

Einleitung.

I. Mineralogie. Die Rinde unseres Planeten besteht aus starren und aus flüssigen Massen, welche von einer luftigen Hülle umgeben sind. Jene Massen erscheinen gleichartig wie der Kalkstein oder aus verschiedenartigen Theilen zusammengesetzt wie der Granit. Der Kalkstein besteht bloß aus Körnchen von Kalkspath, der Granit aber aus Körnern von Feldspath, Quarz und Glimmer. Alle die unterscheidbaren Bestandtheile, welche in grösserem oder in kleinerem Maassstabe die Erdrinde zusammensetzen, werden Minerale genannt.¹⁾ Man pflegt sie oft zu den belebten Wesen, den Organismen, in einen Gegensatz zu stellen und als anorganische Naturkörper zu bezeichnen, doch werden nicht alle anorganischen Körper als Minerale betrachtet, sondern bloß diejenigen, welche ihrer Entstehung nach der Erdrinde zugehören.

Die Wissenschaft von den Mineralen wird Mineralogie genannt. Sie ist ein Theil der Naturgeschichte, welche die Aufgabe hat, eine vollständige Kenntnis der unmittelbaren Naturproducte oder Naturkörper, und zwar sowohl nach ihrem gegenwärtigen Zustande als nach ihrer Entstehung und ihren Veränderungen zu sammeln und in geordneter Weise darzustellen.

Die Mineralogie will demnach in erster Linie die Beschaffenheit der Minerale, also alle an denselben wahrnehmbaren wesentlichen Eigenschaften und Erscheinungen sowie deren Beziehungen, ferner das Auftreten und die Verbreitung der Minerale in geordneter systematischer Form beschreiben, zweitens aber auch die Geschichte derselben, also die Bildung und Veränderung, das Werden und Vergehen dieser Naturkörper zur Darstellung bringen. Ihr Ziel ist die Kenntnis der Minerale im Einzelnen und im Zusammenhange, und zwar sowohl im Zustande der Beharrung als der Veränderung, also die Kenntnis des Seins und Werdens der unterscheidbaren Bestandtheile der Erdrinde. Sie geht so wie die übrigen

¹⁾ Mineralis, e, von mina, gegrabener Gang, Stollen, das wieder mit minari zusammenhängt, welches gehen machen, in Bewegung setzen, führen, aber auch gehen bedeutet, und mit dem ital. menare und dem franz. mener übereinkommt (Mith. von Prof. K. Schenk). Ich ziehe die Pluralform Minerale der früher gebräuchlichen Mineralien vor.

Zweige der Naturgeschichte der Geologie voraus, welche den Bestand und die Geschichte der Erdrinde im Ganzen erforscht.

In neuerer Zeit ist der Vorschlag gemacht worden, das Gebiet der Mineralogie zu erweitern und in der neuen Doctrin, welche als Anorganographie zu bezeichnen wäre, nicht blos die Minerale, sondern auch alle übrigen leblosen Naturproducte abzuhandeln. Die vielen im Gebiete der Chemie neu entdeckten Verbindungen sind in der That auch Naturproducte und ihre Kenntniss ist in krystallographischer und in chemischer Beziehung so wichtig wie die der Minerale. Ihre Entstehungsweise ist aber eine ganz andere als die der Minerale, und es erscheint daher dem Ziele der Naturgeschichte nicht entsprechend, in dieselbe ein so heterogenes Gebiet, welches in der systematischen Chemie seinen Platz findet, aufzunehmen.

2. Entwicklung der Wissenschaft. Schon in den frühesten Epochen der Cultur ist die Bildung und die Veränderung der Erde Gegenstand des Nachdenkens gewesen, und geologische Speculationen machten sich in mannigfacher Form geltend. Die Kenntniss der einzelnen in der Erdrinde auftretenden Körper war hingegen zu jener Zeit noch eine sehr geringe. Nur das Gold und die Minerale, welche als Edelsteine im Verkehr der Menschen eine Rolle spielten, werden schon in den älteren Schriften genannt. Von Aristoteles und seinem Schüler Theophrast wissen wir, dass dieselben auch über andere Minerale Nachrichten einzogen und niederschrieben. Plinius der Aeltere, welcher im Jahre 79 n. Chr. bei einem Ausbruch des Vesuv das Leben verlor, sammelte alle ihm zugänglichen Berichte über Steine und gab unvollkommene Beschreibungen, die meistens nicht zu bestimmen erlauben, welche Minerale unter den angegebenen Namen zu verstehen seien. Nach der Zerstörung der griechischen und römischen Cultur waren es die Araber, welche die Naturwissenschaften pflegten. Der arabische Arzt Avicenna (980—1036) unterschied bereits Steine, brennbare Minerale, Salze und Metalle.

