

Zeitschrift:	Schweizerische mineralogische und petrographische Mitteilungen = Bulletin suisse de minéralogie et pétrographie
Band:	37 (1957)
Heft:	1
Artikel:	Georg Agricolas Mineralsystem und sein Nachleben bis ins 18. Jahrhundert
Autor:	Schroeter, Joachim
DOI:	https://doi.org/10.5169/seals-29172

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 27.01.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Georg Agricolas Mineralsystem und sein Nachleben bis ins 18. Jahrhundert

Von *Joachim Schroeter* (Zürich)

„.... Hinc a Septentrionibus ea
quae mechanica dicuntur, belli tor-
menta, furiosae artes, typographia,
quaeque pertinent ad metallicam dis-
ciplinam: quam ita tractavit Geor-
gius Agricola, homo Germanus, ut
Aristoteles ac Plinius in eo genere
nihil intellexisse videantur.“

Jean Bodin¹⁾

Arzt, Philologe und Pädagog, hat GEORG AGRICOLA (1494—1555), ein Polyhistor und typischer Vertreter des humanistischen Gelehrtenkreises des 16. Jahrhunderts, ein einzigartiges Werk unternommen²⁾. Seine Aufgeschlossenheit und wissenschaftliche Neugier wandte sich in den kurzen Jahren, da er — 1527—1530 — Stadtphysicus der erst vor wenigen Jahren begründeten böhmischen Bergstadt Joachimsthal war, dem Bergbau und der Hüttentechnik, vor allem aber, wie es scheint, den Erzmineralien zu. Das primäre Interesse, das einen Arzt damals

¹⁾ Der Staatsphilosoph und Rechtslehrer JEAN BODIN in seinem zuerst 1566, zehn Jahre nach dem Erscheinen von AGRICOLAS Hauptwerk „*De re metallica*“, herausgegebenen „*Methodus ad facilem historiarum cognitionem*“. Ausg. Amsterdam 1650, Cap. V, S. 109.

²⁾ Über Leben und Werk AGRICOLAS vgl. an neueren Publikationen:
E. DARMSTAEDTER, Georg Agricola. (Münchener Beiträge usw., I.) München 1926. — W. FISCHER, Zum 450. Geburtstag Agricolas. N. Jb. Monatshefte (A) 1944, 113—225. — H. WILSDORF, Georg Agricola und seine Zeit. Berlin 1956. (Ist der I. Band der im Erscheinen begriffenen Dresdner Gedenkausgabe von ausgewählten Werken AGRICOLAS.)

zur Mineralwelt führen mochte, nämlich diejenigen Rohstoffe besser kennen zu lernen, aus denen Heilmittel bereitet werden konnten, trat sehr rasch zurück. AGRICOLAS Zusammenhänge aufspürender, nach Ordnung strebender Geist blieb aber nicht bei der Beschreibung der Mineralien nach irgendwelchen äusseren Kennzeichen stehen, er trieb ihn, das Geschaute und Erfahrene in ein System zu bringen. Im 16. Jahrhundert konnte nur ein Bergbaukundiger sich an die Aufgabe wagen, ein „Mineralsystem“ zu konzipieren, das die damalige „Steinkunde“ um prinzipiell neue Erkenntnisse bereicherte, indem er die gesicherten Ergebnisse der Probierkunde heranzog. Ein reiner Büchergelehrter hätte auch bei grösstem Fleiss nur die Möglichkeit gehabt, einen Steinkatalog nach mittelalterlichem Muster zusammenzustellen, wobei er sich natürlich mit dem abergläubischen Beiwerk kritisch auseinandersetzen und dadurch der nüchternen Darstellungsweise der Griechen, etwa der des THEOPHRAST von Eresos³⁾ annähern konnte. Aber auch der Fortschritt gegenüber dem Einteilungsversuch des ALBERTUS MAGNUS⁴⁾ aus dem 13. Jahrhundert wäre gering und für die Entwicklung der Mineralogie vollkommen unerheblich gewesen.

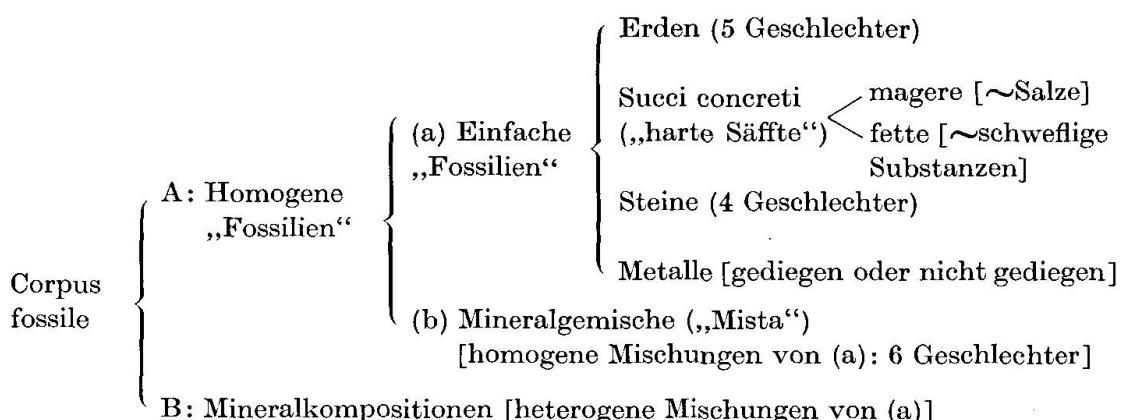
Nach jahrelangen Studien in den sächsischen Bergbaugebieten, bei denen er sich der Unterstützung durch manchen Sachkenner und Sammler zu erfreuen gehabt hatte, schloss am 13. Februar 1546 AGRICOLA, der noch im gleichen Jahre Bürgermeister von Chemnitz werden sollte, seine Schrift „De natura fossilium Lib. X“ ab, in der seine Systematik enthalten ist. Sie erschien nach einigen Monaten in Basel, und zwar in einem Sammelband, zusammen mit einigen andern seiner Schriften mineralogisch-geologischen Charakters und einem lateinisch-deutschen Wörterverzeichnis⁵⁾. Seine Einteilung der Mineralien (AGRICOLA spricht von „Fossilien“, die auch Gesteine und viele Versteinerungen umfassen, da eine Trennung noch nicht möglich war) sei hier zusammengefasst in Anlehnung an das übersichtliche Schema, das von HOOVER⁶⁾ stammt, welches ich jedoch etwas abgeändert und ergänzt habe:

³⁾ Vgl. J.-E. HILLER, Die Minerale der Antike. Arch. f. Gesch. der Math., d. Naturwiss. usw. 13, 1931, 358—402.

⁴⁾ Vgl. H. STRUNZ, Die Mineralogie bei Albertus Magnus. Acta Albertina 20, 1951/52, 19—39.

⁵⁾ Basel: Froben 1546 (Kl.-fol.). De natura fossilium: S. 171—380 (Text). Das Glossar S. 473—487. — Die Schrift erlebte vier lateinische Auflagen bis 1657, wozu noch eine italienische Ausgabe von 1550 kommt.

⁶⁾ GEORGIUS AGRICOLA. De Re Metallica, Translated ... By HERBERT CLARK HOOVER and LOU HENRY HOOVER. London 1912, S. 3.



Auffallend ist zunächst die klare Trennung der Gemenge von den homogenen Mineralien, die AGRICOLA angestrebt hat. Bei den letztgenannten unterscheidet er erstmals zwei Typen, nämlich die — nicht weiter zerlegbaren — „einfachen“ (a), welche, dem Stand der damaligen analytischen Chemie entsprechend, im wesentlichen auch in anderen Systemen so aufgeführt wurden, von den „Mista“ (b), hauptsächlich Erzen, zu deren Aufstellung sich AGRICOLA durch die quantitativ vorgehende Probierkunde veranlasst sah. So nimmt er beispielsweise drei Geschlechter an, die alle aus einer Verbindung von Stein und Metall bestehen:

- (1) e lapide et metallo, aequales partes
- (2) e lapide et metallo, multo metallo
- (3) e lapide et metallo, lapide abundante

Die Unterscheidung beruht auf dem wechselnden Anteil von Metall bzw. von Schlacke, den diese Mineralgemische beim Probieren ergeben.

