

Über die Nothwendigkeit,

# das naturhistorische Prinzip des Mohs

in der Mineralogie beizubehalten.

Von

**Dr. Benedikt Kopecky,**

Lehrer der Naturgeschichte an der Kommunal-Oberrealschule auf der Wieden, korr. Mitglied der Landwirthschaftsgesellschaften  
von Görz und Gratz, Korrespondent der k. k. geologischen Reichsanstalt etc. etc.

(Aus dem Programme der Kommunal-Oberrealschule in Wien, pro 1862, abgedruckt.)

---

Wien,

bei Sallmayer und Comp.

Kärntnerstraße Nr. 1044.

# Über die Nothwendigkeit, das naturhistorische Prinzip des Mohs in der Mineralogie beizubehalten.

Von Dr. Benedikt Kopecky.

Große Geister trifft in der Regel das Schicksal, daß sie von der Mitwelt nicht erkannt werden, sondern es der Nachwelt vorbehalten bleibt, ihr Verdienst zu würdigen, weil ihre Zeitgenossen entweder sich in einen bestimmten Ideengang hineingelebt haben, wobei sie nicht stimmende Thatsachen als bloße Ausnahmen bei Seite schieben, oder weil sie eine neue Gedankenrichtung mit allen ihren Konsequenzen nicht aufzufassen im Stande sind, sondern sich stets an den scheinbaren Widersprüchen der ersten Begriffe stoßen und darüber nicht hinauskommen. Es gibt aber Perioden im Kulturleben der Völker, in denen sich die Ideen gleichsam überstürzen, selbst auf enger begrenzten Gebieten des Wissens begabte Köpfe wie um die Wette arbeiten, während andere weite Strecken brach liegen, und eine tumultuarische Gährung die Gedankenwelt in einer bestimmten Richtung ergreift, worüber der Gang sicherer Entwicklung der Wissenschaften gefährdet und wobei die richtige Abschätzung des bereits zurückgelegten Weges beirrt wird. Dann ereignet es sich, daß im ungestümen Drange nach vorwärts die treibenden Massen sich stauen und der Mangel des Fortschrittes der Erkenntnis falschen Bahnen angerechnet wird, wenn man auch in der wahren Richtung bereits treibt. Wenn diese turbulente Ausbreitung der Strömung menschlichen Wissens künftigen Jahrhunderten vielleicht ein hervorstechendes Merkmal des gegenwärtigen Kulturlebens sein wird, so nehmen doch nicht alle Fächer des Wissens in gleichem Maße an dieser Bewegung Theil. In jedem Jahrtausende treibt der Gipfel menschlicher Bildung andere Blüten und fallen andere Früchte von seinen Ästen. Was für matte Fragen ventilirt nicht die moderne Philosophie im Vergleiche mit den theologischen Kämpfen der ersten christlichen Jahrhunderte!

Die Umwälzung der sozialen Verhältnisse in Europa hat mit der Entfesselung des Geistes von dem Drucke mittelalterlicher Satzungen auch die Freiheit des Forschens zum Gemeingut gemacht. Während die Wahrheit mit Fabeln durchwirkt in verborgener Abgeschlossenheit als Kunstgeheimnis oder Volksgebrauch erst nach Jahrhunderten zu einer exakten Erkenntnis heranreifte, wird sie jetzt wie im Fluge von vielen zugleich erobert und kaum ist ein Gedanke ausgesprochen, so wird er schon hundertfältig verwerthet. Die exakten Wissenschaften der Neuzeit verdanken die glänzenden Resultate ihres beharrlichen Fortschrittes der induktiven, zuerst von Bacon von Verulam († 1626) formulirten Methode; hingegen sind die idealen Wissenschaften weit zurückgeblieben und bringen nur mehr den Eindruck bewunderungswürdiger Ruinen, aber nicht den nützlicher Bauten hervor.

Zu jenen modernen Wissenschaften, deren Entwicklung rapid erfolgte, gehört die Mineralogie. Sie muß für eine ganz neue Wissenschaft gelten, die erst nach Jahrzehnten zählt, an deren Ausbau aber gleichzeitig die besten Talente unseres Jahrhunderts sich erprobt haben und die vorzüglich auf deutschem Boden, wo ihre Anfänge in den Erfahrungen des Bergbaues wurzeln, ihre Pflege gefunden hat. Die Gründer derselben, deren Bemühungen nur kurze Zeitabstände von einander entfernt sind, strebten auf verschiedenen Wegen dem Ziele durchgreifender Erkenntnis zu. Nur Einer von ihnen schlug einen Weg ein, der auch für die Zukunft zu einem beharrlichen Fortschritt führt, wir meinen Friedrich Mohs, der in der Mineralogie eine Methode anwendete, die an sich nicht neu war, denn es ist die der allgemeinen Naturgeschichte, die aber

den großen Vorzug besitzt, daß sie sich keiner Hypothese oder irgend einer Voraussetzung bedient, sondern nichts, als die Anwendung des gesunden Menschenverstandes auf die Produkte des Mineralreiches erfordert und die daher auch mehr als jede andere geeignet ist, der Entwicklung des jugendlichen Verstandes helfend zur Seite stehen. Da die Grundlage seiner Methode die innigste Bekanntschaft mit den Mineralien voraussetzt, um die Einerleiheit, Gleichartigkeit und Ähnlichkeit derselben beurtheilen zu können, ist aus seinem Systeme nicht nur die Kombinationskraft, sondern auch die geistige Größe dieses Mannes zu entnehmen, mit welcher derselbe das gesammte Materiale zu umfassen, und auf eine Bahn des Fortschrittes zu bringen verstand.

Versuchen wir ein Bild zu entwerfen von dem Zustande, in welchem sich die Mineralogie zu jener Zeit befand, als *Mohs* seine erste Schrift: „Des Herrn Jakob Friedrich von der *Mull* Mineralien-Kabinet“ veröffentlichte. (Wien 1804.) Da *Werner* seit seinem epoche machenden Werke: „Von den äußerlichen Kennzeichen der Fossilien,“ (Leipzig 1774) außer seinem kurzen Klassifikation der Gebirgsarten (1784) und der Gangtheorie (1791) über sein System nichts veröffentlichte, hatten Andere versucht in systematischen Werken das Wichtigste seiner Universitätsvorträge darzustellen. Wir wählen als bezeichnend für diese Periode das von dem Leipziger Professor *Christian Friedrich Ludwig* zu Vorlesungen entworfene Handbuch der Mineralogie nach *A. G. Werner* (Leipzig 1803), wovon der erste Theil die Dryktnognose, der zweite Theil die Lehre von den Gebirgsarten und Versteinerungen nebst einigen geognostischen Fragmenten u. s. w. enthält. Die physikalischen Eigenschaften der Mineralien erscheinen hier schon in ihrer vollen Geltung, sie dienen vorzugsweise der Diagnose, die chemischen hingegen der Methode der Anordnung; doch heißt es, könnten auch die äußerlichen Eigenschaften der Klassifikation dienen, aber man habe von einer natürlichen Methode nur einige Fragmente. Die Wichtigkeit der eigenthümlichen Schwere, über welche man in neuerer Zeit leichtfertig hinausgehen will, wird als eines der zuverlässigsten und untrüglichen Kennzeichen besonders hervorgehoben, die Härte nach 6 Graden: Gips, Serpentin, Kalkstein, Feldspath, Bergkristall, Diamant unterschieden. Der Zusammenhang der Kristallgestalten untereinander ist kaum angedeutet. Als Grundgestalten werden das Ikosaeder, Pentagonal-Dodekaeder, Hexaeder, die Säule, Piramide, Tafel und Linse aufgestellt, die Kombinationen durch Abstumpfung, Zuschärfung und Zuspizung beschrieben. Aber es ist davon die Rede, daß man sich die Bestimmung der wesentlichen Gestalt eines Kristalls erleichtern kann durch Beobachtung der Verwandtschaft, die zwischen den Kristallisationen eines und desselben Fossils herrsche. *Hauy's* Theorie über den Bau der Kristalle, wie sie in seinem *Traité de Minéralogie* (Paris 1801) dargestellt ist, wird nur kurz erwähnt und bemerkt, daß seine Urgestalten, integrirende Moleküles und Kerne der Kristalle mit *Werner's* Durchgang der Blätter zusammentreffen. *Werner* hatte also damals die Theorie *Hauy's* nicht adoptirt und scheint auch später nur mit Widerstreben in die kristallographischen Eigenschaften der Mineralien eingedrungen zu sein. Ein desto tieferes Studium hatte sein Schüler *Mohs* diesen Theorien angedeihen lassen. Hören wir, wie er sich über den Werth derselben gegenüber seinem geehrten Lehrer ausspricht in seinem zweiten Werke: „Versuch einer Elementar-Methode zur naturhistorischen Bestimmung und Erkennung der Fossilien“ wovon jedoch nur der erste Theil (Wien 1812) erschienen ist. *Mohs* erklärt, daß *Werner's* Werk die Grundlage der Kennzeichenlehre für alle Zeiten bleiben wird, doch mangle es einigen der abgehandelten Gegenständen an Schärfe der Bestimmung, wozu er die Lehre von den Kristallen rechne; es hätte sich nichts Glücklicheres ereignen können, als daß ein gründlicher Mathematiker sich ihrer annahm und man fände daher in Herrn *Hauy's* schätzbaren Untersuchungen alles, was für die Naturgeschichte nur sich wünschen lasse. Und doch hatte *Mohs* damals bereits den Schlüssel zur Eröffnung der Reihen in der Hand, wie aus einem dort angeführten Beispiel über die Kombinationsfähigkeit gewisser Gestalten (des tessularen Systems) hervorgeht, was ihn zum Begriffe der naturhistorischen Spezies geführt hat. \*)

\*) Vergleichen wir mit diesem Auftreten jenes Verfahren, womit die modernen jungen Gelehrten ihre wissenschaftliche Karriere eröffnen. Mit irgend einer wissenschaftliche Notabilität wird ein Krakehl begonnen und auf dem weiten Felde von deren Thätigkeit ein Plätzchen aufgespürt, wo ihre Arbeit weniger intensiv war, um dort mit großem Geräusch die eigene Fahne aufzupflanzen.

