt, Adneth, Hallein (meist roth oder weiß gefleckt) u. s. w.

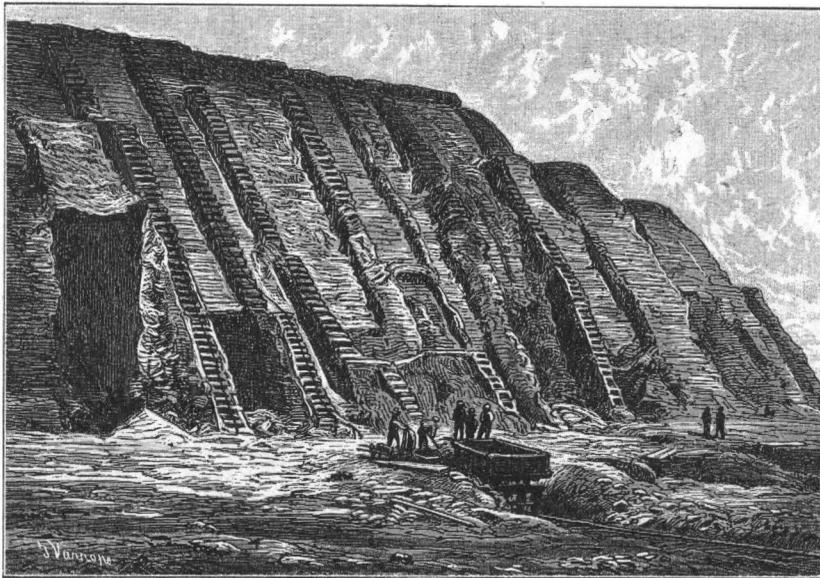
Enthalten Kalksteine neben Calciumcarbonat auch Magnesiumcarbonat, so nennt man sie dolomitische Kalke, und wenn beide Carbonate im Gleichgewichte stehen, Dolomite.

Die dichten plattig-schieferigen Kalksteine sind häufig thonhaltig. Sie liefern lithographische Steine, Fußboden-

platten u. s. w. Weltberühmt sind die großen Steinbrüche von Solnhofen und Eichstädt an der Altmühl in Baiern (Solnhofener oder „Kehlheimer“ Platten, Fig. 156, S. 86).

**Mergel** nennt man Gemenge von Thon mit Calcium- und Magnesiumcarbonat. Kalkmergel, wenn das Calciumcarbonat, Thonmergel, wenn der Thon (Thonerdesilicat) im Überschusse vorhanden ist; dolomitische und sandige Mergel, wenn sie Magnesiumcarbonat oder feinen Quarzsand enthalten; Cement-

Fig. 219.



Guano-Abbau auf den Chincha-Inseln (Peru). (Nach einer Photographie.)

mergel, wenn sie durch Brennen hydraulischen, d. h. auch im Wasser erhärtenden Kalk liefern.

**Erdiger Kalkstein.** Dahin gehört die weiße Schreibkreide (aus Schalen winziger Urthiere, der Foraminiferen, Zerreibsel von Muschelschalen u. dgl. bestehend), welche auf der Insel Rügen, auf Seeland, in Nord-Frankreich und im südöstlichen England vorkommt.

Von den Korallenkalken und den verschiedenen Muschelkalken war schon (S. 162) die Rede.

Zu den zoogenen Kalksteinen gehören auch gewisse Varietäten des sogenannten Leithakalkes, des Hauptbausteines von Wien, und zwar die aus Foraminiferenschalen, Bryozoenstößchen und Muschelschalen bestehenden, mürben Amphisteginen- und Bryozoenkalksteine. Steinbrüche bei St. Margarethen und Loretto am Leithagebirge, Zogelsdorf am Manhartsberge. Neben diesen thierischen Resten finden sich auch die Stößchen kalkabsondernder Algen (*Lithothamnien*), welche zusammen mit Muschelschalentrümmern die viel festeren Lithothamnienkalksteine bilden. Steinbrüche bei Wöllersdorf, am Rande der Ostalpen und bei Kaisersteinbruch, Mannersdorf u. s. w. am Leithagebirge (z. Thl. phytogene Kalksteine).

Zu den zoogenen Gesteinen gehören auch die aus Anhäufungen von Wirbelthierresten gebildeten Knochenbreccien. Eine weitverbreitete Bildung dieser Art nennt man nach dem englischen Vorkommen *Bone bed*.<sup>1)</sup> Es besteht aus Knochen, Zähnen, Schuppen, fossilen Excrementen (Koprolithen<sup>2)</sup> u. s. w. und findet sich z. B. auch im südwestlichen Deutschland in ganz bestimmten Gesteinshorizonten (S. 213). Ungeheure Anhäufungen von Vogel-Excrementen bilden den *Guano*, welcher auf den peruanischen Chincha-Inseln (Fig. 219) an schroffen, bis 40 m hohen Wänden am Meeresufer als wichtiges Dungmaterial abgebaut wird.

#### b.) Die phytogenen Sediment-Gesteine.

##### Die fossilen Kohlen.

**Anthracit**<sup>3)</sup> (bitumenfreie Steinkohle), schwarz mit schwarzem Striche. Er enthält 85—96 Proc. Kohlenstoff, wenig Wasserstoff und Sauerstoff und mehr oder weniger Aschenbestandtheile.

Der gemeine Anthracit, samtschwarz mit unvollkommenem Metallglanze und muscheligen Bruche; der graphitartige Anthracit, eisenschwarz, abfärbend.

Der Anthracit ist im Feuer unerschmelzbar, verbrennt nur bei starkem Luftzuge und brennt ohne Flamme und Rauch; er liefert unter allen Kohlen den höchsten Wärme-Effect. Die wichtigsten Anthracitlager finden sich im Staate Pennsylvanien und im Staate Rhode Island. Sehr reiche Anthracitlager besitzt auch China.

Eine Art von Übergangsglied von Anthracit zum Graphit stellt der Graphitoid, die amorphe Kohle von Schunga am Onegasee („Schungit“), vor. Er enthält getrocknet 98% C., seine Härte = 3·5—4, seine Dichte bei 2.

**Schwarzkohle** (Steinkohle, bituminöse Steinkohle), schwarz, mit schwarzem Striche. Sie enthält 75—85 Proc. Kohlenstoff neben Wasserstoff und Sauerstoff und einem wechselnden Aschengehalte.

<sup>1)</sup> engl. Knochenbett, Knochenschichte. <sup>2)</sup> gr. *kópros*, Koth. <sup>3)</sup> gr. *ánthrax*, Kohle.

Glanzkohle und Pechkohle, je nach dem größeren oder geringeren Glanze, spröde, leicht zerbrechlich, mit großmuscheligen Brüche. Rußkohle oder Faserkohle, seidenglänzend, abfärbend, wie Holzkohle. Sie bildet dünne Schichten zwischen der Glanz- und Pechkohle und ist als ein Kennzeichen echter Schwarzkohle zu betrachten. Cannelkohle<sup>1)</sup> ist eine sehr bitumenreiche Pechkohle. Sie besitzt matten Wachsglanz und ist nicht spröde, sondern zähe. Daher lässt sie sich dreheln, polieren und zu allerlei Galanteriegegenständen verarbeiten. Sie ist zur Leuchtgasbereitung vorzüglich geeignet.

Nach dem Verhalten im Feuer unterscheidet man: Backkohle, welche in der Hitze erweicht und schmilzt, so dass sie bei der trockenen Destillation (Leuchtgas-Destillation) zu einer harten, compacten Masse (Coaks, Koks) zusammenbackt. Diese Kohle dient vorzüglich zur Leuchtgas- und Coaks-Bereitung; Sinterkohle, welche in der Hitze nur unvollkommen backt und keine festen Coaks-Stücke liefert; Sandkohle, deren Pulver in der Hitze gar nicht backt.

Die Schwarzkohle kommt so wie der Anthracit in mehr oder weniger mächtigen Schichten, den sogenannten Kohlenflötzen, vor. Die wichtigsten Steinkohlenlager in Österreich-Ungarn sind: in Böhmen die beiden großen Kohlenbecken von Schlan-Rakonitz und von Pilsen, ferner das Schatzlarer Kohlenrevier, welches seine Fortsetzung in Preußisch-Schlesien hat; in Schlesien und Mähren das Becken von Ostrau (vgl. Fig. 238, S. 203), ein Theil des großen ober-schlesischen Kohlenbeckens, von welchem ein anderer Theil bei Jaworzno in Galizien wieder auf österreichisches Gebiet reicht; in Ungarn die Schwarzkohlen von Fünfkirchen und von Steierdorf, und endlich eine Reihe von Vorkommnissen am Nordfuße der Alpen. Die drei bedeutendsten Kohlenbecken Deutschlands sind das ober-schlesische Kohlenbecken, das Saar-Kohlenbecken und das Kohlenrevier an der Ruhr. Die ausgedehntesten Kohlenlager Europas besitzt England, den größten Kohlenreichtum der Welt Nordamerika, dessen Kohlenfelder ein Areal bedecken, welches größer ist als das des Deutschen Reiches. Die nächstgrößten Kohlenfelder kommen in China vor.

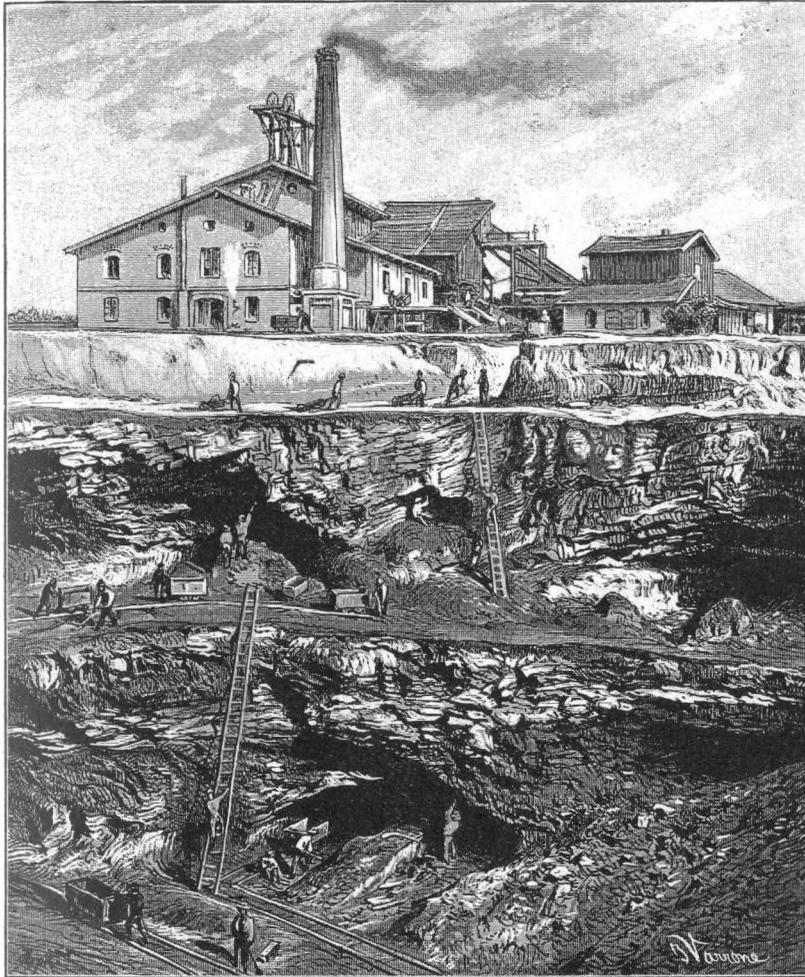
**Braunkohle**, meist von schwarzer Farbe, aber mit braunem Striche. Kohlenstoffgehalt 44—75 Proc., gewöhnlich mit viel Aschenbestandtheilen. Braunkohlen brennen mit langer, rußender Flamme.

Glanzkohle, schwarz, spröde, oft mit Glasglanz, nicht abfärbend; Pechkohle, pechschwarz, spröde, mit mattem, pechähnlichem Glanze; gemeine Braunkohle, schwarzbraun, mit mattem, fettglänzendem Bruche, Übergänge in Lignit bildend; Lignit (holzige Braunkohle), Farbe und Strich braun, Kohlenstoffgehalt

<sup>1)</sup> engl. *candle*, Licht.

44–57 Proc., Aschengehalt gewöhnlich sehr hoch; zeigt deutliche Holzstruktur. Der meiste Lignit stammt von Coniferenholzern her.

Fig. 220.



Abbau des bis über 30 m mächtigen Braunkohlenflötzes von Dux (Böhmen).  
(Nach einer Photographie von H. Eckert in Prag.)

Die wichtigsten Braunkohlenlager in Österreich-Ungarn sind, von Glanzkohle: Salesl bei Aussig in Böhmen, Leoben, Eibiswald, Trifail in Steiermark, Häring in Tirol; von gemeiner Braunkohle

und Pechkohle: das Saazer, Falkenauer und Dux-Teplitzer Kohlenbecken im nördlichen Böhmen (Fig. 220); von Lignit: das Köflacher Becken in Steiermark, das Wolfsegger Becken in Oberösterreich u. s. w.

**Torf** ist ein Aggregat von verschiedenen, in langsamem Verkohlungsprocesse befindlichen Pflanzentheilen. Er ist in der Regel ungemein reich an Aschenbestandtheilen.

Pechtorf, eine schwarze, compacte Masse, bildet in der Regel die untersten Partien der Torflager und ist im getrockneten Zustande der Pechkohle sehr ähnlich. Fasertorf besteht aus deutlichen, untereinander verwebten Pflanzenfasern mit wenig homogener Substanz. Seine Farbe ist licht- oder rothbraun. Nach den an der Torfbildung hauptsächlich Antheil nehmenden Pflanzen unterscheidet man: Moos-, Rasen-, Heide- und Holztorf.

(Über die Entstehung der Steinkohlen vgl. m. S. 115.)

Kohlenwasserstoffe oder Bitumen.

**Asphalt** (Erdpech), eine schwarze, fettglänzende Masse von bituminösem Geruche, welche bei niedriger Temperatur fest ist, leicht schmilzt, mit rußender Flamme brennt und in Petroleum löslich ist. D. = 1.2.

Sehr bekannt sind das Asphaltvorkommen am Todten Meere und der Asphaltsee<sup>1)</sup> auf der Insel Trinidad (Südamerika). Gewöhnlich gewinnt man den Asphalt aus bituminösen (asphalthaltigen) Kalksteinen oder Schiefen (Dalmatien, Albanien, Neuenburg oder Neuchâtel in der Schweiz, Seefeld in Tirol). Er dient zu Pflasterungen und zur Anfertigung der Asphaltpappen.

**Bergwachs** (Ozokerit<sup>2)</sup>), grünlichbraun bis gelb, wachsartig, weich; dasselbe kommt gewöhnlich mit Petroleum zusammen vor. Reiche Vorkommnisse sind in Galizien bei Drohobycz und Boryslaw (m. vgl. S. 219). Es wird hauptsächlich zu Ceresin und Paraffin verarbeitet.

**Petröleum**<sup>3)</sup> (Steinöl, Erdöl, Naphtha), flüssig, gelb, braunroth, oft deutlich grün fluorescirend. D. = 0.7—0.9.

Der vorzüglichste Fundort in Europa ist die Gegend von Boryslaw in Galizien. In großer Menge findet es sich bei Baku am Kaspischen Meere, dann in Pennsylvanien und Canada in Nordamerika.

Kieselguhr oder sogenannte „Infusorienerde“.

Hierher gehören magere, licht gefärbte Erden, welche aus den Kiesel skeletten von Diatomaceen (Spaltalgen) bestehen.

<sup>1)</sup> Derselbe ist rund und hat ca. 2 km im Durchmesser. <sup>2)</sup> S. S. 108. <sup>3)</sup> gr. *pétra*, der Stein; lat. *oleum*, das Öl.

Sehr ähnlich im Aussehen ist die Radiolarienerde (Tripel), welche aus Kieselgerüsten der Radiolarien<sup>1)</sup> besteht und also zoogener Natur ist.

Zu den phytogenen Sedimentgesteinen gehören auch, wenigstens theilweise, die Lithothamnienkalke<sup>2)</sup> (s. S. 181).

## B. Geotektonik

oder die

### Lehre von der Lagerung der Gesteine und vom Gebirgsbau.<sup>3)</sup>

In Bezug auf die **Lagerung** der Gesteine unterscheidet man normale Lagerung oder Auflagerung und abnorme oder durchgreifende Lagerung.

Die **Auflagerung** (normaler Gesteinsverband) ist das gewöhnliche Lagerungsverhältnis der Sedimentgesteine: eine Gesteinschichte liegt über der anderen. Eine größere Anzahl von übereinander liegenden Schichten, welche sich ihrer Natur und Entstehung nach als etwas Zusammengehöriges erweisen, nennt man eine Schichtenreihe oder ein **Schichtensystem**. Die Dicke einer einzelnen Schichte oder auch eines ganzen Schichtensystems bezeichnet man als die **Mächtigkeit** der Schichte oder des Schichtensystems.

Einzelne Schichten in einem Schichtensysteme, welche von den übrigen durch eine besondere mineralische Beschaffenheit sich auszeichnen, werden auch als **Lager** oder **Flötze** bezeichnet, z. B. Kalksteinlager im Gneiss, Kohlenflötze im Kohlen-Sandstein u. s. w. Diejenige Schichte, welche über einer anderen liegt, nennt man nach der Bergmannssprache „das Hangende“ und die darunter folgende „das Liegende“ der betreffenden Schichte.

Das Verhältnis der Auflagerung kommt auch bei Eruptivgesteinen vor als deckenförmige, stromförmige oder kuppenförmige Lagerung.

Decken sind mehr oder weniger mächtige und ausgedehnte Ablagerungen der Eruptivgesteine, welche sich bei der Eruption an der Oberfläche ausgebreitet haben: Porphyry-, Melaphyrydecken u. s. w. — **Ströme** sind aufgelagerte Eruptivmassen, welche nach einer Richtung eine vorwaltende Ausdehnung zeigen: Lava-, Basaltströme u. s. w.

Sind die Eruptivgesteine über der Ausbruchsöffnung in Kegel-, Dom- oder glockenförmigen Massen angehäuft, so nennt man solche Auflagerungen im allgemeinen **kuppenförmig** (z. B. Porphyry-, Basalt-, Phonolith-Kuppen) (Fig. 213, S. 172).

Die sedimentären Schichten müssen vermöge ihrer Bildung als Absätze aus dem Wasser ursprünglich eine horizontale Lage oder wenigstens eine der horizontalen mehr oder weniger genäherte

---

<sup>1)</sup> Zu den Urthieren gehörig. <sup>2)</sup> Wurden früher „Nulliporenkalke“ genannt und für zoogen gehalten. <sup>3)</sup> Dieser Abschnitt der Geologie wird auch die architektonische Geologie genannt.

Lage haben. Wo dieses nicht der Fall ist, wo also die Schichten mehr oder weniger steil aufgerichtet erscheinen, da müssen spätere Störungen oder Dislocationen eingetreten sein. Man bezeichnet Schichten mit gestörter Lagerung als dislocierte Schichten im Gegensatze zu den nicht dislocierten Schichten mit ungestörter, horizontaler Lagerung.

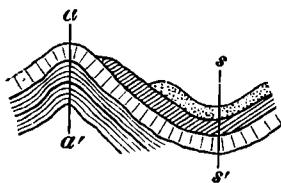
Über die Richtung oder Lage gestörter Schichten gibt man sich Rechenschaft, indem man das Streichen und Fallen (Einfallen oder Verflächen) derselben bestimmt. Unter Streichen versteht man die Richtung einer auf der Schichtungsfläche gezogen gedachten, horizontalen Linie gegen den Meridian des betreffenden Ortes. Unter Verflächen einer Schichte versteht man deren Neigung gegen die horizontale Ebene. Die Richtung des Verflächens steht jederzeit auf der Streichungslinie senkrecht.

Zur Bestimmung des Streichens dient der bergmännische Compass, an welchem gewöhnlich auch noch ein sogenanntes Klinometer zur Bestimmung des Neigungswinkels der Schichten angebracht ist.

Das Streichen und Verflächen bestimmt die Lage einer Schichte oder einer Schichtenreihe im Raume und wird durch zwei Striche angegeben, von welchen der eine das Streichen und der zweite das Verflächen anzeigt. Z. B. bezeichnet  $\swarrow$  eine von SW. nach NO. streichende und gegen NW. verflächende Schichte.

In den Gebirgen beobachtet man fast nur dislocierte Schichten. Gebogene Schichten, welche eine Biegung oder Knickung nach

Fig. 221.



bei aa' antikinale Lagerung,  
bei ss' synklinale Lagerung.

aufwärts (aa' in Fig. 221) zeigen, bilden einen Schichtensattel und sind an dieser Stelle antiklinal<sup>1)</sup>, d. h. nach entgegengesetzter Richtung abfallend. Sind aber die Schichten nach abwärts gebogen, so zeigen sie eine muldenförmige oder synklinale<sup>2)</sup> Lagerung (ss' in Fig. 221). Derartig

gebogene Schichten nennt man auch gefaltet (Fig. 222). Von senkrecht stehenden Schichten, deren Verflächen demnach 90° beträgt, sagt man, sie stehen „saiger“ oder sind „auf den Kopf gestellt“. Fallen die Schichten in der gleichen Richtung ein, wie das Gebirgsgehänge, welches aus ihnen besteht, so nennt man sie rechtsinnig, sie fallen vom Gebirge ab (bei a, Fig. 223); fallen die Schichten jedoch gegen den Berg ein, so nennt man sie widersinnig (bei b, Fig. 223). Eine besondere Schichtenstellung ist die fächerförmige Stellung (Fig. 224), bei welcher die

<sup>1)</sup> gr. *anti*, gegen, *kline*, ich neige. <sup>2)</sup> gr. *syn*, zugleich, zusammen.

Fig. 222.



Gefaltete krystallinische Schiefer (Hornblende-Gneiss) am Kamp in Nieder-Österreich,  
gegenüber der Rosenberg. (Nach einer Photographie.)

Schichten beiderseits gegen eine mittlere, senkrecht stehende Schichtenpartie einfallen.

Bei a und b in Fig. 223 und 225 „gehen die Schichten zu Tage“, beim Besteigen eines solchen Berges geht man über die „Schichtköpfe“ hinweg.

Fig. 223.

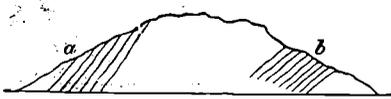


Fig. 224.

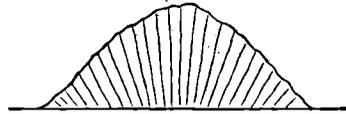


Fig. 225.

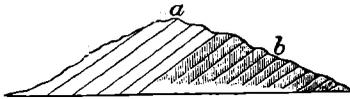
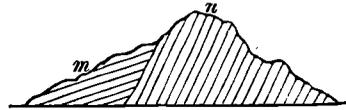


Fig. 226.



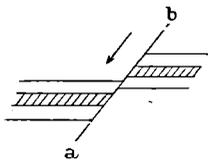
Schichten oder Schichtensysteme, die in paralleler Lage auf einander folgen (a und b, Fig. 225), heißt man concordant (übereinstimmend) gelagert. Der Schichtencomplex m in Fig. 226 stoßt an den Schichten n ab; die beiden Schichtensysteme zeigen verschiedene Lagerungsverhältnisse, sie sind discordant.

Ein derartiges Verhältnis zeigen z. B. die im allgemeinen horizontalen Ablagerungen der Niederung südlich von Wien den aufgerichteten Gesteinen des Randgebirges gegenüber (vgl. Fig. 249; S. 221).

Schichten, welche längs einer Kluft (a b, Fig. 227 und 228) aus dem Zusammenhange gebracht erscheinen, werden nach der

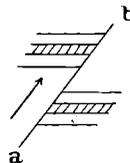
Lage der betreffenden Bruchstücke als verworfen oder als überschoben bezeichnet.

Fig. 227.



Verwerfung.

Fig. 228.



Überschiebung.

„Erzadern“).

Ausfüllungen von Klüften im Gebirge durch andere Gesteine bezeichnet man als Gänge (Fig. 229). Diese sind entweder Gesteinsgänge (Granit-, Porphyr-, Basalt-

gänge u. s. w.), oder Mineral- oder Erzgänge (Quarzgänge und

Die Gänge stehen mit den von ihnen durchsetzten Gesteinen im durchgreifenden oder abnormen Verbande (Fig. 230).

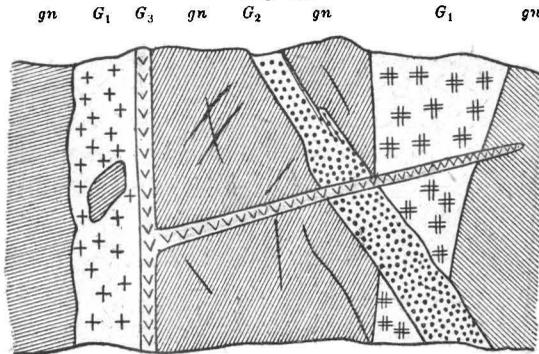
Durchsetzende, aus der Tiefe eingepresste Massen von bedeutenden Dimensionen nennt man **Stöcke**. Sie können sowohl

Fig. 229.