Für die nicht analysierbaren Mineralien galt es nun eine Methode der Mineralbeschreibung nach bestimmten übergeordneten Gesichtspunkten zu finden, und das versuchte AGRICOLA mit Hilfe einer Reihe von äusseren Kennzeichen zu leisten. Einige hiervon hatte man natürlich schon immer verwendet⁷⁾. Sodann berücksichtigt er auch die „natura“ der Mineralien, wie das Verhalten im Feuer oder die Löslichkeit in Wasser. Sehr unsicher blieb er noch gegenüber den Kristallformen, obwohl er sich zweifellos bemüht hat, sorgfältig zu beobachten.

Leider hat AGRICOLA die von ihm geschilderten Merkmale nicht systematisch verwertet; man darf aber nicht vergessen, dass das in vielen Fällen schon wegen der grossen Variabilität einzelner Kennzeichen

⁷⁾ AGRICOLA berücksichtigt Farbe, Glanz, Durchsichtigkeit, Geruch, Geschmack, Härte, Glätte, Rauhigkeit, Schwere, Bearbeitbarkeit, Strich usw., schliesslich die „äussere Gestalt“ (Kristallformen und verschiedene Ausbildungsfomren).

bei derselben Mineralart auch gar nicht möglich war. Bei der Klasse der Erden, in deren Einführung er einen besonderen Fortschritt gegenüber den älteren Systemen erblickte, unterscheidet er je nach dem Gebrauch Ackererden, Töpfererden, Walkerden, Erden der Maler und Handwerker, Medizinalerden, um dann aber eine Einteilung nach solchen Gesichtspunkten wieder zu verwerfen. Spätere Autoren sind aber immer wieder auf diese manchem wohl besonders sinnfällig erscheinende Klassifikation zurückgekommen, so ANDREA CESALPINO (De metallicis, Rom 1596), aber auch noch MAGNUS VON BROMELL (siehe S. 214), der allerdings praktisch-ökonomische Zwecke verfolgt, wie er selbst sagt.

Reichlich komplex ist der Begriff der „Succi concreti“ („harte Säfte“), und AGRICOLA ist hier nicht frei von Willkür. So hätte er z. B. die Alaune und Vitriole, die einen „Liquor“ in Verbindung mit einem Mineralgemisch repräsentieren sollten, logischerweise zu den „Mista“ stellen müssen. Spätere Mineralogen haben wohl entweder eine Unsicherheit bezüglich der Einordnung gespürt oder auch den Gedankengang AGRICOLAS nicht verstanden. Deshalb taucht diese Klasse in den Systemen der folgenden Zeit seltener auf, dies aber nicht etwa, weil ihr Chemismus besser verstanden worden wäre.

Auf nähere Einzelheiten soll hier nicht eingegangen werden, da wir uns vor allem mit den allgemeinen Entwicklungstendenzen in der Zeit nach AGRICOLA beschäftigen und untersuchen wollen, wie und von wann an ein Fortschritt über sein mineralogisches Pionierwerk hinaus möglich war. Dabei werden nicht in erster Linie die zahlreichen „Mineralsysteme“ zu berücksichtigen sein. Über diese orientieren die historisch-bibliographischen Publikationen von JOHAN GOTTSCHALK WALLERIUS, FRANZ VON KOBELL und EGBERT H. M. BEEKMAN⁸⁾. Eine detaillierte Inhaltsangabe der Schrift „De natura fossilium“ mit ausführlichem Kommentar veröffentlichte 1939 WALTHER FISCHER⁹⁾.

⁸⁾ J. G. WALLERIUS, Brevis introductio in historiam litterariam mineralogiam ... Stockholm 1779. (2. Ausg., die 1. von 1768. Sorgfältige Übersicht der meisten Mineralsysteme bis auf WALLERIUS' Zeit; auf seinen Angaben fussen auch häufig die beiden folgenden Autoren.) — F. VON KOBELL, Geschichte der Mineralogie. Von 1650—1860. München 1864. (Störend ist hier oft der naiv-positivistische Standpunkt. Dem Autor gelingt es nicht immer, entwicklungsgeschichtlich zu sehen. In den Detailangaben sorgfältig, aber nicht fehlerfrei.) — E. H. M. BEEKMAN, Geschiedenis der systematische mineralogie. Proefschrift, Den Haag [1906]. (Enthält zahlreiche Fehler und Ungenauigkeiten.)

⁹⁾ In seinem schönen, die Geschichte der Dresdner Sammlung behandelnden Buch „Mineralogie in Sachsen von Agricola bis Werner“, Dresden 1939, bes. S. 4—23; Anm. S. 188—194.

AGRICOLA ist ein Pionier gewesen, kein Reformator. In jenen Tagen gab es keine mineralogische Wissenschaft der Gelehrten, es gab nur „Lapidarien“, die nichts anderes waren als Kataloge, deren Verfasser nur einen kleinen Teil der darin verzeichneten Mineralien, Gesteine und Petrefakten wohl selbst einmal gesehen haben mochten. Der Steinnamen wie der Verwechslungen war Legion. Wissenschaftliches Neuland entdeckte erst AGRICOLA in den Bergbaudistrikten Böhmens und Sachsen. Mehr als ein Jahrzehnt verbrachte er mit dem Sichten und Gliedern der Kenntnisse, die ihm erreichbar gewesen und die er stets erweiterte. Er verglich sie mit den Angaben der antiken Schriftsteller und verarbeitete alles ineinander. Der beobachtende Naturforscher vereinigte sich in ihm in glücklicher Weise mit dem gelehrten Inventarisor, und nicht zuletzt war er auch noch ein eleganter lateinischer Stilist. Sein Werk konnte so die Synthese des traditionellen literarischen Wissens mit dem empirisch-praktischen Wissen der Montanisten vollziehen. Wenn HERMANN TERTSCH meint, angesichts der „voll entwickelten“ Mineralkunde und Metallurgie, bzw. Chemie [der Bergbaudistrikte] sei es lediglich nötig gewesen, „die reife Frucht zu pflücken und sie in schulmässiger Form und in ‚gelehrter‘ Sprache der staunenden Mitwelt darzubieten“, so wird dieses Urteil der Leistung AGRICOLAS nicht gerecht, wenn ihm auch attestiert wird, er habe die empfangene Belehrung höher geschätzt als das Buchwissen¹⁰⁾). AGRICOLAS einmal gewonnene Erkenntnisse mussten ja nicht nur formuliert, sie mussten auch — für die gesamte Mineralwelt — unter einheitlichen Gesichtspunkten betrachtet werden. Ein solches Projekt scheint aber den Bergausachverständigen damals völlig fern gelegen zu haben. Aus dem 16. Jahrhundert ist kein einziges „Mineralsystem“ bekannt, das einen Montanisten zum Verfasser gehabt hätte¹¹⁾). AGRICOLA leistete diese methodische Arbeit. Dass

¹⁰⁾ Das Geheimnis der Kristallwelt. Wien 1947, S. 94. Eher könnte TERTSCHS Urteil auf das Hauptwerk „De re metallica“ bezogen werden, das ein im wesentlichen technologisches Werk — eines Nichttechnikers! — ist. Dann müsste aber die Palme einem Vorläufer AGRICOLAS, dem italienischen Ingenieur VANNOCIO BIRINGUCCIO, gereicht werden, dessen Werk „De la Pirotechnia“ (Venedig 1540) zwar nicht in gelehrter Sprache geschrieben ist. AGRICOLA hat BIRINGUCCIO ausgiebig benutzt.