Auch Z i p p e weiß von dem späteren kristallografischen Standpunkte W e r n e r s zu erzählen. Als er ihm im Jahre 1816 in Freiberg eine Parthie selbst gefertigter Kristallmodelle zeigte, äußerte jener seinen Weifall darüber, sagte ihm aber dabei: *Befassen Sie sich nicht zu viel mit Kristallografie, wenn Sie ein Mineraloge werden wollen*“. Doch berichtet später J a s s o y, daß W e r n e r 4 Hauptübergangssysteme der Kristalle aufgestellt habe: 1. das allgemeine, 2. das tessularische, 3. das des Kalkspathes, 4. das des Schwerspathes

Das W e r n e r'sche Mineralsystem war weitaus allgemein herrschend geworden. In seinen vier (arabischen) Klassen: erdige, salzige, brennliche und metallische Fossilien, erscheinen die Gruppen unter dem Namen der Geschlechter, denen die Spezies aber in Sippschaften zusammengefaßt untergeordnet werden, wenn die naturhistorische Übereinstimmung derselben unter einander zu gering ist, z. B. das Kobold-Geschlecht in den zwei Sippschaften des Speiskobolds und Erdkobolds. M o h s war in seiner Beschreibung des von der R u l l'schen Kabinet der Anordnung W e r n e r s gefolgt, in der er wohl schon damals kein System erblicken mochte, indem W e r n e r eigentlich nur eine Eintheilung der Mineralien nach dem ihm vorzüglicher erscheinenden chemischen Bestandtheile getroffen hat, dabei aber, wie schon seine Klassen zeigen, den naturhistorischen Standpunkt nie ganz aus dem Auge ließ, sowie er auch den Diamant stets als Stein betrachtete und von den Kohlen getrennt haltend unter die erdigen Fossilien reichte. Dieser Mangel eines einzigen leitenden Prinzipes mochte W e r n e r selbst nicht befriediget und von der Veröffentlichung seines Systems abgehalten haben. Aber sein glücklicherer Nebenbuhler A b b é H a u y, der in seinem *Traité de Minéralogie* die weitere Entwicklung der mineralogischen Wissenschaften in die Hand nahm und von rein chemischen Standpunkt ausgehen zu wollen schien, erhielt doch kein sehr verschiedenes Resultate. Er trennte einen Theil der nachmaligen M o h s'schen Halceide und Baryte als substances acidiferes terreuses von den übrigen erdigen Fossilien W e r n e r s, den Spathen und Gemmen des M o h s, und schob zwischen beide die Salze hinein; dann ließ er die brennbaren Mineralien folgen, bei welchen der Diamant zwischen dem Schwefel und Anthrazit steht; als letzte Klasse führte er die metallischen Stoffe an, in meist nach der Dichte des maßgebenden Elementes geordneten Gruppen, in welchen das gediegene Metall vorausgeht und seine Verbindungen nachfolgen, wie bei W e r n e r.

Über diesen Standpunkt der mineralogischen Wissenschaften kommt W h e w e l l in seiner klassischen »Geschichte der induktiven Wissenschaften« zu folgendem Ausspruch: »Das chemische Prinzip der Klassifikation, auf gut Glück hin verfolgt, führt zu Resultaten, die einen philosophischen Kopf empören. Es trennt Körper, die wir kaum mehr unterscheiden können, durch große Zwischenräume von einander; es bringt ganz unähnliche und scheinbar weit von einander getrennte Substanzen in eine gezwungene Verbindung und führt demungeachtet kaum in einigen Fällen zu einer wirklichen Wahrheit.« Über seine eigenen Landsleute fällt er ein Urtheil, das durch den weiteren Verlauf der Dinge bestätigt wurde und ebenso gültig für die nordamerikanischen Mineralogen geworden ist. Er sagt nämlich: »Ein merkwürdiges Beispiel von der Verschiedenheit des intellektuellen Nationalcharakters ist die Erscheinung, daß die offenbaren Unzulänglichkeiten der damals vorherrschenden Systeme in Deutschland zu kühnen und zerstörenden Reformversuchen, in England aber zu einer Art von mißachtender Verzweiflung an allen Systemen überhaupt, zu dem Glauben nämlich geführt haben, daß ganz und gar kein System festbestehend und wahrhaft nützlich ist, und daß daher die einzige werthvolle Erkenntnis der Natur in der Auffammlung einzelner Thatfachen bestehen soll. — So lange England in Beziehung auf Mineralogie solche Ansichten festhält, kann es keinen Theil haben, an den glücklichen Erfolgen der nächstkommenden Perioden.«

Wirklich gefallen sich jetzt gewisse englische Naturhistoriker darin, uns mit hochtönenden Genußnamen der von ihnen aufgefundenen neuen Spezies zu beglücken, während sie die Diagnosen als Fabriksgeheimnis für sich bewahren. Der Amerikaner D a n a ordnet in seinem System of mineralogy die Arten nach dem Alfabete. Einige deutsche Mineralogen beehren uns mit Systemen, deren Ordnungen oder Ge-

schlechter durch einen solchen Umfang von Merkmalen charakterisirt sind, daß man da zu dem bunten Gemenge noch die verschiedensten Dinge hineinreihen könnte; die Spezies hingegen treten ohne alle Merkmale auf.

Während nun Mohs in seinem ersten Werke sich ganz der Werner'schen Methode anschließt, ja sogar der Kristallform eine verhältnismäßige geringe Aufmerksamkeit schenkt und bei der reichen Entwicklung der Flächen mancher Kristalle an deren Gesetzmäßigkeit zweifelt, wie beim Vesuvian, Arzinit, Bergkristall, Borazit; finden wir ihn acht Jahre später auf dem entschiedenen Wege seines naturhistorischen Systemes und bereits beim Begriffe der Spezies angelangt, die er späterhin durch die kristallographischen Reihen in einer so umfassenden Weise mit zu begründen versucht hat. Linné betrachtet die Spezies in den organischen Reihen als etwas Gegebenes und führt ihre Gesetzmäßigkeit bis zum Schöpfungsakt zurück, daher man auch bestritten hat, daß im Mineralreiche die Spezies in derselben Weise konstruirt werden könne, als sie uns in den organischen Reihen von der Natur wenn auch nicht immer deutlich genug in ihrer Abgrenzung gegen die nächsten Verwandten gegeben sei. Die moderne Forschung steht jedoch auf einem andern Punkte. Wenn auch die Urzeugung im Laufe der Zeit immer mehr Boden verloren hat, tauchen hingegen neue Erscheinungen auf, welche uns den Schöpfungsakt als eine gleichzeitige und gegenseitig streng differenzirende Bildung sehr verschiedener organisirter Gestalten höchst zweifelhaft machen, indem wir sehen, daß nicht nur ungleichartige Organismen mit einander sich mischen, um neuen Formen Entstehung zu geben, die nicht absolut unfruchtbar sind, sondern daß auch gleichartige Wesen Nachkommen hervorbringen, die in gewissen Eigenschaften variiren und diese selbst wieder diese Änderung bleibend fortzupflanzen im Stande sind, so daß die letzten Glieder eines Stammes von den Urältern bedeutend verschieden sein können. Hierzu kommt, daß die Beobachtungen sich immer mehr häufen, nach welchen die Fortpflanzungszellen mancher Wesen sich zu ganz andern Organismen entwickelt haben sollen, wie die Pollenkörner, Sporen, Amylumzellen, welche zu besonderen Formen heranwachsen, die sich fortpflanzen; wie Polipen nach ihrem Absterben in freibewegliche Zellen zerfallen. Es läßt sich nicht läugnen, daß die Hypothese, es seien die Arten unveränderliche Erzeugnisse und jede einzeln für sich erschaffen, mächtig erschüttert worden ist. So glaubt Darwin (über die Entstehung der Arten im Thier- und Pflanzenreich durch natürliche Züchtung oder Erhaltung der vervollkommeneten Rassen im Kampfe ums Dasein. Nach der 2. Auflage übersetzt von Dr. N. G. Bronn Stuttgart 1860), in der Abweichung der Eigenschaften, welche die Nachkommenschaft im Vergleich mit den Eltern zeigt, eine Quelle der Formänderung zu finden, die nicht innerhalb gewisser Grenzen schwankt, sondern nach allen Richtungen fortschreitet, so daß die ganze lange Reihe einst gewesener und noch lebender Organismen einen Prozeß unausgesetzter Umbildung darstellt. Ja Darwin scheut sich nicht die Annahme auszusprechen, daß wahrscheinlich alle organischen Wesen, die jemals auf dieser Erde gelebt, von sehr wenigen Urformen abstammen, welchen das Leben zuerst vom Schöpfer eingehaucht worden ist. Wie verhält sich aber die systematische Naturgeschichte zu dieser Hypothese? Darwin sagt: »Die Systematiker werden nicht mehr unablässig durch den gespenstigen Zweifel beängstigt werden, ob diese oder jene Form eine wirkliche Art sei. Die Systematiker haben nur zu entscheiden, ob eine Form beständig genug oder verschieden von anderen Formen ist, um eine Definition zuzulassen und wenn dieß der Fall, ob die Verschiedenheiten wichtig genug sind, um einen spezifischen Namen zu verdienen. Ohne daher die Berücksichtigung noch jetzt vorhandener Zwischenglieder zwischen zwei Formen verwerfen zu wollen, werden wir veranlaßt sein, den wirklichen Betrag der Verschiedenheit zwischen denselben sorgfältiger abzumägen und höher anzuschlagen.«

