

Über die Entwicklung der Mineralsystematik in der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts durch die Schüler A. G. Werners

Von *B. Voland*, Freiberg

Die Systematik, deren Anfänge sich bis in die Antike zurück verfolgen lassen, stellt ein wesentliches Element der Mineralogie dar. Sie ist weniger wichtig wegen der Gruppierung und Reihung der Minerale schlechthin als wegen der Grundsätze, die dabei über das der Wissenschaft Mineralogie Zugehörige oder Nichtzugehörige entwickelt werden müssen. Gerade wegen dieser fundamentalen Bedeutung wurde die Mineralsystematik im Laufe der wissenschaftsgeschichtlichen Entwicklung immer wieder behandelt. Der jeweilige Charakter der Mineralklassifikation richtet sich also nicht nur nach dem Stand und der Art der Kenntnisse über die Minerale, sondern auch nach den philosophischen Grundlagen, die die Basis jeglicher Systematik bilden. Der erste signifikante Unterschied im Charakter der Mineralklassifikation wird durch die Auffassung des Wissenschaftlers in Hinsicht auf Subordination oder Koordination der Wissenschaften untereinander hervorgerufen, der zweite entscheidet sich an der philosophischen Bestimmung des Gegenstandes der Mineralogie, und drittens ergeben sich wesentliche Unterschiede durch die Handhabung oder Nichthandhabung der dialektischen Betrachtungsweise.

Zu Ende des 18. und bis in die Mitte des 19. Jahrhunderts stellt die Systematik eine der wesentlichen Seiten der Mineralogie dar.

Die Wernersche Mineralsystematik ist zweifelsohne eine der bedeutendsten Leistungen dieser Zeit, wenngleich das System auf Grundlagen aufgebaut ist, die einige Mängel beinhalten. *Werner* selbst schien diese Mängel zumindest geahnt zu haben, da er laufend Veränderungen vornahm und eine Veröffentlichung seiner Klassifikations-Prinzipien nur sehr zögernd vornahm. Durch die Schüler *Werners* wurde die Mineralsystematik hauptsächlich nach zwei sehr unterschiedlichen Richtungen weiterentwickelt, die jedoch wieder ihre Wurzeln in der Wernerschen Systematik haben. Die eine Richtung, die sog. naturhistorische Systematik, wird durch *C. A. S. Hoffmann* und *August Breithaupt* vertreten und von *Friederich Mohs* bis zum Extrem entwickelt, die andere, die Systematik auf chemischer Grundlage, wird mit z. T. beträchtlichen Unterschieden in den Anschauungen durch *Dietrich Ludwig Gustav Karsten*, *Henrik Steffens*, *Christian Samuel Weiss*, *Ernst Friedrich Gernar* und *Carl Friedrich Naumann* vertreten und durch einen Schüler von *Weiss*, nämlich *Gustav Rose*, auf einen sehr modernen Stand gebracht.

Hoffmanns „Handbuch der Mineralogie“ enthält die einzige von *Werner* autorisierte Ausgabe der Mineral-Systematik.

Hoffmann selbst, der fast 30 Jahre in *Werners* Nähe arbeitete, sieht den Zweck seines Handbuches darin, „diese Wernerschen Bestimmungen nun in ihrer ganzen Reinheit

zu liefern“, und er beteuert: „ich habe mich mit der angestrengtesten Sorgfalt bemüht, alles fremdartige, was von anderen hinzugesetzt worden, und von dessen Richtigkeit ich nicht vollkommen überzeugt war, wieder davon abzuschneiden“ (*Hoffmann* 1811, S. VII–IX).

Hoffmann entwickelt die Systematik auf der Basis der Allgemeinen Naturkunde. Wenn er es auch nicht so klar, wie später etwa *Breithaupt*, ausspricht, so steht er dennoch auf der Basis derer, die jeder Wissenschaft ihr Spezifikum zusprechen.

Wie aber steht er zur Wissenschaft Mineralogie? Der Mineralbegriff *Hoffmanns* deckt sich noch vollkommen mit dem *Werners*. (S. *Hoffmann* 1811, S. 4 und 8.)