¹¹⁾ Der erste Metallurge, der einen solchen klassifikatorischen Versuch machte, war der Spanier ALONSO BARBA (1569 bis kurz vor 1640) in seiner „Arte de los metales“ (Madrid 1640). — Im 17. Jh. haben vor allem Mediziner Mineralsysteme verfasst, daneben auch einige Mathematiker, Theologen, Historiographen und Pädagogen und verschwindend wenige Chemiker. BECHER (Anm. 30) und HIÄRNE (Anm. 44) kamen auch beide von der Medizin her.

er in manchem wiederum versagte, wie etwa seine Klasse der „Lapides“ sehr rasch erkennen lässt¹²⁾), kann man AGRICOLA kaum vorwerfen, ebensowenig aber auch den Autoren des 17. Jahrhunderts, denn weder die Mineralchemie, noch die Lehre von den Kennzeichen hatten sich in anderthalb Jahrhunderten wirklich entwickelt.

Ein grosses Verdienst erwarb sich AGRICOLA dadurch, dass er die Fundorte der Mineralien sehr gewissenhaft berücksichtigte, was heute noch manche Identifizierung zulässt, wenn seine Mineralbeschreibung unklar ist. Damals dienten die Fundortsangaben natürlich vor allem den Mineraliensammlern. Diese Sammler sollten sich denn auch bald einstellen; sie alle waren unmittelbar oder mittelbar von AGRICOLA beeinflusst, und sofern sie Bücher schrieben, von seiner Vorarbeit abhängig.

Da ist einmal JOHANNES KENTMANN (1518—1574)¹³⁾ aus Dresden, Arzt in Torgau. Von einer direkten Beziehung zu AGRICOLA ist nichts bekannt. Er war aber einer der wichtigsten Korrespondenten von CONRAD GESSNER in Zürich, der auch seine Arbeit „Nomenclatura Rerum fossilium, quae in Misnia praecipue, & in alijs quoque regionibus inveniuntur“ veröffentlichte (Zürich 1565, in einem Sammelband von acht thematisch zur Mineralogie gehörenden Schriften). KENTMANN schuf hier einen ganz neuen Typ eines „Steinkatalogs“, der, lateinisch und deutsch abgefasst, die fast 1700 „Fossilien“ seiner Sammlung verzeichnete, häufig mit Angabe der Fundorte. KENTMANN dürfte sogar ein gewiechterer Mineralienkenner als AGRICOLA gewesen sein, dessen System er in einigen Punkten verbessert hat. Auch hat er die Härte als Kennzeichen konsequenter berücksichtigt. Alle diese Berichtigungen erscheinen heute natürlich als ganz unwesentlich. Es ist aber interessant, zu sehen, dass KENTMANN offensichtlich schon gänzlich der reinen Naturbeobachtung anhängt. Ebenfalls in GESSNERS Sammelband findet sich die Abhandlung „De metallicis rebus ac nominibus“ von GEORG FABRICIUS (1516—1571), der Rektor der Fürstenschule in Meissen und mit AGRICOLA befreundet war. Er hatte ihn vor allem durch die Zusendung von Mineralien unterstützt. In lebhaftem Austausch stand AGRICOLA auch mit dem Joachimsthaler Pfarrer JOHANNES MATHESIUS (1504 bis 1565)¹⁴⁾, einem begeisterten Sammler, der durch seine originellen Pre-

¹²⁾ Er ordnete z. B. Gips und Hämatit im Geschlecht der „gemeinen Steine“ ein.

¹³⁾ Vgl. R. ZAUNICK, Johannes Kentmann. Mitt. z. Gesch. d. Med. usw. 18, 1919, 177—183.

¹⁴⁾ Über die Beziehungen AGRICOLAS zu MATHESIUS vgl. W. FISCHER (1944), l. c., S. 146 u. 210.

digten über den Bergbau und die Metalle („Sarepta oder Bergpostilla“, Nürnberg 1562), die zahlreiche Neuauflagen erlebten, bekannt geworden ist. Auf AGRICOLA basiert auch die kompilatorische, aber wertvolle „Meißnische Bergk Chronica“ (Dresden 1590) des kurfürstlichen Sekretärs PETER ALBINUS (1543—1598).

Ein weit selbständigerer Denker und Forscher als die eben Genannten war GABRIELE FALLOPIA (1523—1562) in Padua, der bedeutendste Anatom des 16. Jahrhunderts nach ANDREAS VESAL¹⁵⁾. Auch er ist zweifellos durch die Lektüre AGRICOLAS angeregt worden, sich intensiver mit mineralogischen Fragen zu beschäftigen, ja er hielt sogar im Sommer 1557 ein Kolleg „de fossilibus“, das sicherlich die erste selbständige Vorlesung gewesen ist, die je an einer Universität über Mineralogie gehalten wurde. Sie wurde erst zwei Jahre nach seinem Tode gedruckt¹⁶⁾. FALLOPIA spricht sich sehr anerkennend über AGRICOLA aus; im übrigen gibt er keine so durchgearbeitete Einteilung, berührt aber dafür Fragen der Minerogenese und spricht ausführlich über Metalle, Erze und Hüttenprodukte. Er wendet sich gegen den Begriff der „succi concreti“, welche durch Absorption feuchter Teilchen in Steinen oder Erden zustandekämen, auch weicht er in seinen Ansichten über die „essentia“ der Metalle teilweise von AGRICOLA ab¹⁷⁾.

Nicht ohne Originalität ist ein Buch, das der in Neapel lebende Apotheker und Mineraliensammler FERRANTE IMPERATO (um 1550—1631) unter dem Titel „Dell’Historia naturale“ herausgab¹⁸⁾. Zwar sind darin

¹⁵⁾Der erste Mediziner, der nach AGRICOLA ein Mineralsystem herausgab, das in allen wesentlichen Punkten seine Herkunft nicht verleugnet, war GEROLAMO CARDANO (De subtilitate, Nürnberg 1550).

¹⁶⁾ Unter dem Titel „De medicatis aquis, atque de fossilibus“ hg. von seinem Schüler ANDREA MARCOLINI nach den Manuskripten. Venedig 1564. Die mineralogische Schrift auf Bl. 85v—176r.

¹⁷⁾ Ibid., besonders Bl. 111v.

¹⁸⁾ Neapel 1599. Im Vorwort bemerkt IMPERATO, er habe sich der Mitwirkung des Römer Architekten COLANTONIO STELLIOLA erfreuen dürfen. Mir lag nur die Ausg. Venedig 1672 der Historia naturale vor, die als „seconda impressione“ bezeichnet wird. Irgendwelche Änderungen am mineralogischen Teil scheint der Herausgeber nicht vorgenommen zu haben. Die Lizenz zum Wiederabdruck wurde im Juli 1670 erteilt, so dass die Verwertung von Ideen, die man etwa aus BECHERS „Physica subterranea“ von 1669 entnommen haben könnte, sicherlich ausgeschlossen werden darf. Sollte vielleicht umgekehrt BECHER Anregungen aus der 1. Ausg. von 1599 geschöpft haben? — Von Mineralien usw. handeln Imperatos Bücher I—V (Erden), XIII—XVI (Salze; „Grassezze terrene“; Metalle nebst ihren Erzen, wozu auch Auripigment, Zinnober, Antimonit usw. gerechnet werden), XXII—XXVI (Steine).

ganze Kapitel dem PLINIUS, VITRUV, GALEN, DIOSKURIDES und anderen antiken Autoren, aber auch gelehrten Schriftstellern des 16. Jahrhunderts — wie z. B. AGRICOLA — entlehnt, was auch bei jedem Abschnitt getreulich vermerkt wird, doch macht IMPERATO einen bemerkenswerten Ansatz, um die „Steine“ besser zu charakterisieren, und dies nach ihrem Verhalten im Feuer. Könne man doch Steine unterscheiden, die zu Kalk oder zu Gips brennen, wogegen andere verglasen, manche auch zerplatzen oder zu Lamellen aufgeblättert werden, während wieder andere der Einwirkung des Feuers widerstehen¹⁹⁾). Seine Einteilung sieht so aus:

1. Edel- und Halbedelsteine, 2. figurierte Steine (z. B. Kristalle), 3. im Feuer zu Gips brennende, 4. in Blätter teilbare, 5. in Kalk übergehende, 6. verglasbare, 7. sandartige, 8. Schleifsteine, 9. metallische Substanz enthaltende (z. B. Hämatit, Malachit, Galmei, Hüttenprodukte)²⁰⁾.