Ausgewitterte Lavagänge im Tuffe des Ätna. (Nach Sartorius v. Waltershausen.)

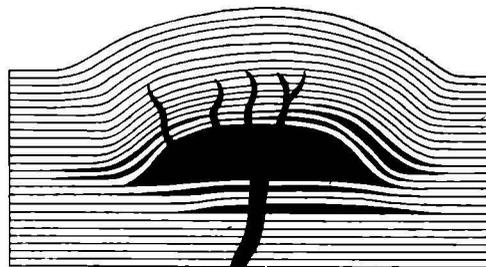
Fig. 230.



Granitgänge verschiedenen Alters im Gneiss des Iltzthales im ostbayrischen Waldgebirge. (Nach G ü m b e l.)

gn Gneiss, G<sub>1</sub> G<sub>2</sub> G<sub>3</sub> Granitgänge, G<sub>3</sub> mit Apophyse.

Fig. 231.



Durchschnitt durch einen Lakkolith. (Nach Gilbert.)

innerhalb geschichteter, als auch innerhalb massiger Gebirgsglieder auftreten und sind entweder von brotlaib-, linsen-, keilförmiger, elliptischer oder von ganz unregelmäßiger Gestalt, z. B. Granit-, Syenit-Stöcke, die „Lakkolithe“ im westlichen Nordamerika (Fig. 231) u. s. w.

**Alter der Gesteine.** Die Betrachtung der Lagerungsverhältnisse ergibt, dass nicht alle Gesteine auf einmal, sondern dass sie nacheinander durch periodische Absätze oder durch periodische Ausbrüche, also nach und nach, oft in lange andauernden Zeiträumen gebildet wurden. Das absolute Alter der Gesteine, d. h. das etwa durch eine Anzahl von Jahren ausgedrückte Alter, lässt sich nicht bestimmen, wohl aber geben die Lagerungsverhältnisse die Mittel an die Hand, um das relative Alter der Gesteine zu bestimmen. d. h. um festzustellen, ob irgend ein Gestein früher oder später als ein anderes gebildet wurde.

Bei geschichteten Gesteinen in normaler Lagerung sind die unter einer anderen liegenden Schichten immer älter als die auflagernden. Bei durchgreifender Lagerung ist das durchgreifende Gebirgsmitglied jünger als alle Gebirgsmitglieder, welche durchsetzt werden.

Nach diesen Merkmalen hat man das Alter der Sedimentgesteine und der Eruptivgesteine bestimmt. Den Inbegriff aller derjenigen Gebirgsmitglieder, welche gleichzeitig (d. h. in derselben Zeitperiode) und gleichartig gebildet sind, nennt man eine Formation oder ein System. Jede Formation repräsentiert also einen gewissen Zeitabschnitt in der Entwicklungsgeschichte der Erde; durch gemeinschaftliche Charakterzüge verbundene Gruppen von Formationen aber repräsentieren die geologischen Perioden oder Zeitalter.

In Bezug auf die Eruptivgesteine hat man drei Altersgruppen oder Perioden unterschieden: die paläolithische <sup>1)</sup>, die mesolithische <sup>2)</sup> und die käolithische <sup>3)</sup> Periode.

Nach den sedimentären Bildungen und den in denselben eingeschlossenen Versteinerungen kann man in der Geschichte der Erde fünf Hauptperioden unterscheiden: die Urzeit, das Alterthum, das Mittelalter, die Neuzeit und die Jetztzeit. Diese Zeitalter werden mit Rücksicht auf den Entwicklungsgang des organischen Lebens auf der Erde auch als archaische <sup>4)</sup>, paläozoische, mesozoische, känozoische und anthropozoische <sup>5)</sup> Periode unterschieden.

Demnach erhalten wir folgende Reihenfolge und Gruppierung der Sedimentformationen:

---

<sup>1)</sup> gr. *palaiós*, alt. <sup>2)</sup> gr. *mésos*, die Mitte. <sup>3)</sup> gr. *kainós*, neu. <sup>4)</sup> gr. *archaios*, alt. <sup>5)</sup> gr. *ánthropos*, der Mensch.

Perioden oder Zeitalter		Formationen oder Systeme	
V. Anthropozoische Periode oder Jetztzeit	Quartäres	12. Alluvium 11. Diluvium	jüngeres } aufgeschwemmtes älteres } Gebirge
IV. Känozoische Periode oder Neuzeit	Tertiäres	10. Neogen-F. 9. Eocän-F.	jüngeres } Braunkohlen- älteres } Gebirge
III. Mesozoische Periode oder Mittelalter	Secun- däres	8. Kreide-F. 7. Jura-F. 6. Trias-F.	Quadersandstein-Gebirge Oolith-Gebirge Salz-Gebirge
II. Paläozoische Periode oder Alterthum	Primäres Zeitalter	5. Dyas-F. 4. Steinkohlen-F. 3. Devonische F. 2. Silurische F.	Kupfer-Gebirge Steinkohlen-Gebirge jüngeres } Übergangs- oder älteres } Grauwacken-Gebirge
I. Archaische Periode oder Urzeit		1. Urformation	Urgebirge <sup>1)</sup> oder krystal- linisches Schiefer-Gebirge

Auf den geologischen Karten sind die verschiedenen Formationen durch besondere Farben in der Verbreitung, in welcher sie an der Erdoberfläche erscheinen, gekennzeichnet. Durch die geologischen Durchschnitte (Profile) werden die Lagerungsverhältnisse der Gesteine und Formationen anschaulich gemacht. (Man vgl. die geologische Karte von Österreich-Ungarn.)

**Gebirgsbau.** Die physikalische Geographie beschäftigt sich mit der horizontalen und verticalen Gliederung der Landmassen der Erde (Morphologie der Erdoberfläche); sie lehrt die Höhenverhältnisse, die Form und Vertheilung von Gebirgen und Hochebenen, von Thälern und Niederungen, von Halbinseln und Inselgruppen, Meeres-, Seen- und Flussbecken kennen, und stellt ihre Bedeutung für die Verbreitung meteorologischer Vorgänge, sowie der Pflanzen und Thiere fest. Die Geotektonik erklärt die Gestalt der Oberfläche der Erde aus dem Gebirgsbau; sie führt die Oberflächenformen zurück auf die Gesteinszusammensetzung, auf die Verbreitung

<sup>1)</sup> S. S. 199. Auch die übrigen Namenerklärungen werden bei den betreffenden Abtheilungen gegeben werden.

der neben- und übereinander gelagerten Gesteine und Formationen und auf deren Lagerung.

Nach der absoluten Höhe über dem Meeresspiegel unterscheidet man Tiefländer und Hochländer, nach der Gestaltung der Oberfläche: Ebenen, Tafelländer, Berge und Gebirge.

Als Grenze zwischen Hochland und Tiefland kann man die mittlere Höhe der Continente, in runder Zahl 440 *m*, annehmen.

Die Tiefländer schließen sich meist an das Meer an und erheben sich erst weiter landeinwärts, entweder in Form von schiefen Ebenen oder in Form von Terrassen (d. h. stufenförmig) zu größerer Meereshöhe. Tiefländer, welche im Innern der Continente liegen und vom Meere ganz abgeschlossen sind, werden als Senkungs- oder Depressionsgebiete bezeichnet; große Theile solcher Gebiete liegen sogar tiefer als der Meeresspiegel.

Hierher gehören die pontisch-kaspische Erdsenke mit dem Kaspischen Meere (Wasserspiegel 25 *m* unter dem Niveau des Mittelländischen Meeres) und die Niederung des Jordantales mit dem See Tiberias (−212) *m* und dem Todten Meere (−392 *m*).

Von den meisten Tiefländern lässt sich nachweisen, dass sie noch in der jüngsten geologischen Periode vom Meere überflutet waren; sie sind gewöhnlich von den jüngsten Formationen in ungestörter Lagerung gebildet, bestehen aus Sand oder Gerölle, Thon und Lehm, und sind manchmal und zeitweilig mit Salzkrusten und Salz-Efflorescenzen, den Überresten der abgeflossenen Meere, überzogen.

Die Hochländer bestehen aus Hochebenen, Bergen und Gebirgen.

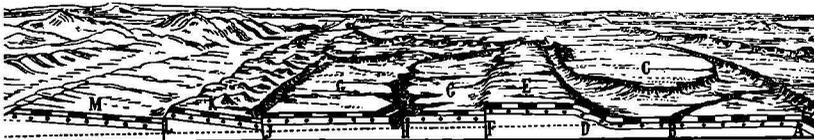
Die Hochebenen, zu welchen man alle mehr als 440 *m* über dem Meere gelegenen Ebenen rechnet, zerfallen wieder in Hochebenen im engeren Sinne und in Plateaus oder Tafelländer. Die Hochebenen erscheinen in geologischer Beziehung ähnlich den Tiefebenen als trockengelegte Böden früherer Süßwasser- oder Salzwasserbecken, wie die hochgelegenen Thalbecken der Alpenthäler, die schwäbisch-bairische Hochebene u. s. w. Die Plateaus oder Tafelländer und die Tafelberge sind dagegen durch mächtige und mehr oder weniger ausgedehnte Schichtensysteme in horizontaler oder wenig geneigter Lagerung gebildet. Ein typisches Beispiel ist das durch Verwerfungen und Absenkungen schollenförmig gegliederte, ausgedehnte Tafelland des Colorado in Nordamerika (Fig. 232). In Mitteleuropa ist das

Plateau der schwäbischen Alb ein gutes Beispiel. Auch weit sich ausbreitende, deckenförmige Ergüsse von vulcanischen Gesteinen haben die Veranlassung zur Bildung von Tafelländern gegeben, wie in Vorderindien (das basaltische Plateau von Dekhan u. s. w.).

Plateauartigen Charakter erhalten aber auch ehemalige Gebirgsländer durch Abrasion (Fig. 184, S. 139); so ist das nieder-rheinische Schiefergebirge ein altes, durch Abtrag in ein Plateau umgewandeltes Faltengebirge. Solche Abrasions-Plateaus hat man auch als Rumpfgebirge bezeichnet.

Vereinzelte Berge. Auf den Ebenen der Niederungen und der Hochländer oder auf den Plateaus der Tafelländer erheben sich oft vereinzelte Berge oder Hügel (*K* in Fig. 232). Diese sind in geologischer Beziehung immer von großem Interesse und können sehr verschiedenen Ursprungs sein. Häufig sind sie vulcanischer Natur

Fig. 232.



Querschnitt und Ansicht der Plateaus am Colorado. (Nach Powell.)

Die Buchstaben bezeichnen die einzelnen Tafeln des zerstückten Landes und die Täler.

und verdanken dann ihre Entstehung Anhäufungen vulcanischer Auswurfstoffe.

Beispiele liefern die vereinzelten Basaltkuppen der Plattensee-Gegend, sowie die auf dem Quadersandstein-Plateau im nördlichen Böhmen und in Sachsen aufgesetzten Basaltkuppen.

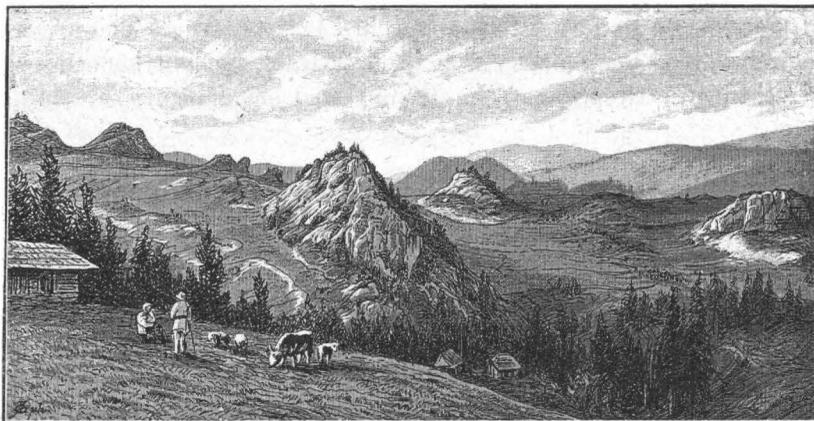
In anderen Fällen sind es inselförmig oder in Form von „Klippen“ aus jüngeren Bildungen hervorragende Schollen älterer zertrümmerter Schichtensysteme, wie die jurassischen Inselberge in Niederösterreich und in Mähren (bei Staatz, Ernstbrunn, Nikolsburg und Polau), oder jene der Tatra in der Ebene bei Neumarkt am nördlichen Fuße der Tatra (Fig. 233).

Wieder in anderen Fällen sind es die letzten Ausläufer von Gebirgen, wie das Leithagebirge, die Hundsheimer Berge u. s. w. bei Wien, welche als die Ausläufer der Centralkette der Alpen zu betrachten sind. Oder endlich sind sie stehengebliebene Reste von Schichtensystemen, welche infolge der ringsum fortdauernden Denu-

dation abgetragen wurden, wie z. B. die Vorberge der schwäbischen Alb (der Hohenstaufen, Hohenzollern u. s. w.).

Die Gebirge unterscheidet man nach der absoluten Höhe in Mittelgebirge mit Gipfeln von 600—2000 *m* Höhe und in Hochgebirge mit Gipfeln über 2000 *m*, ohne dass sich eine scharfe Grenze zwischen beiden ziehen ließe. Im allgemeinen haben die Mittelgebirge die Form von sanften, geböschten, gerundeten Rücken, die Hochgebirge aber haben, zum mindesten in ihren Hochregionen, steil ansteigende Hänge und scharf modellierte Kämme und Spitzen.

Fig. 233.



Klippenberge (Jura-Kalk aus Kreide-Sandstein aufragend) von Jaworki in Galizien, nördlich von der Tatra und östlich vom Dunajec.  
(Nach einer Photographie von K. Divald in Eperies.)

In geologischer Beziehung ergeben sich andere Eintheilungen. Man könnte die Gebirge in einfache und zusammengesetzte unterscheiden, je nachdem sie vorherrschend aus gleichartigen Gesteinen bestehen (Kalkgebirge, Schiefergebirge u. s. w.), oder aus Gesteinen von verschiedenem geologischen Alter und verschiedenartiger Bildungsweise zusammengesetzt sind, wie die Alpen und die Karpathen.

Nach der Form des Grundrisses hat man von den langgestreckten Kettengebirgen die gedrungenen Massengebirge ohne besonders vorwaltende Längsaxe unterschieden. Nach dem geologischen Aufbau und nach der Entstehung aber kann man folgende Haupt-Gebirgsformen unterscheiden:

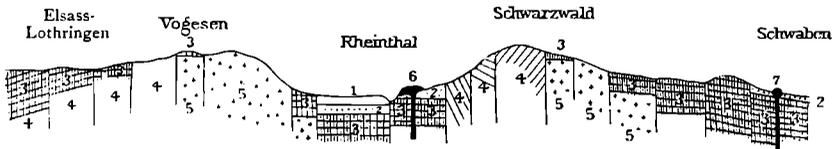
1. Die vulcanischen Kuppen- oder Kegelgebirge oder die Ausbruchsgebirge. Sie bestehen aus unregelmäßig neben- und untereinander gruppierten, mehr oder weniger kegelförmigen oder domförmigen Bergen. Sie gehören zu den einfachen Gebirgen.

Beispiele sind: das Leitmeritzer Mittelgebirge in Böhmen, das aus Basalt- und Phonolithkuppen (Fig. 213, S. 172) zusammengesetzt ist; das trachytische Siebengebirge am Rhein u. s. w.

2. Die Bruch- oder Schollengebirge. In der einfachsten Form aus einzelnen gegeneinander verschobenen Schollen oft sehr weit ausgedehnter Tafelländer bestehend (Fig. 232, S. 193), welche Schollen aber auch in der verschiedensten Weise aneinander gepresst und zum Theile übereinander geschoben sein können. Hierher gehören die meisten Plateaugebirge und Massengebirge oder Massive.

Schollen, welche anderen, gesunkenen gegenüber, in höherem Niveau verblieben sind, hat man als „Horste“ bezeichnet. Vogesen

Fig. 234.



Querprofil durch die Vogesen und den Schwarzwald (Horste) und die grabenförmige Einsenkung des Rheinthales. (Nach R. Lepsius.)

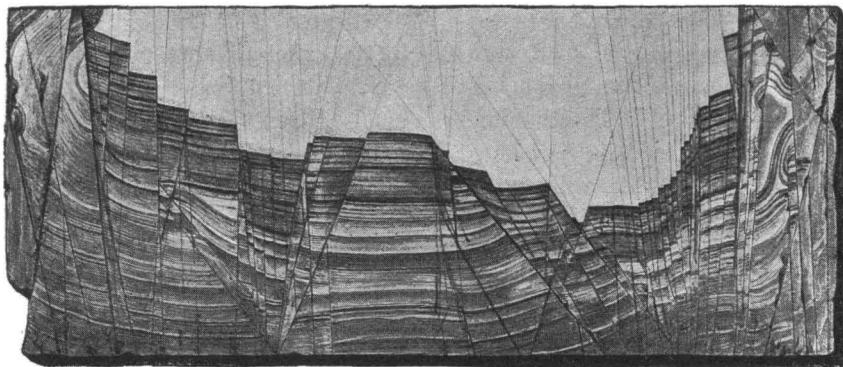
1. Quartär. 2. Tertiär. 3. Mesozoische Bildungen. 4. Gneiss. 5. Granit. 6. Kaiserstuhl (im Breisgau): Trachyt und Basalt. 7. Phonolith.

und Schwarzwald (Fig. 234) stellen solche Horste vor, zwischen welchen die Schollen im Rheinthale eingesunken sind, während sie in Schwaben und Lothringen stufenförmig abgebrochen erscheinen. Ein Beispiel im Kleinen für derartige Zerstückung bietet der „Ruinenmergel“ oder „Ruinenmarmor“ (Fig. 235).

3. Die Faltungs- oder Faltengebirge. Es sind dies Gebirge, welche durch seitliche Zusammenpressung der Erdkruste entstanden sind und deren Entstehung sich in den meisten Fällen in dem neueren Zeitabschnitte der Erdgeschichte vollzogen hat. Die großen Kettengebirge der Erde, die Alpen, Pyrenäen, Karpathen, Apenninen, der Himalaya u. s. w. gehören hierher. Ein Haupt-Charakterzug derselben ist die parallele Aneinanderreihung weit hin sich erstreckender Sättel und Mulden. Eines der einfachsten

Beispiele ist der Schweizer Jura („Kettenjura“), der deutlich erkennen lässt, dass die wohlgeschichteten Sediment-Formationen (vorwiegend sind Kalksteine), welche ursprünglich ein Tafelland bildeten, von Süden her zusammengeschoben und in Falten gelegt

Fig. 235.



Ruinenmergel („Ruinenmarmor“) von Lengfeld. (Aus dem Wiener Sandstein.)

(Nach der Natur in  $\frac{1}{2}$  der natürl. Größe.)

Dichter, mergeliger Kalk mit unzähligen feinen Bruch- und Verschiebungslinien. Staffelbrüche, Graben- und Horstbildungen der verschiedensten Art sind ersichtlich. — Die Farbenstreifen sind eine Folge der von Außen gegen Innen erfolgten Umfärbung durch Eisenhydroxydbildung.

wurden, Falten, die im südlichen Theile streckenweise förmlich übereinander gelegt erscheinen (Fig. 236), während sie im nördlichen Theile ihre frühere Lagerung beibehalten haben („Tafeljura“).

Fig. 236.

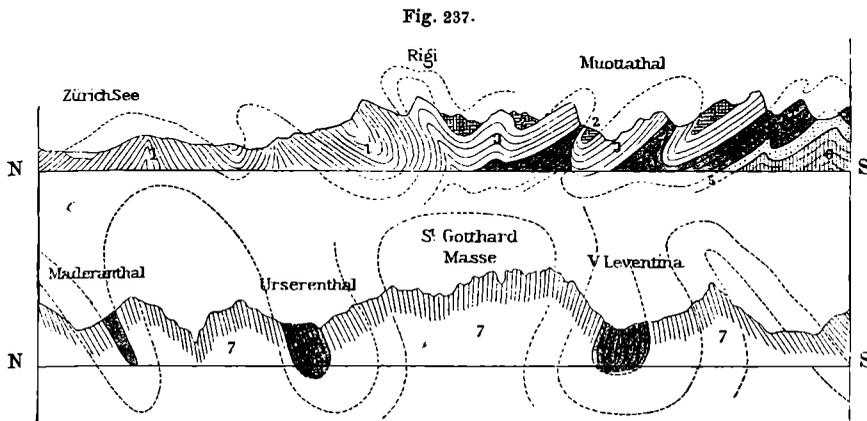


Profil durch den östlichen Jura in der Schweiz. (Nach Heim.)

Ähnlich so verhält es sich in den Alleghanies in Pennsylvanien, in den Waldkarpathen u. s. w.

Viel verwickelter gestalten sich die Verhältnisse in den Alpen (vgl. Fig. 237), wo sich an eine aus krystallinischen Gesteinen (vorwiegend sind Gneisse) bestehende Centralzone mehrere Neben-zonen anschließen. Brüche, Überschiebungen, Einfaltungen verwickeln noch den Bau.

4. Die Rumpfgebirge. Durch fortschreitenden Abtrag werden alle Falten- und Schollengebirge bei lange genug andauernder Einwirkung denudierender und abradierender Kräfte unter Umständen bis zur völligen Ausebnung erniedrigt. Auf diese Weise sind die, die hercynische Masse zusammensetzenden, alten Schollen- und Faltengebirge weithin ausgeebnet worden. Weite, unebene, leicht undulierte Flächenräume in Canada lassen sich z. B. als ehemalige Faltengebirge erkennen. Die alten rheinischen Schiefergebirge sind zu einem Rumpfgebirge geworden u. s. w.



Profile durch die Schweizer Alpen (Theile des Alpenprofils von Heim).

1. Tertiär. 2. Alt-Tertiär (Eocän). 3. Kreide. 4. Jura. 5. Trias. 6. u. 7. Paläozoische Gesteine und krystallinische Schiefer.

Der St. Gotthard: Fächerstellung und eingeklemmte mesozoische Bildungen (4.) — Die punktierten Linien lassen den Faltenverlauf und zugleich das Maß des vollzogenen Abtrages des Gebirges erkennen.

Fassen wir das Gesagte zusammen, so ergibt sich die Erkenntnis eines ungemein langsam, aber unablässig sich vollziehenden Kreislaufes, wohl des großartigsten Kreislaufes des Stoffes, der sich auf der Erde abspielt. Die Zerstörungsproducte der Erdfeste werden schließlich in die Einsenkungen der Meere getragen, geben dort Veranlassung zur Entstehung ausgedehnter Sedimentabsätze. Diese können durch säculare Emporrückung der betreffenden Ablagerungstrecken über das Meeresniveau zu Tafelländern werden; aus diesen entstehen infolge von Störungen entweder Schollen- oder Faltengebirge und diese werden durch Denudation und Abrasion ausgeebnet, oder gelangen unter Umständen durch Niveauverände-

rung wieder unter Meeresbedeckung, um die Unterlage für neue Sedimentablagerungen zu bilden. Ähnliche Vorgänge haben sich zu allen Zeiten der Erdgeschichte vollzogen. Als ein Beispiel sei nur auf Nordböhmen hingewiesen, wo über abradiertem, versunkenem Grundgebirge die mächtigen Tafelmassen des marinen Quadersandsteingebirges der Kreide-Formation aufgelagert wurden, die in der Gegenwart wieder der tiefgehenden Durchfurchung und Abtragung ausgesetzt sind (vgl. Fig. 243, S. 211). Solches Übergreifen mariner Ablagerungen über ältere Bildungen bezeichnet man als Transgressionen.

### **C. Stratigraphie**

oder die

#### **Beschreibung der Formationen und Schichten.<sup>1)</sup>**

Jede Gesteinsschicht ist das Bildungsproduct eines gewissen Zeitraumes. Die Reihenfolge der übereinander lagernden Schichten und Schichtensysteme mit den in denselben eingeschlossenen organischen Resten führt uns zur Erkenntnis ihrer (relativen) Altersfolge (S. 190). Die Stratigraphie belehrt uns auf diese Weise über die Entwicklungsgeschichte der Erde und ihrer Organismen.