Auf diesen Standpunkt hat sich Mohs ursprünglich bei Aufstellung seines naturhistorischen Systems gestellt, wie dies aus seinen zweiten Werke „Versuch einer Elementar-Methode“ hervorgeht, wo er die Spezies aus den Reihen der Individuen konstruirt und daß er dabei mit einer gewissen Resignation zu Werke geht, die Erhebung der Thatfachen an sich als das höchste Ziel betrachtet und nur soviel daraus folgern zu dürfen glaubt, als ihm die der Wissenschaft eigene Methode gestattet, erhellt aus seinen Worten

womit er schon in der Beschreibung des von der Null'sche Kabinetes das Wesen der Dryktognose bezeichnet: »sie soll weiter nichts als die Körper, welche sie zum Gegenstande ihrer Untersuchung gemacht hat, durch gewisse ihr eigenthümliche Hilfsmittel kennen lernen und sie fragt also nichts darnach, ob die Natur mit diesen Körpern etwas und was sie mit ihnen sagen will.«

In seinem Versuch der Elementar-Methode hat die Kombinationsfähigkeit gewisser Kristalle (hier des tessularen Systemes) ihm den Weg gezeigt, wie scheinbar verschiedene Mineralien als gleichartige zusammengefaßt werden können. Eine ausführliche Darstellung seiner Methode die Spezies zu konstruiren findet sich in den leichtfaßlichen Anfangsgründen der Naturgeschichte des Mineralreiches (Wien 1832) während die schon früher festgestellten Grundsätze, in seinem Grundriß der Mineralogie (Dresden 1822) bereits vollständig auf das Mineralreich angewendet, durchgeführt wurde, nachdem er früher eine Charakteristik des naturhistorischen Mineral-Systemes (Dresden 1820) herausgegeben hatte. Das Mineralreich ist darnach der Inbegriff aller Mineralien, abgesehen von der numerischen Verschiedenheit der Individuen, sondern vielmehr als eine Reihe naturhistorischer Geschlechter. »Ein System der Natur, wenn man darunter etwas versteht, was die Natur selbst hervorgebracht haben soll, ist zwar ein ziemlich gangbarer, aber gänzlich leerer Begriff. Denn dieser Begriff erfüllt nur dadurch einen Gegenstand, daß man annimmt, die Natur habe die Klassen, die Ordnungen, die Geschlechter, die Arten wirklich, d. h. als Gegenstände der unmittelbaren Anschauung hervorgebracht und man habe nur nöthig, die Vorstellungen derselben aus ihr zu entnehmen, wodurch denn das System der Natur mit dem natürlichen einerlei werden würde. Allein die Natur enthält zwar Individuen, aber nicht Spezies, nicht Geschlechter u. s. w. wie daraus erhellt, daß diese oft unrichtig hervorgebracht sind, oder werden, was sie nicht sein könnten und was nicht geschehen würde, wenn die Natur sie hervorbrächte.«

Als Individuen des Mineralreiches betrachtete Mohs, Behufes der Systematik, die den Erdkörper zusammensetzenden Stoffe, insoferne sie, ohne organisirte Wesen zu sein, eine bestimmte Verbindung einzelner, ungleichnamiger Eigenschaften sind, welche die Natur selbst hervorgebracht hat, und er rechnet hierzu nicht bloß die Kristalle, sondern auch amorphe, dichte, flüssige und luftige Stoffe. Mohs fand sich bewogen zur Aufstellung seines Systems die chemischen Eigenschaften der Mineralien nicht zu benutzen, da 1. er die Naturgeschichte der Mineralien als eine besondere Wissenschaft konstruirte, deren Eigenheit eben darin bestand, daß sie die Mineralien in ihrem ursprünglichen, unveränderten Zustande untersucht, in dem sie die Natur versteht hat, und daher jene Eigenschaften zum Gegenstande hat, die man an den Substanzen wahrnimmt, ohne sie zu zerstören; 2. weil andererseits ein Zusammenhang zwischen der chemischen Konstitution der Mineralien und der Gesamtheit ihrer physikalischen Erscheinung nicht nachzuweisen war; endlich 3. die Chemie selbst ein auf die chemische Konstitution der Mineralien gegründetes consequentes System nicht zuwege brachte. Daß aber die Naturgeschichte der Mineralien als eine besondere Wissenschaft möglich sei, hat Mohs durch sein naturhistorisches Mineralsystem bewiesen, in welchem alle Einheiten von den hinreichend bekannten Spezies angefangen bis zu den Klassen durch die naturhistorischen Eigenschaften allein begründet sind. Diese Bereicherung der wissenschaftlichen Sphäre des menschlichen Erkennens ist jedoch von seinen Zeitgenossen in sehr verschiedener Weise aufgefaßt worden und während die einen die Priorität seiner Idee in Abrede stellten, erklärten die andern das Zustandekommen einer mineralogischen Wissenschaft ohne Beihilfe der Chemie für eine Unmöglichkeit.

Daß aber die Naturgeschichte der Mineralien durch keine andere Wissenschaft ersetzt werden kann und für andere die Grundwissenschaft bildet, beweist eben die Chemie selbst, welche bei gewissen Untersuchungen ihre Operationen sogleich einstellt, wenn ein Stoff durch seine naturhistorischen Eigenschaften hinreichend bestimmt erscheint (Reaktionen), ihre Elemente und Verbindungen zum Theil nach physikalischen Eigenschaften ordnet (Berzelius) und die spezifische Verschiedenheit isomerer Stoffe stets anerkannt hat, d. h. jene Verbindungen, welche zwar die gleiche Zusammensetzung aber verschiedene physikalische Eigenschaften (Kristallisation, Härte, Dichte, Strahlenbrechung) besitzen, stets für verschiedene Spezies genom-

men hat. Ein gleiches läßt sie gelten, wenn eine und dieselbe Substanz sowohl kristallisirt, als amorph vorkommt, indem auch hier eine Verschiedenheit in den physikalischen Eigenschaften mit auftritt. Übrigens ist zu erwägen, daß die Chemie keine schon abgeschlossene Wissenschaft ist und daß neue Methoden auch neue Elemente dort zu Tage fördern können, wo man sie bisher nicht gesucht hat; eine Erfahrung, worin ein Tag den andern befehrt.

Es muß Verwunderung erregen, daß das Unternehmen, chemische Verbindungen physikalisch zu gruppieren und zu bestimmen, dem ersten Chemiker der damaligen Zeit in einem so schiefen Lichte erscheinen konnte, daß er sich nicht scheute, darüber unter vornehmer Ignorirung der Methode abzusprechen. Wir sind zu wenig eingeweiht in die Verhältnisse der damaligen gelehrten Eliten, um beurtheilen zu können, was Berzelius bewogen hat, die Bestrebungen eines Mohs so gering zu achten. \*) Während das System des Mohs ein eben so tief durchdachtes, als von exakter Forschung zeugendes, auf ein eigenes Prinzip gegründetes, in sich abgeschlossenes Ganzes ist, das zugleich die Beweisgründe seiner Geltung in sich führt, macht Weiß ihm den Vorwurf, daß ihm Geschlechter und Ordnungen nur unter stillschweigender Bezugnahme auf die Resultate chemischer Untersuchungen entstanden seien und beeilt sich Breithaupt die Priorität der Idee einer natur-historischen Anordnung der Mineralien durch Veröffentlichung seiner kurzen Charakteristik des Mineral-Systems (Freiberg 1820) zu führen, Berzelius spricht hingegen den Vorwurf aus: Mohs glaubte ein Mineral zu kennen, weil er wußte, wie es aussieht.