Gelegentliche Hinweise auf das Verhalten von Steinen oder Erden im Feuer fehlten zwar in der älteren Literatur (AGRICOLA!) keineswegs, ja sogar THEOPHRAST von Eresos hatte auf solche Merkmale aufmerksam gemacht, was wohl auch IMPERATO veranlasst haben dürfte, diese alten Angaben genauer zu überprüfen.

ANSELMUS BOETIUS DE BOODT (1550—1632) trug in mühsamer Kärrnerarbeit zusammen, was über Steine und Edelsteine bekannt war; das Resultat, seine „Gemmarum et lapidum historia“ (Hanau 1609), galt noch im 18. Jahrhundert als eine Art Standardwerk der Edelsteinkunde. Er hat sich ehrlich bemüht, das damals sehr komplexe Gebiet wissenschaftlich zu durchdringen, blieb aber freilich noch zu sehr der scholastischen Methode verhaftet, und sein System ist ein eindeutiger Rückschritt gegenüber AGRICOLA, den er hauptsächlich als Quelle benutzt hat²¹⁾.

Mit DE BOODT sind wir über die Schwelle des 17. Jahrhunderts gelangt, und noch immer ist von einem wirklich greifbaren Fortschritt über AGRICOLA hinaus nichts zu spüren, obwohl vereinzelte wertvolle Beobachtungen gemacht worden sind. Das kommende Jahrhundert sollte eine Flut von thematisch zur Mineralogie gehörender Literatur hervorbringen²²⁾), vor allem „Mineralsysteme“, aber auch Beschreibungen

¹⁹⁾ Lib. XXV, Cap. I, Seite 589 der Ausgabe von 1672.

²⁰⁾ Die Darstellung bei F. VON KOBELL (1864), l. c., S. 60, ist unvollständig.

²¹⁾ Für Einzelheiten sei verwiesen auf die erschöpfende Studie von J.-E. HILLER, Die Mineralogie Anselmus Boetius de Boodts. Quellen u. Stud. z. Gesch. d. Naturwiss. usw. 8, 1941, 1—215.

²²⁾ Dagegen nahm die Zahl der bergbaulich-technologischen Werke rapid ab. „De re metallica“, aber auch BIRINGUCCIOS und ERCKERS Werke, wie übrigens

von Naturalienkabinetten, daneben schon topographische Mineralogien. Wird diese Literatur helfen, die Stagnation zu überwinden? Wer waren die Verfasser, die sich so für dieses Wissensgebiet interessierten?

Da ist zunächst der Typus des gelehrten Sammlers. Die reiche Ernte der Nachrenaissance war einzubringen, die Schätze an Naturalien, die die Entdeckungsreisenden nach Europa brachten, riefen der Bestandesaufnahme. So musste sich der Typ des Sammlers sozusagen zwangsläufig herausbilden. Aus dem Humanisten des 16. wurde der Pansophist des 17. Jahrhunderts. Naturbeobachtungen stellte er kaum an. Das taten höchstens die Ärzte, deren Interesse an Mineralien jedoch häufig eine einseitige Färbung verriet. Sofern die Sammler von Mineralien nicht Reisen in Bergbaugebiete unternahmen, hatten sie von ihren Sammlungsobjekten oft nur ganz oberflächliche Kenntnisse und waren auf nicht nachprüfbare Angaben ihrer Lieferanten angewiesen. Aber gerade diese Gelehrten waren es, die Bücher schrieben oder kompilierten, wobei sie häufig noch in scholastischer Manier vorgingen. Von ihnen stammt auch eine stattliche Reihe der im Laufe des 17. Jahrhunderts herausgegebenen Mineralsysteme (vgl. auch Anm. 11).

Als ein typischer Repräsentant mag etwa der Kopenhagener Medizinprofessor OLE WORM (1588—1654) gelten, dessen Museum als grösste Sehenswürdigkeit im damaligen Kopenhagen galt. Er erhielt Naturalien und Kuriositäten aus der ganzen Welt zugesandt, und auch er musste sich wohl im wesentlichen mit den Informationen begnügen, die befreundete Gelehrte ihm übermittelten. Was blieb ihm da übrig, als ein „*anerkanntes*“ Mineralsystem zu adoptieren? Aber es musste natürlich umgeschrieben werden, das lag nun mal im Stil der Zeit. Er zitiert AGRICOLA mehrfach anerkennend, ersetzt aber dessen „*succi concreti*“ durch eine Klasse, die zwischen den Steinen und den Metallen stehe und die mit der Etikette „*media mineralia*“ versehen wird²³⁾.

auch die populäre „*Sarepta*“ des MATHESIUS, erlebten jedoch zahlreiche Neuauflagen, die den Anforderungen immer noch gerecht zu werden vermochten, weil diese sich kaum verändert hatten. Bei dem im 16. Jh. erreichten „Höhepunkt“, von dem AGRICOLA in seinem Hauptwerk die literarische Dokumentation gegeben hatte, blieb die Entwicklung stehen. Er war nur „plötzlich“ der Außenwelt sichtbar geworden, an sich war die Entwicklung im Berg- und Hüttenwesen (seit dem 13. Jh.) viel stetiger verlaufen, als es nun scheinen möchte. Die Metallurgie hat erst im 18. Jh. Anregungen von der emporblühenden chemischen Wissenschaft empfangen. Was das 17. Jh. betrifft, so ist natürlich in den vom Dreißigjährigen Krieg heimgesuchten Ländern ein Niedergang der Technik unvermeidlich gewesen.

²³⁾ Museum Wormianum. Leiden 1655. Auf S. 36 findet sich eine treffende Bemerkung, die auf die Schwierigkeit, die „Steine“ zu klassifizieren, anspielt:

Der Antagonist des barocken Pansophisten ist der induktiv vorgehende Experimentalforscher, dem das systematisierende Interesse abgeht, zumal an einer rein beschreibenden Wissenschaft. Und das war die Mineralogie doch damals. ROBERT BOYLE, der ein Büchlein über die Edelsteine geschrieben hat und sich für minerogenetische Fragen interessierte, wäre es wohl nie in den Sinn gekommen, ein Mineralsystem abzufassen²⁴⁾.

Die Iatrochemiker, deren Elementenlehre sich von PARACELSUS herleitete (siehe S. 209), waren meist Praktiker, die sich präparativen, pharmazeutisch-chemischen Arbeiten widmeten. Das naturphilosophisch-spekulative Moment ihres Theoretisierens bildete im Laufe des 17. Jahrhunderts mehr und mehr nur noch eine Art Oberbau. Ihr Interesse an der Mineralwelt war einseitig. Die Iatrochemiker wurden von den Phlogistikern abgelöst, die im 18. Jahrhundert einen grossen Einfluss auch auf die Anschauungen der Montanisten auszuüben vermochten, weil sie eine umfassende Theorie vertraten. Die Metallogenese, überhaupt die minerogenetischen Theorien standen im 18. Jahrhundert ganz im Zeichen des Phlogistons.