Wo man eine directe Übereinanderlagerung der Schichten oder Formationen nicht beobachten kann, oder wo in der regelmäßigen Aufeinanderfolge der Schichten sich Lücken finden, da wäre es in vielen Fällen geradezu unmöglich, das gegenseitige Alter derselben richtig zu bestimmen, wenn nicht die Versteinerungen (Petrefacten) Fingerzeige abgeben würden. Denn nicht regellos zerstreut liegen die verschiedenen Formen der untergegangenen Thier- und Pflanzenwelt durch- und nebeneinander, sondern jede Formation hat ihre besonderen Pflanzen- und Thierformen oder ihre eigenthümlichen Arten. Die Petrefacten sind daher bezeichnend für die einzelnen Formationen und werden uns auf diese Weise zur Bestimmung des relativen Alters der einzelnen Formationsglieder leiten („Leitfossilien“), ähnlich so wie der Architekt am Baustil einer Kirche das Jahrhundert erkennt, in welchem die Kirche erbaut wurde, oder wie eine Münze, ein Schwert oder Speer als Beigabe in einem Grabe die Zeit und das Volk erkennen lässt, das hier seine Todten bestattet hat. Man hat des-

---

<sup>1)</sup> Dieser Abschnitt der Geologie wird auch als historische Geologie bezeichnet.

halb die Petrefacten mit einem gewissen Rechte die „Denkmünzen der Schöpfungsgeschichte“ genannt.

### **Erstes Zeitalter.**

#### **Die archaische Periode oder die Urzeit der Erde.**

Die archaischen Formationen bestehen vorherrschend aus krystallinischen Silicatgesteinen: theils Massengesteinen, wie Granit, Syenit, Grünstein und Quarzporphyr, theils krystallinischen Schiefergesteinen, wie Gneiß, Glimmerschiefer, Hornblendeschiefer, Granulit und Phyllit mit untergeordneten Massen von Quarzit, Serpentin, körnigem Kalkstein, Magnesit und Graphit. Es sind dies die ältesten Gesteinsbildungen, welche man kennt, und die man deshalb auch als das Urgebirge bezeichnet. Sie setzen das Grundgebirge der Erde zusammen, auf welchem alle, deutliche organische Reste einschließenden, klastischen Sedimentgesteine aufrufen. Sie sind reich an Erzlagerstätten und Erzgängen aller Art und an anderen nutzbaren Mineralien.

Von edlen Metallen kommen im Urgebirge vor: Gold, Silber, Platin; von unedlen Metallen: Blei, Kupfer, Zinn, Zink, Eisen, Kobalt, Nickel, Antimon u. s. w. in vererztem Zustande; von Edelsteinen: Diamant, Rubin, Saphir, Spinell, Smaragd, Hyacinth (Zirkon), Topas; ferner Granat, Turmalin und die verschiedenen Varietäten des Quarzes. Die meisten Edelsteine werden ebenso wie ein großer Theil des Goldes und das Platin aus den sogenannten Seifenablagerungen gewonnen, das sind Anhäufungen der schwereren Theile des Gebirgsschuttes (vgl. S. 123).

Die archaischen Formationen, deren Schichtenreihe in einzelnen Gegenden die außerordentliche Mächtigkeit von 30.000 *m* erreicht, sind mit ziemlich gleichbleibendem Charakter weit verbreitet auf allen Continenten und in allen Zonen; die Lagerung der Schichten zeigt die mannigfaltigen Störungen durch Dislocationen aller Art, durch Brüche, Aufrichtung und Faltung einzelner Gesteinsbänke und ganzer Schichtencomplexe.

Mit sehr weiter Verbreitung und unbedeckt von jüngeren Bildungen treten die archaischen Formationen auf im Gebiete der hercynisch-sudetischen Länder, in der Centralzone der Mittel- und Ostalpen, in den Stockmassen der Westalpen und der Karpathen, in Skandinavien und Finland, in Nordamerika (Canada) u. s. w.

Die Gesteine dieser Formation sind azoisch<sup>1)</sup>, das heißt, sie enthalten keine sicher erkennbaren organischen Reste. Es folgt jedoch daraus nicht, dass zur Zeit

<sup>1)</sup> gr. *ázoos*, kein Leben hervorbringend.

ihrer Bildung und Ablagerung keine organischen Wesen gelebt haben können. Im Gegentheile, es ist sogar wahrscheinlich, dass die ersten Anfänge des organischen Lebens bis in die Urzeit der Erde zurückreichen, und dass z. B. der Graphit, der in den krystallinischen Schiefergesteinen vorkommt, pflanzlichen Ursprungs ist. Die organische Structur ist nur infolge metamorphosierender Vorgänge vollkommen verschwunden.

### **Zweites Zeitalter.**

#### **Die paläozoische Periode oder das Alterthum der Erde.**

Von der Zeit an, da das krystallinische Grundgebirge der Erde gebildet war, also von dem Beginne der paläozoischen Periode angefangen, ist die Geschichte der weiteren Fortbildung der Erdoberfläche, abgesehen von den wiederholten Eruptivbildungen und den durch die Organismen gebildeten Gesteinen, eine Geschichte der Zerstörung früher gebildeter Gesteinsmassen und der Umbildung derselben zu neuen Gesteinen und Schichten. Unter den Gesteinen dieser und der folgenden Perioden spielen daher die klastischen Sedimentgesteine neben zoogenen und phytogenen Bildungen die Hauptrolle. Auf das Urgebirge folgt das Flötzgebirge. Das paläozoische Flötzgebirge schließt die ältesten deutlich erkennbaren Thier- und Pflanzenreste in sich. Sowohl ihrem äußeren Aussehen nach, als auch in ihrem inneren Baue entfernen sich die fossilen Organismen dieser ältesten Zeit weiter von den Organismen der gegenwärtigen Schöpfung als die fossilen Reste der mesozoischen und känozoischen Periode. Bei manchen lässt sich kaum die Familie oder Ordnung erkennen, in welche sie unter den lebenden Organismen einzureihen sind; der Art (Species) nach sind sie ohne Ausnahme von jetzt lebenden Thieren und Pflanzen verschieden; die Arten der paläozoischen Periode sind also alle ausgestorben.

Die Flora der paläozoischen Periode wird fast ausschließlich durch kryptogame Pflanzen gebildet; Seetange, Farnkräuter, bär-lappartige Pflanzen (Lycopodiaceen) und Schachtelhalme (Equisetaceen) sind die vorherrschenden Formen. Dagegen fehlen die Dicotyledonen, z. B. alle Laubbäume und die meisten Formen der Monocotyledonen noch ganz.

Ähnlich verhält sich auch die Fauna. Von den großen Abtheilungen der Wirbelthiere, welche in der Gegenwart über alle Theile der Erde verbreitet sind, fehlen die Säugethiere und Vögel durchaus. Die Reptilien und Amphibien treten erst in der

jüngsten Abtheilung auf, und nur die Fische sind in größerer Mannigfaltigkeit vertreten. Die Hauptrolle spielen wirbellose Thiere aus den Ordnungen der darmlosen Thiere (Korallen), Stachelhäuter, Weichthiere und Gliederfüßer (vor allen die Trilobiten).

Das Klima während der paläozoischen Periode war wohl im allgemeinen ein warmes und in seinen extremen Gegensätzen noch keineswegs so ausgebildet wie jetzt. Daraus nur lässt sich erklären, dass nicht bloß die Familien und Geschlechter der Organismen, welche in dieser Periode über die Erdoberfläche verbreitet waren, eine große allgemeine Ähnlichkeit haben, sondern dass selbst einzelne Species (von Korallen und Brachiopoden) in den entferntesten Theilen der Erde, im arktischen Russland und in Nordamerika, am Cap, in Australien und in Europa als übereinstimmend erkannt worden sind. Einerlei Pflanzenwuchs, einerlei Thierbevölkerung bezeichnet den Charakter der kleinen, flachen Festlandsinseln und des weiten uferlosen Oceans der paläozoischen Periode.

Man hat vier Hauptformationen dieser Periode unterschieden: 1. die silurische<sup>1)</sup>, 2. die devonische<sup>2)</sup>, 3. die carbonische<sup>3)</sup> oder Steinkohlen-Formation und 4. die permische<sup>4)</sup> oder Dyas-Formation.<sup>5)</sup> Man bezeichnet dieselben als die primären Formationen.

Im europäischen Russland kommen alle vier Formationen in regelmäßiger und fast ungestörter Lagerungsfolge neben- und übereinander vor; in den Alleghanies in Nordamerika ist die Reihenfolge vollständig bis auf die permische Formation, in Böhmen sind das Silur und Devon höchst ausgezeichnet als Meeresablagerungen entwickelt und treten die Steinkohlenformation und die Dyas in mehreren, von einander getrennten Süßwasser- und Landbildungen auf.

#### Gliederung der primären Formationen:

<p>4. Permische Formation, die Dyas oder das Kupfergebirge.</p>	<p>b.) Obere Abtheilung (Sandsteine, bituminöse, kupferhältige Schiefer, Kalk- steine und Dolomite mit Gyps- und Steinsalzlagern). Zechstein, Kupfer- schiefer.</p>	<p>Die ersten Amphibien (Panzer- lurche, Fig. 239, S. 207) und Reptilien, zahlreiche un- gleichschwänzige Schmelz- schupper (heterocerke Gano- iden: Palaeoniscus) Fig. 13, S. 205 etc. Viele Brachiopoden.</p>
<p>Zeitalter der ungleich- schwänzigen Schmelz- schupper, der ersten Am- phibien und Reptilien.</p>	<p>a.) Untere Abtheilung (Sandsteine, Conglomerate, Porphyre und Melaphyre). Rothliegendes.</p>	<p>Zahlreiche fossile Hölzer (sog. versteinerte Wälder) von Farnbäumen, Palmen und Coniferen.</p>

<sup>1)</sup> Nach dem alten Königreiche der Silurer in England. <sup>2)</sup> Nach der Grafschaft Devonshire in England. <sup>3)</sup> lat. *carbo*, die Kohle. <sup>4)</sup> Nach dem Gouvernement Perm in Russland. <sup>5)</sup> gr. *dyás*, Zweiheit.

<p>3. Carbonische Formation oder das Steinkohlen- gebirge.</p> <p>Zeitalter der Krypto- gamem, der ersten Spin- nen und Insecten.</p>	<p>b.) Obere Abtheilung (Sandsteine, Schieferthone und Kohlenflötze). Pro- ductives Kohlen- gebirge.</p>	<p>Kryptogame Landpflanzen. Schuppenbäume (Lepidoden- dren), Siegelbäume (Sigil- larien), Schachtelhalme (Ca- lamiten), Farne und die ersten Nadelhölzer.</p>
	<p>a.) Untere Abtheilung (Kalke, Sandsteine und Thon- schiefer). Bergkalk oder Kohlenkalk, Culm- schiefer.</p>	<p>Die Trilobiten<sup>1)</sup> werden selten. Mannigfaltige Ent- wicklung der Crinoiden (Seelilien).</p>
<p>2. Devonische Formation, das Devon oder das jüngere Grau- wackengebirge.</p> <p>Zeitalter der Panzer- fische und der ersten Landpflanzen.</p>	<p>c.) Obere Abtheilung (Kalke, Mergel- und Thon- schiefer).</p>	<p>Im alten, rothen Sandsteine von Schottland eigenthüm- liche Panzerfische.</p>
	<p>b.) Mittlere Abtheilung (Kalke, Mergel und Schiefer).</p>	<p>Kryptogame Landpflanzen. Deckelkorallen (Calceola san- dalina); Seelilien, Schrauben- steine (Steinkerne von Seelilien-Stielgliedern).</p>
	<p>a.) Untere Abtheilung (Grauwacken-Sandsteine und Thonschiefer).</p>	<p>Mollusken (Goniatiten, Bra- chiopoden), Trilobiten.</p>
<p>1. Silurische Formation, das Silur oder das ältere Grauwacken- gebirge.</p> <p>Zeitalter der Trilobiten und Graptolithen.</p>	<p>c.) Obersilurische Abtheilung (Kalke, Sand- steine und Schiefer).</p>	<p>Seetange, Korallen, Grapto- lithen, Seelilien (Crinoiden), Mollusken (Nautileen und Brachiopoden), Trilobiten und die ersten Spuren von Fischen.</p>
	<p>b.) Untersilurische Abtheilung (Quarzite und Thonschiefer).</p>	<p>Spuren von Anneliden (Ringelwürmern). Trilobiten (dreitheilige Ur- krebse), Brachiopoden („Armfüßer“).</p>
	<p>a.) Cambrische Schich- ten oder das Cambrium (Conglomerate, Grauwacken- Sandsteine, Quarzite und Thonschiefer).</p>	<p>Trilobiten (dreitheilige Ur- krebse), Brachiopoden („Armfüßer“).</p>

Das Silur enthält reiche Goldlagerstätten in der Form von goldführenden Quarzgängen, durch deren Zertrümmerung das goldführende Seifengebirge entstanden ist (Ural, Australien etc.).

<sup>1)</sup> gr. *trilobos*, dreilappig.

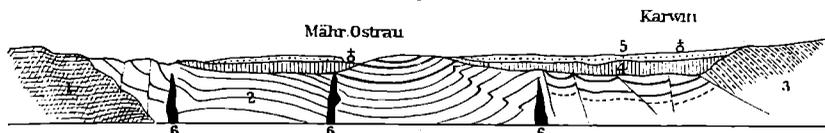
Die phosphorreichen Eisenerze Böhmens und die Bleiglanz-Lagerstätten von Příbram liegen im Silur und Cambrium.

Auch das Devon ist eine reiche Erzformation: Silber-, Blei-, Quecksilber- (Almaden in Spanien), Zink- und Eisenerz-Lagerstätten (im Siegenerland in Preußen). Das Petroleum Pennsylvaniens entstammt dieser Formation.

Der Steinkohlenformation gehören nicht bloß die ergiebigsten und ausgedehntesten Ablagerungen fossiler Kohle, sondern auch die besten Kohlen (Anthracit und Schwarzkohle) in zahlreichen Flötzen an. Die wichtigsten Steinkohlenreviere Österreich-Ungarns liegen in Böhmen, Mähren, Schlesien und Westgalizien.

Böhmen. 1. Im mittleren und westlichen Böhmen: das Schlan-Rakonitz-Kladnoer Becken, das Pilsener Becken, die dem Pilsener Becken benachbarten kleineren Ablagerungen bei Radnitz, Manetin, Merklin, Miröschau; 2. im nordöst-

Fig. 238.



Profil durch das Kohlenbecken von M. Ostrau-Karwin.

1. Kohlschiefer. 2. Die flötzführende Steinkohlenformation. 3. Kreideformation.
4. Tertiär. 5. Diluvium. 6. Basalt.

lichen Böhmen: am Fuße des Riesengebirges das Schatzlar-Schwadowitzcr Revier, als Theil des großen Gleiwitz-Waldenburger Beckens in Preuß.-Schlesien.

Mähren und Schlesien. Das Rossitz-Neudorfer Becken bei Brünn und das Ostrau-Karwiner Revier (vgl. Fig. 238), ein Flügel der oberschlesischen Kohlenablagerung.

Galizien. Die Reviere von Jaworzno, Dombrova und Siersca.

Die Dyas ist in Deutschland, namentlich in Thüringen und am Harz, und ebenso in Russland reich an Kupfererzen und enthält auch Gyps- und die reichsten Steinsalzlager Europas. In Österreich kommt die Dyas nur als Rothliegendes vor und ist zum Theile (im Pilsener und Schlan-Rakonitzer Becken) kohlenführend.

#### Die wichtigsten Pflanzen- und Thierformen der paläozoischen Periode (Taf. II, S. 205).

Der Anfang des organischen Lebens auf der Erde ist in tiefes Dunkel gehüllt. Schon die ältesten fossilienführenden Schichten des Cambriums weisen eine große Mannigfaltigkeit von Formen auf, welche auf eine langwährende, vorhergegangene Entwicklungsgeschichte hinweisen, aus der uns keine Überreste bekannt geworden sind. Im allgemeinen dürfen wir nach allem, was wir bisher wissen, auf eine fortschreitende Entwicklung aus einfacheren zu höher organisierten Formen schließen.

Die ersten Pflanzen waren Meerespflanzen: Seetange oder Algen. Erst später traten Landpflanzen auf. Ihre massenhafte Entwicklung fällt in die Zeit der Steinkohlenformation. Die Hauptrolle spielen bärlappartige Bäume, gleichsam Riesenformen der Lycopodiaceen: die Sigillarien oder Siegelbäume und die Lepidodendren oder Schuppenbäume. Die ersteren (Sigillarien) ragten mit ihren säulenförmigen, nur am oberen Theile schwach verzweigten Stämmen und mit ihrer dichten Krone von schmalen grasförmigen Blättern, gewaltigen Besen vergleichbar, in die Lüfte. Die Rinde des Stammes ist längsgefurcht (Fig. 2) und mit erhabenen, in abwechselnden Reihen geordneten, elliptischen oder sechseckigen Blattnarben besetzt, welche mit Siegelabdrücken verglichen wurden. Bei den Schuppenbäumen (Lepidodendren), unter welchen man wieder viele Arten unterschieden hat, haben die Blattnarben der Rinde (Fig. 1) rhombischen Umriss. Die Stämme sehen aus, als wären sie mit regelmäßigen, schieflaufenden Schuppenreihen besetzt, sie verzweigen sich nach oben mehrfach, die Zweige sind ringsum mit steifen Blättern besetzt und endigen häufig in kegelförmige Fruchtzapfen (Fig. 4), welche an die pfriemlichen Fruchtzapfen der heutigen Bärlappgewächse erinnern. Während aber dies kleine, meist kriechende Pflanzen sind, von welchen nur einzelne in den Tropen heimische Arten wenig mehr als 1 m hoch werden, so erreichten die Sigillarien und Lepidodendren eine Höhe von 6—15 m, ja von den letzteren kennt man Stämme von 4 m Umfang und mehr als 30 m Höhe.

Mehr Ähnlichkeit mit jetzt noch lebenden Formen zeigen die überaus zahlreichen Calamiten-Reste, welche man in den Schichten der Steinkohlenformation findet. Die Calamiten waren baumartige, große, den Schachtelhalmen ähnliche Gewächse mit gegliederten, längsgerieften Stämmen (Fig. 3), mit verschieden geformten Blättern und Fruchständen; hierher gehören die Sternblätter (Asterophyllites), die Ringblätter (Annularia) und Keilblätter (Sphenophyllum) mit quirl- oder wirtelförmig gestellten Blättern.

Das Unterholz endlich und das Krautwerk der Steinkohlenwälder wurde von Farnkräutern gebildet, und es ist erstaunlich, welchen Reichthum an Formen uns die Schichten der Steinkohlenformation aufbewahrt haben. Man kennt aus den europäischen Kohlenbecken wenigstens fünfmal soviel Arten als jetzt (60 Arten) in Europa vorkommen.

Die ersten Thiere waren Meeresthiere. Zu den eigenthümlichsten organischen Resten der paläozoischen Zeit, die sich neben Seeschwämmen und Korallen in den silurischen Schichten finden, gehören die Graptolithen oder Schriftsteine (Fig. 6, 7), welche an gewisse Hydrozoen erinnern, ohne dass es uns möglich wäre, eine sichere Einreihung in das System vorzunehmen.

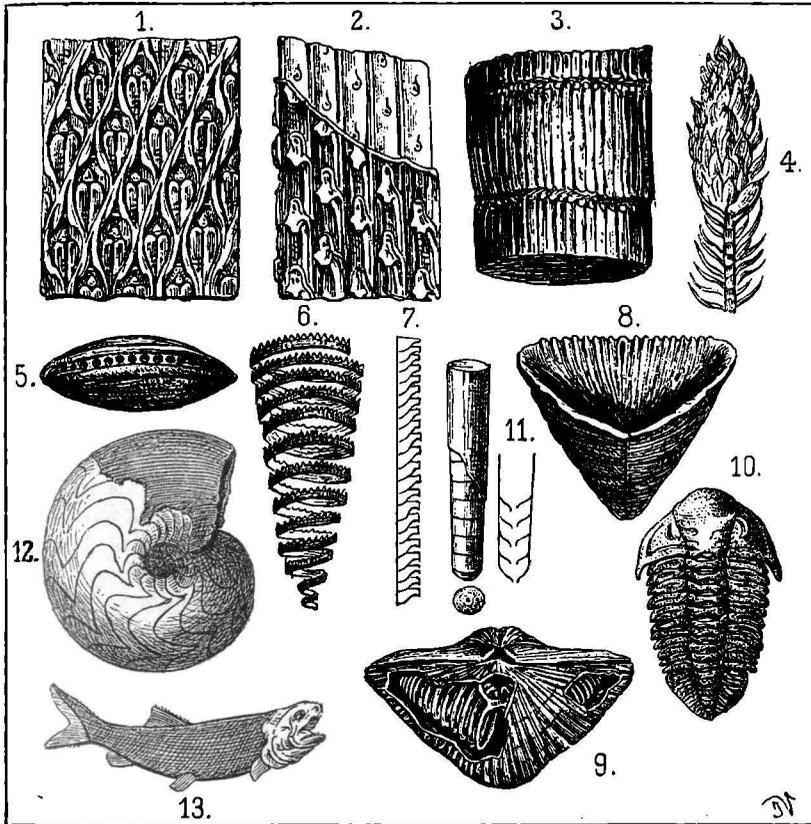
Auf den Spaltungsflächen der silurischen Thonschiefer liegen die meist platt zusammengedrückten, zuweilen spiralg gekrümmten, stab- oder manchmal blattförmigen Körper, die entweder auf einer oder auf beiden Seiten mit Zellenreihen besetzt sind, welche den Zähnen eines Sägeblattes ähnliche Vorsprünge bilden. Von Foraminiferen spielen die oft sehr ansehnlichen Fusulinen<sup>1)</sup> in der carbonischen und permischen Formation eine wichtige Rolle (Fig. 5).

---

<sup>1)</sup> lat. *fusus* die Spindel.

Die Echinodermen oder Stachelhäuter sind vorzugsweise durch die zierlichen Seelilien (Crinoideen) vertreten, deren in schönster Gesetzmäßigkeit nach der Grundzahl 5 aus einzelnen Kalktäfelchen zusammengesetzte Kelche reichgegliederte Arme tragen. (M. vgl. Taf. II, 1, 2, 3.)

Taf. II.



Paläozoische Versteinerungen.

1. Lepidodendron. 2. Sigillaria. 3. Calamites. 4. Zweigende von Lepidodendron.
5. Fusulina. 6. u. 7. Graptolithen. 8. Pantoffelmuschel, Calceola sandalina: eine Koralle.
9. Spirifer striatus (gestreifter Spiralträger). 10. Dalmanites <sup>1)</sup> (Trilobit). 11. Orthoceras (Geradhorn). 12. Goliatites (Kopffüßerschalensteinkern mit winkelliger Lobelinie). 13. Palaeouiscus (schmelzschuppiger Fisch der permischen Formation).

Die Schalen der Brachiopoden (Armfüßer), die gegenwärtig auf felsigem oder sandigem Boden meist in großer Tiefe in den Meeren aller Breiten leben, bestehen aus zwei Klappen von verschiedener Größe und Gestalt. Mit der kleineren

<sup>1)</sup> Nach J. W. Dalman, einem schwedischen Naturforscher.

Schale hängt bei vielen Arten ein inneres Kalkgerüst, das sogenannte Armgerüst, zusammen, das bald schleifenförmig, bald spiralförmig erscheint (Fig. 9). Nach dem Vorhandensein oder Fehlen, sowie nach der Gestalt des Armgerüsts, nach der Beschaffenheit des Schlosses, sowie nach der Form der Schale werden die Gattungen unterschieden. Den 100 bekannten Arten aus den jetzigen Meeren stehen allein über 4000 paläozoische Arten gegenüber.

Auch Mollusken oder Weichthiere waren bereits im paläozoischen Meere in großer Mannigfaltigkeit vertreten. Die Schnecken (Gastropoden) und Muscheln (Lamellibranchiaten) erscheinen schon in den silurischen und devonischen Ablagerungen, und ebenso in der Steinkohlenformation und im Zechstein in zahlreichen, jetzt meist ausgestorbenen Gattungen. (Man kennt etwas über 900 paläozoische Lamellibranchiaten und über 1000 Gastropoden, gegen 4400 und über 14.000 der Jetztzeit.)

Überaus häufig waren in den paläozoischen Meeren die Cephalopoden oder Kopffüßer, die höchst entwickelte Ordnung der Mollusken. In der Jetztzeit sind die nackten Formen, die Tintenfische und ihre Verwandten, herrschend; fossil sind vorzugsweise beschaltete Gattungen bekannt. Die Schalen der Cephalopoden besitzen im Innern aus Perlmuttersubstanz bestehende Seitenwände, durch welche der hintere Theil der Schale in zahlreiche Kammern eingetheilt erscheint. Das Thier selbst füllt nur den vordersten Theil der Schale, die sogenannte Wohnkammer, aus und steht durch einen gefäßreichen, sehnigen Strang, den *Siphon*, der die Scheidewände durchbohrt, mit dem hinteren gekammerten Theile in Verbindung. Die Form der Schalen der paläozoischen Kopffüßer ist überaus mannigfaltig; die in der paläozoischen Zeit am häufigsten vertretene Gattung *Orthoceras*, das Geradhorn (Fig. 11, S. 205), deren verschiedene Arten von der silurischen Zeit bis in die Trias gelebt haben, zeichnete sich durch eine langgestreckte, spitz kegelförmige und gerade Röhre aus. Ein anderes wichtiges Unterscheidungsmerkmal nicht bloß verschiedener Gattungen, sondern verschiedener Familien der Cephalopoden liegt in dem Verlaufe der Linie, in welcher die inneren Scheidewände mit der äußeren Schale verwachsen sind, der sogenannten *Lobenlinie*, die an den versteinerten Exemplaren, deren Kammern mit Gesteinsmasse erfüllt sind, hervortritt, sobald man an dem gekammerten Theile die äußere Schale entfernt. Bei allen Geschlechtern, die mit dem *Nautilus* der heutigen Meere zur Familie der Nautilen gehören, verlaufen die Anwachslinien der Scheidewände einfach geschwungen, bei *Goniatites*<sup>1)</sup>, einem Geschlechte, das in der Silurzeit beginnt und im Kohlenkalk das Maximum seiner Entwicklung erreicht, schließen sich die Scheidewände in einer winkelig gebrochenen Linie an die Innenseite der Röhre an. Aus den *Goniatiten* haben sich dann später die *Ammonshörner* (*Ammoniten*, Fig. 7, S. 214)<sup>2)</sup> entwickelt, welche ringsgezackte Lobenlinien haben und im mesozoischen Zeitalter der Erde in zahllosen Arten eine große Rolle spielten.