Allerdings ist das bloße Anschauen der Mineralien verbunden mit sehr oberflächlichen Versuchen die gewöhnliche Methode, nach welcher die Mehrzahl der empirischen Mineralogen die Mineralien kennen lernt. Mohs selbst gesteht zu, daß er die Mineralien auf diesem Wege kennen gelernt habe, aber bloß, weil es zu der Zeit, als er anfang sich mit Mineralien zu beschäftigen, noch keine wissenschaftliche Mineralogie gab. Er erzählt darüber in seinen »ersten Begriffen der Mineralogie und Geognosie für junge praktische Bergleute (Wien 1842): Ich hatte mir unter der Anleitung des berühmtesten Lehrers, des Urhebers der Oryktognosie und Geognosie, Mühe gegeben, es in der Kenntniß der Mineralien so weit als möglich zu bringen und es war damals unter meinen Mitschüler bekannt, daß mir dies ziemlich gelungen sei. Nachdem ich die Bergakademie in Freiberg etwa seit einem Jahre verlassen hatte und mich in Anhaltischen Bergwerksdiensten befand, besuchte mich ein damals berühmter geognostischer Schriftsteller, ein älterer Zögling derselben Schule, und legte mir eine Menge von Mineralien vor, die er auf seiner Reise gesammelt hatte und nicht kannte. Ich hatte ihn vorher versichert, daß ich ihm jedes derselben nennen würde; ich konnte aber mein Versprechen nur zum Theil erfüllen, denn viele derselben kannte ich nicht oder hatte ihren Namen vergessen. »Wenn Sie,« sagte mein Gast »die Akademie werden so lang verlassen haben, als ich, so werden Sie soviel wissen, wie ich.« Man ersieht hieraus, wie es um die empirische Kenntniß der Mineralien steht. Was man nicht gesehen hat, das kennt man nicht, und was man durch Sehen kennen gelernt, ist leicht vergessen. Der Vorfall hat einen tiefen Eindruck auf mich hervorgebracht und mir die erste Veranlassung gegeben, auf ein Verfahren zu denken, auch Mineralien zu erkennen, die man noch nicht gesehen und das, was man einst gekannt hat, nicht wieder zu vergessen. Allein dies ist nicht das Wichtigste. Ein verständiger Mensch begnügt sich nicht damit, etwas zu wissen, er will auch die Gründe seines Wissens kennen, damit er die Zuverlässigkeit desselben beurtheilen kann: er strebt mit einem Worte nach wissenschaftlicher Kenntniß. Durch Wissenschaft allein erhält die Erfahrung Leben und wird fruchtbar, d. h. die Wissenschaft bringt wahre und richtige und selbst solche Kenntnisse hervor, die nicht unmittelbar aus der Erfahrung abstammen und nie aus der bloßen Erfahrung zu erhalten sind.

Mohs hat später zugegeben, daß seine naturhistorische Methode kein so schnelles Glück gemacht

\*) Ein Blick auf das Treiben der heutigen wissenschaftlichen Kammeraderie läßt uns zwar manches errathen, kann uns aber nicht aufmuntern, nach dem gesellschaftlichen Zustand der damaligen gelehrten Welt näher zu forschen.

habe, als seiner Zeit die oryktognostische Werners, der es gänzlich an einer Charakteristik der Spezies gefehlt habe, so vortrefflich auch die Beschreibungen derselben für die damalige Zeit waren; oder die kristallographische Methode Hauy's, die zwar hin und wieder einzelne Merkmale angibt, wobei man jedoch von dem, woran man die Mineralien erkennen soll, nicht zu sagen weiß, ob es ein Charakter oder eine Beschreibung ist. Bei beiden Methoden hat man sich genöthiget gesehen, die Mineralien empirisch kennen zu lernen, wozu man keiner Methode bedarf. Die naturhistorische scheint ihm eine größere Dauer zu versprechen, da sie nicht nur eine wirkliche Methode von eigenthümlichen Grundsätzen ist, und keine Frage über die Produkte des Mineralreiches, insoferne sie in das Bereich dieser Methode fällt, unbeantwortet läßt, sondern auch einfach, leicht verständlich und ebenso befriedigend ist, wie überhaupt die Methode der Naturgeschichte der übrigen Reiche.

Seit Mohs dieses Prinzip aufgestellt hat, sind 50 Jahre verflossen; Chemie und Physik der Mineralien haben sowohl was Umfang und Tiefe betrifft, eine nicht geahnte Vervollkommnung erreicht und auf einen zwischen den verschiedenen Eigenschaften der Mineralien herrschenden Zusammenhang hingewiesen; doch sind diese Beziehungen bis jetzt nur zum kleinsten Theil aufgedeckt, wie selbst der Mineralchemiker (Kamellsberg Handbuch der Mineralchemie. Leipzig 1860) aussprechen muß. Wer wird ihm übrigens nicht Recht geben, was für rasche Fortschritte die Mineralogie gemacht hätte, wenn Hauy's kristallographisches Wissen und Laproth's chemische Geschicklichkeit in einer Person vereinigt gewesen wären. Allein da für die Zukunft bei der immer mehr anwachsenden Zusammengesetztheit des wissenschaftlichen Apparates beider Doktrinen eine solche Vereinigung ausgezeichneter Fähigkeiten in einer Person immer weniger zu hoffen ist, wird auch fernerhin nichts natürlicher sein als eine solche gesonderte Erforschung einzelner Eigenschaften, die miteinander in Rücksicht der Methode der Untersuchung in einem näheren wissenschaftlichen Zusammenhang stehen, mit aller Konsequenz spezifischer Richtung zu pflegen, bis endlich jene profunde Erhebung des naturwissenschaftlichen Erkennens eintritt, wo ein und dasselbe System auch den verschiedenen Gesichtspunkten entspricht; ein Ideal, von dem noch zweifelhaft ist, ob es zu erreichen der gegenwärtigen Kulturperiode des Menschengeschlechts gegönnt sein wird.

Bevor wir die Methode, nach welcher Mohs den Gang des Erkennens der Mineralien abwickelt, in ihren Stadien mit dem gegenwärtigen Stand des Wissens und Darstellens vergleichen, müssen wir in die Bestimmung des Begriffes der Spezies näher eingehen, in einen Gegenstand, der in den verschiedenen mineralogischen Disziplinen, in der Mineralogie, Mineralphysik, Mineralchemie mit einer gewissen Vereinzeltigkeit behandelt wird, zum Beweise, wie wenig Übereinstimmung in dieser Beziehung herrscht. Der Physiker wirft die Frage auf: welche Funktion der Substanz (unter Berücksichtigung ihrer etwaigen allotropen oder polymeren Verhältnisse) und der Kristallform ist die Dichtigkeit, die Theilbarkeit, die Härte, die Elastizität, das thermische, optische, elektrische und magnetische Verhalten der Körper. (Grailich kristallographisch-optische Untersuchungen. Wien und Olmütz 1858). Hier bewegt sich aber der Physiker, wenn er von dem Ausdruck Substanz Gebrauch macht, auf dem Gebiete von Hypothesen, da er doch eine Gesetzmäßigkeit der Materie dabei im Auge hat, die er durch seine Wissenschaft erst beweisen soll, die aber durch die Chemie nicht in allen Fällen nachweisbar ist. Zugleich sieht er sich von vorn herein gezwungen, Ausnahmefälle zuzugestehen, wodurch er seine eigene Aufgabe, die physikalischen Eigenschaften bestimmter Substanzen (im chemischen Sinne) als deren Funktionen zu nehmen, über Bord wirft; nämlich die Allotropie und Heteromorphie. Endlich verbindet er den Begriff der Substanz mit der Kristallifikation, der doch mit jener in keinem nothwendigen Zusammenhange steht, wie die amorphen und kryptomorphen Körper und die Flüssigkeiten beweisen; oder deren Gesetzmäßigkeit nicht in der Verschiedenheit der Substanz liegt, wie aus der Homöomorphie hervorgeht.

Vielleicht kann jedoch der Physiker die Begriffsbestimmung der mineralogischen Substanz getrost in die Hände des Chemikers legen. Allein Berzelius hat sich ebendeshwegen gegen die Annahme einer mineralogischen Spezies erklärt, weil die ihr zu Grunde liegende Substanz bald dem Begriffe chemischer Verbindung,



bald dem der Mischung isomorpher Substanzen entsprechen. Nun ist aber bei den letzteren das chemisch Gemeinsame nicht die Art der Materie, sondern nur die analoge Konstitution und auch diese nicht immer im strengen Sinne, wie nach Krammelsberg im Augit, wo  $R^2 Si$  und  $R^3 Al^2$  in Mischung auftreten; hingegen sollten Aragonit, Witherit, Strontianit und Weißbleierz nur eine Spezies bilden, weil sie isomorphe Körper von gleicher Konstitution ( $R^2 O$ ) sind. Krammelsberg behauptet zwar, daß die Mischungen in den isomorphen Verbindungen wenngleich in sehr mannigfaltigen, aber immer nur bestimmten Verhältnissen sich vereinigen, und daß die entgegengesetzte Behauptung irrig und hauptsächlich durch unreine, etwas zerfetzte Substanzen oder durch ungenaue Analysen entstanden sei. Jedoch sieht er sich gezwungen, eine Konzeption zu machen und es aus praktischen Gründen zu billigen, wenn vorläufig isomorphe Mischungen unter einem Namen vereinigt werden, die sich in Bezug auf das Atomverhältnis ihrer Grundverbindungen unterscheiden oder wenn man zu einer Grundverbindung auch solche Mischungen stellt, die nur verhältnismäßig kleine Mengen anderer Verbindungen enthalten, wie das eben die Mineralogen bisher gethan haben.