Den Zweck der Oryktognosie sieht *Hoffmann* darin, „uns die einfachen und sichtlich nicht gemengten Mineralien mit allen ihren Verschiedenheiten in Ansehung derjenigen Eigenschaften, welche sie im natürlichen Zustande besitzen, unter gutgewählten Benennungen, und in einer angemessenen Ordnung kennen, und dieselben vermittelst der von jenen Eigenschaften hergenommenen Kennzeichen von einander unterscheiden zu lehren“ (*Hoffmann* 1811, S. 7).

Hier zeigt sich, daß die Hoffmannsche Auffassung vom Gegenstand der Mineralogie noch nicht so klar entwickelt ist wie etwa bei *Breithaupt*, und daß er von den Wernerschen Bestimmungen doch zu viel abschneift. *Hoffmanns* Mineralogie umfaßt bei weitem mehr, auch ihr nicht Zugehörendes als die Breithauptsche Mineralogie. Die Oryktognosie wiederum umfaßt nicht die gesamte Mineralogie im Sinne *Breithaupts*. Die Hoffmannsche Oryktognosie sieht ihre Aufgabe im wesentlichen darin, ein System zur geordneten Unterscheidung der Minerale zu erstellen. Die Frage nach neueren und allgemeineren Zusammenhängen, die es zu erkennen gilt, wird gar nicht gestellt. In dieser einseitigen Gegenstandsbestimmung der Mineralogie sind nun auch die Ursachen dafür zu suchen, daß *Hoffmann* für eine Klassifikation der Minerale den äußeren Kennzeichen eine besondere Bedeutung beimißt, obwohl er sich die Wernersche Auffassung zu eigen machte, daß ein Mineral durch fünf Hauptarten von Kennzeichen bestimmt ist. Den äußeren und den chemischen Kennzeichen wird zwar derselbe Grad von Allgemeinheit zugesprochen, die äußeren aber im Hinblick auf Unterscheidung und Erkennung der Minerale als die brauchbarsten und vorzüglichsten anerkannt. „Die äußeren Kennzeichen“, so sagt *Hoffmann*, „sind der größten Bestimmtheit fähig, den chemischen hingegen fehlt es noch gar sehr an dieser Bestimmtheit.“ Ebenso verhalte es sich mit den physikalischen Kennzeichen, da „die Physik gleichfalls noch nicht mit allen dahin gehörenden Untersuchungen im Reinen“ sei (1811, S. 22–23). Die Beschränktheit der Hoffmannschen Mineral-Systematik hat aber durchaus nicht ihre Ursachen im beengten Erkenntnisstand der „Hilfswissenschaften“ zu suchen, sondern vor allem in den philosophischen Unklarheiten über den Gegenstand der Wissenschaft Mineralogie. Zwar spielt die Chemie in der Mineralogie bei *Hoffmann* eine bedeutende Rolle. Er drückt deutlich aus, daß es einen echten Zusammenhang zwischen den chemischen Elementen, die ein Mineral zusammensetzen, und seinen äußeren Kennzeichen gibt. Aber er beraubt das Wernersche System seiner chemischen Grundlagen, wenn er meint, daß die Chemie als Klassifikationsgrundlage vollkommen untauglich sei. Diese recht einseitige Betrachtung der Wernerschen Anschauungen durch *Hoffmann* wird nun besonders von *Friederich Mobs*¹ aufgegriffen,

¹ Die Anmerkungen 1 bis 8 befinden sich am Ende dieser Arbeit.



Bild 1. *Friedrich Mobs*,
geb. 29. 1. 1773, gest. 29. 9. 1839

noch viel schärfer gefaßt und zum Schaden der mineralogischen Wissenschaft mit fehlerhaften philosophischen Schlußfolgerungen versehen. (S. auch *Mobs* 1804, 1805, 1822, 1829.)

In der Vorrede zur ersten Auflage seiner „Naturgeschichte des Mineralreiches“ legt *Mobs* dar, daß es nicht angängig ist, die Mineralogie als Wissenschaft auf die Grundelemente einer anderen Wissenschaft – etwa der Chemie – zurückzuführen und ihr jegliche Selbständigkeit abzusprechen. (S. *Mobs* 1836, S. XI.)

Der Mineralogie wird also der Charakter einer selbständigen Wissenschaft mit ihr eigenen Gesetzmäßigkeiten zugestanden.