Die *Trilobiten*<sup>3)</sup> gehören zu den Gliederthieren, und zwar in die Ordnung der Crustaceen. Von diesen Thieren, die schon in der Carbonformation aussterben, hat sich meist nur der hornigkalkige Rückenpanzer erhalten oder hat an Steinkernen seinen Abdruck zurückgelassen. Zwei über den Körper verlaufende, mehr

<sup>1)</sup> gr. *gonia*, Winkel. <sup>2)</sup> S. Anm. S. 215. <sup>3)</sup> S. Anm. S. 202.

oder minder tiefe Längsfurchen trennen einen Mittellappen oder die Spindel von den beiden Seitenlappen (Fig. 10, S. 205). Außerdem zerfällt der Körper auch der Quere nach in drei Theile. Die stärkste Entwicklung der Trilobiten fällt in die silurische Zeit. Man kennt im ganzen über 1700, und zwar aus den silurischen Schichten Böhmens etwa 275, aus Skandinavien 350 Arten.

Die Panzerfische erlangen in der Devonformation ihre größte Entwicklung. Der Körper dieser Fische ist ganz oder theilweise mit großen Platten bedeckt, welche dem Thiere ein von dem aller jetzt lebenden Fische ganz verschiedenes Aussehen verleihen.

In den bituminösen, kupferkieshaltigen Schiefern (Kupferschiefern) der Mansfelder Zechsteinformation kommen zahlreiche Fischreste von Schmelzschuppen (Ganoiden, Fig. 13, S. 205) mit auffallend unsymmetrischer Schwanzflosse (Heterocerken) vor.

In den jüngsten der paläozoischen Ablagerungen treten auch Amphibien auf, z. B. der kleine Branchiosaurus im Pilsener Becken in Böhmen (Fig. 239) mit Kiemenbögen und Knochenringen in der Hornhaut der Augen.

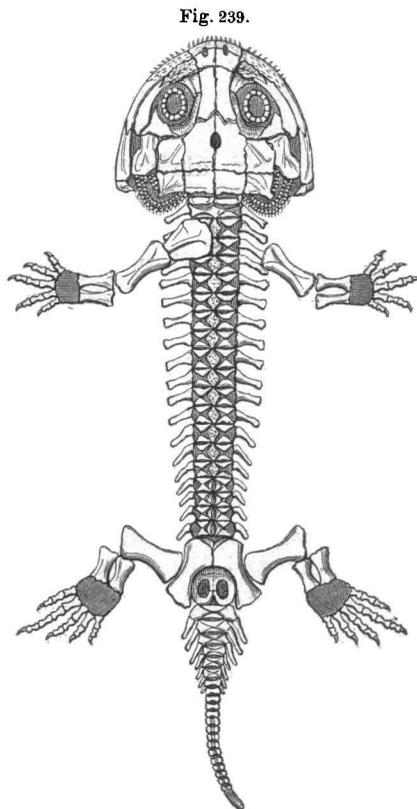


Fig. 239.

Branchiosaurus salamandroides.

### Drittes Zeitalter.

#### Die mesozoische Periode oder das Mittelalter der Erde.

Diesem Hauptabschnitte in der geologischen Entwicklungsgeschichte der Erde gehört die Reihe der sogenannten secundären Formationen an, deren man in der Regel drei zählt, nämlich: die Trias-<sup>1)</sup>, die Jura-<sup>2)</sup> und die Kreide-<sup>3)</sup> Formation. Es wechseln in diesen Formationen in bunter Reihenfolge Süß- und Salzwasser-

<sup>1)</sup> gr. *trias*, Dreiheit, weil die Formation aus 3 Abtheilungen besteht. <sup>2)</sup> Nach dem Juragebirge in der Schweiz. <sup>3)</sup> Nach dem Vorkommen der weißen Schreibkreide, die dieser Formation angehört.

bildungen, Land-, Ufer- und Tiefseebildungen. Eruptive Gesteine sind seltener, so dass die mesozoische Periode als eine Zeit verhältnismäßiger Ruhe erscheint. Die Verbreitung der secundären Formationen deutet auf eine der paläozoischen Periode gegenüber vollständig veränderte Vertheilung von Wasser und Land.

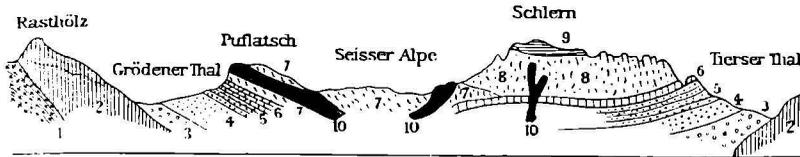
In Bezug auf die Entwicklung der organischen Welt lässt sich das dritte Zeitalter kurz in folgender Weise charakterisieren. Unter den Pflanzen sind Sigillarien und Lepidodendren gänzlich und für immer verschwunden; an deren Stelle treten in der Trias, neben den fortlebenden Farnkräutern und Schachtelhalmen, die einfachsten Blütenpflanzen: Cycadeen (Sago- oder Zapfenpalmen) und Coniferen. Im Jura erscheinen die Monocotyledonen: Pandaneen und Palmen, und in der Kreidezeit auch schon die ersten Repräsentanten der ausgebildeten Blütenträger der Jetztwelt: Laubbäume und Sträucher (Dicotyledonen), z. B. immergrüne Eichen, Feigenbäume u. s. w. In der Classe der Gliederthiere sind die Trilobiten ausgestorben, langschwänzige Krebse (*Macruren*) werden dafür sehr häufig, und auch die Krabben (*Brachyuren*) treten auf. Am reichsten gestaltet sich die Classe der Weichthiere; unter ihnen erreichen die Cephalopoden in den Ammoniten und Belemniten („Donnerkeilen“) ihre höchste Blüte. Bei den Fischen treten homocerke (symmetrisch-schwänzige) Schmelzschupper an die Stelle der heterocerken, und es erscheinen die ersten wahren Knochenfische. Am bezeichnendsten für das Mittelalter der Schöpfung werden aber die Reptilien und unter ihnen die Saurier. Die höchsten Ordnungen der Wirbelthiere zeigen sich nur in den ersten Spuren von Vögeln und von Säugethieren aus der Ordnung der Beutelthiere.

In Bezug auf die Ausbildungsweise der einzelnen Formationen in verschiedenen Verbreitungsgebieten geben sich in der mesozoischen Periode weit größere Unterschiede zu erkennen als bei den Formationen der paläozoischen Zeit.

In Süd- und Mitteld Deutschland besteht die Triasformation oder die Trias thatsächlich aus drei Gliedern, aus dem bunten Sandsteine, der auf dem Zechstein ruht, aus dem Muschelkalke, welcher das mittlere Glied bildet, und aus der Lettenkohle mit dem Keuper, welche unter der jurassischen Formationsgruppe auftritt. Die Ablagerungen tragen den Charakter von wenig tiefen

Mittelmeeren, Strand- und Landbildungen an sich. In den Alpen (Fig. 240) finden wir die Trias hauptsächlich in der Form mächtiger

Fig. 240.

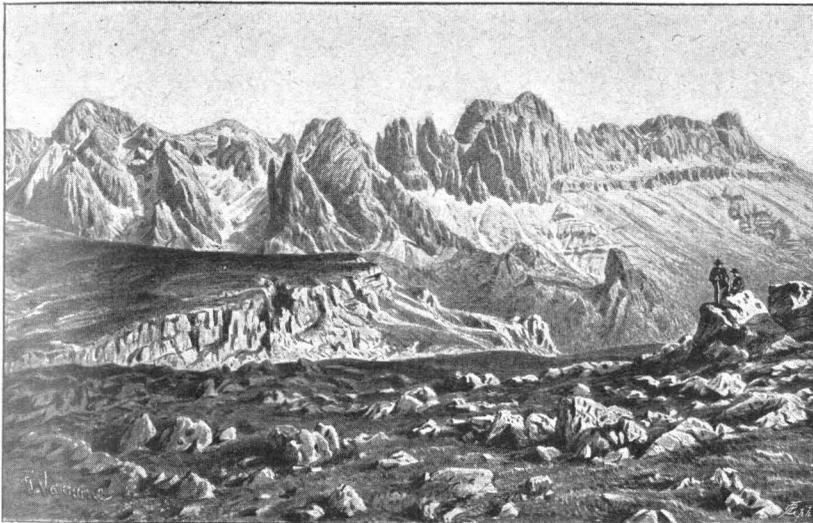


Geologisches Profil durch das Grödnerthal und den Schlern in Tirol.  
(Nach Ferd. v. Richthofen.)

1. Phyllit. 2. Quarzporphyr. 3. Grödener Sandstein. 4. u. 5. Bunter Sandstein der Alpen (Schichten von Seiss und Campil). 6. Muschelkalk der Alpen (Schichten von Buchenstein). 7. „Lettenkoble der Alpen“ (Schichten von Wengen). 8. und 9. Keuper der Alpen (Schlern-Dolomit und Schichten von Raibl). 10. Porphyrite.

Kalk- und Dolomitmassen (Fig. 241) entwickelt, welche einen Hauptantheil an dem Aufbaue der nördlichen und südlichen Kalkzone

Fig. 241.



Die Dolomite des „Rosengarten“, vom Schlern aus gesehen.  
(Nach einer Photographie.)

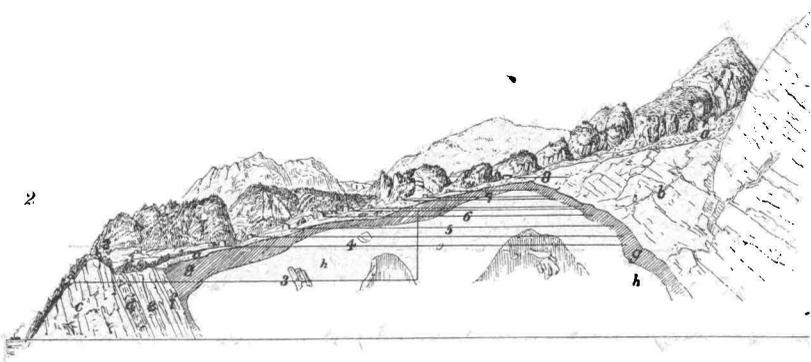
der Ost-Alpen nehmen und in den Nord-Alpen Salzlager einschließen (die Salzlager von Ischl, Aussee, Hallstatt, Fig. 242, Hallein,

Reichenhall, Berchtesgaden und Hall in Tirol). Der Triasformation gehört auch das Quecksilber- und Zinnober-Vorkommen von Idria in Krain an. In der mittleren Trias der südlichen Kalkzone finden sich Eruptivgesteine (10 in Fig. 240).

Die Fossilreste der Kalke deuten vielfach auf Meeres-Ablagerungen pelagischer Natur hin. Korallriffbildungen spielen eine wichtige Rolle.

Die Juraformation ist höchst ausgezeichnet entwickelt im südwestlichen Deutschland, in der Schweiz, in Frankreich und in England. In Franken und Schwaben bildet der Jura einen weiten Bogen

Fig. 242.



Durchschnitt durch das Salzlager (Salzstock) von Hallstatt.

*a* Gebirgsschutt. *b* Jurakalk. *c* Dachsteinkalk. *d* Lebergebirge und Anhydrit. *e* Werfener Schiefer. *f* Bituminöser Kalk und Anhydrit. *g* Ausgelaugtes „Haselgebirge“ (Wasserundurchlässige Hülle des Salzkörpers). *h* Haselgebirge mit Steinsalz, Anhydrit u. s. w.

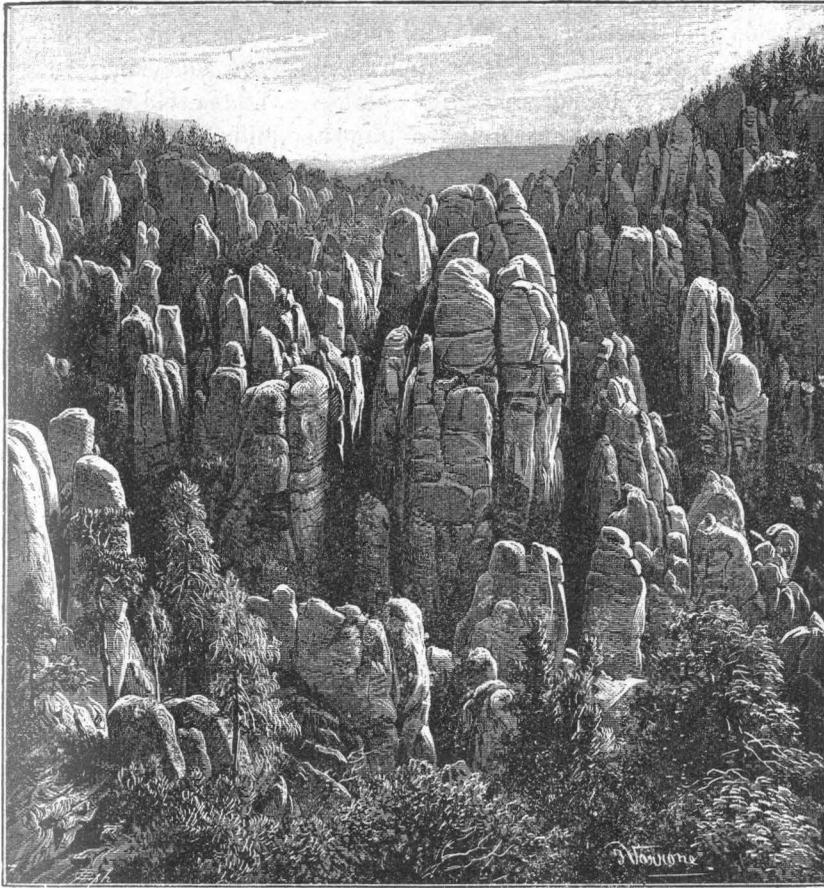
1. In der Lahn. 2. Rudolfsthurm. 3. Kaiser Franz Josef-, 4. Kaiserin Maria Theresia-, 5. Kaiser Josef-, 6. Kaiser Maximilianstollen. 7. u. 8. Wasserstollen.

oder einen Winkel, dessen Scheitel in der Gegend von Regensburg liegt. Der südliche Schenkel bildet die rauhe Alb oder den schwäbischen Jura und hat seine Fortsetzung im Schweizer Jura, der nördliche die fränkische Schweiz oder den fränkischen Jura.

In der Juraformation lassen sich bereits ziemlich scharf umschriebene klimatische Zonen erkennen. So erscheint das mitteleuropäische Juragebiet einerseits von jenem der Länder des Mittelmeeres, andererseits von einem nordische Einflüsse verrathenden, im Nordosten des Continentes, durch gewisse Charakterzüge der Thierbevölkerung der damaligen Meere verschieden. Diese mitteleuropäische Juraprovinz umfasst das nordwestliche Spanien, das außeralpine Frankreich, Deutschland, Österreich, England, Südrussland und reicht über Japan bis nach Californien. Der alpinen

und Mittelmeerprovinz gehören die Alpen und Karpathen, Süd-Spanien, Italien an, sie umfasst aber auch Theile von Afrika, den Kaukasus, Kleinasien und Vorderindien sowie Mittelamerika. Die nordische Provinz endlich begreift in sich das centrale und

Fig. 243.



Felspartie von Adersbach in Böhmen.  
(Nach einer Photographie.)

nördliche Russland und die nördlichen Gebiete Nordamerikas. Es gehört zu den interessantesten Aufgaben der Paläontologie und Geologie, die Wechselbeziehungen dieser Provinzen zu verfolgen und festzustellen. Solche Verschiedenheiten in den räumlichen Verbreitungen treten aber, wie wir gesehen haben, bereits in der Trias auf und werden sich wohl auch für die Kreideformation feststellen lassen.

Die Schreibkreide, nach der die ganze Formation benannt wurde, gehört der obersten Etage der Kreideformation an, kommt jedoch nur wenig verbreitet vor; sie findet sich hauptsächlich auf der Insel Rügen, in Dänemark, im nördlichen Frankreich und in Süd-England. In der mitteldeutschen Kreideformation von Böhmen und Sachsen führen die thonigkalkigen Schichten dieser Formation den Namen Pläner (von planus, eben oder flach) wegen der plattigen Absonderung des wohlgeschichteten Gesteines und die mächtigen, weit verbreiteten Sandsteinbildungen den Namen „Quadersandstein“. Dieser zeigt eine säulen- und quaderförmige Zerklüftung (Fig. 243, S. 211) und liefert einen vortrefflichen Quaderstein für Bauzwecke. Die bizarren, großartigen Felsformationen dieses Gesteins geben der sächsischen und böhmischen Schweiz ihren eigenthümlichen landschaftlichen Charakter, und man hat die ganze Formation darnach auch das „Quadersandsteingebirge“ genannt.

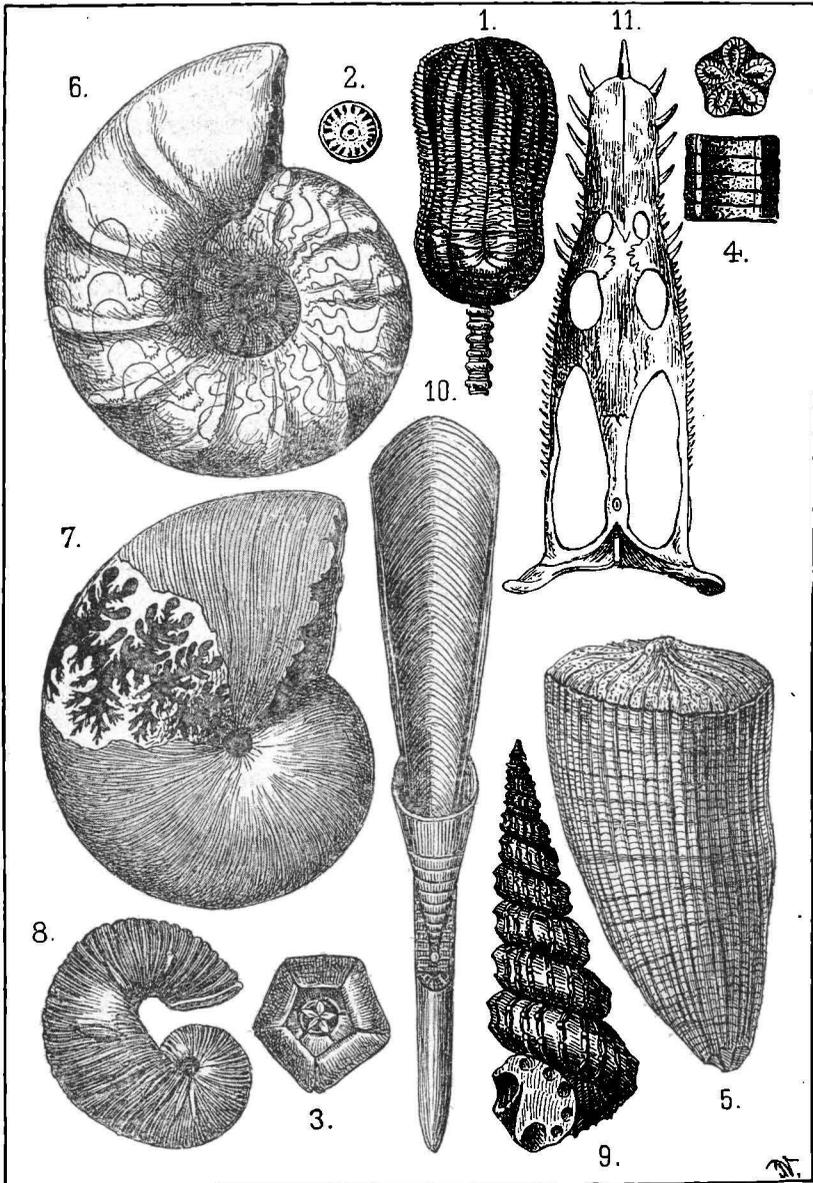
Die secundären Formationen lassen sich in folgender Weise gliedern:

<p>3. Kreide-Formation oder das Quadersand- steingebirge.</p>	<p>b.) Obere Abtheilung (Sandsteine, Thon- u. Kalk- mergel, Kalke, weiße Schreibkreide m. Feuer- steinen u. s. w.). Pläner und Quadersandstein. Gosauformation und Hippu- ritenkalk der Alpen.</p>	<p>Belemniten und Ammoniten erlöschen. Erste Laubhölzer.</p>
	<p>a.) Untere Abtheilung (Kalke, Sandsteine, Thone, Mergel).</p>	<p>Ammoniten und Belemniten; Rudisten: Hippurites cornu vaccinum (das sogenannte „Kuhhorn“); Austern.</p>
<p>Zeitalter der Rudisten<sup>1)</sup> (Hippuriten), der ammoniti- schen Nebenformen und der ersten Laubhölzer.</p>	<p>Die Wälderthonformation (engl. Wealden).</p>	<p>Große Landsaurier (Dino- saurier: Iguanodon, Fig. 246, S. 216, u. s. w.).</p>

<sup>1)</sup> lat. *rudis*, roh, unausgebildet.

<p>2. Jura-Formation od. das Oolithgebirge.</p> <p>Zeitalter der Ammoniten u. Belemniten, der Fischsaurier und Flugsaurier.</p>	<p>c.) Obere Abtheilung. Malm oder weißer Jura (Thonmergel, Kalke, Kalk- oolithe, Korallenkalk, Dolo- mite).</p>	<p>Erste Knochenfische, Schild- kröten, Flugechsen (Ptero- dactylus) und Urvögel (Ar- chaeopteryx). Riffbauende Korallen und Spongien (See- schwämme).</p>
	<p>b.) Mittlere Abtheilung. Dogger oder brauner Jura (Kalke, Sandsteine, Thone, Mergel, Roth- und Braun- eisenoolithe).</p>	<p>Beuteltiere im englischen Dogger. Die größten Belemniten. Ammoniten (Amm. Hum- phriesianus, Fig. 244, S. 215).</p>
	<p>a.) Untere Abtheilung. Lias oder schwarzer Jura (Kalke, Sandsteine, Thone, Mergel und bituminöse Schiefer).</p>	<p>Pentacriniten<sup>1)</sup>, Belemniten, Ammoniten und Meeres- saurier (Ichthyosaurus, Plesiosaurus). Kryptogamen, Coniferen und Cycadeen.</p>
<p>1. Trias-Formation oder das Salzgebirge.</p> <p>Zeitalter der großen Frosch- saurier (Panzerlurche) und der ersten Säugethiere.</p>	<p>Grenzsichten gegen den Jura. Knochenbett (Bonebed); Mergelkalke und Sandsteine.</p>	
	<p>c.) Obere Abtheilung. Lettenkohle und Keu- per. Hauptdolomit, Hall- stätter- und Dachsteinkalk (Sandsteine, bunte Mergel, Gyps und Dolomite).</p>	<p>Microlestes antiquus (eine Beutelratte, ältester Säuge- thierrest). Froschsaurier und echte Krokodile.</p>
	<p>In den Alpen großartige Entwicklung von Korallenriffen und Ammonitenkalken.</p>	
	<p>b.) Mittlere Abtheilung. Muschelkalk (Kalke, Dolomite, Mergel, Gyps- und Steinsalzlager).</p>	<p>Die Seelilie (Encrinus liliiformis), langschwänzige Krebse, Meeressaurier (Notho- saurus).</p>
	<p>a.) Untere Abtheilung. Bunter Sandstein; (Wer- fener Schiefer) der Alpen (Conglomerate, Sandsteine und Mergel).</p>	<p>Riesige Schachtelbalme, Zapfenpalmen (Cycadeen) u. Nadelhölzer, Fährten von Froschsauriern.</p>

<sup>1)</sup> gr. *pénte*, fünf.