Dies heißt mit anderen Worten: so lange die Chemiker noch nicht den ganzen Erdball analysirt haben, darf es den Physikern gestattet sein, sich an die Mineralogen zu wenden, um Bestimmungen von Substanzen zu erhalten, deren Funktionen, in besonderer Gesetzmäßigkeit aufzutreten, eine Hoffnung gewähren. Wenn also auch die Mineralogen sich den Chemikern zum Danke verpflichtet fühlen müssen, daß ihnen noch eine freilich nur kurze Spanne Zeit gegönnt ist, ihr Wesen zu treiben, kann es doch von Interesse sein, jene Methode kennen zu lernen, die der Mineralogie ihre Selbstständigkeit selbst ihren erbittertsten Gegnern gegenüber wenigstens insoweit sichert, bis es nur eine einzige mineralogische Wissenschaft mehr geben wird, oder bis, wie Krammelsberg sagt, das Materiale der Mineralogie, die Hilfsmittel, daselbe zu erforschen, die Eigenschaften, welche die Mineralien an und für sich besitzen, dem großen Gebiete der Chemie zugehören werden, sofern man die Chemie nicht in dem beschränkten Sinn auffaßt, daß ihre Aufgabe lediglich die Erforschung der chemischen Natur (sic!) ist, sondern daß der Chemiker zugleich die geometrischen und die sonstigen physikalischen Eigenschaften zu untersuchen habe.

Als Mohs zuerst den Begriff der naturhistorischen Spezies feststellte, erklärte er im vorhinein, daß man nicht fordern dürfe, dieser habe den chemischen oder mathematischen (kristallographischen) Begriffen gleicher Benennung zu entsprechen. Diese Begriffe sind nämlich verschiedene Einheiten, unter denen das Mannigfaltige der Wahrnehmung dem Verstande vorgestellt wird, und von welchen der des gegebenen Gegenstandes der niedrigste ist; wobei man nicht erwarten darf, daß verschiedene Methoden, sofern sie konsequent verfahren, gleiche Begriffe dieser Art hervorbringen werden; weswegen auch über die nicht einstimmigen Begriffe verschiedene Methoden, nie ein Streit unter denselben entstehen kann. Die unmittelbare Wahrnehmung der Mineralien führt zu keiner andern Kenntnis, als jener der Identität oder Einerlichkeit, insofern nämlich als Mineralien in allen Eigenschaften vollkommen übereinstimmen, daß das Eine für das andere behufs der Beschreibung oder Vergleichung gesetzt werden könne. Vergleicht man solche Repräsentanten einer numerisch unbestimmten Vielheit, die von einander verschieden sind, untereinander, so zeigt sich, daß sich diese Verschiedenheit auf mehr oder weniger jener Eigenschaften erstreckt, die dem Naturprodukte in seinem ursprünglichen unveränderten Zustande zukommen und in deren Verbindung eben das Mineralindividuum besteht. Ist diese Verschiedenheit nicht wesentlich, geht sie in einer höheren Einheit auf, erweisen sich nämlich zwei gleichnamige Verschiedenheiten zweier Individuen als kombinationsfähig an einem dritten Individuum, welches mit den beiden vorigen die übrigen Eigenschaften gemeinsam hat, so gehören derlei verschiedene Individuen einer naturhistorischen Reihe an, in Beziehung auf welche sie als gleichartig untereinander betrachtet werden müssen, da ihre scheinbare Verschiedenheit durch das Zusammenvorkommen der unterscheidenden Eigenschaften an einem dritten im übrigen ihnen ganz gleichen Individuum ausgeglichen ist. Auf dieselbe Weise kann man andere Individuen, die sich in anderen naturhistorischen Eigenschaften unterscheiden, mit den vorhergehenden und untereinander durch Auffindung neuer Reihen verbinden, und gelangt

so zur Darstellung einer Einheit, einer Gruppe von Mineral-Individuen, welche unter sich gleichartig von allen übrigen aber vollständig abgegrenzt sind, weil sich keine Übergänge durch Reihen zu den andern herstellen lassen. Diese Einheit ist die Spezies und jedes dazu gehörige Individuum stellt unter bestimmten Modifikationen die Spezies vor, und wird daher als eine Varietät oder Abänderung derselben betrachtet. Die Spezies entsteht also durch Zusammenfassen des Gegebenen (der Individuen) mit Rücksicht auf alle und nicht bloß auf einzelne naturhistorische Eigenschaften.

Auf den Begriff der naturhistorischen Reihen war Mohs durch sein Studium der Kristallformen gekommen, deren Zusammenhang unter einander wohl schon von den früheren Kristallografen geahnt, angedeutet, theilweise aufgefunden, von keinem aber in einer solchen vollständigen Gesetzmäßigkeit zur Spezies dargestellt worden ist, wie von Mohs, ohne daß er sich jedoch dahinkeifen ließ, das Wesen der Spezies bloß in diese Eigenschaft hineinzulegen, sondern er blieb in vollendeter Logik seinen Prinzipien treu. Aber die Art wie er die Lehre von den Kristallreihen durch alle die bekannten Spezies schon in seiner Charakteristik (1820) aufstellte und später in seinem Grundriß der Mineralogie (Dresden 1822—1824) durchführte, rechtfertigt den Ausspruch von Marx (Geschichte der Kristallkunde. Karlsruhe und Baden 1825): »Es kommt hier, wie bei so vielen Entdeckungen, weniger auf die Priorität des Gedankens an, als auf seine allseitige, kunstvolle Durchführung.«

Schon Démeste (Lettres. Paris 1779) hatte die geometrische Bedeutung der durch Abstumpfung (Trunktion) entstehenden Flächenlagen richtig erkannt. Romé Delisle hat in seiner *Christallographie ou description des formes propres à tous le corps du règne minéral* (Paris 1783) an den Kombinationen derselben Spezies gewisse vorherrschende Formen bemerkt, deren Kanten und Ecken mannigfaltig abgestumpft und verändert erscheinen können, ohne daß jedoch an den Neigungen ihrer Flächen etwas geändert würde und die so leicht kennbar, gewissen Mineralspezies eigen wären. Chr. Cramp (in Bekkerhin und Cramp *Kristallografie des Mineralreiches Wien 1793*) bemerkt, »daß Körper, deren Kristallformen unter sich verschieden sind, und durch keinen Lehrsatz der Geometrie aus der nämlichen Form können hergeleitet werden, auch unter sich wesentlich verschieden sein müssen.« Löfcher (in seiner *Übergangsordnung bei den Kristallen der Fossilien wie sie aus einander entspringen und in einander übergehen*. Leipzig 1796) erkennt zuerst die Kristallsysteme, da er die tessularen Kristallgestalten von einander ableitet, aber auch die rhomboedrischen vom Würfel, den er zu diesem Behufe mit einer Eckenaxe aufrecht stellt. In seinem späteren Werke (*Beschreibung der Kristallisationen sowohl nach ihren Grundgestalten u. als auch nach den Veränderungen der Grundgestalten in Ansehung der Abstumpfung, Zuschärfung und Zuspitzung*. Leipzig 1801) macht er jedoch ausdrücklich darauf aufmerksam, daß man die Gestalten nicht beliebig auseinander hervorbringen dürfe, sondern man müsse die Sache so betrachten, wie sie die Natur hervorbringt. Nun trat Chr. Sam. Weiß (de indagando Formarum crystallinarum caractere geometrico principali. Lipsiae 1809) mit seiner Lehre über die Bedeutung gewisser Linien (Aren) im Innern der Kristalle auf und entwickelte daraus die Eigenschaften der rhomboedrischen und oktaedrischen Grundformen. Malus hingegen (in *Theorie de la double Refraction de la Lumière dans les Substances Cristallisées* Paris 1810) that den entscheidenden Schritt, indem er an den Kristallen des Kalkspathes zeigte, daß dessen verschiedene Rhomboeder unter einander Reihen bilden nach einem Gesetze, so daß, wenn ein Glied gegeben ist, daraus alle übrigen entwickelt werden können; auch deutete er an, daß das gleiche Verfahren auch auf andere Grundgestalten angewendet werden könne. Während nun Weiß in den Jahren 1814—1815 seine übersichtliche Darstellung der verschiedenen natürlichen Abtheilungen der Kristallisationsysteme (in den Abhandlungen der physikalischen Klasse der Berliner Akademie) veröffentlichte und gegründet auf seine Zonentheorie die verwickelten Kristallverhältnisse des Feldspathes (1817) und Epidotes (1818) erläuterte, war Mohs auf einem anderen Wege zu ähnlichen Ergebnissen gelangt und beeilte sich, nachdem seine schon früher (nach seinem: »Versuch der Elementar-Methode«) öffentlich gelehrt Grundsätze im Jahre 1818 bei dem Edinburgher Professor James

Anklang gefunden hatten, die Resultate seiner Studien über die Kristallreihen sämtlicher bekannter Spezies zu veröffentlichen (in der o. a. »Charakteristik« zc. 1820). Er war zu den Kristallsystemen durch die Betrachtung der einfachen Gestalten gelangt, in welche er die gleichnamigen Flächen der zusammengesetzten Kristallformen zusammenfaßte, wodurch er nicht nur den Inbegriff der mit Rücksicht auf die Art der Azen kombinationsfähigen Kristallformen, die Systeme, erhielt, sondern dadurch auch zu dem Gesetze geleitet wurde, nach welchem die einzigen kombinationsfähigen Kristalle derselben Spezies bestimmte Reihen bilden. Die Flächen, welche Mohs zu einfachen Gestalten zusammenfaßte, erscheinen auch vom sifitalischen Standpunkte betrachtet als zusammengehörig durch Verhältnisse der Härte, des Glanzes, der Streifung, Rauhgigkeit, Verwitterung u. s. w., sowie zu ihnen auch die Theilbarkeit (Spaltbarkeit) und die sifitalischen Verhältnisse in besondere Beziehung treten können. Deswegen vereinigt Mohs nur dann die in einer Zone liegenden Flächen zu einer Gestalt (Prisma oder prismenähnlichen Hälfte) wenn die natürlichen Verhältnisse der Kristalle auf ihre Zusammengehörigkeit hinweisen. Durch die besondere Art der Bezeichnung seiner Gestalten ist Mohs auch der Schöpfer der wissenschaftlichen Kristallsymbolik geworden, indem daran die Grundgestalt mit gewissen Reiheneponenten und Koeffizienten auftritt.