Den Berg- und Hüttenleuten bedeutete natürlich die Buchgelehrsamkeit überhaupt nichts. Sie waren nach wie vor immer noch die besten Kenner der Materie, aber ihr Interesse beschränkte sich doch fast ausschliesslich auf die technisch wichtigen Mineralien. Mit der analytischen Prüfung der „Steine“ gab sich die Dokimasie nicht ab.

Im letzten Viertel des 17. Jahrhunderts nimmt die Flut der Mineralsysteme einigermassen ab. Ein neues Zeitalter zieht herauf, die Ära NEWTONS. Die Mineralogie stagniert noch immer. Mit der Anwendung der Kennzeichenlehre auf die Mineralbeschreibung war man nicht weiter gekommen und die Gründe dafür liegen nahe. Wer vermochte einzusehen, dass das gleiche Mineral schön kristallisiert vorkommen kann, aber auch faserig oder gar dicht? Man kam überhaupt nicht auf die Idee, Kristalle der gleichen Mineralart, die verschiedenen Habitus aufwiesen, mitein-

„Lapides in certas classes redigere difficile admodum est, cum mirè in iis ludat Natura.“ Ob man nun nach der Farbe, der Figur oder aber der Substanz [!] ein teilen wolle, die verschiedenen Eigenschaften würden zu häufig koinzidieren. DE BOOND habe sich schon so sehr mit der Unterscheidung abgemüht.

²⁴⁾ Die kristallographischen Arbeiten von NIELS STENSEN (Winkelkonstanz 1669), die kristallopischen von ERASMUS BARTHOLINUS (1669) und CHRISTIAAN HUYGENS (1678, 1690), die Strukturtheorie von DOMENICO GUGLIELMINI (1688) fallen in diese Epoche. Von einer Rezeption der Ergebnisse durch die damaligen „Mineralogen“ kann überhaupt nicht gesprochen werden.

ander zu vergleichen. Man sah mit dem englischen Geologen JOHN WOODWARD (1665—1728) im Mineralreich nur eine „vast variety of phenomena“²⁵⁾. Varietätsbezeichnungen wurden zu Mineralnamen gemacht, unter anderm, weil man sich nicht oder doch nur langsam von der alten Idee emanzipierte, dass die Mineralien aus verschiedenen Ländern Verschiedenheiten aufweisen müssten. Dann aber warf man auch wieder verschiedene Mineralien zusammen, wie es beispielsweise bei den „Späten“ vorgekommen ist. Schliesslich sah man auch nicht, dass man mit einem ausgebauten und ausgeklügelten System von äusseren Kennzeichen zwar eine Art „Mineralbestimmungstafeln“ machen kann, aber kein Mineralsystem²⁶⁾! Überall hätte die Mineralchemie eingreifen können, die aber noch völlig in den Kinderschuhen steckte. Ihrer Geschichte wollen wir uns jetzt zuwenden.

*

Das von THEOPHRASTUS PARACELSUS (1493—1541) zwar nicht eigentlich zu systematischen Zwecken konzipierte Klassifikationsschema der Mineralien²⁷⁾ vermittelt einen Einblick in die von ihm etwa um 1530/40 entwickelten chemischen Theorien. Seine Auffassungen blieben lange Zeit, wenn auch in mehrfach abgeänderter Form, in Geltung; um 1700 wurden sie schliesslich von der Phlogistonlehre abgelöst. Seine Chemie war, wenn auch PARACELSUS analytische Reagentien verwendete und manchen Einblick in quantitative Beziehungen nahm, doch eine reine „Qualitäten-Chemie“: die Zurückführung der stofflichen Welt auf den Anteil, den die drei substanzbildenden Qualitäten, die Elementarprinzipien Mercurius, Sulphur und Sal an ihr hatten. Diese Prinzipien waren als Träger von Eigenschaften gedacht. Mercurius ist der Träger von Flüchtigkeit, Schmelzbarkeit, Glanz usw. und verleiht Metallnatur. Sulphur ist der brennbare Teil einer Substanz, während Sal (abgeleitet von den Destillationsrückständen) Feuerbeständigkeit verleiht und zum

²⁵⁾ „An Essay towards a Natural History of the Earth“, 2. Ausg., London 1702, S. 170.

²⁶⁾ Das gilt gerade von dem eben genannten WOODWARD, aber auch für CARL VON LINNÉ, der in der Mineralogie und Kristallographie manche Irrwege beschritten hat, die allerdings in entwicklungsgeschichtlicher Perspektive sehr interessant sind. LINNÉ hat übrigens seit seinem ersten mineralogischen Klassifikationsversuch (*Systema naturae*, 1735) als Stimulator auf einen ganzen Harst von Systembildnern gewirkt.

²⁷⁾ Vgl. J. SCHROETER, Die Stellung des Paracelsus in der Mineralogie des 16. Jahrhunderts. Schweiz. Min. Petr. Mitt. 21, 1941, 313—331.

Träger der äusseren Form der Stoffe wird, mithin auch zum Kristallisationsprinzip. Die iatrocchemische Schule übernahm diese Lehre, aber seit etwa 1587 begann die modifizierte Ansicht langsam an Boden zu gewinnen, dass neben den drei Prinzipien des PARACELSUS auch noch die beiden aristotelischen Elemente Erde (*terra mortua; caput mortuum*) und Wasser (*phlegma*), also fünf materielle Prinzipien anzunehmen seien²⁸⁾. War dies zunächst eine dogmatische Forderung der Iatrocchemiker, so sahen doch die praktisch tätigen unter ihnen, die in erster Linie wirksamere Medikamente gewinnen wollten, bald nach 1600 diese fünf Prinzipien als Ergebnisse der chemischen Analyse an²⁹⁾, drei aktive (Mercurius, Sulphur, Sal) und die zwei passiven, medizinisch nicht wirk samen: erdige Materie und wässrige Flüssigkeit.

Eine gedankliche Umbildung der Dreiprinzipienlehre lässt sich erkennen in der Theorie von den drei Grunderden, die in verschiedenen Schriften seit 1669 von JOHANN JOACHIM BECHER (1635—1682) vorge tragen wurde; er spricht von einer „subtilen“ oder merkurialischen Erde, von einer „brennlichen“ (der „*terra pinguis*“) und einer verglas baren Erde³⁰⁾. BECHER möchte das Sal der Paracelsisten ersetzen durch eine steinige, verglasbare Erde, die am ehesten dem Quarz vergleichbar sei und die er „aller Steine Vater“ nennt, den Sulphur, die Seele, durch eine fette Erde, die im Feuer verbrennt, und schliesslich Mercurius durch den Hüttenrauch³¹⁾.

Zentrale Bedeutung sollte die *terra pinguis* bald in jener Theorie erhalten, mit der GEORG ERNST STAHL (1659—1734) die Verbrennungs erscheinungen und analoge Vorgänge (wie die Verkalkung der Metalle) nach einem einheitlichen Schema zu deuten versuchte. STAHL sprach von einem „brennlichen Grundwesen“, dem Phlogiston, der bei der Ver brennung aus dem betreffenden Körper entweiche. Er liess hierbei die

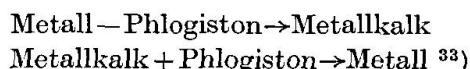
²⁸⁾ Vgl. R. HOYKAAS, Die Elementenlehre der Iatrocchemiker. Janus (Leiden) 41, 1937, I—28. HOYKAAS weist nach, dass der erste, der diesen Gedanken äus serte, nämlich JOSEPH DU CHESNE (QUERCETANUS), auf Grund eines Missver stehens des doppeldeutigen Gebrauchs des Wortes Element bei PARACELSUS zu der Forderung von fünf materiellen Prinzipien kam. Als Jahrzahl gibt er irrtümlich 1584 an; die 1. Ausgabe des „Grand miroir du monde“ erschien erst 1587 in Lyon.