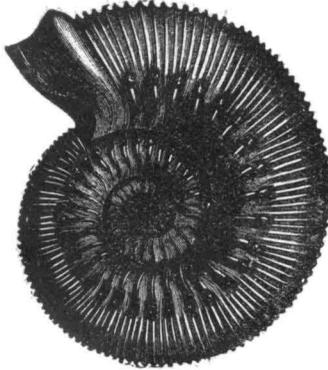
## Mesozoische Versteinerungen.

1. *Encrinurus liliformis* (die Seelilie des Muschelkalkes). 2. Einzelnes Stielglied.  
 3. Kelch von unten. 4. *Pentacrinites*. 5. *Hippurites cornu vaccinum* („Kahnhorn“-  
 Muschel). 6. *Ceratites nodosus* (gr. *kéras*, Horn). 7. *Phylloceras* (Blatthorn-Ammonit).  
 8. *Scaphites* („kahnförmig“ aufgerollte Ammonitidenschale). 9. *Turrillites* (thurm-  
 förmig gewundene Ammonitidenschale). 10. *Belemnites* (gr. *bélemnion*, Geschoss,  
 „Donnerkeil“), vervollständigt als ein der Sepiaschulpe der „Tintenfische“ (Kopf-  
 füßer ohne äußere Schale) verwandtes Gebilde. 11. *Nothosaurus* (Bastardechse  
 mit halb krokodil-, halb eidechsenartigem Kopfskelet).

**Die wichtigsten Thierformen der mesozoischen Periode. (Taf. III.)**

Unter den Weichthieren haben sich in der mesozoischen Periode die Cephalopoden in den Ammoniten (Fig. 6, 7) und ihren Nebenformen (Fig. 8, 9) und in den Belemniten (Fig. 10) zu einer ganz außerordentlichen Mannigfaltigkeit entwickelt.

Fig. 244.

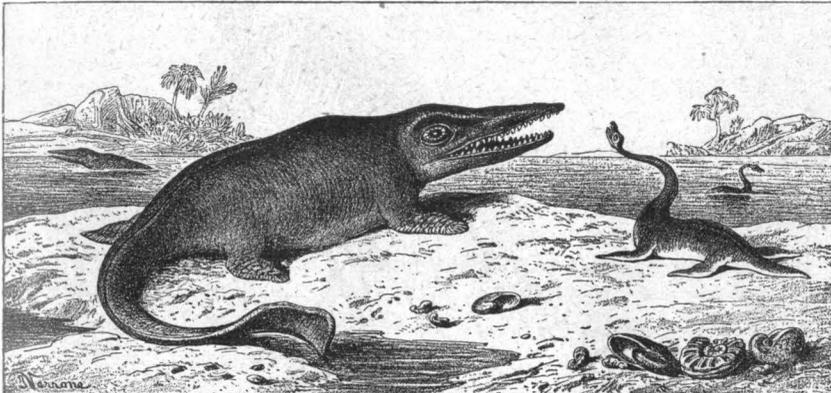


*Ammonites Humphriesianus*  
(Jura-Formation).

Die ersten Ammoniten<sup>1)</sup> mit einfachen, aber scharf gezackten Loben treten in ziemlicher Mannigfaltigkeit bereits in Kalken des Perm im südwestlichen Himalaya, in Hocharmenien und auf Sicilien auf. Auch die ersten Trias-Ammoniten (*Ceratites*, Fig. 6, und andere in der unteren und mittleren Trias) haben noch einfach gezackte Loben (Fig. 244). In der Kreideformation treten neben den eigentlichen Ammoniten deren Nebenformen auf, welche eigenthümliche Unregelmäßigkeiten in Bezug auf die Windungen der Schale zeigen, wie *Scaphiten*<sup>2)</sup> (Fig. 8), *Turriliten*<sup>3)</sup> (Fig. 9) u. s. w. Mit dem Ende der Kreideformation sterben die Ammonitiden ganz aus.

Die Belemniten sind, so wie die Ammoniten, der Hauptsache nach auf die mesozoische Periode beschränkt und sind besonders für den Jura bezeichnend. Was man von diesen Thieren zumeist findet, ist ein oft sehr langgestreckter, pfahlförmiger Körper (Fig. 10), der nach unten mehr

Fig. 245.



*Ichthyosaurus.*

*Plesiosaurus.*

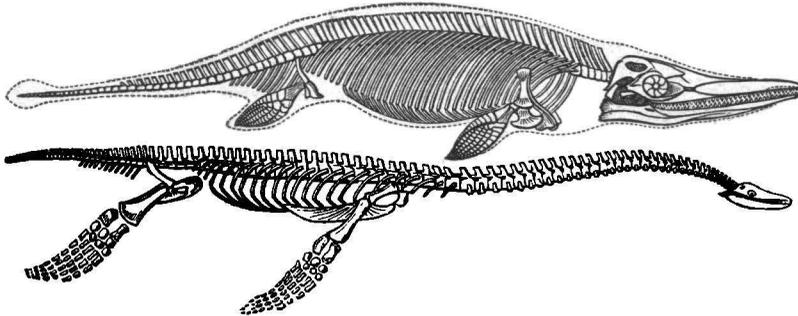
(Nach Woodward's Restauration)

oder weniger gespitzt endet, oben aber mit einer kegelförmigen Höhlung versehen ist, in der ein gekammerter Kegel steckt. Die Belemnitenthiere waren nackthäutige Cephalopoden, den lebenden Tintenfischen (*Sepien*) ähnlich.

<sup>1)</sup> Nach den Hörnern des ägyptischen Jupiters Ammon. <sup>2)</sup> gr. *skáphē*, Kahn.

<sup>3)</sup> lat. *túris*, Thurm.

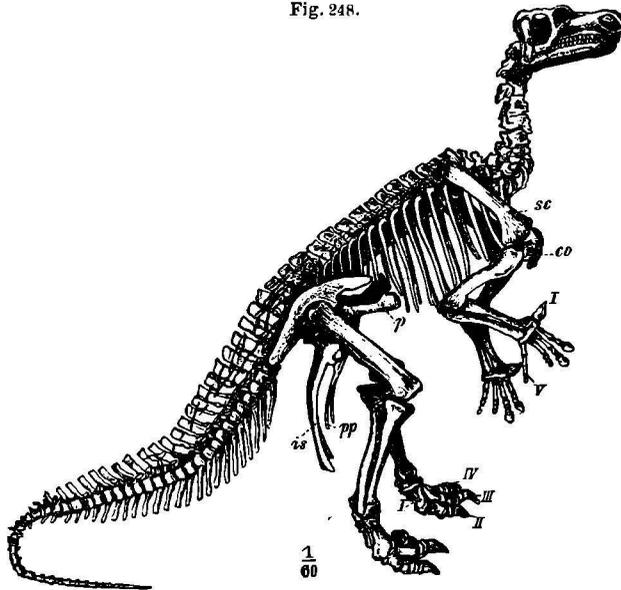
Fig. 246 und 247.



Skelete von Ichthyosaurus (Fig. 246) und Plesiosaurus (Fig. 247).

Unter den Reptilien sind besonders die Meeres-Saurier (Nothosaurus, Fig. 11, S. 214, der Trias, sowie Ichthyosaurus und Plesiosaurus des Lias) von Wichtigkeit. Der Fischeosaurier (Ichthyosaurus) (Fig. 245 und 246) war ein Seeungeheuer, welches 10 m Länge und darüber erreichte. Der große Kopf des Thieres, welcher

Fig. 248.



Iguanodon (Skelet) von Bernissart in Belgien. (Aus Zistel's Handbuch der Palaeontologie.)

$\frac{1}{4}$  bis  $\frac{1}{5}$  der ganzen Körperlänge ausmacht, sitzt auf kurzem Halse und verschmälert sich vorne delphinartig zu einer spitzen Schnauze; in den Kieferfurchen sitzen kegelförmige, gestreifte Zähne. Die Extremitäten haben die Form von Flossen und Rudern, die aus vielen polygonalen Knochentafeln zusammengesetzt sind; der lange Schwanz

endete wahrscheinlich mit einer breiten aufrechtstehenden Ruderflosse. Die Ichthyosauren athmeten durch Lungen und waren nicht gepanzert.

Fig. 249.

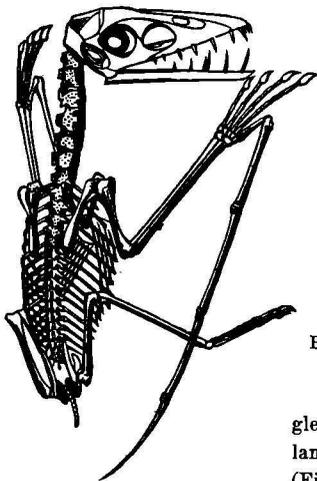
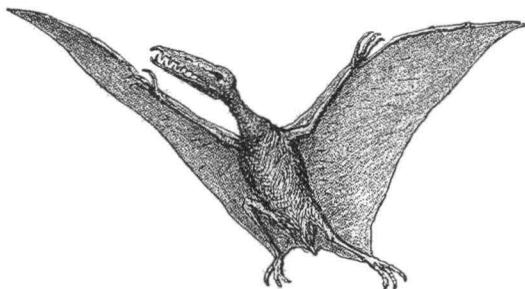


Fig. 250.



Pterodactylus (Skelet und restauriert).

Kleiner, aber noch seltsamer gestaltet, war der gleichzeitig mit dem Fischeosaurier im Meere lebende, langhalsige Schlangendrache (Plesiosaurus) (Fig. 245 und 247); der kleine Kopf auf einem langen schlangenartigen Halse, der Leib kurz und cylindrisch abgerundet, die Flossenfüße schlanker als beim Ichthyosaurus, der Schwanz kurz und ohne Ruderflosse.

Der Flugsaurier (Pterodactylus) (Fig. 249 und 250), ein Reptil von der Größe einer Taube bis zur Größe eines Adlers, mit großem Kopfe und langen, mit scharf zugespitzten Zähnen versehenen Kiefern. Der letzte Finger der Vorderfüße hatte vier Glieder und war zu einem langen „Flugfinger“ (nach Art der Fledermaus-Finger) verlängert.

Der Urvogel, von welchem in den Solnhofener Schieferne bisher zwei Exemplare aufgefunden wurden (Archaeopteryx), Fig. 251, hat einen Schwanz, dessen Form von derjenigen der jetzt lebenden Vögel gänzlich abweicht, indem derselbe aus einer Reihe von 20 länglichen Schwanzwirbeln (wie bei den Reptilien) zusammengesetzt ist, an welche die Schwanzfedern zweizeilig angesetzt sind. Die Wirbel sind biconcav, in der Hornhaut des Auges liegt, wie bei den Fisch- und Flugsauriern, ein Ring von Knochentäfelchen (Scleroticalring); die Längsknochen waren wie bei den Flugsauriern hohl (pneumatisch).

#### Viertes Zeitalter.

##### Die känozoische<sup>1)</sup> Periode oder die Neuzeit der Erde.

Die auf die Kreide folgenden tertiären Formationen: 1. die Eocän-<sup>2)</sup> und 2. die Neogen-<sup>3)</sup> Formation, zeigen einen mehrfachen Wechsel von Süßwasser- und Meeresbildungen, was auf

<sup>1)</sup> gr. *kainós*, neu. <sup>2)</sup> gr. *eós*, Morgenröthe. <sup>3)</sup> gr. *neós*, neu, *genesis*, Bildung.

bedeutende Niveauveränderungen während der Tertiärperiode hindeutet. In der That war die Tertiärzeit auch eine Zeit großartiger vulcanischer Thätigkeit. Trachyte und Basalte bilden ganze Gebirge.

Fig. 251.



Archaeopteryx (der Urvogel). Aus dem lithographischen Schiefer von Eichstätt.  
(Aus Zittel's Handbuch der Palaeontologie.)

In petrographischer Beziehung sind die tertiären Bildungen sehr mannigfaltig zusammengesetzt. Feste Conglomerate (Nagelfluh), compacte Kalke (Grobkalk), Sandsteine und Schiefer finden sich ebensowohl wie weiche Sandsteine (Molasse), lose Sande und plastischer

Thon (Tegel).<sup>1)</sup> Die tertiären Ablagerungen sind reich an Steinsalz, Gyps, Schwefel und Petroleum; Süßwasserbildungen sind vor allem die Braunkohlen. Das Vorkommen der letzteren ist so charakteristisch für die tertiären Formationen, dass man diese auch das Braunkohlengebirge genannt hat. Auch das Petroleum der Karpathenländer stammt aus tertiären Ablagerungen. Dagegen zeigen sich die tertiären Ablagerungen arm an Erzen und sind Brauneisenerze (Bohnerze, Raseneisenstein u. s. w.) fast die einzigen Erzvorkommnisse.

Der känozoischen Periode gehören große Säugethier-Schöpfungen an. Hochentwickelte Floren, in welchen die höchsten Pflanzenformen, kronenblütige Gewächse, schon reich vertreten sind, bedeckten das Land.

Die klimatischen Verhältnisse waren in ganz Mitteleuropa jenen der heutigen Tropenzone ähnlich. Palmen finden sich in der älteren Tertiärzeit über ganz Mitteleuropa verbreitet, und noch am Beginn des Neogen finden wir Palmen, Myrthen und andere immergrüne Gewächse in unseren Breiten und selbst in Island, Grönland und Spitzbergen wurden tertiäre Platanen und Magnolien neben hochstämmigen Laubbälzern aufgefunden. Im Verlaufe des Neogen vollzog sich dann eine langsame Temperaturerniedrigung, das Klima ward allmählich dem heutigen ähnlich.

Europa war zur Tertiärzeit ein beträchtliches, von zahlreichen Meeresarmen durchschnittenes Festland.

Die Vertheilung von Wasser und Land war eine von der heutigen recht verschiedene, und wir wissen, dass zeitweilig einerseits ein Mittelmeer sich vom Atlantischen Ocean bis in die Gegend des Himalaya erstreckte, während andererseits die heute getrennten Continente Nordamerika mit Europa, und Asien mit Nordamerika, ebenso wie zeitweilig Europa mit Nordafrika und Afrika mit Indien und Südamerika durch Festlandsbrücken verbunden gewesen sein müssen.

Dass während der Tertiärzeit die großen Faltengebirge der Erde entstanden sind, wurde bereits (S. 195) erörtert.

Die immergrünen Wälder mit ihren Feigen-, Zimmt- (Taf. IV, S. 223, Fig. 1), Lorbeer-, Kampher- und Seifenbäumen, ihren Myrthen und Palmen (Taf. IV, Fig. 2) passen sehr wohl zu den Vertretern der Säugethiere, zu den zahlreichen tapirartigen Paläotherien (Taf. IV, Fig. 5), zu den Mastodonten, Moschusthieren und Affen, welche die damaligen Festländer bewohnten. Ebenso weisen die Meeres-thiere, die Fische, wie die Mollusken, auf ein entschieden wärmeres Klima als heutzutage hin.

---

<sup>1)</sup> Von *tégula*, gleichbedeutend mit Ziegel, Ziegellehm.

Die Haupt-Abtheilungen der tertiären Formationen sind:

<p>2. Neogen-Formation<sup>1)</sup> (jüngere Tertiärformation) oder das jüngere Braunkohlengebirge.</p>	<p>c.) Obere Abtheilung. Congerien- und Süßwasserstufe (Geschiebe, Sande und Thone). Belvedere- u. Congerienschichten.</p>	<p>Weitere große Säugethierfaunen, Mastodon, Dinotherium, Aceratherium, Anchitherium, Hippotherium u. s. w. Fossilien der Congerien-Schichten. Taf. IV, Fig. 12 und Taf. V, Fig. 10—13.</p>
<p>Zeitalter der Mastodonten (Zitzenzahn-Elefanten).</p>	<p>b.) Mittlere Abtheilung. Sarmatische Stufe (Kalke, Sandsteine, Sande, Thone). Cerithienkalk, Tegel von Nussdorf u. s. w. Marine, z. Th. brackische Ablag.</p>	<p>Andrias Scheuchzeri (Riesensalamander) von Öningen am Bodensee. Einige sarmatische Fossilien. Taf. V, Fig. 6—9.</p>
	<p>a.) Untere Abtheilung. Mediterrane Stufe (Kalke, Conglomerate, Sande, Thone), Leithakalk, Pötzleinsdorfer Sand, Badener Tegel u. s. w. Marine Ablagerungen.</p>	<p>In Centraleuropa: Palmen, Bambus, Lorbeer, Feige, Magnolie, Pappel, Ulme, Birke u. s. w. Einige marine Fossilien. Taf. V, Fig. 1—5.</p>
<p>1. Eocän-Formation (ältere Tertiärformation) oder das ältere Braunkohlengebirge.</p>	<p>b.) Obere Abtheilung. Oligocän<sup>2)</sup> (Kalke, Sandsteine, Thone, Mergel u. s. w.). Gyps d. Montmartre (Paris), Bernsteinführende Schichten des Samlandes.</p>	<p>Mehrere große Säugethierfaunen folgen aufeinander.</p>
<p>Zeitalter der Paläotherien und der Nummuliten.</p>	<p>a.) Untere Abtheilung (Kalke, Sandsteine, Thone, Mergel u. s. w.). Grobkalk von Paris, London-Thon, Pyramidenbaustein von Moccattam (Ägypten), Nummuliten-Formation der Alpen und Karpathen. Vorwiegend marine Ablagerungen.</p>	<p>Nummuliten. In Centraleuropa eine echt tropische Flora.</p>

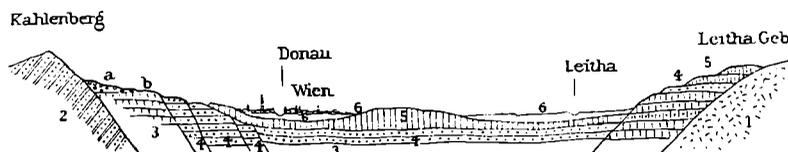
In den Alpen und Karpathen nehmen die eocänen Schichten (2 in Fig. 237, S. 197) noch wesentlich an der Gebirgsbildung

<sup>1)</sup> Die Gliederung nach dem Vorkommen in Osteuropa und speciell im Wiener Becken. <sup>2)</sup> gr. *oligos*, wenig.

theil, und auch die neogene Molasse der Schweiz ist noch in Falten zusammengeschoben (1. in Fig. 237). Die eocänen Schichten bestehen theils aus einem vorherrschend kalkigen unteren Gliede, dem marinen Nummulitenkalke, der seinen Namen von den Nummuliten (Münzensteinen) hat, den münzenförmigen Schalen von Foraminiferen mit gekammerten Spiralen, Formen, welche für die Eocänzeit besonders charakteristisch sind (Taf. IV, Fig. 3, 4); theils aus einem vorherrschend sandigen und mergeligen oberen Gliede, dem sogenannten „Flysch“, aus welchem ein großer Theil des sogenannten Wienersandsteines (z. B. im Wiener Walde) und des Karpathensandsteines besteht.

Die Neogenformation tritt hauptsächlich Becken ausfüllend auf. Ihr gehören die verschiedenen Schichten an, welche das Becken von Wien (vergl. Fig. 252) zusammensetzen.

Fig. 252.



Durchschnitt durch die Wiener Bucht (den südlichsten Theil des Wiener Beckens).  
 1. Krystallinische Schiefer. 2. Wiener Sandstein (Kreide und Eocän). 3. Marine Stufe (*a* Conglomerate und Sande; *b* Kalke). 4. Sarmatische Stufe. 5. Congerienstufe. 6. Diluvium und Alluvium.

Die neogenen Ablagerungen sind zumal in den Ländern der österr.-ungar. Monarchie reich an technisch wichtigen Vorkommnissen; mächtige Braunkohlenlager finden sich in Böhmen, Steiermark, Ungarn und Siebenbürgen; Steinsalz in den Karpathenländern. Die Salzlager Galiziens (Wieliczka, Bochnia u. s. w.), Ungarns und Siebenbürgens gehören sämmtlich der Neogenformation an.

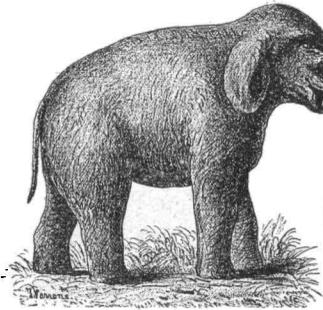
#### Die Säugethiere des Eocän.

Die Säugethiere der eocänen Formation sind jetzt gänzlich ausgestorben.

Die wichtigsten Formen sind: Die Geschlechter *Palaeotherium* (tapirähnliche Unpaarhufer), *Anthrotherium* (Kohlenthier), ein dem Schweine verwandtes Thier, und das langhalsige und langschwänzige *Anoplotherium* (das unbewaffnete Thier), paarhufig, an die Wiederkäuer erinnernd. Während der Eocänzeit gab es noch keine echten Nashörner, Pferde, Tapire, Schweine und Wiederkäuer; alle diese Thiere treten erst in der Miocänzeit auf, haben aber ihre Vorläufer im Eocän. Neben jenen Dickhäutern findet man in den eocänen Schichten auch schon Reste von mannigfaltigen Nagern, Raubthieren, Flatterthieren, Affen und Halbaffen.

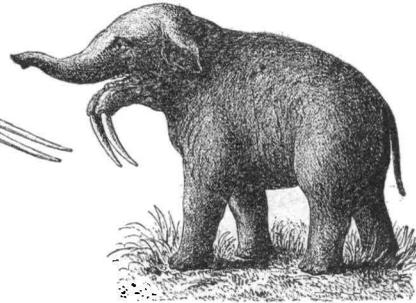
Die aus Amerika bekannt gewordenen Säugethiere sind in einigen Formen den gleichzeitigen europäischen ähnlich, während andere vollkommen eigenartige Typen aufweisen und zum Theile als Vorläufer der in Europa erst später auftretenden

Fig. 253.



Mastodon

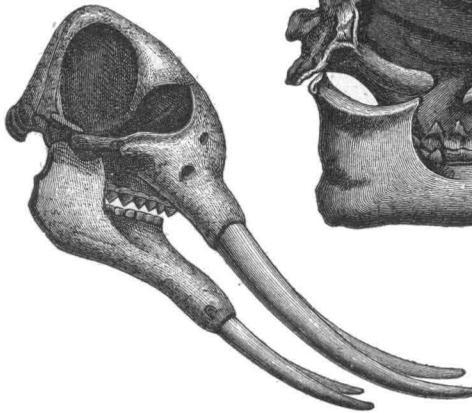
Fig. 254.



Dinotherium

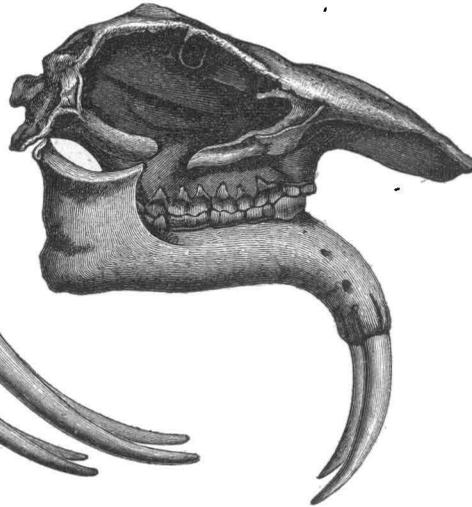
und  
(restauriert).

Fig. 255.



Schädelskelet von Mastodon.

Fig. 256.



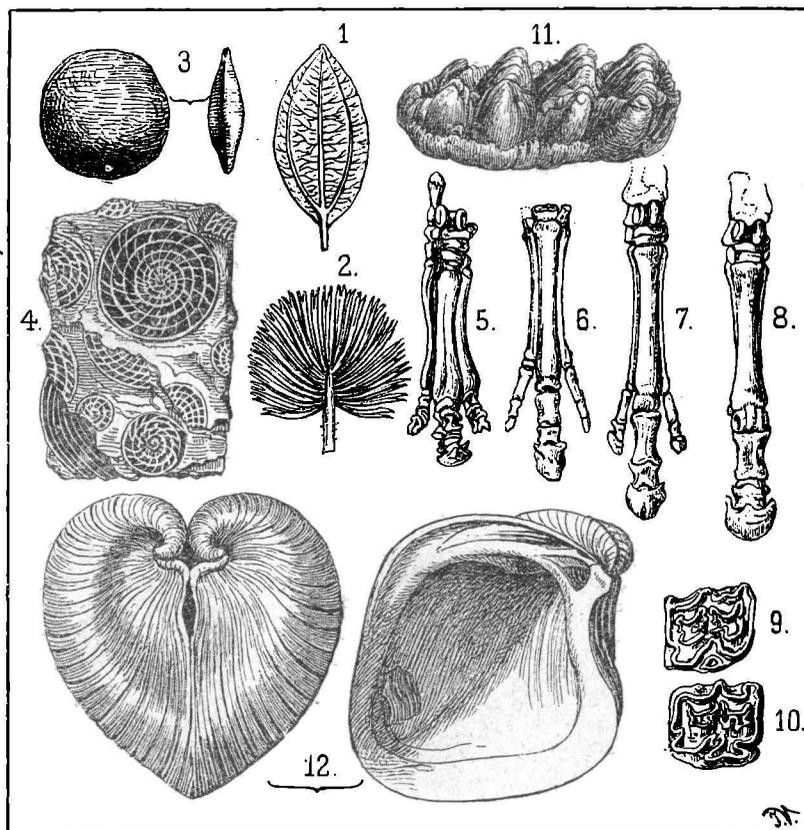
Schädelskelet von Dinotherium.