Ein anderes Moment der Gesetzmäßigkeit der Flächenkombinazion hat Mohs gleich in der vollen Schärfe seiner Bedeutung erkannt und in der größten Vollständigkeit durchgeführt, nämlich die Zerlegung oder das Auftreten gewisser Flächensysteme mit nur einem aliquoten Theile ihrer Flächen, worin Mohs den Charakter der Kombinazion legte. Auch hier war seine Theorie der Erfahrung voraus, wie seine Zerlegung des Tetrafontaoftaeders in Viertel bewies, die Rammelsberg erst später am chlorsauren Natron entdeckte, an denen Marbach zeigte, daß sie nicht nur geometrisch als rechts und links orientirt, sondern auch sifitalisch ebenso verschieden gebildet sind. Diese von Mohs vollständig durchgeführte Unterscheidung des Charakters der Kombinazionen hat späterhin Veranlassung zur Aufstellung mehrerer Kristallsysteme gegeben. So hat Delafosse (1840) 16 Systeme, nämlich 6 holoeidrische und 10 hemiedrische aufgestellt, (die später von Lehmerie wieder reduziert wurden), und gezeigt, daß die Erscheinung der Hemiedrie mit besonderen sifitalischen Eigenschaften im Zusammenhange stehe. Auch die 13 Kristallsysteme Breithaupt's entstehen zum Theil durch die Unterscheidung der Hemiedrie, wozu aber noch Diskinktionen in Betreff der optischen Azen kommen.

In innigen Zusammenhang mit der Orientirung der Kristallflächen hat aber Mohs auch die Bezeichnung der Theilbarkeit gebracht, welche die früheren Kristallografen auf mannigfache Irrwege geführt hatte. Diese auffallende Eigenschaft kristallinischer Substanzen, sich in bestimmten Richtungen mit Leichtigkeit theilen zu lassen, wird zuerst mit Bestimmtheit erwähnt von Westfeld (Mineralogische Abhandlungen 1767), und in einen Zusammenhang mit der Kristallform schon von Bergmann (De formis crystallorum. Nov. act. Reg. soc. Sc. Upsalae 1773) gebracht, dessen Schüler Gahn den rhomboeidrischen Kern aus einer Kalkspathpyramide herausgespalten hatte. Die hohe Bedeutung dieser bestimmten Richtungen wurde aber erst von Huy erkannt, welcher sich wegen seiner vielfältigen Theilungsversuche von Romé Delisle den Spottnamen eines Kristalloklasten zuzog. Seine Theorie der Dekreszenzen, welche sich zuletzt auf die Verhältnisse des eingeschriebenen Körpers zum umschriebenen gründen, bestrebte den Zusammenhang der Gestalten desselben Systemes durch den schichtenweisen Aufbau von Ergänzungstheilchen, (molécules intégrantes) zu erklären und so die atomistische Konstitution der Kristalle festzustellen (im *Traité de Mineralogie* Paris 1804). Weiß hat vom dynamischen Standpunkte ausgehend diese Ansicht widerlegt (in o. a. *N.* 1809) und war, indem er den Kristallisationsprozeß nach verschiedenen Dimensionen polarisch wirken läßt, zum Begriff der Azen gelangt. Mohs hingegen findet (in o. a. *Versuche* zc. 1812), daß überhaupt eine einzelne Eigenschaft nicht geeignet sei, das Wesen der mineralogischen Spezies zu begründen, selbst wenn sie auch wie die Theilbarkeit zu den beständigsten für die Spezies gehört (d. h. in ihr nicht einmal Reihen bildet) schon vollständig bearbeitet und dabei einer mathematischen Behandlung fähig ist. Denn die Erfah-

zung lehrt, daß es viele Spezies gibt, welche durch das Verhältnis der Theilbarkeit nicht zu bestimmen oder wenn man will zu unterscheiden sind; indem es entweder nicht zu entdecken oder wo es sich erkennen läßt, bei mehreren gleich ist. Was aber mehr bedeutet, so gibt es Spezies, deren Abänderungen durch das Verhältnis der Theilbarkeit nicht vereinigt werden können, d. h. deren Gleichartigkeit dadurch nicht erkannt werden kann, weil es gleichsam durch allmähliges Erlöschen verschwindet, wie bei gewissen Abänderungen des Kalksteins, Flußspathes, Bleiglanzes. Nichts desto weniger hat Mohs die hohe Wichtigkeit dieser Verhältnisse vollkommen anerkannt, dieselben unter die Charaktere der Spezies aufgenommen, und die letzteren vorwiegend darnach benannt. Er hat gezeigt, wie sich aus der Theilbarkeit das Kristallsystem und selbst die Reihe erkennen lasse, ihre Bezeichnung auf die der Kristallformen zurückgeführt und ihre verschiedene Art der Erscheinung mit den von ihm aufgefundenen Gesetzen der Ableitung und Zerlegung in vollkommene Übereinstimmung gebracht. »Denn die Natur zeichnet in den Verhältnissen der Theilbarkeit die Flächen der verschiedenen, in den Kombinationen enthaltenen einfachen Gestalten durch die verschiedene Beschaffenheit aus, welche diese Flächen besitzen, indem sie lehrt, daß solche, die zu einer einfachen Gestalt gehören, oder eine einfache Gestalt begrenzen, in ihrer Beschaffenheit vollkommen mit einander übereinstimmen, solche dagegen, bei denen dies nicht Statt findet, nicht zu einer einfachen Gestalt gezählt werden können, also zu mehr als einer gehören müssen und folglich eine Kombination mit einander hervorbringen.«

Der Vollständigkeit wegen sei hier noch erwähnt, daß sich Mohs einer besonderen Art der schiefen Parallelprojektion zur Zeichnung der Kristallgestalten bediente, welche sich durch Gefälligkeit der Formen auszeichnet, daher allgemein Eingang gefunden hat und nach ihm die Mohs'sche Projektion genannt wird, (Miller, Lehrbuch der Kristallografie, übers. v. Grailich, Wien 1856, S. 182. — Haidinger's Handbuch der bestimmenden Mineralogie, Wien 1845.)

Trotz der vielseitigen Gründlichkeit, mit welcher Mohs die kristallografischen Beziehungen der Mineralien behufs ihrer Bestimmung untersuchte und verwerthete, hat er doch wie erwähnt, das Wesen der mineralogischen Spezies nicht ausschließlich darauf gegründet. Seit Mitscherlich (1818) den Isomorphismus entdeckte, d. h. fand, daß verschiedene Substanzen in den Formen einer und derselben Kristallreihe auftreten, haben die Ansichten über die Bedeutung der Kristallform sehr verschiedene Fäden durchlaufen. Während die Einen keine absolute Identität der Formen mit völlig gleichen Dimensionen, sondern nur eine sehr große Ähnlichkeit mit beinahe gleichen Dimensionen, einen Homöomorphismus zugeben wollen, finden Andere, daß Substanzen, die sogar in verschiedenen Kristallsystemen auftreten, in ihren Grundverhältnissen der Form einander nahe treten können (Isopolimorphismus des Ladrey, Paramorphismus des Nièlé); auch hat man darauf eine besondere stöchiometrische Gesetzmäßigkeit, den polymeren Isomorphismus (Scheerer) zu gründen gesucht und ist sogar zu einem Spiel mit chemischen Formeln gelangt, wie Rammeisberg die Heteromerie Hermanns beurtheilt, nach welcher zwei Verbindungen von gleicher Form, aber verschiedener chemischer Konstitution zusammenkristallisiren mit Schwanken der relativen Menge; Delafosse sucht ebenfalls zu zeigen, daß in einem Kristall ein Wechsel im Atomvolumen statt finden kann, wenn nur die verschiedenen Werthe zwischen Volumen und Dichte dem Gesetze der Multiplen unterworfen sind. (Institut. Paris. XXIV. 1856. S. 403). Endlich behauptet Purgold (Zeitschrift für die gesammte Naturwissenschaft IX. Band) daß die Kristalle aus lauter sfärodischen Körperchen bestehen, welche durch eine besondere Kraft der Schwerkraft entzogen sich gruppiren und durch diese fortwirkende Kraft zusammengehalten werden. Für die Fortdauer dieser Kraft spreche das Fortwachsen der Kristalle nach Unterbrechungen und ihre Einwirkung auf die Anordnung anderer kristallisirender Substanzen um gebildete Kristalle. Wirkt diese Kraft nicht mehr, so verfallen die Kristalle der mechanischen und chemischen Auflösung. Demnach wären die Kristalle analog den durch die Lebenskraft gebildeten Wesen der organischen Reihe, den Thieren und Pflanzen als die Individuen der unorganischen Natur zu betrachten und somit wäre die Mineralogie bloß die Naturgeschichte der Kristalle.