²⁹⁾ JEAN BEGUIN, vgl. R. HOYKAAS (1937), l. c., S. 17.

³⁰⁾ In seinem Werk „Actorum Laboratorii chymici Monacensis, seu Physicae subterraneae libri duo“, Frankfurt 1669.

³¹⁾ „Alphabethum minerale“ (in seinen „Opuscula chymica rariora“), Nürnberg 1719. Hier gibt BECHER auf S. 110 (These VIII) folgende Definition: „Mercurius vocatur seu potius Arsenicum.“ Ebenda heisst es in These IX: „arsenicalischer, sulphurischer Schwaden und Dampff.“ (Die Schrift wurde 1682 verfasst.)

quantitativen Beziehungen ausser acht, z. B. die schon öfter beobachtete Gewichtszunahme der Metalle bei der Verkalkung, und nur so lange, als ihm die Chemiker darin folgten, konnte sich die Phlogistonlehre halten. Sie beherrschte das chemische Denken und Forschen jedoch bis zu den Tagen LAVOISIERS, d. h. bis nach 1780³²⁾. Die Rolle des Phlogistons ging dann an den Sauerstoff — und, energetisch betrachtet, an die Verbrennungswärme — über. Die Oxydationstheorie wurde die Umkehrung der Phlogistontheorie. Nach STAHL verliefen die Vorgänge folgendermassen:



Die Phlogistonlehre hat die Forschung indessen nicht gehemmt, denn während der phlogistischen Ära wirkten ganz hervorragende Experimentalchemiker und in dieser Zeit wurden auch die ersten entwicklungsfähigen Grundlagen zu den „chemischen“ Mineralsystemen geschaffen.

Die konsequent durchdachte Kritik an der Dreiprinzipienlehre (wie auch an den aristotelischen Elementen), die der geniale ROBERT BOYLE 1661 in seinem „Sceptical Chymist“ geübt hatte, seine Auffassung des chemischen Elementbegriffs, die Deutung des Wesens der chemischen Verbindung, seine quantitative Korpuskulartheorie³⁴⁾, all das verhallte wohl nicht ungehört, aber die Zeit war nicht reif für die richtige Rezeption. BOYLE war nicht Dogmatiker, sondern Skeptiker, was sich ja auch im Titel seines Werkes ausdrückt, das auch keine konsequent entwickelte Lehrmeinung, sondern eher eine dispositionsartige Arbeitshypothese vor-

³²⁾ Mithin lässt sich sagen, die geistige Folgewirkung des paracelsischen „Sulphur“-Prinzips, ganz gleich, ob darunter eine Kraft oder eine Materie verstanden wurde, war eine ausserordentliche. Für die Arbeiten der Chemiker wurden die Vorgänge durch das Feuer von zentraler Bedeutung; JOAN BAPTISTA VAN HELMONT (1577—1644) bezeichnete sich selbst als „philosophus per ignem“.

³³⁾ Die Metalle sind also zusammengesetzt! Desgleichen z. B. der Schwefel, während die Schwefelsäure ein einfacher Stoff ist. Erhitzt man Schwefelsäure mit Kohle, die sehr viel Phlogiston enthält, so wird sozusagen „synthetisch“ Schwefel dargestellt, der seinerseits komplexer ist als die schweflige Säure.

³⁴⁾ Die Atomistik wurde bald nach 1600 wiederbelebt vor allem durch JOACHIM JUNGIUS u. a. Besonders methodisch trat der französische Arzt SÉBASTIEN BASSON (1621) für die korpuskulartheoretische Auffassung der Materie ein. Die paracelsische Lehre gab ihrerseits einen günstigen Boden für die Ausbildung solcher Ansichten ab. Vgl. R. HOOYKAAS, The Experimental Origin of Chemical Atomic and Molecular Theory before Boyle. *Chymia* (Philadelphia) 2, 1949, 65—80.

trägt. Jedenfalls regte sein Beispiel nur zu praktischen chemischen Arbeiten an, und man trieb auch weiterhin hauptsächlich qualitative Analyse^{35).}

Ein ganz eigenes Dasein führte in den Probier- und Hüttenlaboratorien jener älteste, aus antiker Empirik herausgewachsene Zweig der chemisch-technischen Analyse: die Probierkunst^{36).} Der Stand, den im 16. Jahrhundert diese Untersuchungsmethode erreicht hatte, muss als sehr hoch bezeichnet werden; den literarischen Höhepunkt bildete das ausgezeichnete Probierbuch, das 1574 LAZARUS ERCKER (um 1530—1594) herausgegeben hat^{37).} Eine systematische analytische Chemie existierte damals nur in Form der Probierkunde, deren quantitative Arbeitsweisen ja teilweise schon in mittelalterlichen Rezeptvorschriften erkennbar sind. Diese Verfahren waren selbst für den naturwissenschaftlich orientierten Gelehrten des 16. Jahrhunderts ein völliges Neuland, so auch für AGRICOLA. Für die Klasse der „Lapides“ allerdings waren noch keine geeigneten Probiermethoden gefunden, ja sie waren nicht einmal denkbar. Vor diesem Problem versagte ja auch die analytische Kunst der „wissenschaftlichen“ Chemie, und noch im 18. Jahrhundert haben die Forscher manchen mühsamen Weg, wir müssen heute sagen: Umweg beschritten, bis im Lötrohr ein hervorragendes Hilfsmittel der analytischen Chemie auf trockenem Wege allgemein erkannt wurde. Die Probierkunde und die Metallurgie waren im 16. Jahrhundert der chemischen Theorie (und den chemischen Arbeitsweisen) weit voraus.

Es ist deshalb auch nicht einzusehen, was AGRICOLA im Hinblick auf seine Systematik hätte profitieren können, wenn er sich auch von

³⁵⁾ Beachtliche Ansätze zu einer qualitativen Analyse auf nassem Wege gelangen bereits einigen Iatrochemikern; es sei nur an OTTO TACHENIUS erinnert, der schon die Salze als Verbindungen von Säuren und Alkalien auffasste (*Hippocrates chymicus*, Venedig 1666). — Als höchst bemerkenswerte quantitative Untersuchung aus sehr früher Zeit (um 1609!) sei auf die von dem Chemiater ANGELO SALA ausgeführte Synthese und Analyse des Kupfervitriols hingewiesen. SALA nahm vorher und nachher genaue Wägungen vor. *Anatomia Vitrioli*, 3. Ausg. Leiden 1617, S. 72—76.

³⁶⁾ Zur Geschichte vgl. B. NEUMANN, Die Anfänge der Probierkunst und die ältesten deutschen Probiervorschriften. *Metall und Erz*, N. F. 8, 1920, 168—173. — Zur Literaturgattung der Probierbücher (mit bibliograph. Übersicht) E. DARMSTAEDTER, Berg-, Probir- und Kunstmühllein. München 1926 (Münchener Beiträge usw., 2/3).

³⁷⁾ „Beschreibung: Allerfürnemisten Mineralischen Ertzt/ unnd Berckwercksarten...“ Prag 1574. Über Leben und Bedeutung ERCKERS orientiert monographisch P. R. BEIERLEIN, Lazarus Ercker. (Freiberger Forschungshefte D 12.) Berlin 1955.

Alchemisten hätte beraten lassen oder selbst chemische Versuche angestellt hätte. Noch manche modernen Autoren erblicken hierin so etwas wie eine Unterlassungssünde AGRICOLAS³⁸⁾. Wäre AGRICOLA etwa in der Lage gewesen, die Resultate der Untersuchungen ERCKERS vorwegzunehmen? Vielleicht, aber dann hätte er sich wohl für lange Zeit gänzlich der Laboratoriumspraxis widmen müssen. Dass er eine Abneigung gegen das Theoretisieren der Alchemisten empfand, geht schon daraus hervor, dass AGRICOLA Aristoteliker war. So gibt er ja bei der Erörterung der Metallogenese meist antike Meinungen wieder und nicht etwa die astrologisch-alchemistischen Thesen, die längst auch in die Bergbaugebiete Einzug gehalten hatten, wie etwa das „Bergbüchlein“ des Freiberger Stadtarztes ULRICH RÜLEIN VON CALW (um oder kurz nach 1500) zeigt³⁹⁾. Wo sich AGRICOLAS Auffassungen gelegentlich mit denen der Alchemisten berühren, gehen diese ebenfalls auf ARISTOTELES zurück.