Formen aufgefasst werden können, Thatsachen, welche zeigen, dass der Verband der Festländer einem mehrfachen Wechsel ausgesetzt war.

### Die Säugethiere des Neogen.

Die Hauptrolle spielen eigenthümliche, jetzt gänzlich ausgestorbene Elephanten und Nashörner. Die Elephanten der Neogenperiode haben noch keine Backenzähne mit blätterigem Baue, sondern gewaltige Backenzähne mit kräftig

Taf. IV.



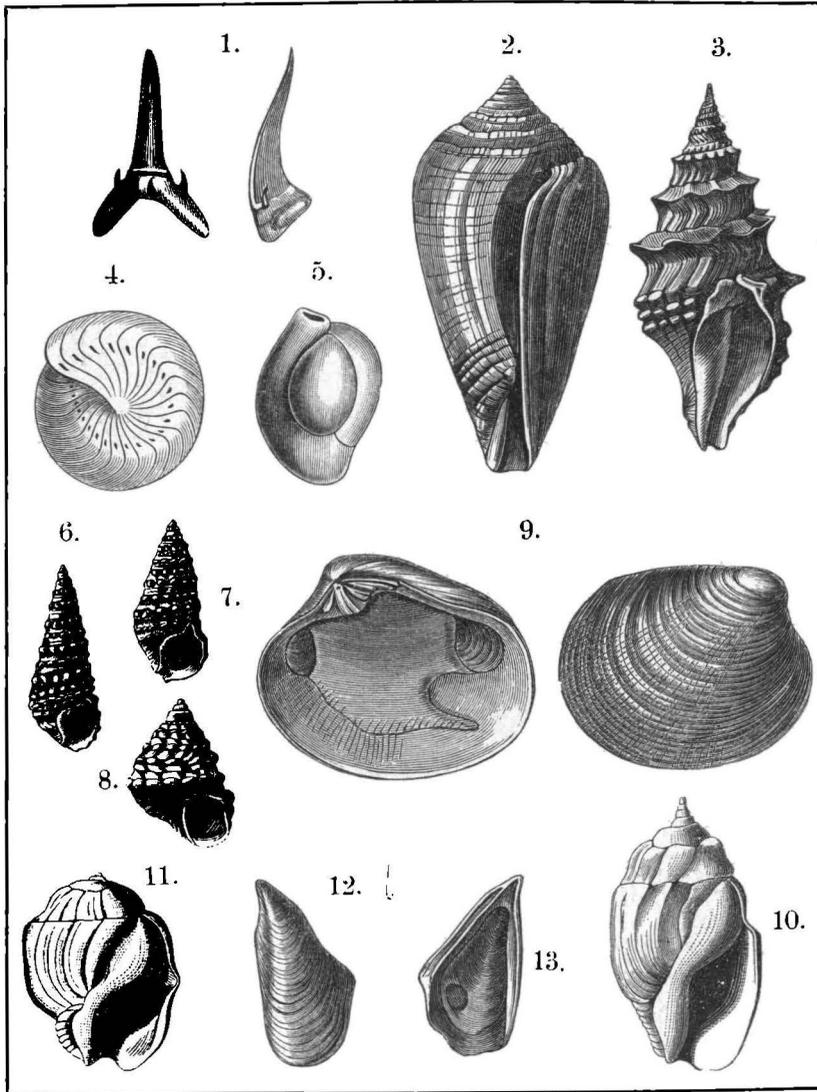
Tertiäre Versteinerungen.

1. Zimmtbaumblatt. 2. Fächerpalme. 3. Nummulit (bei 4. die innere Kammerung zeigend). 5—8 Hintere Füße von Unpaarhufern: 5. Palaeotherium.<sup>1)</sup> 6. Anchitherium.<sup>2)</sup> 7. Hippotherium. 8. Equus, das Pferd. — 9. Oberkiefer-Backenzahn vom Hippotherium<sup>3)</sup> und 10. vom Pferde. 11. Zahnkrone eines Mastodon-Backenzahnes (aus dem Unterkiefer). 12. Congeria subglobosa aus den Congerienschichten von Wien.

aufragenden Höckern, die durch außerordentlich dicken Schmelz ausgezeichnet sind. Nach der Form der Zahnkronen (Fig. 11, Taf. IV) hat man sie Mastodonten genannt.

Manche Arten, wie *Mastodon longirostris* (der langschnauzige Zitzenzahn-Elephant) (Fig. 253 und Taf. IV, Fig. 11), von welchem man Reste z. B. auch im Belvedere-schotter von Wien findet, hatten 4 Stoßzähne, 2 große schwachgebogene im Oberkiefer, 2 kleine gerade im Unterkiefer. Das Thier erreichte die Größe der größten Elephanten.

<sup>1)</sup> gr. *palaiós*, alt, somit das alte Thier. <sup>2)</sup> gr. *ánchi*, nahe, weil mit Palaeotherium und Equus verwandt. <sup>3)</sup> gr. *hippos*, das Pferd, also Pferdethier.



1.—5. Marine Fossilien: 1. Haifisch-Zahn (*Lamna contortidens*), 2. Kegelschnecke (*Conus ventricosus*), 3. Thurmschnecke (*Pleurotoma asperulata*). Kalkgehäuse von Urthieren (Foraminiferen) in 25maliger Vergrößerung, 4. *Amphistegina Haueri*, 5. *Triloculina austriaca*. 6.—9. Brackische (sarmatische) Fossilien: Hornschnecken (6. *Cerithium pictum*, 7. *Cer. rubiginosum*), 8. Kreiselschnecke (*Trochus podolicus*), 9. *Tapes gregario*. 10.—13. Fossilien aus den Congerien-Schichten des Wiener Beckens: 10. *Melanopsis Martiniana*, 11. *Mel. vindobonensis*, 12. und 13. *Congeria spathulata*.

Ein würdiges Seitenstück bildet der stete Begleiter der Mastodonten, das *Dinotherium* (Schreckenthier, Fig. 254), ein Rüsselthier mit 2 dicken, hakenförmig nach unten hinabragenden Stoßzähnen im Unterkiefer und mit querkantigen Backenzähnen. Von rhinocerosartigen Thieren kennt man Nashörner mit zwei und mit einem Horne und ein hornloses (*Aceratherium*). Die Pferde der Neogenperiode (*Anchitherium* und *Hippotherium* oder *Hipparion*, Taf. IV, Fig. 6, 7, 9) hatten noch zwei Nebenhufe. Die Ordnung der Wiederkäuer ist repräsentiert durch Hirsche, Moschusthiere, Giraffen, Antilopen und Gazellen, die der Raubthiere durch eine riesige Katze (*Machairodus*, Schwertzahn) und durch ein hundartiges Raubthier (*Amphicyon*). Unter den Nagethieren begegnen wir schon dem Biber und dem Murmelthier und unter den neogenen Affen Europas theils langschwänzigen Formen, welche den Meerkatzen auf Ceylon und in Bengalen nahestehen, theils Formen, welche Verwandtschaft mit dem Gibbon zeigen.

### Fünftes Zeitalter.

#### Die anthropozoische Periode oder die Jetztzeit der Erde.

Große, durchgreifende Veränderungen der physikalischen Verhältnisse traten nach dem Ende der tertiären Periode ein. Auf das wärmere, gemäßigte Klima der Neogenzeit folgte ein kälteres, schnee- und regenreiches. Die Tertiärflora unterlag; Gebirge und deren Vorländer, welche heute frei von Gletschern sind, bedeckten sich zu wiederholten Malen mit beständigem Schnee und Eis, und Thiere, jetzt auf den hohen Norden beschränkt, wohnten im Herzen Europas, bis allmählich nach

Fig. 257.



Pierre des Marmettes. Erratischer Granitblock in Unter-Wallis. Über 2000 m<sup>3</sup> Inhalt, ungefähr 5 Mill. Kilogr. Gewicht. Stammt aus dem Mont Blanc-Stocke.

dieser Gletscherperiode, die man auch als die Eiszeit bezeichnet, der gegenwärtige Zustand der Dinge eintrat. Die Erscheinungen, aus welchen wir auf eine solche Eiszeit schließen können, treten uns ebensowohl in den Gebirgen wie in den Ebenen entgegen, in den Resten der Moränen der einstigen Gletscher und in den errati-

schen Blöcken oder Irrblöcken (Fig. 257). Der Transport der letzteren von ihrer ursprünglichen Heimat auf ihre jetzige Lagerstätte (die erratischen Blöcke in der deutschen Tiefebene stammen hauptsächlich aus Skandinavien) ist bei den Dimensionen dieser Blöcke und bei der großen Entfernung von ihrem Ursprungsorte nur durch Eis, vor allem auf dem Rücken von Gletschern oder auf schwimmenden Eisbergen denkbar. Aus dieser jüngsten Periode der Erdgeschichte kennen wir die ersten Spuren des Menschen auf der Erde.

Aus der Verbreitung der erratischen Gesteinsmassen und aus den so bezeichnenden Kratzungen (s. S. 143) des felsigen Untergrundes können wir schließen, dass während der weitgehenden Vergletscherung Europas die nordischen Eismassen über das ganze nördliche Europa bis in das südliche England, in das heutige Mündungsgebiet des Rheins, bis an das Erz- und Riesengebirge und bis ins südliche Russland sich erstreckten. Aus den Alpen reichten sie einerseits bis an den Jura und an die obere Donau, andererseits bis in die norditalienische Tiefebene.

Die Ablagerungen der anthropozoischen Periode bezeichnet man im Gegensatz zu den tertiären Bildungen als quartär und kann sie in folgender Weise eintheilen:

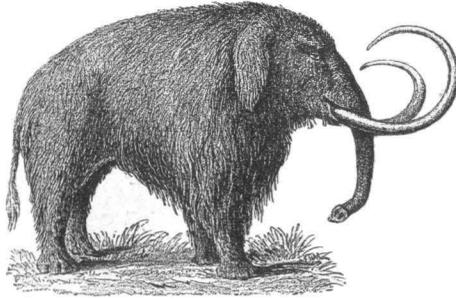
2. Alluvium. Jungquartäre Gebilde.	Recente Süßwasser- und Salzwasserbildungen. Torfmoore, Korallenbauten, moderne vulcanische Pro- ducte.	
1. Diluvium. Altquartäre Gebilde. Zeitalter des Mammut und des Urmenschen.	c.) Nach- o. postglaciale Stufe. b.) Eiszeit. a.) Vor- o. präglaciale Stufe (Höhlenlehm, Löß (S. 178], erratische Blöcke, erratischer Schutt, Geröll- u. Sand-Ab- lagerungen).	Große diluviale Säugethier- fauna: Mammut, Höhlenbär, Höhlenhyäne, Renthier, Auer- ochs, Moschusochs, Pferd, Riesenhirsch u. s. w. Die ersten Spuren des Menschen in Europa.

#### Die diluvialen Säugethiere.

Unter diesen sind manche völlig ausgestorbene Arten. Dazu gehört vor allem das Mammut (*Elephas primigenius*) (Fig. 258), dessen riesige Stoß- und Backenzähne überaus häufig z. B. im Löß gefunden werden, während im gefrorenen Uferschlamm der nordsibirischen Flüsse wiederholt ganze, mit Fleisch, Haut und

Haar (das Mammut trug einen Pelz von langem, rothbraunem Wollhaar) erhaltene Cadaver aufgefunden wurden. Neben den Mammutresten findet man überaus häufig Reste des zweihörnigen Nashorns mit verknöchertes Nasenscheidewand (*Rhinoceros tichorhinus*). Im Lehne mancher Höhlen eingebettet liegen oft Knochen und auch ganze Skelette vom Höhlenbären (*Ursus spelaeus*), der an Größe den jetzt lebenden braunen Bären übertraf (Fig. 259 bis 262), von der Höhlenhyäne (*Hyaena spelaea*), dem Höhlenlöwen (*Felis spelaea*) u. s. w. Von einer zweiten Gruppe von Thieren lässt sich nachweisen, dass dieselben erst in historischer Zeit vom Menschen zum Theil oder vollständig ausgerottet worden sind. Dahin gehören die großen Jagdthiere der alten Germanen, die noch im Nibelungenliede erwähnt

Fig. 258.



Das Mammut.

Fig. 259.

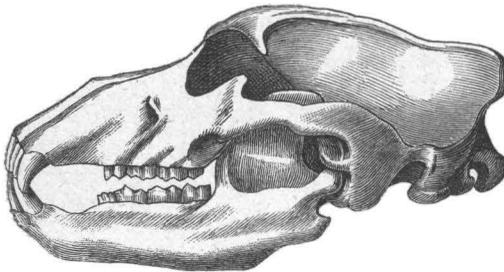


Fig. 260.

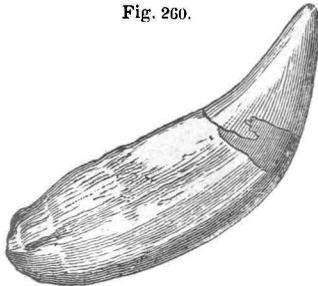


Fig. 261.

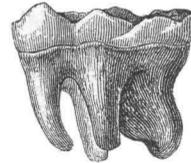


Fig. 262.



## Höhlenbär.

259. Schädel. 260. Eckzahn. 261., 262. Backenzahn.

werden<sup>1)</sup>: der kurzhornige Wisent (*Bos Bison*), der Ur oder der Auerochs (*Bos*

<sup>1)</sup> Dar nâch slûog er (Siegfried) schiere einen wisent und einen elch,  
starker ûre viere und einen grimen schelch. Nibelungenlied 945.

primigenius), der Elch oder das Elen (*Cervus alces*) und der Schelch oder Riesen-  
hirsch (*Cervus megaceros*) mit riesigem, 3—4 m spannendem Geweihe (Fig. 263). Eine  
dritte Gruppe bilden Thiere, welche aus unseren Gegenden verdrängt worden sind, aber  
im Norden noch fortleben, wie der Moschusochs (*Ovibus moschatus*), das  
Renthier (*Cervus tarandus*), dessen Reste man neuerdings überaus häufig in Frankreich,

Fig. 263.



Riesenhirsch (*Cervus megaceros*).  
Aus Fr. v. Hauer's Geologie.

in Deutschland (im Torfmoore von Schussenried, in Hohlefels bei Blaubeuren) und Öster-  
reich (bei Předmost unweit Prerau in Mähren) u. s. w. zusammen mit dem Mammut und  
vielen anderen Wirbelthierresten, z. B. dem Lemming, und z. Th. mit den zweifellosen  
Anzeichen der gleichzeitigen Existenz des Menschen gefunden hat. Eine vierte Gruppe  
von Thieren, welche schon in der Mammutperiode mit dem Menschen zusammenlebten,  
wie Luchs, Wildkatze, Wolf, Fuchs, Marder, Dachs, Pferd, Esel, Edelhirsch, Reh, Schwein,  
Biber u. s. w., sind heute noch die Zeitgenossen des Menschen in Mitteleuropa.

In dem, wahrscheinlich unserem Löß entsprechenden Pampaslehme Südamerikas findet man ganze Skelette riesiger Edentaten [Faulthiere und Gürtelthiere, wie *Megatherium* (Riesenthier), *Myloodon* (Mahlzahn), *Glyptodon* (Zierzahn) u. s. w.].

Nach den menschlichen Resten, welche man in den letzten Decennien in Höhlen, in Seen und Torfmooren, in diluvialen und alluvialen Ablagerungen verschiedener Art entdeckt hat, nach den Geräthen und Werkzeugen aus Stein, Bronze und Eisen, die man ausgrub, hat man die Urgeschichte des Menschengeschlechtes in Europa in drei Zeitperioden getheilt: in eine Stein-Zeit, Bronze-Zeit und Eisen-Zeit. Von diesen drei Hauptperioden, welche sich jedoch nicht streng trennen lassen, fällt die Steinzeit zum Theil zusammen mit der Diluvialzeit der Geologen und bildet den Übergang zur historischen Zeit oder Jetztzeit, der wir die Bronze- und Eisenzeit zurechnen.

So haben wir die bedeutungsvolle Grenze erreicht, an welcher Vorwelt und Gegenwart einander berühren. Wie weit wir jene Zeit zurückverlegen müssen, in welcher der vorhistorische Mensch bereits existierte, der noch kein Metall kannte, der noch keine bleibenden Wohnstätten zu errichten und Hausthiere noch nicht zu zähmen verstand, sondern in Höhlen wohnte und als wilder Jäger durch Wald und Sumpf streifte, dafür fehlen bis jetzt sichere Anhaltspunkte.

Alle Thatsachen vereinigen sich aber zu der Annahme, dass schon während der Diluvialzeit die Bildung der Erdoberfläche in ihren heutigen Grundzügen, mit allen ihren klimatischen Verhältnissen und ihren organischen Schöpfungen, deren Endglied der Mensch war, abgeschlossen wurde.

Freilich ist dieser Abschluss ebensowenig ein Stillstand wie der Abschluss aller früheren Perioden. Ebenso wie die ganze organische Welt, der Mensch an der Spitze, sich in stetigem Fortschritte weiter entwickelt, so ist auch die leblose Natur unter der Mitwirkung der verschiedenartigen Kräfte und Agentien einer fortwährenden Umbildung und Veränderung unterworfen.

Überblicken wir nun die Thatsachen, wie sie dem forschenden Menschengeniste im steten Ringen nach Erkenntnis klar geworden sind und wie sie sich aus der Form, Größe, Dichte der Erde, aus der thatsächlichen Wärmezunahme mit zunehmender Tiefe ergeben und verbinden wir sie mit den Forschungsergebnissen der Astronomen und Astrophysiker über die Natur der übrigen Weltkörper, so ergibt sich daraus der Maßstab, den wir an die Hypothese legen müssen, wie sie zuerst von dem deutschen

Philosophen Immanuel Kant in seiner Allgemeinen Naturgeschichte und Theorie des Himmels (Königsberg 1755) und später von dem französischen Mathematiker und Astronomen Pierre Simon de Laplace (Exposition du système du monde, Paris 1796) ausgebildet worden ist, und welche als die Kant-Laplace'sche Theorie von der Bildung des Sonnensystems bezeichnet wird.

Der gesammte Stoff, welcher jetzt in unserem Sonnensysteme, der Sonne, den Planeten und ihren Trabanten enthalten ist, erfüllte ursprünglich in gasförmigem Zustande den ganzen Raum, weit über die Grenzen des jetzigen Sonnensystems hinaus. Dieser Gasball drehte sich um seine Axe in derselben Richtung, in welcher sich jetzt die Planeten um die Sonne bewegen, zog sich infolge der gegenseitigen Anziehung der einzelnen Theilchen zusammen und wurde kleiner. Dabei musste durch die näher an die Drehungsaxe kommenden Theilchen die Umdrehungsgeschwindigkeit der Gasmasse zunehmen. Die Folge dieser Zunahme der Rotationsgeschwindigkeit war Abplattung an den Polen und Vermehrung der Fliehkraft am Äquator des Gasballes. Sobald letztere eine gewisse Grenze überschritt, lösten sich in der Äquatorialzone ringförmige Theile ab, die sich dann zu selbständigen Himmelskörpern, zu Planeten, ballten. Dieser Vorgang wiederholte sich von Zeit zu Zeit, und unsere Erde entstand aus einer dieser Ablösungen. Dieselbe hat sich allmählich aus dem ursprünglich glühenden, gasförmigen und flüssigen Zustande durch Wärme-Ausstrahlung in den kalten Weltraum so weit verdichtet, dass sie in einer späteren Phase an ihrer Oberfläche fest zu werden begann.

Durch Wiederholung desselben Processes bei den Planeten entstanden deren Begleiter, die Monde; die im Mittelpunkte des ganzen Systems zurückgebliebene Centralmasse ist die Sonne. In der That war nur durch einen anfänglich gasförmigen oder flüssigen Zustand des Erdkörpers die Möglichkeit gegeben, dass derselbe Kugelgestalt annahm und infolge der Rotation sich an den Polen abplattete; dass aber dieser ursprüngliche Zustand mit einer Gluttemperatur verbunden war, dafür spricht der noch im Erdinnern verschlossene Wärmequell.

Wie jeder wärmere Körper in kälterer Umgebung, so musste auch die Erde sich allmählich abkühlen. Infolge der Ausstrahlung der Wärme in den Weltraum, dessen Temperatur nach der Annahme der Physiker und Astronomen bis  $-160^{\circ}$  C betragen soll, musste ein Zeitpunkt eintreten, wo das Flüssige zu erstarren, das Gasförmige sich in Flüssigkeit umzuwandeln begann. Es musste sich allmählich eine aus Mineralsubstanzen bestehende Kruste bilden, deren Dicke im Laufe der Zeiträume auf Kosten des schmelzflüssigen Innern zunahm und alle die mannigfaltigen Veränderungen und Entwicklungen durchmachte, auf welche wir bei Betrachtung ihrer Zusammensetzung und ihres Baues zu sprechen gekommen sind, und die nun schließlich zu der Erkenntnis führt, dass Veränderung und Entwicklung die Welt beherrschen. Den ewigen Gesetzen, nach welchen diese Veränderungen und Entwicklungen sich vollziehen, nachzuforschen, ist die hehrste Aufgabe der Naturwissenschaft. —

---

## Register.

(Die eingeklammerten Nummern bei den Mineralnamen beziehen sich auf die Bestimmungs-Tabelle.)