Durch Vergleichung der Mineralien nach Maßgabe der Einereiheit, Gleichartigkeit und Ähnlichkeit ihrer naturhistorischen Eigenschaften entstehen allgemeine Vorstellungen, die Einheiten des Systems, nämlich die Spezies, Geschlechter u. s. w., für deren Unterscheidung jedoch auch gesorgt werden muß, d. h. es müssen die Merkmale einer jeden dieser Einheiten aufgesucht werden, damit die mehr oder weniger unbestimmten Vorstellungen, die wir von ihnen besitzen zu klaren und deutlichen Begriffen erheben werden. Es wird untersucht, welche Eigenschaften für eine Gruppe gemeinschaftlich sind und inwieferne solche bei keiner andern Gruppe miteinander vorkommen, bilden sie den Charakter der Gruppe. Während die Systematik die Vorstellungen erzeugt und durch Zusammenstellung angibt, was vorzustellen ist, bestimmt die Charakteristik wodurch eben dieses zu denken ist, indem sie die Merkmale aufstellt, durch welche diese Vorstellungen definiert, d. h. zu Begriffen erhoben werden. Die Systematik verfährt also nach einer entgegengesetzten Methode als die Charakteristik. Sie geht von dem Einzelnen aus und steigt zu dem Allgemeinen hinauf; die letztere hingegen kommt von dem Allgemeinen zu dem Bestimmten herab. Man vergleicht zuvörderst die Klassen untereinander und sucht die Merkmale auf und geht dann zu den niedrigeren Einheiten herab. Es setzt also die Charakteristik schon die Einheiten der Systematik voraus. Ist dies nicht der Fall, sondern werden beide Funktionen gleichzeitig ausgeübt, so entstehen Eintheilungen oder sogenannte künstliche Systeme. Die vierfüßigen Thiere, diese Gruppe der älteren Naturgeschichte zeigt, wohin ein solches Verfahren führt, wenn man von einem einzelnen Merkmale ausgeht, sowie auch die moderne Naturgeschichte reich an solchen Beispielen ist.

Von wenig Verständnis zeugen die Einwürfe, die man Mohs darüber gemacht hat, daß er nicht auch chemische Kennzeichen in seine Charakteristik aufgenommen hat; sie beweisen nur, daß man sich auf die Höhe seines wissenschaftlichen Standpunktes nicht erheben konnte.

Für Mohs war die Charakteristik das Kapitel der Begriffe, d. h. es mußte ebendort nachgewiesen werden, daß seine Einheiten (Klassen, Ordnungen, Geschlechter, Spezies) sich unterordnen und gegenseitig abgrenzen. Da aber sein System auf naturhistorischer Grundlage beruhte, so gab es für die Mehrzahl derselben keine solche chemischen Kennzeichen oder wenn sie für einzelne vorhanden waren, blieb ihre Anführung wenigstens in der Charakteristik überflüssig, weil diese Gruppen nicht durch deren Berücksichtigung zu Stande kamen. Die Charakteristik des Mohs ist kein bloßer Schlüssel zum Bestimmen, sondern sie eignet sich dazu, weil die Einheiten darin ihre Begrenzung finden. Mohs war nur konsequent, wenn er die chemischen Kennzeichen ausschloß, sonst würde man ihm mit Recht jenen Vorwurf gemacht haben, der auch neuerdings ausgesprochen wurde, daß er sich bei Aufstellung seiner Einheiten von chemischen Rücksichten hätte leiten lassen, was aber durch seine naturhistorische Charakteristik widerlegt ist. Im Schema der Spezies hat er die chemischen Eigenschaften derselben angeführt. Dennoch ist die ziemlich allgemein angenommene Meinung entstanden, daß ohne Beihilfe der Chemie keine genügende Kenntnis von den Mineralien möglich sei. »Wenn man diesen Ausspruch nicht verdreht, so ist er vollkommen wahr; sagt Mohs (Versuch einer Elementarmethode S. XXI). »Denn wer möchte sich damit begnügen, die Produkte des Mineralreiches zu kennen, ohne von ihren chemischen Eigenschaften etwas zu wissen; wer sich nur entschließen, das zu entbehren, was die Zerlegung von denselben lehrt? Wenn man ihn aber dahin deutet, daß keine Kenntnis von den Fossilien, die nicht chemisch ist, den Verstand befriedigen könne; so ist er nicht nur gänzlich ungegründet, sondern zeigt, daß man Begriffe mit einander verwechselt, die an sich sehr klar und wenn man sie in ihrer Klarheit denkt, kaum einer solchen Verwechslung fähig zu sein scheinen. Sollte ein geschickter und philosophischer Chemist die Chemie dadurch beeinträchtigt halten, daß man sich genöthiget gesehen, sie nicht anzuwenden, wo sie ihrer Natur nach gar keine Anwendung gestattet; so könnte er seine Wissenschaft nicht besser und zu nicht größerem Vortheile für die gesammte Mineralogie rächen, als wenn er durch sie eine eigene Kenntnis von den Mineralien, von welcher die äußeren Kennzeichen und alles, was nicht chemisch ist, ausgeschlossen, dieselbe also über einer Grundlage erbaut wäre, deren verschiedene Fäden sich sämmtlich in einem Punkte vereinigen, d. i. die chemische Elementarlehre (Methode) zu begründen suchte.«

Zippe hat in seine »Charakteristik des naturhistorischen Mineral-Systemes« (Wien 1858) wahrscheinlich aus Utilitätsgründen auch hie und da chemische Merkmale aufgenommen und es kann Verwunderung erregen, warum er es aus diesen Gründen nicht überall oder öfters gethan hat. Aber eine Erweiterung des Begriffes der naturhistorischen Eigenschaften können wir in seinem Vorgange nicht finden. Das bloße Auftröpfeln einer Flüssigkeit ist an und für sich allerdings keine chemische Operation. In dem Schäumen einer Substanz wird wohl Jedermann einen äußerlichen Vorgang erblicken. Die Schlüsse aber, welche man in Folge solcher Erscheinungen auf die Art der Veränderung einer Substanz zieht, sind eben so gewiß rein der chemischen Doktrin angehörig.

Bevor man eine Wissenschaft aufgibt und zurückschreckend vor zeitweilig unüberwindlichen Schwierigkeiten, von Grundsätzen absteht, die unläugbar festgestellt sind, so bedenke man hier, daß die Naturgeschichte der Mineralien eine Grundwissenschaft ist, auf der nicht bloß die Chemie, sondern noch mehrere andere Wissenschaften weiter zu bauen haben. Sowie Haidinger durch die Benennung der Mineralklassen des Mohs (Akrogeenide, Geogenide, Phtyogenide) ihre geognostische Bedeutung bezeichnet hat, werden noch manche naturhistorisch festgestellte Gruppen ihre Deutung erst in der Zukunft finden.

Der Mineral Chemiker Th. Scheerer gesteht, daß es Fälle geben kann, wo man der Geognosie mehr Glauben schenken müsse als der Chemie und daß die Erstere mündig genug sei, um selbstständige Beobachtungen machen zu können, ohne bei jedem Schritte von der Chemie geleitet zu werden. Die chemische Analyse der Gebirgssteine gestattet nicht immer einen Schluß auf die Mineralspezies zu machen, welche das Gestein zusammensetzen. Die Experimente unserer Laboratorien reichen nicht aus, um den Prozeß der Gebirgsbildung in Großen zu erklären. Außer den chemischen Bedingungen der Entstehung eines Mineralen gibt es noch manche andere. Deswegen hat Mohs in das Schema der Spezies außer den chemischen Eigenschaften auch die geognostischen Verhältnisse aufgenommen, denn sagt er: Wenigstens wird ihre Erkenntniß bei weitem interessanter, wenn man sie hier auf Gängen, dort auf Lagern, bald in ungeheurer Menge als Gebirgsmasse, bald nun als eine Seltenheit antrifft; auch bemerkt er hierzu, daß mit dieser besondern Art ihres Vorkommens auch ihr Äußeres ziemlich genau zusammenhängt und übereinstimmt. In das Zusammenkommen den Mineralien legt aber Mohs das Wesen der Geognosie, die nach ihm die Wissenschaft ist von der Zusammensetzung der Erde aus den Individuen des Mineralreiches. Holger (Elemente der Geognosie. Wien 1846) geht nun einen Schritt weiter und nennt die Geognosie die Wissenschaft von der Heranbildung der Mineralspezies aus der chaotischen oder formlosen Masse. Will man die Gesetzmäßigkeit eine Erscheinung mit ihrer hypothetischen Erklärung nicht zusammenwerfen, so blieb der eigentlichen Geogenie die Entwicklungsgeschichte des Erdganzen übrig, während die Geologie in neuerer Zeit immer mehr die Richtung einer Lehre über die Entstehung und Verbreitung der organischen Wesen auf der Erdoberfläche annehmen zu wollen scheint.

Da jedoch ein rationelles Fortschreiten in der Wissenschaft nur von dem Einfachen zum Zusammengesetzten, von dem Bekannten zu dem Unbekannten erfolgen kann, so ergibt sich die Nothwendigkeit die Grundwissenschaft der Geogenie und Geognosie nämlich die Mineralogie insolange als eine besondere Wissenschaft zu pflegen, insoferne sich erwarten läßt, daß sie durch ihre besondere Methode zu allgemeinen Vorstellungen und Begriffen führt, welche durch andere Prinzipien wie sie etwa die Mineralchemie und Mineralphysik beherrschen, nicht hervorgebracht worden wären.