Als nach langem Schlummer der Sinn für Wissenschaft sich in Europa wieder zu regen begann, war es der Bergbau in Deutschland, welcher den Anstoss zur Betrachtung des Mineralreiches gab. Georg Agricola, Arzt zu Joachimsthal und Chemnitz (1494—1555), schrieb in seinem Werke: *De natura fossilium* 1546 nieder, was er aus den Schriften der Alten und von den Bergleuten der Umgebung gelernt und was er selbst beobachtet hatte. Die hier vorkommenden Namen Quarz, Kies, Spath u. s. w. sind echt bergmännische, die Beschreibungen haben aber schon einen wissenschaftlichen Charakter, da die Merkmale, welche die Härte, Spaltbarkeit, die Form, der Glanz der Minerale darbieten, bereits angewendet werden. Das Aufblühen der Künste und die Wiedererweckung der Wissenschaften im sechzehnten Jahrhundert treffen aber keineswegs mit grossen Leistungen auf unserem Gebiete zusammen, da sich der Sinn für Naturbetrachtung begreiflicher Weise zuerst den Bewegungen am Sternenhimmel zuwandte, aber das folgende Jahrhundert zählt schon wichtige Entdeckungen, wie jene der doppelten Strahlenbrechung im Kalkspath durch Erasmus Bartholin 1670, ferner die fast zur selben Zeit erfolgte Wahrnehmung

der Beständigkeit der Kantenwinkel an Krystallen durch Steno, und die vielen Entdeckungen Boyle's in dem Bereiche der Mineralchemie, welche alle in der Gründung einer Wissenschaft der Steinwelt zusammenwirkten. Doch gelang es erst dem achtzehnten Jahrhundert, einen Einblick in das Wesen dieses Gebietes zu eröffnen.

Der berühmte schwedische Naturforscher Linné (1707—1778) war zwar bei seinem Versuche, die Minerale ähnlich wie die Organismen nach ihrer äusseren Form zu classificiren, nicht glücklich, aber unter seinen Landsleuten erstanden eifrige Mineralogen, wie Cronstedt (1722—1765), welche, durch die Erfahrungen bei den Hüttenprocessen und durch eigene Versuche geleitet, auf das chemische Verhalten der Minerale ihr Augenmerk richteten und die Minerale nach den Hauptbestandtheilen anordneten. Die Regelmässigkeit, welche durch die Gestalt der Krystalle dargeboten wird und welche früher nur nebenher beachtet wurde, veranlasste Romé de l'Isle im Jahre 1783, die Beschreibung und Abbildung der von ihm wahrgenommenen Formen herauszugeben. Das Gesetz aber zu erkennen, welches die mannigfachen Krystallgestalten desselben Minerals beherrscht, war dem Abbé Hauy (1743—1822) in Paris vorbehalten. Vor diesem hatte zwar schon der Chemiker Torbern Bergman gezeigt, dass man die Formen des vielgestaltigen Kalkspathes durch Aufschichtung von Rhomboëdern erhalten könne. Hauy kam aber unabhängig von Bergman zu der gleichen Vorstellung und fand nicht nur beim Kalkspath, sondern ganz allgemein bei den Mineralen das Gesetz ausgesprochen, dass die Krystalle desselben Minerals nur solche Gestalten zeigen, welche sich aus gleichgrossen und gleichgeformten Theilchen aufbauen lassen. Die Gestalt der letzteren wurde die Grundform genannt. Mittels dieses Gesetzes konnten von jetzt an die Winkel der Krystalle vorausberechnet werden. Hauy zeigte aber auch die praktische Seite seiner Entdeckung. Durch Bestimmung der Grundform vermochte er viele Minerale zu unterscheiden, welche bisher zusammengeworfen worden waren. Die gleichzeitigen Analysen eines Klaproth, Vauquelin u. A. bestätigten die Verschiedenheit der durch die Form getrennten Minerale. Die Abhängigkeit der Krystallgestalt von der chemischen Zusammensetzung trat jetzt allmählig hervor, das Mineralsystem erhielt eine neue Gestalt. Auch die Kenntniss der physikalischen Verhältnisse der Minerale wurde durch Hauy's Forschungen eröffnet.