<b>Ablagerung d. Gesteine</b> . . . . .	133	<b>Anhydrit</b> . . . . .	90 (11)	<b>Avanturinquarz</b> . . . . .	74
<b>Abrasion</b> . . . . .	193	<b>Anoplotherium</b> . . . . .	221	<b>Azoisch</b> . . . . .	199
<b>Abrasionsflächen</b> . . . . .	139	<b>Anorthit</b> . . . . .	106 (13)	<b>Azurit</b> . . . . .	90
<b>Abraumsalze</b> . . . . .	80	<b>Anthracit</b> . . . . .	181	<b>Balas-Rubin</b> . . . . .	78
<b>Aceratherium</b> . . . . .	221	<b>Anthracotherium</b> . . . . .	221	<b>Barysphäre</b> . . . . .	117
<b>Achat</b> . . . . .	76, 172	<b>Anthropozoische Peri-</b>		<b>Baryt</b> . . . . .	91 (11)
<b>Adular</b> . . . . .	105	<b>ode</b> . . . . .	223	<b>Basalt</b> . . . . .	174
<b>Äerolith</b> . . . . .	53	<b>Antiklinal</b> . . . . .	186	<b>Belemniten</b> . . . . .	215
<b>Äolische Wirkungen</b> . . . . .	145	<b>Antimon</b> . . . . .	51 (4)	<b>Bergholz</b> . . . . .	102
<b>Äolische Sedimente</b> . . . . .	167	<b>Antimonit</b> . . . . .	65 (4)	<b>Bergkalk</b> . . . . .	202
<b>Aerugo nobilis</b> . . . . .	55	<b>Antimonglanz</b> . . . . .	65	<b>Bergkork</b> . . . . .	102
<b>Agalmatolith</b> . . . . .	101	<b>Antimonsilberblende</b> . . . . .	67	<b>Bergkrystall</b> . . . . .	74 (15)
<b>Aggregat</b> . . . . .	2	<b>Apatit</b> . . . . .	94 (12)	<b>Bergleder</b> . . . . .	102
<b>Aktinolith</b> . . . . .	104	<b>Apophyllit</b> . . . . .	107 (13)	<b>Bergstürze</b> . . . . .	135
<b>Alabaster</b> . . . . .	92	<b>Aquamarin</b> . . . . .	96 (15)	<b>Bergwachs</b> . . . . .	184
<b>Alaun</b> . . . . .	93 (7)	<b>Aragonit</b> . . . . .	85 (10)	<b>Bernstein</b> . . . . .	108
<b>Alaunschiefer</b> . . . . .	61	<b>Archäische Periode</b> . . . . .	199	<b>Beryll</b> . . . . .	95 (15)
<b>Alaunstein</b> . . . . .	93	<b>Archaeopteryx</b> . . . . .	217	<b>Bildstein</b> . . . . .	101
<b>Albin</b> . . . . .	107 (14)	<b>Argentit</b> . . . . .	65 (3, 4)	<b>Bimsstein</b> . . . . .	174
<b>Albit</b> . . . . .	106 (15)	<b>Armfüßer</b> . . . . .	205	<b>Bimssteintuff</b> . . . . .	179
<b>Alluvium</b> . . . . .	226	<b>Arsen</b> . . . . .	52 (3)	<b>Biotit</b> . . . . .	100
<b>Almandin</b> . . . . .	97	<b>Arsenblende</b> . . . . .	67	<b>Bitterspat</b> . . . . .	87 (10)
<b>Alter der Gesteine</b> . . . . .	190	<b>Arsenglas</b> . . . . .	67	<b>Bitterwässer</b> . . . . .	124
<b>Alterthum der Erde</b> . . . . .	200	<b>Arsenkies</b> . . . . .	62 (4)	<b>Black-band</b> . . . . .	88
<b>Aluminat</b> . . . . .	79	<b>Arsensilberblende</b> . . . . .	69 (8)	<b>Blätterzeolith</b> . . . . .	107 (12)
<b>Alunit</b> . . . . .	93 (11)	<b>Asbest</b> . . . . .	102, 104 (13)	<b>Blaueisenerz</b> . . . . .	93 (9)
<b>Amazonenstein</b> . . . . .	105	<b>Asche, vulcanische</b> . . . . .	149	<b>Bleierde</b> . . . . .	89
<b>Amethyst</b> . . . . .	74	<b>Asphalt</b> . . . . .	184	<b>Bleiglanz</b> . . . . .	64 (4)
<b>Amiant</b> . . . . .	104	<b>Atacamit</b> . . . . .	82 (9)	<b>Bleimulm</b> . . . . .	64
<b>Ammoniten</b> . . . . .	215	<b>Atmosphäre</b> . . . . .	111	<b>Bleischweif</b> . . . . .	64 (4)
<b>Amonitiden</b> . . . . .	215	<b>Atoll</b> . . . . .	164	<b>Bleistifte</b> . . . . .	49
<b>Amorph</b> . . . . .	2	<b>Atrio</b> . . . . .	150	<b>Blende</b> . . . . .	66 (9)
<b>Amphibol</b> . . . . .	103 (13)	<b>Auerochs</b> . . . . .	227	<b>Blenden</b> . . . . .	66
<b>Amphisteginenkalk</b> . . . . .	181	<b>Augit</b> . . . . .	103 (13)	<b>Blöcke, erratische</b> . . . . .	145, 225
<b>Analcim</b> . . . . .	107 (12)	<b>Augitporphyrit</b> . . . . .	171	<b>Blutstein</b> . . . . .	71
<b>Anamesit</b> . . . . .	175	<b>Auripigment</b> . . . . .	67 (8)	<b>Böhmischer Granat</b> . . . . .	97
<b>Anchitherium</b> . . . . .	223	<b>Ausbruchsgebirge</b> . . . . .	195	<b>Bohnerz</b> . . . . .	72 (9)
<b>Andalusit</b> . . . . .	95 (15)	<b>Auslaugung</b> . . . . .	119	<b>Bomben, vulcanische</b> . . . . .	149
<b>Andesit</b> . . . . .	173	<b>Auswaschung</b> . . . . .	128	<b>Bonebed</b> . . . . .	181

Boracit . . . . .	82 (12)	Cölestin . . . . .	91 (11)	Eisenkiesel . . . . .	74
Borax . . . . .	82 (7)	Compass, bergmänni-		Eisenocker . . . . .	71, 72
Bornit . . . . .	63 (5)	scher . . . . .	186	Eisenoolith . . . . .	71, 72
Brachiopoden . . . . .	205	Concretion . . . . .	77	Eisenspat . . . . .	87 (9)
Brackwasser . . . . .	114	Congeria . . . . .	223, 224	Eisenvitriol . . . . .	92 (6)
Brandschiefer . . . . .	178	Congerien-Stufe . . . . .	220	Eiszeit . . . . .	225
Braunbleierz . . . . .	94	Conglomerat . . . . .	166, 177	Eisenzeit . . . . .	223
Brauneisenstein . . . . .	72 (9)	Crinoideen . . . . .	204	Eläolith . . . . .	98 (12)
Braunkohle . . . . .	182	Culmschiefer . . . . .	202	Elch . . . . .	227
Braunkohlengebirge . . . . .	218, 219	Cuprit . . . . .	69 (9)	Elemente . . . . .	46
Braunspat . . . . .	87 (10)	Cyanit . . . . .	95 (14)	Elen . . . . .	227
Braunstein . . . . .	72 (3, 6)	Dachschiefer . . . . .	178	Encrinus . . . . .	213, 214
Breccien . . . . .	166, 177	Dammriff . . . . .	164	Eocän (Formation) . . . . .	217, 221
Breunnerit . . . . .	87	Decken (vulcanische) . . . . .	185	Epidot . . . . .	97 (13)
Bronze . . . . .	55	Deltabildungen . . . . .	136	Erbsenstein . . . . .	86
Bronzezeit . . . . .	228	Demantspat . . . . .	77	Erdbeben . . . . .	158
Bronzit . . . . .	103 (14)	Dendriten . . . . .	127	Erdbebenmesser . . . . .	153
Bruchgebirge . . . . .	195	Depression . . . . .	192	Erddichte . . . . .	110
Bryozoënkalk . . . . .	181	Derb . . . . .	2	Erde . . . . .	110
Buntkupferkies . . . . .	63 (5)	Detritus . . . . .	133	Erdinneres, Erdkern . . . . .	117
Buntsandstein . . . . .	208, 213	Devon (Formation) . . . . .	203	Erdöl . . . . .	184
Byssolith . . . . .	104 (13)	Diabas . . . . .	170	Erdpech . . . . .	184
Calamiten . . . . .	204, 205	Diabasporphyrit . . . . .	171	Erdpyramiden . . . . .	125, 129
Calcit . . . . .	82 (10)	Diallag . . . . .	103 (14)	Erdwachs . . . . .	184
Calciumfeldspat . . . . .	106 (13)	Diamant . . . . .	46 (16)	Erosion . . . . .	128
Cambrium . . . . .	202	Diatomaceen . . . . .	162	Erosionsthäler . . . . .	128
Cameen . . . . .	76	Dichroismus . . . . .	42	Erratische Blöcke . . . . .	145, 225
Cannelkohle . . . . .	182	Dichroskop . . . . .	42	Eruption . . . . .	152
Carbon (Formation) . . . . .	202, 203	Dichte . . . . .	40	Eruptivgesteine . . . . .	168
Carbonado . . . . .	47	Dichte der Erde . . . . .	110	Erzgänge . . . . .	127, 188
Carnallit . . . . .	81 (7)	Diluvium . . . . .	226	Erzlagerstätten . . . . .	127
Carneol . . . . .	75	Dimorphie . . . . .	45	Fährten . . . . .	121, 213
Carraramarmor . . . . .	85, 177	Dinotherium . . . . .	222, 225	Fahlerz . . . . .	65 (3, 4)
Cementkupfer . . . . .	93	Diopsid . . . . .	103 (13)	Fallen (Verflächen) . . . . .	186
Cementmergel . . . . .	180	Diorit . . . . .	170	Faltungengebirge . . . . .	195
Cementwasser . . . . .	93	Dislocierte Schichten . . . . .	186	Farnkräuter . . . . .	204
Cephalopoden . . . . .	206, 215	Disthen . . . . .	95 (15)	Federweiß . . . . .	101
Ceratites . . . . .	215	Dogger . . . . .	213	Feldspate . . . . .	105 (13, 15)
Ceresin . . . . .	184	Dolerit . . . . .	175	Feldspatfreie Gesteine . . . . .	175
Cerithienkalk . . . . .	220	Dolinen . . . . .	124	Felsart . . . . .	165
Cerussit . . . . .	89 (8)	Dolomit . . . . .	86 (11)	Felsitporphyr . . . . .	171
Chabasit . . . . .	107 (13)	Donnerkeil . . . . .	208, 214	Ferrate . . . . .	71
Chalcedon . . . . .	75	Doppelbrechung . . . . .	41	Feuerstein . . . . .	76
Chalkopyrit . . . . .	63 (5)	Doppelspat . . . . .	83 (10)	Firn . . . . .	141
Chilesalpeter . . . . .	82 (7)	Doppelsulfide . . . . .	64, 66, 69	Fischsaurier . . . . .	216
Chinasilber . . . . .	55	Durchschnitte, geol. . . . .	191	Flachküsten . . . . .	138
Chlorit . . . . .	100 (13)	Dyas (Formation) . . . . .	201	Fliegenstein . . . . .	52
Chloritschiefer . . . . .	96, 176	Edelopal . . . . .	76	Flint . . . . .	76
Chlorophan . . . . .	81	Edentaten . . . . .	229	Flötz . . . . .	185
Chlorsilber . . . . .	(8)	Egeran . . . . .	97	Flötzgebirge . . . . .	200
Chromate . . . . .	71	Eis . . . . .	69, 140	Flugsaurier . . . . .	217
Chrom Eisenstein . . . . .	71 (6)	Eisen . . . . .	53 (3)	Fluorescenz . . . . .	42
Chrysolith . . . . .	98	Eisenblüte . . . . .	85	Fluorit . . . . .	81
Chrysopras . . . . .	75	Eisenerze, böhmische . . . . .	203	Fluß-Alluvionen . . . . .	137
Chrysotil . . . . .	102	Eisenglanz . . . . .	71 (9)	Flußspat . . . . .	81 (11)
Citrin . . . . .	74 (15)	Eisenglimmer . . . . .	71	Flysch . . . . .	221
		Eisenkies . . . . .	61 (5)	Foraminifereu . . . . .	162

Formation . . . . .	190	Granit . . . . .	168	Idokras . . . . .	97
Fossilien . . . . .	1, 119	Granitit . . . . .	169	Idrialin . . . . .	67
Frauenis . . . . .	92	Granulit . . . . .	176	Iguanodon . . . . .	212
Fumarolen . . . . .	155	Graphit . . . . .	48, 200 (3)	Incrustation . . . . .	86, 120
Fusulina . . . . .	205	Graphitoid . . . . .	181	Infusorienerde . . . . .	162, 184
Gabbrogesteine . . . . .	170	Graptolithen . . . . .	204	Irrblöcke . . . . .	225
Gagat . . . . .	108	Grauspießglanzerz . . . . .	65 (4)	Isomorphismus . . . . .	45
Galenit . . . . .	64 (5)	Grauwacken . . . . .	202	Itakolumit . . . . .	176
Galmei . . . . .	89	Grauwackengebirge . . . . .	202	Jaspis . . . . .	74
Gänge . . . . .	188, 199	Griffelschiefer . . . . .	178	Jet . . . . .	108
Garnierit . . . . .	63	Grossular . . . . .	97 (14)	Jetztzeit der Erde . . . . .	223
Gebirge . . . . .	194	Grünbleierz . . . . .	94 (8)	Juraformation . . . . .	210, 213
Gebirgsart . . . . .	165	Grünspan . . . . .	55	Juragebiete . . . . .	210
Gebirgsbau . . . . .	191	Grünsteine . . . . .	168, 170	Känozoische Periode . . . . .	218
Gebirgsbildung . . . . .	160	Grundgebirge . . . . .	199	Kainit . . . . .	92
Gebirgsdedritus . . . . .	133	Grundwasser . . . . .	121	Kalait . . . . .	94
Gebirgsfeuchtigkeit . . . . .	113	Guano . . . . .	181	Kaliumfeldspat . . . . .	105
Gebirgsschutt . . . . .	133, 179	Gyps . . . . .	92 (11)	Kaliumglimmer . . . . .	99 (14)
Gekrösestein . . . . .	91	Gypsschlotten . . . . .	125	Kalk . . . . .	82
Gelbbleierz . . . . .	93 (8)	Hamatit . . . . .	71 (9)	„ hydraulischer . . . . .	180
Gelenkquarz . . . . .	176	Härte . . . . .	39	„ krystallinischer . . . . .	179
Geologie . . . . .	109	Halden (Schutt) . . . . .	133	Kalksinter . . . . .	84, 125
„ allgemeine . . . . .	110	Haloidsalze . . . . .	79	Kalkspat . . . . .	82 (10)
„ dynamische . . . . .	121	Hangendes . . . . .	185	Kalkstein, massiger . . . . .	179
Geotektonik . . . . .	185, 191	Haselgebirge . . . . .	79, 210	Kalksteinhöhlen . . . . .	125
Geothermische Tiefen-		Hebungen . . . . .	169	Kalktuff . . . . .	84, 125
stufe . . . . .	116	Heliotrop . . . . .	75	Kalkwässer . . . . .	124
Gerölle . . . . .	179	Helium . . . . .	111	Kammkies . . . . .	61
Geschiebe . . . . .	179	Hemiedrie . . . . .	10	Kaneelstein . . . . .	97
Gesteine . . . . .	165	Hemimorphie . . . . .	89	Kant-Laplace'sche	
Gesteinsgrus . . . . .	179	Hemimorphit . . . . .	89 (12)	Theorie . . . . .	230
Gesteinslehre . . . . .	165	Heulandit . . . . .	107 (13)	Kaolin . . . . .	107 (13)
Geysir . . . . .	157	Himbeerspat . . . . .	88	Karlsbader Versteine-	
Gezeiten . . . . .	138	Hipparion . . . . .	223	rungen . . . . .	86
Giltigerze . . . . .	67	Hippotherium . . . . .	225	Karlsbader Zwillings-	
Glanze . . . . .	64	Hippuriten . . . . .	212, 214	krystalle . . . . .	105
Glanz kobalt . . . . .	63 (4)	Hochebene . . . . .	192	Karstenit . . . . .	90 (11)
Glas . . . . .	76	Hochgebirge . . . . .	194	Karpathensandstein . . . . .	178, 221
Glaserz . . . . .	65 (3)	Hochland . . . . .	192	Karten, geologische . . . . .	191
Glasige (hyaline) Ge-		Höhlenbär . . . . .	226, 227	Kassiterit . . . . .	73 (8, 15)
steine . . . . .	175	Höhlenhyäne . . . . .	226	Katzenauge . . . . .	74
Glaskopf . . . . .	71, 72 (9)	Höhlenlöwe . . . . .	226	Katzen gold . . . . .	99
Gletscher . . . . .	140	Holzopal . . . . .	77	Katzensilber . . . . .	99
Gletscherkreide . . . . .	143	Holzstein . . . . .	75	Kegegebirge . . . . .	195
Gletscherperiode . . . . .	225	Hornblende . . . . .	103 (13)	Kelheimer Stein . . . . .	84
Gletscherschlamm . . . . .	143	Hornblendeschiefer . . . . .	176	Kesselkrater . . . . .	150
Glimmer . . . . .	99, 100	Hornstein . . . . .	75	Kettengebirge . . . . .	194
Glimmerdiorit . . . . .	170	Horst . . . . .	195	Keuper . . . . .	208, 213
Glimmerschiefer . . . . .	176	Hundsgrotte . . . . .	155	Kies . . . . .	136, 179
Glyptodon . . . . .	228	Hyacinth . . . . .	78	Kiese . . . . .	61
Gneiss . . . . .	176	Hyaline Gesteine . . . . .	175	Kieselgalmei . . . . .	89 (12)
Gold . . . . .	57 (3)	Hyalith . . . . .	77 (15)	Kieselguhr . . . . .	162, 184
Goniatiten . . . . .	206	Hydraulischer Kalk . . . . .	84, 180	Kieselschiefer . . . . .	76
Goniometer . . . . .	4	Hydrosphäre . . . . .	113	Kieselsinter . . . . .	77
Grammatit . . . . .	104 (13)	Hypersthen . . . . .	103 (14)	Kieselwässer . . . . .	124
Granat . . . . .	96 (9, 14)	Ichthyophthalm . . . . .	107	Kieserit . . . . .	92
Grand Cañon . . . . .	126	Ichthyosaurus . . . . .	216	Klappersteine . . . . .	72

Klastische Gesteine	133, 166	Lasurstein	98 (12)	Mesozoische Periode	207
Klingstein	172	Lava	147	Messing	55
Klinochlor	100	Lavezstein	101	Metalle	51
Klinometer	186	Lawinen	141	Meteoriten	54, 118
Klippen	193	Lebererz	67	Meteoriten	54, 118
Knochenbreccien	181	Lehm	178	Meteorsteine	54, 118
Kobaltin	63 (4)	Leitfossilien	168	Mineralwässer	124
Kobaltspeise	63	Leithakalk	181, 220	Misspickel	62 (4)
Kochsalz	79	Lepidodendron	204	Mittelalter der Erde	207
Kohleneisenstein	88	Lepidolith	99 (13)	Mittelgebirge	194
Kohlenflötze	182	Letten	178	Mofetten	155
Kohlengalmei	89 (11)	Lettenkohle	208, 213	Mokkastein	75
Kohlenskalk	202	Letternmetall	52	Molasse	218
Kohlenschiefer	178	Leucit	98 (13)	Mond	120
Kopffüßer	206	Lias	213	Mondstein	105
Koprolithen	131	Liegendes	185	Moränen	143
Korallenbildungen	164	Lignit	182	Morion	74
Korallenerz	67	Limonit	72 (9)	Moroxit	94
Korallenkalk	164	Lithiumglimmer	99 (13)	Moschusochs	228
Korallenriffe	164	Lithosphäre	116	Münzensteine	220
Korund	77	Lithothamnienkalk	181, 185	Mulde	186
Kreide	83, 180, 212	Litorale Bildungen	140	Mure	135
Kreideformation	212	Lobenlinie	206	Muriazit	90 (11)
Kreide, spanische	101	Löß	178	Muschelkalk	208
Kreislauf d. Kohlenstoff	161	Löthrohr	44 (1)	Muscovit	99 (14)
Kreislauf des Wassers	121	Lydit	76	Mylodon	229
Krokydolith	104	Maare	150	Nagelflue	177, 218
Kryolith	82 (11)	Macaluben	158	Nagethiere	221
Krystall	1	Machairodus	222	Naphtha	184
Krystalldruse	36	Magnesit	87 (11)	Natriumfeldspat	106 (15)
Krystallgruppe	36	Magnesiumglimmer	100 (14)	Natriumsalpeter	82 (7)
Krystallinische Massen-		Magneteisenstein	70 (5)	Natrolith	107 (12)
gesteine	168	Magnetismus	43	Nautileen	202, 206
Krystallinische Schiefer-		Magnetkies	62 (5)	Neogen (Formation)	217
gesteine	176	Malachit	89 (9)	Nephelin	98 (12)
Krystallreihe	6	Malm	213	Neuzeit der Erde	217
Kuhhörner, sog. verst.	212	Mammut	226, 227	Nickel	53, 63
Kupfer	54 (3)	Mandelsteinstructur	172	Nickelin	63 (4)
Kupferblüte	69 (9)	Manganspat	88 (9)	Nigrin	73
Kupfergebirge	201	Marine Bildungen	137	Nothosaurus	216
Kupferglanz	64 (5)	Markasit	61 (5)	Nugget	57
Kupferglaserz	64 (5)	Marmaroscher Diamant	74	Nulliporenkalk	185
Kupferkies	63 (5)	Massengebirge	194	Nummuliten	220, 223
Kupferlasur	90 (9)	Massengesteine	166, 168	Obsidian	174
Kupfernicker	63 (4)	Mastodon	223	Oligocän	220
Kupferschiefer	201	Mediterrane Stufe	220	Oligoklas	106 (15)
Kupfervitriol	93 (6)	Meer	113	Olivin	98 (12)
Kuppe	195	Meeresablagerungen	139	Onyx	75
Küstenriff	164	Meerestiefe	113	Oolith	71
Labradorit	106 (13)	Meerschäum	101 (12)	Oolithgebirge	213
Lacustrine Bildungen	137	Meerwasser	114	Opal	76 (15)
Lager	185	Megatherium	229	Opalmutter	76
Lagerung der Gesteine	185	Melanit	97	Organogene Gesteine	179
Lagunenriff	164	Melaphyr	171	Orthoceras	206
Lakkolithe	189	Menilit	77	Orthoklas	105 (15)
Lapilli	149	Mercur	55 (2)	Oxyde	69
Lapis lazuli	98 (12)	Mergel	83, 180	Ozokerit	184

<b>Pakfong</b> . . . . .	63	<b>Quadersandstein</b> . . . . .	212	Saurier . . . . .	216
Palaeoniscus . . . . .	201, 205	Quadersandsteingebirge	212	Scaphiten . . . . .	215
Paläontologie . . . . .	1	Quartär (Formation)	223	Schelch . . . . .	228
Palaeotherium . . . . .	221	Quarz . . . . .	73 (15)	Scherbenkobalt . . . . .	52
Paläozoische Periode . . . . .	200	Quarzfels . . . . .	75	Schichtensattel . . . . .	186
Pampaslehm . . . . .	229	Quarzit . . . . .	176	Schichtensystem . . . . .	185
Panzerfische . . . . .	207	Quarzporphyr . . . . .	171	Schichtköpfe . . . . .	188
Patina . . . . .	55	Quarzschiefer . . . . .	176	Schiefergesteine . . . . .	176
Pausilptuff . . . . .	179	Quarztrachyt . . . . .	172	Schieferthon . . . . .	178
Pechsteinporphyr . . . . .	171	Quecksilber . . . . .	55 (2)	Schlammvulcane . . . . .	158
Pegmatit . . . . .	170	Quellen . . . . .	122	Schlangendrache . . . . .	217
Pelagische Bildungen . . . . .	140	"    heiße . . . . .	155	Schliche . . . . .	57
Pennin . . . . .	100	<b>Radiolarienerde</b> . . . . .	185	Schmirgel . . . . .	78
Periklin . . . . .	106	Rapilli . . . . .	149	Schnee . . . . .	68, 140
Perioden, geolog. . . . .	190, 191	Raseneisenstein . . . . .	72, 213	Schneegrenze . . . . .	140
Perlit . . . . .	174	Rauchtopas . . . . .	74	Schneekristalle . . . . .	68
Perm (Formation) . . . . .	201, 203	Rauschgelb . . . . .	67	Schollengebirge . . . . .	195
Petrefacten . . . . .	1, 119	Rauschroth . . . . .	67	Schörl . . . . .	96
Petrefizierung . . . . .	120	Realgar . . . . .	67 (8)	Schotter . . . . .	136, 179
Petrographie . . . . .	1, 109, 165	Rechtsinnig . . . . .	186	Schreibkreide . . . . .	83, 180, 212
Petroleum . . . . .	184, 203, 219	Redruthit . . . . .	64 (5)	Schriftgranit . . . . .	170
Phonolith . . . . .	172	Renthier . . . . .	228	Schriftstein . . . . .	204
Phosphate . . . . .	93	Rhäticit . . . . .	95	Schrotmetall . . . . .	52
Phosphorescenz . . . . .	42	Rhinoceros . . . . .	221, 225	Schungit . . . . .	181
Phosphorit . . . . .	94 (12)	Rhodochrosit . . . . .	88 (9)	Schutthalden . . . . .	133
Phyllit . . . . .	177	Riesenhirsch . . . . .	228	Schwarzkohle . . . . .	181, 203
Phytogene Bildungen . . . . .	162	Riesentöpfe . . . . .	131	Schwefel . . . . .	50 (7)
Pikrit . . . . .	175	Ringebirge, vulc. . . . .	150	Schwefelkies . . . . .	61 (5)
Pistazit . . . . .	97 (13)	Ripidolith . . . . .	100 (13)	Schwefelquellen . . . . .	124
Pläner . . . . .	212	Rotheisenstein . . . . .	71 (9)	Schwerspat . . . . .	91 (11)
Plagioklase . . . . .	106	Röthel . . . . .	71	Sedimentation . . . . .	133
Plasma . . . . .	75	Rothgiltigerz . . . . .	67, 69	Sedimentgesteine, ein-	
Platin . . . . .	60	Rothkupfererz . . . . .	69 (9)	fache, krystallin. . . . .	164, 177
Pleochroismus . . . . .	41	Rothliegendes . . . . .	201	Sedimentgesteine, kla-	
Pleonast . . . . .	79	Rothnickelkies . . . . .	63 (4)	stische . . . . .	177
Plesiosaurus . . . . .	216	Rubellit . . . . .	96	Sedimentgesteine, meta-	
Porfido rosso antico . . . . .	171	Rubin . . . . .	77	morphische . . . . .	167
Porfido verde . . . . .	171	Rubin-Balais . . . . .	78	Seelilien . . . . .	205
Porphyre . . . . .	171	Rubine, brasilianische . . . . .	95	Seifengebirge . . . . .	58, 202
Porphyrit . . . . .	171	Rudisten . . . . .	212	Seifenstein . . . . .	101
Porzellanerde . . . . .	107 (13)	Ruinenmarmor . . . . .	195	Seifenzinn . . . . .	73
Prasem . . . . .	74	Ruinenmergel . . . . .	195	Seismometer oder Seis-	
Probierstein . . . . .	76	Rumpfgebirge . . . . .	197	mograph . . . . .	158
Profile . . . . .	191	Rutil . . . . .	73 (15)	Senkungen . . . . .	160, 192
Protogin . . . . .	170	Saiger . . . . .	18 ;	Serpentin . . . . .	98, 102 (13)
Proustit . . . . .	69 (8)	Salsen . . . . .	158	Siderit . . . . .	87 (9)
Pseudomorphosen . . . . .	37	Salzkupfererz . . . . .	82 (9)	Sigillaria . . . . .	204
Pterodactylus . . . . .	217	Salzseen . . . . .	114	Silber . . . . .	56
Puddingstein . . . . .	177	Sand . . . . .	179	Silberglanz . . . . .	65 (3, 4)
Pyrrargyrit . . . . .	67 (8)	Sandsteine . . . . .	177	Silt . . . . .	136
Pyrit . . . . .	61 (5)	Sand, vulcanischer . . . . .	149	Silur (Formation) . . . . .	202
Pyrolusit . . . . .	72 (3, 6)	Sanidin . . . . .	106	Sipho . . . . .	206
Pyromorphit . . . . .	94 (8)	Santorin . . . . .	151	Smalte . . . . .	63
Pyrop . . . . .	97 (14)	Saphir (Sapphir) . . . . .	77	Smaltin . . . . .	62
Pyrospähre . . . . .	117	Sarmatische Stufe . . . . .	220	Smaragd . . . . .	96
Pyroxen . . . . .	103 (13)	Sattel (Schichten-) . . . . .	186	Smithsonit . . . . .	89 (11)
Pyrrhotin . . . . .	62 (5)	Säuerlinge . . . . .	124	Soda . . . . .	89 (7)