Mit den Theorien des PARACELSUS, der gegen die Autorität der Antike Sturm lief, war AGRICOLA wahrscheinlich im Jahre 1545, als er mit der Ausarbeitung seiner mineralogischen Schrift beschäftigt war, noch kaum genügend vertraut. Man darf aber wohl annehmen, dass er PARACELSUS abgelehnt hätte⁴⁰⁾.

Wollte man auf Grund der Dreiprinzipienlehre versuchen, die Mineralien zu klassifizieren, so wurde man natürlich automatisch auf Stoffklassen geführt, in denen das Vorwalten eines der Prinzipien manifest zu sein schien; man hätte die Metalle und die metallisch aussehenden Erze von den schwefligen, bituminösen, resinischen Substanzen und diese wieder von den salzartigen Mineralien getrennt. Die „Lapides“, soweit sie nicht schmelzbar, brennbar oder löslich waren, hätten ihre Sonderstellung — wie auch bei PARACELSUS — behalten. Eine solche

³⁸⁾ Ganz naiv ist der Standpunkt von ALBRECHT SCHRAUF, die Entwicklung der Mineralogie würde „zwei Jahrhunderte“ gewonnen haben, wenn AGRICOLA „dem selbständigen chemischen Experimente mehr Zutrauen geschenkt“ hätte, beruht sie doch auf einer völligen Verkennung der Ausgangssituation und der Entwicklungsgeschichtlichen Tatsachen. („Über den Einfluss des Bergsegens auf die Entstehung der mineralogischen Wissenschaft im Anfange des XVI. Jahrhunderts.“ Akademievortrag. Wien 1894, S. 8.)

³⁹⁾ E. DARMSTAEDTER (1926), I. c. (Anm. 36), S. 21f.

⁴⁰⁾ AGRICOLA wird natürlich über PARACELSUS' Theorien manches gehört haben, denn schliesslich machte PARACELSUS in halb Europa von sich reden. Fraglich bleibt aber, ob AGRICOLA je etwas von ihm gelesen hat. Als einziges grösseres Werk wurde zu PARACELSUS' Lebzeiten nur seine „Grosse Wundartzney“ 1536 in Augsburg gedruckt.

Einteilung entsprach aber dem Stand der analytischen Chemie des Mittelalters wie des 16. Jahrhunderts. Zu ihr gelangte man mit oder ohne eine bestimmte chemische Theorie. In ganz derselben Form war diese Klassifikation schon im 11. Jahrhundert von dem arabischen Arzt AVICENNA (gest. 1037) aufgestellt worden:

Lapides, Liquefactiva (Erze), Sulphura, Salia.

AGRICOLA kannte den Traktat AVICENNAs⁴¹⁾, von dessen Einteilung er in der Hauptsache ja nur in einem wesentlichen Punkt abwich, indem er die „Mista“ (siehe S. 200) einführte.

Hier mag es von Interesse sein, auf eine Koinzidenzerscheinung hinzuweisen. Vergleicht man unsere älteren Systeme mit der Art, wie in alten chinesischen Arznei- oder Kräuterbüchern z. B. die Metalle und Erze eingeteilt worden sind, so ist praktisch völlige Übereinstimmung festzustellen. CHR. GOTTL. v. MURR machte 1775 ein solches Buch bekannt, das 1742 in Peking gekauft worden war und — in MURRS Schreibweise — als „Puen çao kang mo“ bezeichnet ist⁴²⁾. Man war damals der Meinung, es sei wohl um die Mitte des 17. Jahrhunderts von einem Arzt KU HUNG PE verfasst worden. Heute weiss man, dass es in der 2. Hälfte des 16. Jahrhunderts von dem Staatsbeamten LI SHI-CHEN zusammengestellt wurde. Es unterscheidet gediegene Metalle von gediegenen, die mit andern umhüllt sind (z.T. Legierungen?), sodann vererzte und erd- oder ockerartige.

Die chemische Charakteristik der „Lapides“ war eine Aufgabe, die man im 17. Jahrhundert auf keine Weise zu bewältigen vermocht hätte. BECHER (vgl. Anm. 30) erwähnte die Tatsache, dass manche Steine im Feuer in Glas, andere in Kalk übergehen, und es scheint, als habe er eine ganze Reihe solcher Vorproben ausgeführt, aber bei der Besprechung im System zählt er sie dennoch ähnlich wie WORM in der althergebrachten Ordnung auf. BECHER führt noch eine Klasse „Decomposita“ auf, worunter er doppelt zusammengesetzte Mischungen versteht. Das sieht nach einer Reminiszenz an die „mista“ wie auch an die „succii concreti“ aus, nur dass BECHERS Einteilung viel gezwungener wirkt. So stehen

⁴¹⁾ Dieser war z. B. in Venedig 1542 gedruckt worden mit der „Summa perfectionis magisterii“ des GEBER genannten Alchemisten aus dem 13. Jh. — Avicennae de Congelatione et Conglutatione Lapidum... Hg. von E. J. HOLMYARD und D. C. MANDEVILLE, Paris 1927. — Vgl. auch die Übersichtstabelle bei J. SCHROETER (1941), l. c., S. 328.

⁴²⁾ C. G. v. MURR, Beyträge zur Naturgeschichte von Japon und Sina. „Der Naturforscher“, 7. Stk., Halle 1775, S. 19 (Anm.).

Steinsalz und Salpeter bei den mageren erdigen Decomposita, während man den Alaun unter den salinen Decomposita findet⁴³).

Hatte das 17. Jahrhundert noch keinen Mineralanalytiker hervorgebracht, so wurden dafür gegen Ende des Jahrhunderts in einem Lande organisatorische Voraussetzungen geschaffen, die geeignet waren, indirekt etwas zur Entwicklung der Mineralanalyse beizutragen. Das geschah in dem metall- und rohstoffreichen Schweden, wo man aus dem mercantilistischen Geist der Zeit heraus die Aufsuchung von Bodenschätzen auf alle erdenkliche Weise zu fördern trachtete. Das königliche „Laboratorium chymicum“ wurde 1684 der Bergbaubehörde, dem „Bergskollegium“, unterstellt; der Paracelsist URBAN HIÄRNE (1641 bis 1724) war sein erster Direktor⁴⁴). Obwohl auch HIÄRNE in seinem vorzüglich eingerichteten Laboratorium noch keine eigentlichen Erfolge in der Mineralchemie vergönnt waren, war er ein guter Mineralienkenner, der z. B. das „Kupfernickel“ (Nickelin) beschrieb, in dem später CRONSTEDT das Nickel aufgefunden hat. CRONSTEDT erblickte in HIÄRNE auch seinen ältesten Vorläufer. Einen kurzen methodischen Leitfaden über das Aufsuchen von Erzen, Gesteinen usw. liess HIÄRNE 1694 in Stockholm erscheinen. In dieser kleinen Schrift gibt das nicht sehr originelle Mineralsystem gewissermassen nur einen notdürftigen Rahmen ab. HIÄRNE betont denn auch den praktisch-ökonomischen Zweck dieses Unternehmens, genau wie das auch MAGNUS VON BROMELL (gest. 1731) tat, der übrigens wieder auf das Verhalten der Steine im Feuer zurückkommt und sie danach einteilen will⁴⁵). Nach der Reorganisation des Laboratoriums wurde 1727 GEORG BRANDT (1694—1768), der Entdecker des metallischen Kobalts, dessen Direktor. BRANDT führt die lange Reihe der schwedischen Mineralchemiker des 18. Jahrhunderts an. Und eine

⁴³ Physica subterranea, hg. von G. E. STAHL, Leipzig 1738, Sect. VI, Cap. II—VII, S. 234—267. BECHER sieht also einerseits die Mineralien mit einem chemischen Auge an, folgt aber in der systematischen Beschreibung dem damals beliebten und verbreiteten System von JOHN JONSTON (*Notitia regni mineralis*, Leipzig 1661), der seinerseits auch nur auf den Schultern seiner Vorgänger steht. JONSTONS kleine Schrift mag damals für didaktische Zwecke ganz geeignet gewesen sein. Die Einteilung ist die übliche in *Terra*, *Succi concreti*, *Bitumina*, *Lapides*, *Metalla* (a: *nativa*, et sui generis wie Wismut und Antimon; b: *nativis affinia* = Erze, Hüttenprodukte).