Zu gleicher Zeit wirkte in Deutschland A. S. Werner (1750—1817) auf der Bergschule zu Freiberg in einer anderen Richtung, indem er die Unterscheidung der Minerale durch einfache äussere Kennzeichen lehrte und durch seine anziehende Vortragsweise, welche Schüler aus allen Erdtheilen versammelte, das Interesse für diese Wissenschaft in weite Kreise verbreitete. Sein System, welches die Arbeiten der schwedischen Mineralogen wahrnimmt, ist auf chemischer Grundlage basirt. Christian Samuel Weiss in Berlin (1780—1856) gewann der krystallographischen Richtung in Deutschland viele Anhänger, indem er die Methode Hauy's durch Einführung der Krystallaxen verbesserte, ferner die Zonenlehre begründete und viele Anwendungen derselben entdeckte. F. Mohs (1773—1839, anfangs in Freiberg, zuletzt in Wien) theilt mit dem Vorigen den Ruhm, die Krystallographie im geometrischen Sinne umgestaltet zu haben. Er

zeigte sich im Uebrigen als eifriger Schüler Werner's durch den Versuch, eine Eintheilung der Minerale ausschliesslich auf die äusseren Kennzeichen derselben zu gründen. Seine Methode, welche von ihm die naturhistorische genannt wurde, weicht aber von jener durch Haüy und Werner eingeführten darin ab, dass sie die Bedeutung der chemischen Zusammensetzung der Minerale nicht anerkennt. Sie wurde von dem ausgezeichneten schwedischen Chemiker Berzelius nachdrücklich bekämpft, jedoch verfiel dieser in den entgegengesetzten Fehler, indem er die Mineralogie als einen Theil der Chemie erklärte.

Nun trennen sich die Richtungen in der Mineralogie mehr und mehr, da von den Forschern die einen auf dem Wege der Geometrie und der Physik in das Gebiet eintreten, die anderen durch die Chemie dahin geleitet werden, und da bei der Zunahme des Forschungsgebietes eine Theilung der Arbeit nöthig wird. Die chemische Richtung, von Berzelius, der eine grosse Anzahl der Mineralkörper nach neuen und genaueren Methoden analysirte, in ausserordentlicher Weise ausgebildet, führte zur Entdeckung der Isomorphie, als Mitscherlich zeigte, dass häufig Körper von verschiedener chemischer Zusammensetzung die gleiche oder eine ähnliche Krystallform darbieten. Die Methoden der Analyse erlangten durch Chemiker, wie Heinrich Rose und R. Bunsen, eine ungeahnte Schärfe. Zahlreiche Untersuchungen von Stromeyer, Plattner, Damour, v. Kobell, Scheerer, Rammelsberg und vielen Anderen führten zur genauen Kenntnis der Zusammensetzung sowohl der bekannten als zahlreicher neuer Minerale. Die Resultate zeigten, dass viele Minerale einfache chemische Verbindungen sind, während andere, und zwar oft sehr verbreitete Minerale, wie z. B. Feldspathe, Augite, durch Zusammenkrystallisiren mehrerer chemischer Verbindungen gebildet werden. Diese Mischung bei Erhaltung einer bestimmten Krystallform wurde später als die wichtigste Erscheinung erkannt, welche über den Aufbau der Krystalle aus den kleinsten Theilchen Aufschluss geben kann. Die neuere Atomistik, welche sich in der Chemie Geltung verschaffte, wirkte auch auf die mineralogische Forschung, indem sie sowohl die chemische Beschaffenheit als auch die physikalischen Eigenschaften und die Form der Minerale als Wirkungen derselben Ursache betrachten lehrte.

Jene von Haüy begründete Anschauung, welche den Aufbau der Krystalle zugleich als einen mechanischen Vorgang betrachtet, wurde von Bravais in Paris und von Frankenheim in Breslau wieder aufgenommen, welche aus der Form und der Spaltbarkeit auf die Regelmässigkeit des inneren Gefüges der Krystalle schlossen, die aber jetzt aus schwebenden Theilchen aufgebaut gedacht werden. Sohneke und Mallard bildeten die Theorie des Krystallbaues weiter und der erstere gelangte zu einer Erklärung der Symmetrie der Krystallformen, deren Gesetz Hessel im Jahre 1830 und später Gadolin auf geometrischem Wege gefunden hatten.