Den Gegenstand der Mineralogie erkennt *Mobs* in zwei Seiten. Notwendiger, aber nicht hinreichender Bestandteil des Gegenstandes sind die reinen, unveränderten Naturprodukte, also die Minerale. Diese können aber Untersuchungsobjekt verschiedener Wissenschaften sein, reichen also nicht aus, um den Gegenstand der Wissenschaft Mineralogie zu bestimmen. Die zweite Seite wird von *Mobs* in einer „Abstraktion von der numerischen Verschiedenheit der einzelnen Mineralien“ erkannt. Führt man diese Abstraktion nicht durch, so falle man wieder auf den Inbegriff aller Minerale zurück, die aber als solche nicht hinreichen, den Gegenstand zu bestimmen. In dem Erkennen neuer und allgemeinerer Zusammenhänge liegt also der zweite notwendige Bestandteil für die Gegenstandsbestimmung. (S. *Mobs* 1836, S. 2, S. 8 und S. 10.)

In der Systematik erkennt *Mobs* das Hauptstück der Naturgeschichte, „sie enthält“, wie er sagt, „das Philosophische der Wissenschaft, welches in der Hervorbringung von Be-

griffen besteht, deren Umfang größer als der Umfang derer ist, welche aus der Wahrnehmung unmittelbar entnommen werden“ (*Mobs* 1836, S. 15). Der Vergleich der Minerale hinsichtlich der „Prinzipien der Einerleiheit, der Gleichheit und der Ähnlichkeit“ zum Zwecke der Klassifikation kann nach seinen Ansichten nur auf der Basis der sog. naturhistorischen Eigenschaften erfolgen. Was aber versteht er unter „naturhistorischen Eigenschaften“? „Jede Eigenschaft, die an irgendeinem Mineral, in seinem ursprünglichen Zustande, erkannt und wahrgenommen werden kann, ohne daß durch deren Betrachtung und Untersuchung das Mineral diesen, seinen ursprünglichen Zustand, verläßt, ist eine naturhistorische Eigenschaft“ (*Mobs* 1836, S. 26).

Hier liegt der entscheidende Fehler in den Mohsschen Klassifikationsgrundlagen. Die für uns so überaus wichtige Erkenntnis, daß man eine jede Wissenschaft nicht auf die Grundelemente einer anderen Wissenschaft reduzieren kann, wird von *Mobs* mißbraucht, um die Notwendigkeit zu erklären, daß die Klassifikation „naturhistorische Eigenschaften“ zur Grundlage haben muß. Aus diesem Grunde glaubt er, auch bewiesen zu haben, daß jegliche chemische Systematik vollkommen untauglich ist, da ja nur nach jenen Merkmalen klassifiziert werden kann, „von welchen die Minerale die Repräsentanten sind.“ Das Fehlerhafte des chemischen Mineralsystems falle bei dieser Betrachtung leicht in die Augen: „Das zerlegte Mineral ist nicht mehr Mineral, nicht mehr Naturprodukt und die Resultate der Zerlegung können daher nie als Gattungs-Begriff oder als Merkmale derselben angesehen werden.“

Mobs hat aber offensichtlich nicht bedacht, daß seine sog. „naturhistorischen Eigenschaften“ sich auf bloße äußere Kennzeichen der Minerale und diese sich wieder auf physikalische Eigenschaften reduzieren. Der sonst so scharfsinnige und konsequente *Mobs* hat hier nicht erkannt, daß er einen Fehler begeht, den er selbst verurteilt, daß er nämlich die Mineralogie vollkommen auf die Grundelemente einer anderen Wissenschaft zurückführt.

Zum Schaden der mineralogischen Wissenschaft konnte es auf diese Weise geschehen, daß die einseitige Betrachtung der Wernerschen Mineralsystematik durch *Hoffmann* auch noch eine vermeintliche philosophische Begründung durch *Mobs* erhielt. Die Breithauptsche Mineralsystematik (s. auch *Breithaupt* 1823, 1830, 1832) behebt in ihren Grundlagen einen Teil dieser Mängel, obwohl sich ähnliche Inkonsequenzen, wie in der Mohsschen Systematik, auffinden lassen, und stellt somit die grundlegenden Stücke der Wernerschen Systematik in ihrer Ursprünglichkeit wieder her.