Friedrich Mohs wurde am 29. Jänner 1773 zu Gernrode am Harz im Herzogthume Anhalt-Bernburg geboren, wo sein Vater Kaufmann war. Nachdem er im reiferen Jünglingsalter zu Quedlinburg durch zwei Jahre vorzüglich mathematische Studien betrieben hatte, bezog er die Universität Halle im Jahre 1796. Später ging er an die Bergakademie in Freiberg wo er Werner's Vorträge durch zwei Jahre hörte, sich aber auch mit dem praktischen Bergbau beschäftigte. Im Jahre 1801 erhielt er eine Anstellung als

Steiger zu Neudorf in Anhalt-Bernburg, ging jedoch nach einem Jahre wieder nach Freiberg zurück und beschrieb die Grube Himmelsfürst. Im Jahre 1802 wurde Mohs von dem Danquier Van der Null zur Beschreibung seines Mineralien Kabinetes nach Wien berufen, von wo aus er später eine Reise durch die Alpen und das deutsche Mittelgebirge unternahm. Nach Vollendung seiner Beschreibung des Van der Null'schen Kabinetes führte er zahlreiche geognostische Untersuchungen aus in Ungarn, Kärnthen, Siebenbürgen, Baiern, Böhmen, insbesondere aber im Auftrage des Erzherzogs Johann in Steiermark, bis er im Jahre 1812 am Joanneum in Graz als Professor angestellt wurde. Im Jahre 1817 unternahm er mit dem Grafen von Breuner eine Reise durch Norddeutschland nach London und Edinburgh. Kaum davon zurückgekehrt erhielt er nach Werner's Tod die Berufung an dessen Stelle nach Freiberg im Jahre 1818, ohne daß jedoch seine Bemühungen die dortige Bergakademie zu reorganisiren von Erfolg waren. Im Jahre 1826 wurde er an die Wiener Universität berufen und hielt seine Vorlesungen am k. k. Hofmineralienkabinete vom Jahre 1828 bis zum Jahre 1835. Jetzt wurde er der Hofkammer im Münz- und Bergwesen als Bergrath zuge-  
theilt, unternahm im Auftrage der Hofkammer mehrere geognostische Reisen nach Ungarn, Salzburg, Tirol, Böhmen und Sachsen, gab auf Befehl seine »Anleitung zum Schürfen« (Wien 1828) heraus, schrieb die oben erwähnten »ersten Begriffe der Mineralogie und Geognosie« die jedoch erst nach seinem Tode heraus kamen (Wien 1842) und starb auf einer geognostischen Reise zu Agordo im Venezianischen den 29. September 1839, umgeben von seinen Schülern Fuchs, Halmeyer, Leydolt und Rössler, die ihm ein biographisches Denkmal setzten unter dem Titel: Friedrich Mohs und sein Wirken in wissenschaftlicher Hinsicht. (Wien 1842.)

Sein Nachfolger im Amte war sein erster Schüler Wilhelm Haidinger, der ihm schon am Grager Joanneum hilfreich zur Seite stand, seine Ideen in England verbreitet und sehr praktisch aufgefaßte »Anfangsgründe der Mineralogie« (Leipzig 1829) herausgegeben hatte. Während Mohs einerseits für Verbreitung seines Systemes thätig war, andererseits auf seinen geognostischen Reisen dem Auftreten der Mineralien nachforschte, zeichnete sich Haidinger durch eine große Anzahl von Untersuchungen über die kristallographischen Verhältnisse der Mineralien aus, an die sich späterhin seine schönen Entdeckungen über die optischen Verhältnisse der Kristalle angeschlossen (Dikroskopische Lupe). Durch ihn erhielt die Mehrzahl der neu aufgefundenen österreichischen Mineralien ihre Bestimmung. Die Resultate seiner Arbeiten sind zusammengestellt in seinem: »Handbuch der bestimmenden Mineralogie« (Wien 1845) worin er bemüht war, die Mohs'schen Grundzüge der Kristallografie in einfacherer Weise darzustellen und dessen Mineralsystem zu vervollständigen. Nachdem er mehrere Jahre an der von ihm nach dem Mohs'schen System aufgestellten Mineralien-Sammlung der Hofkammer für die Heranbildung gewählter Bergeleuten durch demonstrative Vorträge mit ausgezeichnetem Erfolge gewirkt hatte und in seiner Stellung kräftig für die Hebung der sozialen Verhältnisse der gelehrten Kreise thätig war, wurde er im Jahre 1849 an die Spitze der k. k. geologischen Reichsanstalt berufen, deren Wirksamkeit eben jetzt bei der Londoner-Weltausstellung nach den vorgelegten 10 geologisch kolorirten Karten, 4 Bänden der Abhandlungen und 12 Bänden des Jahrbuches so ehrenvoll beurtheilt worden ist.

Große Verdienste um die Vervollständigung des Mohs'schen Mineralsystems hatte sich F. X. M. Zippe, an den ständischen Lehranstalten in Prag thätig, erworben. Er wurde von Mohs mit der Herausgabe des 2. Theiles (Pflanzgeographie) der 2. Auflage der leichtfaßlichen Anfangsgründe der Naturgeschichte des Mineralreiches beauftragt, welche 1839 wesentlich bereichert erschien. Böhmen wurde von ihm in allen Richtungen geognostisch erforscht. In seiner Charakteristik (Wien 1858) war es ihm gelungen mit Zuhilfenahme chemischer Kennzeichen 560 Spezies zu charakterisiren, während die Mohs'sche Charakteristik vom Jahre 1836 nur 310 Spezies enthielt. 166 Spezies konnten jedoch nur als Anhänge der Ordnungen Platz finden.

Noch weiter hat sich Adolf Renngott (das Mohs'sche Mineralsystem. Wien 1853) von dem naturhistorischen Prinzip entfernt, indem er die chemischen Eigenschaften den morfolologischen und physikalischen als gleichgeltend an die Seite gesetzt hat.

Die Konsequenz des Mohs'schen Systemes und seine scharfe Charakteristik eigneten es vorzüglich für den Unterricht, daher bald alle Sammlungen an den höheren Unterrichtsanstalten darnach geordnet wurden, in Prag durch Zippe, in Graz durch Anker und Haltmeyer (beschrieben von Nischhorn)\*).

Am k. k. polytechnischen Institut in Wien hat Leydolt die Aufstellung der Mineralien nach dem Systeme des Mohs bewerkstelliget und war auch für die Verbreitung der Mohs'schen geognostischen Theorien, die zum Theil auch von Naumann und Anderen angenommen wurden, thätig gewesen. Von großer Bedeutung sind die Arbeiten Leydolt's über die Struktur und Zusammensetzung gewisser Kristalle, besonders des rhomboidrischen Quarzes und des prismatischen Kalk-Haloibes, die nach ihrer Gestalt scheinbar einfach sind, aber nach der Untersuchungsmethode Leydolt's sich als zwillingsartige Zusammensetzungen erweisen. Leydolt fand nämlich, daß durch die Einwirkung ägender Flüssigkeiten auf den natürlichen oder künstlich erzeugten Flächen der Kristalle regelmäßige Vertiefungen entstehen, welche ihrer Gestalt und Lage nach ganz genau der Kristallreihe entsprechen, in welche der Kristall selbst gehört, und sowohl gleich als parallel sind, soweit das Mineral ein einfaches ist, dagegen bei jeder regelmäßigen Zusammensetzung verschieden gelagert sind. (Man sehe die Sitzungsberichte der mathem. naturw. Klasse der kais. Akademie der Wissenschaften 1855 XV. Band und 1856 XIV.) Das von ihm und Machatschek verfaßte Lehrbuch: »Anfangsgründe der Mineralogie. 2. Auflage, Wien 1859« zeichnet sich durch Faßlichkeit und Kürze aus. Er starb plötzlich am 8. Juni 1859.

Das k. k. Hofmineralienkabinet wurde zuerst im Jahre 1827 wenigstens nach den Ordnungen von Mohs geordnet, im Jahre 1842 aber vollständig nach dem System durch den Kustos Paul Partsch aufgestellt. Dr. Moriz Hörnes hat durch seine: »Übersichtliche Darstellung des Mohs'schen Mineralsystems (Wien 1847) für Studierende das Verständnis dieser Aufstellung vermittelt. Die Aufstellungen von Mineralien-Sammlungen nach dem naturhistorischen Prinzip gewähren einen großen Vortheil, den kein anderes System ersetzen kann, daß nämlich die ähnlichsten Mineralien unmittelbar nebeneinander stehen und man daher zu einem gründlichen Studium der unterscheidenden Eigenschaften auf das lebhafteste sich aufgefordert sieht, um sich vor Verwechslung sicher zu stellen.

---

\*) Man sehe: Dr. Sigismund Nischhorn das Mineralienkabinet am st. st. Joanneum in Graz. (Graz 1855.)



### **Verbesserungen.**

**Seite VIII. Zeile 9, von unten, lies Mineral statt Milaren.**

**Seite IX. Zeile 19, von oben, lies des statt de.**

**Seite XIII. Zeile 17, von oben, lies missen statt wissen.**