Die angewandte Krystallographie verfolgte inzwischen den Weg, welcher ihr durch die Arbeiten eines Naumann, Miller u. A. gebahnt wurde. Der Erstere gab der krystallographischen Methode durch Anwendung der analytischen Geometrie eine grosse Eleganz und vermochte durch seine einfache Darstellungsweise das Verständnis der schwierigen Disciplin allgemein zu verbreiten, während Quenstedt

die Methode von S. C. Weiss weiter ausbildete und in letzter Zeit Liebisch eine consequente Darstellung der krystallographischen Lehren gab. Die Anwendung der rechnenden Krystallographie, wie sie von G. Rose, G. vom Rath erfolgreich gehandhabt wurde, führte zur genauen Kenntniss der Formen sehr vieler Minerale. Die abstracte geometrische Wissenschaft erhielt aber erst wieder, man möchte sagen, Fleisch und Blut, als der Zusammenhang zwischen der Form und den physikalischen Eigenschaften klargestellt, als namentlich die Gesetze der Lichterscheinungen in den Krystallen vollkommen erkannt waren. Dieselben wurden von Brewster, Biot, Senarmont an den einzelnen Mineralien verfolgt, und es wurde die Handhabung der optischen Untersuchung durch Haidinger, Kobell, Grailich weiter ausgebildet, endlich von Descloizeaux die consequente optische Prüfung der durchsichtigen Minerale ausgeführt. Nach solchen Vorarbeiten unternahm es P. Groth, die Methoden der Untersuchung allgemein zugänglich zu machen, ferner eine einheitliche Darstellung der Form und der physikalischen Eigenschaften der krystallisirten Körper zu geben. Bald wurden die optischen Methoden Gemeingut der Mineralogen, welche nun im Stande waren, dieselben für Unterscheidung aller durchsichtigen Minerale zu benützen und durch genaue Prüfung der Krystalle den feineren Bau derselben zu erkennen, welcher sich öfters fast ebenso zart und verwickelt erwies wie jener der Organismen.

In gleicher Zeit war die mikroskopische Untersuchung durch D. Brewster, Gustav Rose, Sorby, Zirkel in Aufnahme gekommen, und erwarb sich diese Richtung bald viele Freunde. Durch den Eifer des letzteren Forschers wurde die Mineralogie um ein bedeutendes Gebiet vergrössert. Das Gefüge der krystallisirten Minerale, ihre Verbindung und ihr gegenseitiges Verhalten wurde genauer bekannt, besonders aber wurde die Kenntniss von der Verbreitung der einzelnen Minerale völlig umgestaltet, als nunmehr auch solche Minerale, die früher nur an einzelnen Punkten gefunden waren, als häufige Bestandtheile der Erdrinde erkannt wurden. Es ist begreiflich, dass diese Richtung, welche eine feinere Anatomie der Minerale und ihrer Gemenge begründet, in fortwährender Erweiterung ihrer Methode begriffen ist, welche durch Prüfung und kritische Sichtung, wie sie von Rosenbusch u. A. gepflegt wird, immer mehr an Sicherheit gewinnt.

Die Gesteinlehre, welche durch Werner begründet worden, erhielt in solcher Weise einen grösseren Umfang, aber auch die Kenntniss von dem Auftreten und dem Zusammenvorkommen der Minerale im Allgemeinen und insbesondere auf den Erzlagerstätten wurde durch die Arbeiten von Breithaupt, B. Cotta, F. Sandberger und vielen Anderen bedeutend erweitert.

Die Systematik verlor in der neueren Zeit einigermassen an Interesse, da weder die einseitige physikalische noch die extreme chemische Richtung zu einem befriedigenden Resultate geführt hatte. Breithaupt folgte den Spuren von Werner und Mohs. G. Rose unternahm eine Gruppierung nach krystallographischem und chemischem Princip zugleich. Naumann versuchte eine Eintheilung, welche beiden Forderungen in consequenter Weise gerecht werden wollte. J. Dana gab eine Classification auf Grundlage der chemischen Zusammensetzung allein. Die Mehrzahl der Mineralogen sah jedoch ihre Hauptaufgabe nicht in der Aufstellung von Systemen, sondern war bemüht, die Summe der exacten Beobach-

tungen zu vermehren und das Wesen der Mineralkörper durch allseitige Prüfung aufzuklären. Viele emsige Forscher haben durch ihre zahlreichen Entdeckungen den Schatz des Wissens in diesem Gebiete ungemein bereichert, so dass die Gattungen in ihrem Zusammenhange immer deutlicher hervortraten und die Grundlagen eines natürlichen Systems geschaffen wurden.