In seiner Arbeit „Über einige wichtige Fortschritte der Mineralogie seit 100 Jahren“ (1867) kommt *August Breithaupt*² zu folgender Feststellung: „Gewiß ist es eine höchst schwierige Aufgabe, ein Mineralsystem, welches den wichtigsten Anforderungen entspricht, aufzustellen. Die meisten derartigen Versuche sind mißrathen, theils weil man bei einer philosophischen Aufgabe unlogisch zu Werke ging, theils weil man dieselbe verkehrt auffaßte.“

Auch *Breithaupt* gesteht jeder Wissenschaft etwas ihr Eigentümliches zu, das anderen Wissenschaften nicht angehört. (S. *Breithaupt* 1836, S. 1 und S. 12–13.)

Den Gegenstand der Mineralogie sieht er ebenfalls wie *Mobs* in zwei sich integrierenden Seiten, nämlich dem Untersuchungsobjekt Mineral und in der Verallgemeinerung der am Objekt ermittelten Eigenschaften und Gesetzmäßigkeiten, um zu höheren und allgemeineren Erkenntnissen zu gelangen.



Bild 2. *August Breithaupt*,
geb. 18. 5. 1791, gest. 22. 9. 1873

Das Mineralsystem kann also für *Breithaupt* nicht nur ein einfaches Erkennungssystem sein. Er lehnt es ab, nur nach einem Kennzeichen zu klassifizieren, weil es erstens „kein Kennzeichen gibt, wornach sich alle wesentlichen Verschiedenheiten der Mineralien entwickeln lassen“ (*Breithaupt* 1836, S. 388), und weil man zweitens auf diese Weise immer ein künstliches System erhält, welches wiederum nur ein einfaches Erkennungssystem sein kann. *Breithaupt* schlägt aus diesem Grunde vor, „eine Methode in Anwendung zu bringen, wornach die Kennzeichen zusammengefaßt, für die Organisation des Systems benutzt werden“ (*Breithaupt* 1836, S. 398).

Wenn sich bisher viel Gemeinsames in seinen Anschauungen mit denen von *Mohs* finden läßt, so geht *Breithaupt* in diesem Punkt weit über *Mohs* hinaus. Notwendigerweise wird jetzt nicht mehr von „naturhistorischen Eigenschaften“ schlechthin gesprochen, sondern von „wesentlichen und zufälligen Kennzeichen“. Diese Unterscheidung kennen wir bereits von *Werner*, und *Breithaupt* ist von der „naturhistorischen Betrachtungsweise“ noch ebenso befangen wie dieser, da er die wesentlichen Kennzeichen vorwiegend unter den äußeren sucht. (S. *Breithaupt* 1836, S. 399.) Da er diesen die größere Bedeutung beimißt, nähert er sich wieder bedenklich der *Mohs'schen* Systematik. Während dieser es aber ablehnt, chemische Eigenschaften als Klassifikationsmerkmale heranzuziehen, ist *Breithaupt* der Meinung, daß die chemische Charakteristik zum mineralogischen System gehört, und er spricht ihr einen hohen Wert zu, was ganz im Sinne *Werners* ist. Auf dieser Basis wird ein Mineralsystem entwickelt, welches mit Rücksicht auf chemische Eigenschaften aber vorwiegend nach äußeren Kennzeichen klassifiziert wurde, so wie es bereits von *Werner* verwirklicht war.



Bild 3. *Henrik Steffens*,
geb. 2. 5. 1773, gest. 13. 2. 1845

Die zweite Richtung, die für die Zukunft der Mineralogie so überaus große Bedeutung erlangen sollte, nämlich die chemische Mineralsystematik, hat ebenfalls ihre Wurzeln in der Wernerschen Systematik zu suchen.

Bereits im Jahre 1791 gab *Dietrich Ludwig Gustav Karsten*³ in Berlin seine erste „Tabellarische Übersicht der mineralogisch einfachen Fossilien“ heraus. Die zweite Auflage der „Mineralogischen Tabellen“ erschien 1808 (s. auch *Karsten* 1800).