⁴⁴) Vgl. STEN LINDROTH, *Urban Hiärne och Laboratorium chymicum*. Lychnos 1946—1947, Uppsala 1947, 51—116.

⁴⁵) Er unterscheidet resistente („Apyri“), kalzinierbare und verglasbare Arten. „Inledning til nödig kundskap at igenkänna och upfinna allahanda Bergarter, Metaller samt Fossilier.“ Stockholm 1730 (deutsche Ausgabe 1740).

direkte Linie führt von ihm zu CRONSTEDT, den er um 1746—1748 in die Chemie einführte.

In Sachsen kam eine neue Strömung mit JOHANN FRIEDRICH HENKEL (1679—1744) auf, der zuerst als Arzt und dann als Bergrat in Freiberg gewirkt hat. Seine Mineralkenntnis, insbesondere seine Kenntnis der sulfidischen Erzmineralien, die er bereits als Verbindungen von Metallen mit Schwefel auffasst, steht schon auf einem sehr hohen Niveau⁴⁶⁾. So beschreibt er etwa sehr treffend (vielleicht als erster?) den damals noch kaum bekannten Kermesit von Bräunsdorf:

„Hiernechst hat man das rothe Antimonium ohngefähr Purpurfarbig, welches aber mehr eine rare, und meines Wissens ausser Freyberg nicht bekannt, übrigens niemahls so derb als das graue [Antimonit], sondern allezeit nur in zarten Federgen in der Druse lieget, und bey alle dem wahrhaftig aus nichts mehr, als aus regulo [Antimon] und Schwefel bestehet⁴⁷⁾.“

Vergleichsweise sehr früh hat HENKEL begonnen, bei seinen analytischen Arbeiten auch den nassen Weg einzuschlagen, wobei er ausser Säuren und Alkalien auch Veilchensirup, Gallusaufguss und anderes mehr verwendete⁴⁸⁾. Als nüchterner, unbefangener Forschertyp trat er auch an die alte Frage der Steinuntersuchung und -klassifizierung heran, und er hat hierbei die Möglichkeiten nicht überschätzt, sagt er doch, „nach der Natur oder wesentlichen Mischung die Steine einzutheilen ist zwar das vornehmste, aber auch das schwerste“⁴⁹⁾. Oberflächliche Proben nützten nichts, und es habe auch keinen Sinn, von verglasbaren Steinen zu sprechen, wenn man nicht wenigstens unterscheide, ob sie schwer oder leicht zu verglasen seien usw. HENKEL geht es eigentlich nicht ums Klassifizieren, denn alle Versuche in dieser Richtung gelten „so lange bis wirs besser lernen“⁵⁰⁾. In seinen Schriften aus verschiedenen

⁴⁶⁾ P. GROTH wird HENKEL sicherlich nicht gerecht, wenn er sagt, dass dessen bekannte „Pyritologia“ (Leipzig 1725) abgesehen von Fundortsangaben in mineralogischer Hinsicht keinen wesentlichen Fortschritt gegenüber AGRICOLA enthalte (Entwicklungsgeschichte der mineralogischen Wissenschaften, Berlin 1926, S. 148).

⁴⁷⁾ „Henkelius in Mineralogia redivivus, Das ist: Hencklischer ... Unterricht von der Mineralogie“ (posthum hg. von J. E. STEPHANI). Dresden 1747, S. 117; auch ibid., S. 115. HENKEL macht hier auch wertvolle Angaben über die Paragenese des Antimonits.

⁴⁸⁾ Siehe die „Sammlung von Natur- und Medicin ... Geschichten“, 13. Versuch, 1720 (Leipzig und Bautzen 1722), S. 306—316. Hier gibt HENKEL einen Bericht über seine Untersuchung des Schlackenbads in Freiberg, der von einer analytischen Tabelle begleitet ist.

⁴⁹⁾ L. c. (Anm. 47), S. 33.

⁵⁰⁾ Ibid., S. 39. — Natürlich unterscheidet er zwischen der reinen Kennzeichnung mittels Schmelzproben und dem „eigentlichen Bestandwesen“ der Steine.

Zeitabschnitten findet man denn auch verschiedene Klassifikationsvorschläge, die auch meist nur dispositionsartig skizziert sind. Die äusseren Kennzeichen lehnt er ab; er will nur chemische gelten lassen, urteilt also genau wie CRONSTEDT, als dessen Vorläufer er auch gelten darf, wenngleich es HENKEL noch nicht geglückt ist, die Hinwendung zu einem chemischen Mineralsystem zu vollziehen.

HENKEL hatte viele Jahre lang in Freiberg mineralogischen und metallurgischen Unterricht erteilt, und dadurch wurde so etwas wie eine Tradition geschaffen, so dass sein Schüler CARL FRIEDRICH ZIMMERMANN (1713—1747) bald nach HENKELS Tod seine Kampagne für die „Obersächsische Bergakademie“ aufnehmen konnte⁵¹⁾. Durch HENKEL angeregt, hat auch JOHANN HEINRICH POTT (1692—1777) in Berlin seine jahrelang fortgesetzten Schmelzversuche an Steinen und Erden unternommen⁵²⁾. Er ist dabei einen sehr mühsamen Weg gegangen, denn um diese Zeit tauchen schon in Schweden die Lötrohrspezialisten auf, ANTON VON SWAB, der das Lötrohr um 1738 wohl als erster gebraucht hat, SVEN RINMAN und andere.

Nur noch wenige Jahre sollten vergehen bis zum Auftreten des Mannes, der die „Erden“ und „Steine“ in eine Klasse zusammenführen und damit wie mit einem Zauberstabe alle bisherigen, oft wohl für unüberwindlich betrachteten Schwierigkeiten auf diesem Gebiet zu beheben vermochte: AXEL FREDRIK CRONSTEDT. Mit der Entwicklung der mineralchemischen Forschung, wie sie der Veröffentlichung seines „Försök til mineralogie“ im Jahre 1758 unmittelbar vorausging, soll sich eine andere Studie beschäftigen.

Der Verfasser möchte der Eisen-Bibliothek, Stiftung der Georg Fischer AG., Schaffhausen, jener idealen Fundgrube für den Historiker der anorganischen Naturwissenschaften, auch an dieser Stelle für die Förderung seiner geschichtlichen Studien herzlich danken.

⁵¹⁾ C. F. ZIMMERMANN, „Ober-Sächsische Berg-Academie . . .“, Dresden und Leipzig 1746 (1. Abhandlung S. 9 ff.), worin der Gedanke der Errichtung einer Bergakademie — der späteren Bergakademie Freiberg — zuerst ausführlich propagiert wurde.

⁵²⁾ J. H. POTT, Chymische Untersuchungen . . . von der Lithogeognosia . . ., Potsdam 1746. Dazu zwei Fortsetzungen: Berlin 1751 bzw. 1754.