Die Naturgeschichte der Minerale im engeren Sinne oder die Lehre von der Bildung und Veränderung der Naturkörper als Bestandtheile der Erdrinde konnte zufolge der Schwierigkeiten, welche der Beobachtung und dem Experimente entgegenstehen, mit den Fortschritten auf den Nachbargebieten nicht immer gleichen Schritt halten. G. Bischof (1792—1870) war der Erste, welcher die Entwicklungsgeschichte der Minerale als einen wichtigen Zweig der Naturkenntnis hervorhob, und der durch eigene Arbeiten sowie durch Vergleichung fremder Beobachtungen das beständige Werden und Vergehen im Bereiche der Erdrinde beleuchtete. Haidinger unternahm es, einige dieser Vorgänge auf einfache Principien zurückzuführen. J. R. Blum und J. Roth förderten die Einsicht durch Zusammenstellung der Beobachtungen. Senarmont, Daubrée betraten mit Erfolg den synthetischen Weg, indem sie die künstliche Darstellung von Mineralen unter Verhältnissen, welche den in der Natur herrschenden ähnlich sind, ausführten. Lemberg verband letztere Methode mit der früher befolgten analytischen, um Veränderungen der Minerale nachzuahmen. In der letzten Zeit verfolgt die Forschung einerseits die zuletzt bezeichneten Wege, andererseits aber sammelt sie durch die mikroskopische Beobachtung der in den Gesteinen erkennbaren Zersetzungen und Umwandlungen ein reiches Material, das in Verbindung mit den geologischen Thatsachen jene Erscheinungen aufzuklären bestimmt ist, welche man als das Leben des Erdkörpers bezeichnen könnte.

3. Eintheilung. Die Mineralogie als Doctrin wird in zwei Theilen abgehandelt, in einem allgemeinen und einem speciellen. Die allgemeine Mineralogie umfasst die Lehre von jenen Erscheinungen, welche an allen oder an einer grösseren Zahl von Mineralen auftreten, ferner die Darlegung der Beziehungen, welche sich im Ganzen herausstellen. Die specielle Mineralogie behandelt die einzelnen Mineralgattungen im Besonderen und in systematischer Folge.

In der allgemeinen Mineralogie bezieht sich ein Theil auf die Form der Minerale, ist also Morphologie, welche in Krystallographie oder Lehre von den regelmässigen Formen und in Structurlehre zerfällt, die sich mit den Aggregationsformen der Mineralindividuen beschäftigt. Ein zweiter Theil ist die Mineralphysik, welche die physikalischen Erscheinungen behandelt, ein dritter die Mineralchemie, welche die stoffliche Zusammensetzung der Minerale zum Gegenstande hat, der vierte die Lagerungslehre, welche das Auftreten und die Vergesellschaftung der Minerale betrachtet, der fernere die Entwicklungsgeschichte, welche die Bildung und die Veränderung der Minerale erörtert, und der sechste die Classification der Minerale, welcher die Principien der systematischen Eintheilung entwickelt.

In allen diesen Abtheilungen werden Eigenschaften, Beziehungen und Veränderungen der Minerale abgehandelt, und insoferne ist der allgemeine Theil eine Physiologie der Minerale. Zugleich aber werden für die einzelnen Eigenschaften,

welche zur Unterscheidung der Minerale dienen, die üblichen Bezeichnungen oder Kunstausdrücke (Termini) angeführt und insofern ist hier auch die Terminologie enthalten. In früherer Zeit, da man die Aufgabe der Naturgeschichte darauf beschränkt glaubte, dass sie bloß die Begriffe der Naturkörper zu entwickeln und zu ordnen, also bloß die Naturdinge kunstgerecht zu beschreiben habe, war der allgemeine Theil bloß Terminologie, wogegen die Physiologie eine untergeordnete Rolle spielte. Gegenwärtig ist das Verhältnis umgekehrt.