Sole . . . . .	80, 124	<b>Tafelland</b> . . . . .	197	<b>Versteinerungen, paläozoische</b> . . . . .	205
Solfataren . . . . .	155	<b>Tafelschiefer</b> . . . . .	178	<b>Versteinerungen, tertiäre</b> . . . . .	223, 224
Somma . . . . .	150	<b>Talk</b> . . . . .	100 (14)	<b>Verwerfung</b> . . . . .	188
Sonne . . . . .	110	<b>Talkschiefer</b> . . . . .	176	<b>Verwitterung</b> . . . . .	125
Spaltbarkeit . . . . .	38	<b>Taufstein</b> . . . . .	101	<b>Vesuv</b> . . . . .	150
Spargelstein . . . . .	94	<b>Tegel</b> . . . . .	178, 219	<b>Vesuvian</b> . . . . .	97 (14)
Spateisenstein . . . . .	87 (9)	<b>Tertiärformation</b> . . . . .	218	<b>Vivianit</b> . . . . .	93 (9)
Species . . . . .	45	<b>Tetraëdrit</b> . . . . .	65	<b>Vulcane</b> . . . . .	146
Specificsches Gewicht . . . . .	40	<b>Thalbildung</b> . . . . .	128	<b>Wald, versteinertes</b> . . . . .	201
Speckstein . . . . .	101 (14)	<b>Thermen</b> . . . . .	124	<b>Wälderthonformation</b> . . . . .	212
Speiskobalt . . . . .	62 (4)	<b>Thon</b> . . . . .	107, 178	<b>Wallriff</b> . . . . .	164
Sphärosiderit . . . . .	87	<b>Thoneisenstein</b> . . . . .	71, 72	<b>Wasser</b> . . . . .	69, 113, 121
Spinell . . . . .	78 (16)	<b>Thonerde</b> . . . . .	77	<b>Wasserwirkungen, geol.</b> . . . . .	121
Spongien . . . . .	213	<b>Thonschiefer</b> . . . . .	178	<b>Weichgewächs</b> . . . . .	65 (3)
Sprudelstein . . . . .	85	<b>Tiefengesteine</b> . . . . .	167	<b>Weichmanganerz</b> . . . . .	72
Stalagmiten . . . . .	127	<b>Tiefland</b> . . . . .	192	<b>Weißbleierz</b> . . . . .	89 (8)
Stalaktiten . . . . .	127	<b>Tigerauge</b> . . . . .	104	<b>Weißstein</b> . . . . .	176
Staufurt . . . . .	80	<b>Tinkal</b> . . . . .	82 (7)	<b>Werfener Schiefer</b> . . . . .	213
Staurolith . . . . .	95	<b>Topas</b> . . . . .	95 (15)	<b>Widersinnig</b> . . . . .	186
Steatit . . . . .	101 (14)	<b>Topfstein</b> . . . . .	101	<b>Wiener Becken</b> . . . . .	221
Steilküste . . . . .	138	<b>Torf</b> . . . . .	184	<b>Wiener Hochquellen</b> . . . . .	127
Steinkerne . . . . .	120	<b>Trachyt</b> . . . . .	172	<b>Wiener Sandstein</b> . . . . .	221
Steinkohle . . . . .	181	<b>Trachytpechstein</b> . . . . .	174	<b>Wiesenerz</b> . . . . .	72
Steinkohlen-Formation . . . . .	202	<b>Transgression</b> . . . . .	198	<b>Wildbäche</b> . . . . .	135
Steinkohlengebirge . . . . .	202	<b>Transportation</b> . . . . .	133	<b>Wind-Erosion</b> . . . . .	145
Steinöl . . . . .	184	<b>Trass</b> . . . . .	179	<b>Wirkungen der Organismen</b> . . . . .	161
Steinsalz . . . . .	79 (7)	<b>Travertin</b> . . . . .	84, 127	<b>Wisent</b> . . . . .	227
Steinzeit . . . . .	229	<b>Tremolit</b> . . . . .	104	<b>Wismut</b> . . . . .	52 (3)
Stilbit . . . . .	107 (13)	<b>Trias (Formation)</b> . . . . .	208, 213	<b>Wolfram</b> . . . . .	93 (10)
Stöcke . . . . .	139	<b>Trilobiten</b> . . . . .	206	<b>Wulfenit</b> . . . . .	93 (8)
Strahlstein . . . . .	104	<b>Tropfsteine</b> . . . . .	83, 127	<b>Wurtzit</b> . . . . .	66
Strandlinien u. Strandterrassen . . . . .	160	<b>Tuffe, vulcanische</b> . . . . .	149, 179	<b>Zechstein</b> . . . . .	201
Stratigraphie . . . . .	109, 198	<b>Türkis</b> . . . . .	94 (12)	<b>Zeitalter, geologische</b> . . . . .	190
Streichen der Schichten . . . . .	186	<b>Turmalin</b> . . . . .	96 (14)	<b>Zeolithe</b> . . . . .	106
Strich . . . . .	43	<b>Turriliten</b> . . . . .	215	<b>Ziegelerz</b> . . . . .	70
Strom (vulcanischer) . . . . .	185	<b>Übergangsgebirge</b> . . . . .	191	<b>Zinkblende</b> . . . . .	66 (10)
Strontianit . . . . .	86 (10)	<b>Ur</b> . . . . .	227	<b>Zinkspat</b> . . . . .	89 (11)
Subpelagische Bildung . . . . .	140	<b>Urgebirge</b> . . . . .	199	<b>Zinkvitriol</b> . . . . .	93 (6)
Sulfide . . . . .	61	<b>Urthonschiefer</b> . . . . .	177	<b>Zinnober</b> . . . . .	67 (7)
Sulfosalze . . . . .	64, 66, 69	<b>Urvogel</b> . . . . .	217	<b>Zinnstein</b> . . . . .	73 (8, 15)
Sumpferz . . . . .	72	<b>Urzeit der Erde</b> . . . . .	199	<b>Zinnwaldit</b> . . . . .	99
Syenit . . . . .	170	<b>Verflähen</b> . . . . .	186	<b>Zirkon</b> . . . . .	78 (15)
Sylvin . . . . .	81 (7)	<b>Verkohlung</b> . . . . .	119	<b>Zoogene Bildungen</b> . . . . .	162
Synklinal . . . . .	186	<b>Versteinerte Wälder</b> . . . . .	201	<b>Zwillingskrystalle</b> . . . . .	34
System . . . . .	190	<b>Versteinerungen</b> . . . . .	1, 119		
		<b>Versteinerungen, mesozoische</b> . . . . .	214		

Fortsetzung des Verzeichnisses der Lehrbücher für Gymnasien und Realschulen.

- Lampel, Leopold**, k. k. Landeschulinspector. **Deutsches Lesebuch für die oberen Classen österr. Gymnasien**. I. Theil. Für die 5. Classe. 3. Aufl. Preis geb. 2 K 92 h. — II. Theil. Für die 6. Classe. Ausgabe I (mit mittelhochdeutschen Texten). 5. Aufl. Preis geb. 2 K 70 h. — II. Theil. Für die 6. Classe. Ausgabe II (für Anstalten, an denen Mittelhochdeutsch nicht gelehrt wird). 3. Aufl. Preis geb. 2 K 92 h. — III. Theil. Für die 7. Classe. 2. Aufl. Preis geb. 2 K 42 h. — IV. Theil. Für die 8. Classe. Preis geb. 2 K 52 h. — Anhang zum I. Theil. Für die 5. Classe. Enthaltend eine Auswahl aus Klopstocks „Messias“ und Wielands „Oberon“ nebst den dazugehörigen Anmerkungen. Preis 40 h.
- Lielegg, Andreas**. **Erster Unterricht aus der Chemie an Mittelschulen**. Ausgabe für Realschulen. 3. Aufl. Mit 23 Holzschnitten. Preis 2 K 56 h.
- Lindenthal, Ernest**, k. k. Realschul-Professor. **Rechenlehre**. Leitfaden für den Rechenunterricht in den zwei untersten Classen der Realschulen und ranggleicher Anstalten. Preis geb. 1 K 80 h.
- Memorabilia Alexandri Magni et aliorum virorum Illustrium**. Zum Schulgebrauch herausgegeben von **K. Schmidt** und **O. Gehlen**. 7. Aufl., besorgt von Josef Golling. Preis geb. 1 K 50 h.
- Menger, Josef**, k. k. Professor an der Staats-Gewerbeschule in Innsbruck, vormals an der Staats-Ober-Realschule in Graz. **Geometrische Formenlehre**. Für die 1. Classe der Realschulen. 4., auf Grund des neuen Normallehrplanes umgearbeitete Auflage. Mit 38 Original-Holzschnitten. Preis geb. 1 K 4 h.
- — **Grundlehren der Geometrie**. Ein Leitfaden für den Unterricht in der Geometrie und im geometrischen Zeichnen an Realschulen, mit vielen Constructions- und Rechnungsaufgaben. 6., auf Grund des neuen Lehrplanes für Realschulen vollständig neu bearbeitete Auflage. Mit 152 Original-Holzschnitten. Preis geb. 1 K 80 h.
- — **Lehrbuch der darstellenden Geometrie für Ober-Realschulen**. 2. Aufl. Mit 181 Original-Abbildungen. Preis geb. 3 K.
- Michl, A.**, **Sätze und zusammenhängende Abschnitte aus Cornelius Nepos** zur Einübung der lateinischen Casuslehre. Preis 72 h.
- Mirus, Eduard**, **Liederbuch für die unteren Classen österr. Mittelschulen und verwandter Lehranstalten**. Sammlung von zwei- und dreistimmigen Knabenchören. Preis geb. 1 K 68 h.
- Mitteregger, Dr. Josef**, k. k. Schulrath und Professor an der k. k. Ober-Realschule in Klagenfurt. **Lehrbuch der Chemie für Ober-Realschulen**. I. Theil. Anorganische Chemie. Mit 46 Holzschnitten und einer Spectraltafel in Farbendruck. 8. Aufl. Preis geb. 2 K 42 h. — II. Theil. Organische Chemie. Mit 13 Holzschnitten. 7. Aufl. Preis geb. 2 K 20 h.
- — **Anfangsgründe der Chemie und Mineralogie für die 4. Classe der Realschulen**. 5. Aufl. Mit 62 Holzschnitten. Preis geb. 1 K 90 h.
- Nader, Dr. E.**, Professor an der k. k. Staats-Ober-Realschule im I. Bezirke, und **Dr. A. Würzner**, Professor an der k. k. Staats-Ober-Realschule im III. Bezirke in Wien. **Englisches Lesebuch für höhere Lehranstalten**. Mit literarhistorischen und erläuternden Anmerkungen, einer Karte der britischen Inseln und einem Plane von London. 4. Aufl. Preis geb. 5 K 4 h.
- — **Elementarbuch der englischen Sprache**. 4. Aufl. Preis geb. 1 K 76 h.
- — **Grammatik der englischen Sprache** nebst Aufsatzübungen und deutschen Übungstücken. 2. Aufl. Preis geb. 2 K 70 h.
- Nembauer, Engelbert**, k. k. Professor. **Lateinisches Übungsbuch für die 1. Classe der Gymnasien unter Berücksichtigung der Grammatiken von Goldbacher, Schmidt und der kleinen lateinischen Sprachlehre von Schultz**. Preis geb. 1 K 52 h.
- — — für die 1. Classe der Gymnasien im Anschlusse an die Schulgrammatik von Karl Schmidt. 7. Aufl. Preis geb. 1 K 52 h.
- — — für die 2. Classe der Gymnasien im Anschlusse an die Schulgrammatik von Karl Schmidt. 7. Aufl. Preis geb. 2 K.
- — **Alphabetisches Wörterverzeichnis zum lateinischen Übungsbuche für die 2. Classe der Gymnasien**. Preis 60 h.
- Ovidii Nasonis, P.**, **Carmina selecta**. Für den Schulgebrauch herausgegeben von Josef Golling. 3. Aufl. Preis geb. 1 K 60 h, geb. 1 K 92 h.
- Philippson, Dr. Ludwig**. **Die israelitische Religionslehre**. Lehrbuch für die oberen Classen der Mittelschulen und Gymnasien, sowie für den Confirmandenunterricht. Preis 2 K.
- Pölzl, Ignaz**, Professor an der Communal-Ober-Realschule auf der Wieden in Wien. **Deutsches Lesebuch für die oberen Classen österr. Realschulen**. I. Band. Für die 5. Classe. Preis 2 K 50 h. — II. Band. Für die 6. Classe. Preis 2 K 50 h. — III. Band. Für die 7. Classe. Preis 3 K.
- — **Mittelhochdeutsches Lesebuch für Ober-Realschulen**. Preis 1 K 40 h.

- Badnitzky, Johann**, Professor an der Landes-Ober-Realschule in Brünn. Übungsbuch für den Rechenunterricht in der I. Realschulklasse. Preis geb. 1 K 12 h.
- Eaffay, Dr. Robert**. Grundriss der Geschichte der österr.-ungar. Monarchie. Zum Selbstunterricht und zur Vorbereitung für Prüfungen (Maturitäts-, Einjährig-Freiwilligen-, Lehramts- etc.) Preis geb. 3 K, geb. 3 K 40 h.
- Sallustii Crispi, C.**, bellum Catilinae et bellum Iugurthinum. Schulausgabe von Ignaz Prammer. Preis 1 K 20 h.
- Schmidt, Carl**. Lateinische Schulgrammatik. 9. Aufl., unter Mitwirkung von Otto Gehlen herausgegeben von Victor Thumser. Preis geb. 2 K 40 h.
- Schober, Dr. Karl**, Director der k. k. Staatsanstalt für Bildung von Lehrerinnen in Wien, vordem k. k. Gymnasial-Director. Quellenbuch zur Geschichte der österr.-ungar. Monarchie. Ein historisches Lesebuch für höhere Schulen und für jeden Gebildeten. I. Theil. Von der ältesten Zeit bis zum Aussterben der Babenberger. Aus den Quellen zusammengestellt und mit Übersetzungen, sowie mit erläuternden Noten versehen. Preis 3 K 60 h. — II. Theil. Der Zeitraum von 1246 bis zum Tode Friedrichs III. Preis 4 K.
- Schram, Jos.**, Professor am Communal-Real- und Ober-Gymnasium in Mariahilf. Lehrbuch der ebenen Geometrie für Unter-Gymnasien und verwandte Lehranstalten. Mit 163 Figuren. Preis 1 K 50 h.
- — — — — und **Rud. Schüssler**, Doctor der Philosophie. Vorschule der Mathematik für österr. Unter-Gymnasien und verwandte Lehranstalten. Mit 984 Figuren (in besonderem Hefte). Preis (mit Figurentafeln) geb. 2 K 48 h, halbsteif geb. 2 K 88 h, steif geb. 3 K 12 h. — Übungsstoff dazu. I. Heft. Für die 3. Classe. Preis geb. 92 h. — II. Heft. Für die 2. Classe. Preis geb. 68 h. — III. Heft. Für die 1. Classe. Preis geb. 84 h. — IV. Heft. Für die 4. Classe. Preis geb. 1 K 16 h.
- Schuocher, Josef**, Gymnasial-Professor. Kurzgefasste empirische Psychologie. Preis geb. 2 K 30 h.
- Seeberger, K.**, Directeur d'école réelle. Lectures françaises pour les écoles réales. I. Partie. Preis geb. 56 h, geb. 96 h. — II. Partie. Preis geb. 2 K 24 h.
- Seeliger, Emil**, Professor an der k. k. Schottenfelder Ober-Realschule in Wien. Englisch-Lesebuch für die oberen Classen höherer Lehranstalten. Mit erläuternden Anmerkungen. Preis 3 K 60 h.
- Seemüller, Dr. Joseph**, k. k. Professor. Leitfaden zum Unterricht in der deutschen Grammatik am Ober-Gymnasium. Nach dem neuen Lehrplane. Preis 1 K.
- Sladeczek, F. Henr.**, c. r. Professor. Cantica sacra quae in usum studiosae juventutis selegit. Editio II. Preis 30 h.
- Smolle, Dr. Leo**, Professor am k. k. Staats-Gymnasium im II. Bezirke von Wien. Lehrbuch der Geschichte des Alterthums für die unteren Classen der Mittelschulen. Mit 31 Abbildungen. Preis geb. 1 K 70 h.
- — — — — des Mittelalters. Mit 26 Abbildungen. Preis geb. 1 K 48 h.
- — — — — der Neuzeit. Mit 31 Abbildungen und 1 Titelbilde. Preis geb. 1 K 90 h.
- Sophokles' Antigone**. Mit Einleitung und Anmerkungen für den Schulgebrauch herausgegeben von **J. Rappold**, k. k. Professor am Staats-Gymnasium im IV. Bezirke in Wien. I. Theil. Einleitung und Text. Preis 88 h. — II. Theil. Anmerkungen. Preis 72 h.
- Sophokles' Philoktetes**. Mit Einleitung und Anmerkungen für den Schulgebrauch herausgegeben von demselben. I. Theil. Einleitung und Text. Preis 88 h. — II. Theil. Anmerkungen. Preis 60 h.
- Sophokles' Elektra**. Mit Einleitung und Anmerkungen für den Schulgebrauch herausgegeben von demselben. I. Theil. Einleitung und Text. Preis 96 h. — II. Theil. Anmerkungen. Preis 72 h.
- Steiner, Josef**, Professor am städt. Gymnasium zu Mariahilf in Wien. Conjugationstabellen der griechischen regelmäßigen Verba des attischen Dialectes, nach den Grundsätzen der Grammatik von Dr. G. Curtius zum Schulgebrauche herausgegeben. Preis 60 h.
- — — — — Sprichwörter und Sprüche als Übungsstoff für den Unterricht in der deutschen Rechtschreibung, nach Gleichheit und nach Ähnlichkeit des Wortklangs methodisch geordnet und mit einem Anhang erzählender Übungsstücke für Schule und Haus herausgegeben. 2. Aufl. Preis geb. 1 K 20 h, geb. 1 K 44 h.
- Strauch, Dr. Franz**. Der lateinische Stil. Übungsbuch zum Übersetzen aus dem Deutschen ins Lateinische für obere Gymnasialclassen mit besonderer Rücksichtnahme auf die Prosalectüre der Schüler und mit Hinweisen auf die Grammatiken von Goldbacher, Koziol, Scheindler, Schmidt, Schultz. I. Abtheilung. Aufgaben für die 3. Classe. Preis geb.

Verlag von Alfred Hölder.

- 1 K 32 h. — II. Abtheilung. Aufgaben für die 8. Classe. Preis geb. 1 K 32 h.
- Sturm, Dr. Alexander.** Deutsches Wörterbuch. Zum Gebrauche an Schulen. Preis 60 h.
- Swoboda, Wilhelm.** Englische Grammatik. Preis 1 K 20 h.
- Taotli, Corneli.** Germania. Für die k. k. Josefstädter Gymnasien. Eigennamen. Preis 40 h. — I. Theil.
- Taotli, Die Historien des.** Erstes u. zweites Buch. Preis 1 K 44 h. — Drittes u. viertes Buch.
- Thác, Ignaz.** Wörterbuch zu den lateinischen Wörtern des VII. Buches nach A. Holder. Preis 1 K 20 h.
- Trampler, Richard,** Professor an der k. k. Realschule in Wien. Leitfaden der allgemeinen Geographie. Mit 30 in den Text gedruckten Abbildungen. Preis 1 K 20 h.
- Umlauf, Dr. Friedrich,** Professor an der k. k. Lehrerpädagogium in Wien. Leitfaden der Geographie für die 1. Classe. Mit 10 in den Text gedruckten Abbildungen. Preis geb. 1 K 8 h. — Ausgabe für die 2. Classe. Preis geb. 1 K 8 h.
- — — — Zweiter Cursus: Länderkunde. Mit 11 in den Text gedruckten Abbildungen. Preis geb. 2 K.
- — — — Dritter Cursus: Vaterlandskunde. Preis geb. 1 K 8 h.
- — — — Landschaftsbilder aus der Vaterlandskunde an Gymnasien. Preis geb. 1 K 8 h.
- Vademecum für Candidaten des Mittelschulunterrichts.** Herausgegeben von einem Sachverständigen. II. Theil. Für Germanien. III. Theil. Für Mathematik. Preis geb. 1 K 8 h.
- Vergili Maronis, P.,** Carmine. Herausgegeben von Josef Golling. Preis geb. 1 K 8 h.
- Wagner, Josef,** Professor an der k. k. Realschule in Wien. Apologie. Kriton. Preis 1 K 20 h.
- Wasmuth, Anton,** o. ö. Professor an der k. k. Realschule in Wien. Leitfaden der Geographie für die unteren Classen der Mittelschulen. Preis 1 K 20 h.
- Weinwurm, Rudolf,** Professor an der k. k. Realschule für Männerstimmen, in Wien. Preis 1 K 20 h.
- Witlaozil, Dr. Emanuel.** Praeceptorium der Geographie. Preis geb. 3 K.
- Woldrich, Dr. Joh. N.,** Leitfaden der Geographie für die unteren Classen der Mittelschulen. Preis geb. 1 K 20 h.
- Wolf, Dr. G.,** Inspector für die Mittelschulen in Wien. Die Geographie. Herausgegeben vom Verfasser neu herausgegeben. 14. Aufl. Preis geb. 96 h. — I. Heft. Preis geb. 1 K 4 h. — III. Heft. Preis geb. 1 K 16 h.
- Wolfsgruber, Dr. Cölestine,** Herausgeberin. Die Kirchengeschichte für die unteren Classen der Mittelschulen. Preis geb. 1 K 20 h.

Verlag von Alfred Hölder.

s-Buchhändler in Wien,

- Preis geb. 1 K 80 h. — III. Abtheilung. Aufgaben für die 8. Classe. Preis geb. 1 K 32 h.
- in Anhang über die Dichtungsarten für Knaben und Mädchen. Preis 60 h.
- Preis 1 K 20 h.
- Ignaz Prammer, Professor an der k. k. Realschule in Wien. Leitfaden der Geographie. Mit 30 in den Text gedruckten Abbildungen. Preis 1 K 20 h.
- Leitfaden der Geographie für die unteren und mittleren Classen der Mittelschulen. Preis geb. 1 K 8 h.
- Hintner mit Einschluss des Textes. Preis 1 K 20 h.
- Realschule in Wien. Leitfaden der Geographie. Mit 30 in den Text gedruckten Abbildungen. Preis 1 K 20 h.
- im VI. Bezirke und am städt. Gymnasium. Preis geb. 1 K 20 h.
- der Geographie. (Für die unteren Classen der Mittelschulen.) Preis geb. 1 K 8 h.
- Geographie. (Für die 2. und 3. Classe.) Mit 11 in den Text gedruckten Abbildungen. Preis geb. 2 K.
2. Aufl. Mit 4 Karten. Preis geb. 1 K 20 h.
- der Geographie. (Für die 2. und 3. Classe.) Mit 11 in den Text gedruckten Abbildungen. Preis geb. 2 K.
- 1 K 20 h. — III. Theil. Für Mathematik. Preis geb. 1 K 8 h.
- herausgegeben von Josef Golling. Preis geb. 1 K 8 h.
- in Brünn. Zur Präparation der Geographie. I. Einleitung. Preis 96 h.
- Lehrbuch der Physik für die unteren Classen der Mittelschulen. Preis 2 K 40 h.
- Choralschule. Vorstufe einer Chorschule. Preis 1 K 60 h.
- des Naturlebens. Mit 35 Holzschnitten. Preis geb. 3 K.
- Schulunterricht. 8. Aufl. Vollständig umgearbeitet von Ignaz Prammer. Preis geb. 1 K 20 h.
- in den Volks-, Bürger- und Realschulen. Preis geb. 1 K 20 h.
- der Geographie. (Für die 2. und 3. Classe.) Mit 11 in den Text gedruckten Abbildungen. Preis geb. 2 K.
- in Wien. Leitfaden der Geographie. Mit 30 in den Text gedruckten Abbildungen. Preis 1 K 20 h.

s-Buchhändler in Wien,