In der speciellen Mineralogie werden die Begriffe der einzelnen Mineralgattungen in systematischer Folge entwickelt. Dieser Theil, die Physiographie, gibt also die Beschreibungen der Mineralgattungen und ordnet dieselben nach bestimmten Principien, ausserdem aber erörtert er im Besonderen die Beziehungen, die Bildungsweise und die Veränderungen sowie das Vorkommen und die Verbreitung der Minerale. Von der technischen Verwendung, welche Gegenstand der Lithurgik ist, sowie von der commerciellen Bedeutung einzelner Minerale wird in wissenschaftlichen Darstellungen gewöhnlich nur das Wichtigste angeführt.

4. Studium der Mineralogie. Das Studium unserer Wissenschaft setzt heutzutage einige elementare Kenntnisse voraus. Eine Einsicht in die Formverhältnisse wird nur derjenige gewinnen, welcher sich die elementaren Lehren der Geometrie eigen gemacht hat. Selbstständige Beobachtungen und Berechnungen auf dem Gebiete der Krystallographie beruhen auf der Anwendung der einfachsten Sätze der analytischen Geometrie und der sphärischen Trigonometrie. Die richtige Beurtheilung der physikalischen Erscheinungen der Substanzverhältnisse, der Bildung und Veränderung der Minerale setzt die Kenntnis der Anfangsgründe aus der Physik und Chemie voraus, namentlich solche aus der Optik und der Mineralchemie. Ein eingehendes Studium der Mineralogie erfordert aber eine länger dauernde praktische Handhabung der chemischen Mineralanalyse, ein Umstand, der öfters übersehen wird und welcher deshalb an dieser Stelle besonders hervorgehoben werden muss. Dass neben den Studien in der Sammlung und im Laboratorium die Beobachtung in der Natur eifrig gepflegt werden muss, bedarf wohl keiner besonderen Ausführung.

Wegen der nothwendigen Vorbereitung in den Hilfswissenschaften könnte die Erwerbung eines gründlichen mineralogischen Wissens ziemlich schwierig erscheinen, doch wirken heutzutage zwei Umstände zusammen, um das Studium zu erleichtern und den Weg der Forschung zu ebnen. Erstens vereinfacht sich die Methode des Unterrichtes, welcher stets den Zusammenhang der Erscheinungen betont, fortwährend, und zweitens führen die mineralogischen Institute und Laboratorien, deren Gründung den letzten Jahren angehört, den Anfänger auf bedeutend abgekürztem Wege zur selbstständigen Beobachtung und zur geeigneten Anstellung der Versuche. Die günstigen Folgen sind schon jetzt erkennbar. Die Theilnahme an der mineralogischen Wissenschaft ist merklich gestiegen und der Kreis der eifrigen Forscher in erfreulicher Zunahme begriffen.

5. Literatur. Von den Sammelwerken und Zeitschriften, welche für die Mineralogie von Wichtigkeit sind, mögen hier einige besonders angeführt werden.

Lehr- und Handbücher:

- Handbuch der Mineralogie von C. A. S. Hoffmann, fortgesetzt von A. Breithaupt. 4 Bände. Freiburg 1811—1817.
- Hauy. *Traité de Minéralogie*, sec. édit. 4 vol. nebst Atlas. Paris 1822.
- Beudant. *Traité de Minéralogie*, sec. édit. Paris 1830—1832.
- Mohs. Leichtfassliche Anfangsgründe der Naturgeschichte des Mineralreichs. 2. Aufl. Wien 1836—1839.
- Breithaupt. Vollständiges Handbuch der Mineralogie. Dresden 1836—1847.
- Hausmann. Handbuch der Mineralogie. 3 Thle. Göttingen 1828—1847.
- Haidinger. Handbuch der bestimmenden Mineralogie. 2. Ausgabe. Wien 1851.
- Phillips. *Elementary introduction in Mineralogy*. New edition by Brooke and Miller. London 1852.
- Dufrénoy. *Traité de Minéralogie*, sec. éd. Paris 1856—1859.
- Naumann. *Elemente der Mineralogie*. 12. Aufl. bearb. von Zirkel. Leipzig 1885.
- Quenstedt. Handbuch der Mineralogie. 3. Aufl. Tübingen 1877.
- Descloizeaux. *Manuel de Minéralogie*. Tome I. Paris 1862. Tome II, 1. 1874.
- Dana J. *System of Mineralogy*. 6. ed. by E. S. Dana. New-York 1892.
- *E. Textbook of Mineralogy*. 2. Aufl. New-York 1883.
- Bauer M. Lehrbuch der Mineralogie. Berlin 1886.
- Hintze C. Handbuch der Mineralogie. Leipzig 1889. (Im Erscheinen.)

Werke über Krystallographie und Krystalphysik:

- Naumann. Lehrbuch der reinen und angewandten Krystallographie. 2 Bde. Leipzig 1829—1830.
- Kupffer. Handbuch der rechnenden Krystallographie. Petersburg 1831.
- Miller. *Treatise on Crystallography*. Cambridge 1839.
- Rammelsberg. Lehrbuch der Krystallographie. Berlin 1852.
- Naumann. *Elemente der theoretischen Krystallographie*. Leipzig 1856.
- Miller. Lehrbuch der Krystallographie, übersetzt und erweitert von J. Grailich. Wien 1856.
- Karsten H. Lehrbuch der Krystallographie. Leipzig 1861.
- Kopp. Einleitung in die Krystallographie. 2. Aufl. Braunschweig 1862.
- v. Lang. Lehrbuch der Krystallographie. Wien 1866.
- Schrauf. Lehrbuch der physikalischen Mineralogie. 2 Bde. Wien 1866 u. 1868.
- Bravais. *Études cristallographiques*. Paris 1866.
- Quenstedt. Grundriss der bestimmenden und rechnenden Krystallographie. Tübingen 1873.
- Rose G. *Elemente der Krystallographie*. 3. Aufl. Berlin 1873. Zweiter Band von Sadebeck 1876. Dritter Band von Websky 1887.
- Groth. *Physikalische Krystallographie*. 3. Aufl. Leipzig 1895.
- Klein C. Einleitung in die Krystalloberechnung. Stuttgart 1876.
- Mallard. *Traité de Cristallographie*. Bd. I. Paris 1879. Bd. II. 1884.
- Sohncke. Entwicklung einer Theorie der Krystalstructure. Leipzig 1879.
- Liebisch. *Geometrische Krystallographie*. Leipzig 1881.
- *Physikalische Krystallographie*. Leipzig 1891.
- Schönflies. *Krystalssysteme und Krystalstructure*. Leipzig 1891.
- Hecht. Anleitung zur Krystalloberechnung. Leipzig 1893.

Ueber die mikroskopische Beschaffenheit der Minerale handeln:

- Rosenbusch. *Mikroskopische Physiographie der petrographisch wichtigsten Mineralien*. 3. Aufl. Stuttgart 1892.
- Zirkel. Die mikroskopische Beschaffenheit der Mineralien und Gesteine. Leipzig 1873.
- Lehrbuch der Petrographie. 3 Bde. Leipzig 1893—1894.
- Fouqué et Michel Lévy. *Minéralogie micrographique*. Paris 1879.
- Cohen. Sammlung von Mikrophotographien zur Veranschaulichung der mikroskopischen Structure von Mineralien und Gesteinen. 80 Tafeln. 2. Aufl. Stuttgart 1884.
- Lévy A. Michel et A. Laeroix. *Les minéraux des roches*. Paris 1888.

Die chemische Zusammensetzung und chemische Prüfung der Minerale wird in folgenden Werken erörtert:

Rose H. Handbuch der analytischen Chemie. Herausgegeben von R. Finkener. 2. Bde. 1867 bis 1871.

Wöhler. Die Mineralanalyse. 2. Aufl. Göttingen 1862.

Plattner. Die Probirkunst mit dem Löthrohre. 5. Aufl. von Th. Richter. Leipzig 1877.

Fresenius. Anleitung zur qualitativen Analyse. 16. Aufl. 1894.

— Anleitung zur quantitativen Analyse. 6. Aufl. 2 Bde. Braunschweig 1873—1887.

Rammelsberg. Handbuch der Mineralchemie. 2. Aufl. Leipzig 1875. Nachtrag 1886.

Zur Bestimmung der Minerale sind zu empfehlen:

v. Kobell. Tafeln zur Bestimmung der Mineralien. 13. Aufl. von Oebbeke. München 1894.

Fuchs. Anleitung zum Bestimmen der Mineralien. 3. Aufl. von A. Streng. Giessen 1890.

Hirschwald. Anleitung zur systematischen Löthrohranalyse. Leipzig 1891.

Brush. Manual of determinative Mineralogy. New-York 1875.

Die Bildung, Umwandlung und künstliche Darstellung der Minerale haben folgende Werke zum Gegenstande:

Bischof G. Lehrbuch der chemischen und physikalischen Geologie. 2. Aufl. Bonn 1863—1866.

Volger. Studien zur Entwicklungsgeschichte der Mineralien. Zürich 1854.

Blum. Die Pseudomorphosen des Mineralreiches. Stuttgart 1843 und die Nachträge 1847, 1852, 1863, 1879.

Roth. Allgemeine chemische Geologie. 3 Bde. Berlin 1879—1890.

Fuchs. Ueber die künstlich dargestellten Mineralien. Harlem 1872.

Daubrée. Synthetische Studien zur Experimentalgeologie. Deutsch von Gurlt. Braunschweig 1880.

Fouqué et Lévy. Synthèse des minéraux et des roches. Paris 1882.

Bourgeois. Reproduction artificielle des minéraux. In der Encyclopédie chimique von Frémy. 1884.

Dölter C. Allgemeine chemische Mineralogie. Leipzig 1890.

Mennier S. Les methodes de synthèse en minéralogie. Paris 1891.

Das Zusammenvorkommen der Minerale behandeln die Werke:

Breithaupt. Die Paragenesis der Mineralien. Freiberg 1849.

v. Cotta. Die Lehre von den Erzlagerstätten. Freiburg 1859—1861.

v. Groddeck. Die Lehre von den Lagerstätten der Erze. Leipzig 1879.

Ausserdem die Lehrbücher der Petrographie und die im Anfange des speciellen Theiles angeführten topographischen Sammelwerke.

Zusammenstellungen, Berichte etc. finden sich in:

Groth. Tabellarische Uebersicht der einfachen Mineralien, nach ihren krystallographisch-chemischen Beziehungen geordnet. 3. Aufl. Braunschweig 1889.

— Die Mineraliensammlung der Universität Strassburg. Strassburg 1878.

Hessenberg. Mineralogische Notizen. 11 Hefte. 1856—1873.

v. Kokscharow. Materialien zur Mineralogie Russlands. Bd. 1—10.

Kenngott. Uebersicht der Resultate mineralogischer Forschungen. 13 Bde. 1844—1865.

Jahresberichte der Chemie und verwandter Wissenschaften. 1849—1886.

Zeitschriften, welche häufig oder vorzugsweise mineralogische Abhandlungen enthalten, sind:

Annalen der Physik und Chemie, herausgegeben von Poggendorff. Leipzig von 1824 bis 1877, seither von Wiedemann.

Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Petrefactenkunde, von Leonhard und Geinitz. Stuttgart seit 1833. Seit 1879 von Benecke, Klein und Rosenbusch, gegenwärtig von Bauer, Dames und Liebisch.

Zeitschrift der deutschen geologischen Gesellschaft. Berlin seit 1849.

Sitzungsberichte der mathem.-naturw. Classe der kais. Akademie der Wissenschaften. Wien seit 1848.

Mineralogische Mittheilungen, gesammelt von G. Tschermak. Wien 1871—1877. Neue Serie als Mineralog. und petrographische Mittheilungen seit 1878. Gegenwärtig redigirt von F. Becke.

The mineralogical Magazine and Journal of the Mineralogical Society. London seit 1876.

Zeitschrift für Krystallographie und Mineralogie, herausg. von P. Groth. Leipzig seit 1877.

Bulletin de la société minéralogique de France. Paris seit 1878.

Sansoni F. Giornale di Mineralogia, Cristallografia e Petrografia. Milano. (Seit 1890.)

Üeber Geschichte der Mineralogie handeln:

Whewell. Geschichte der inductiven Wissenschaften. Deutsch von J. Littrow. Stuttgart 1839.

Marx. Geschichte der Krystallkunde. Karlsruhe und Baden 1825.

Lenz. Mineralogie der alten Griechen und Römer. Gotha 1861.

v. Kobell. Geschichte der Mineralogie von 1650—1865. München 1865.

bestel
Indiv
selber
Gleich
komm
eine
oder
zufäll
Die
Kryst
Calci
der
Körn
gelar
Indiv
ist a

kryst
zähl
sind
Hoh
Krys
der
Min

ersch
erke