Die Karstenschen Vorstellungen betreffs des Gegenstandes der Mineralogie bzw. der Oryktognosie decken sich mit denen *Hoffmanns*. Für *Karsten* ist ein Mineralsystem nur ein Erkennungssystem; aus diesem Grund nennt er auch seine Übersichten „Tabellen“. Wenn er in bestimmten Teilen den Wernerschen Vorstellungen folgt, so weicht er in der Wahl des Klassifikationsgrundes ab. *Karsten* meint, daß die Chemie jetzt bereits der Oryktognosie ganz andere Daten liefert als etwa 20 Jahre früher und daß es an der Zeit sei, nach diesen Angaben zu klassifizieren. (S. *Karsten* 1800, S. IV.) Die chemischen Mischungsverhältnisse und insbesondere die vorwaltenden Bestandteile werden als Klassifikationsgrundlage angewendet. Dieser Schritt *Karstens* bedeutet eine echte Weiterentwicklung der Wernerschen Klassifikationsprinzipien, die ja den charakterisierenden Bestandteilen so große Bedeutung beimaßen.

Viel grundlegender aber setzte sich *Henrik Steffens*⁴ mit der Wernerschen Mineralsystematik auseinander und sorgte für wesentliche Verbesserungen.

Bereits im Jahre 1797 gab er in Altona anonym eine Arbeit „über Mineralogie und das mineralogische Studium“ heraus. Darin entwickelt *Steffens* sehr klare Gedanken über die notwendigen Voraussetzungen, die eine Klassifikation der Minerale über-

haupt erst erlauben. Er zeigt, daß eine Klassifikation eben erst dann wirklich möglich wird, wenn man Klarheit über den Zweck der Wissenschaft Mineralogie geschaffen hat. Der wissenschaftliche Zweck der Mineralogie wird darin gesehen, „daß man sich mit allen unorganischen Körpern bekannt zu machen und ihre gegenseitigen Verhältnisse zu erforschen sucht“ (*Steffens* 1797, S. 89). Es kann nicht bloße Aufgabe der Mineralogie sein, ein Erkennungssystem zu entwerfen, sondern es gilt vielmehr, allgemeine Zusammenhänge zu erforschen. (S. *Steffens* 1797, S. 89.) Bedenkt man, daß *Steffens* zu solchen Aussagen gekommen ist, ehe die Arbeiten von *Mobs* und *Breithaupt* erschienen, so kann man seine Meinung nicht genügend würdigen; letzten Endes aber wurzeln auch diese Aussagen im Gedankengut *Werners*.

Von einem natürlichen System verlangt *Steffens*, daß es „die ganze innere Zweckmäßigkeit des unorganischen Reiches zeige“ (*Steffens* 1797, S. 120). „Es wird nie möglich sein, ein solches System vollendet aufzustellen; aber Fragmente eines solchen Systems, so weit Erfahrungen uns führen, zu sammeln, ist Endzweck der gesamten Mineralogie, und darauf geht der ganze wissenschaftliche Apparat dieses Studiums aus“ (*Steffens* 1797, S. 120).

Steffens verlangt von einem System, daß es die Minerale nur in eine angemessene Ordnung zum Zwecke des besseren Überschauens“ bringe, „ohne daß wir diese Ordnung der Natur, als ihr zugehörend, beilegen können“ (1797, S. 120).

Diese Vorstellung, in einem aufzustellenden Mineralsystem nur ein Modell zu erkennen und von diesem Modell Zweckmäßigkeit zu verlangen, wurzelt allerdings auch im Gedankengut *Werners*. (S. *Hesperus*, Nr. 44 (1816), S. 348.)

In der Einleitung zum 4. Teil seines „Handbuches der Oryktognosie“ (Halle 1824) setzt sich *Steffens* damit auseinander, nach welchen Gesichtspunkten ein solches zweckmäßiges System erstellt werden kann, und er kommt zu dem Schluß, daß „weder die Kristallographie für sich, noch die Chemie für sich, noch beide in Verbindung miteinander vermögen, die Fülle des Eigentümlichen in der Fossilbildung zu erschöpfen“ (*Steffens* 1824, S. XVI).

Er weist nach, daß es eben nicht angeht, eine Wissenschaft auf die Grundelemente einer oder zugleich mehrerer anderer Wissenschaften zurückzuführen. In einem Modell wird man das aber immer tun müssen, und insofern wird man auch nur nach dem Zweckmäßigsten, aber nicht nach einem „natürlichen Mineralsystem“ suchen können. Als ein solches zweckmäßiges sieht *Steffens* das Wernersche System an, und er hält es bereits im Jahre 1797 für notwendig, entsprechend dem Stand der Chemie einige bedeutende Veränderungen anzubringen. Das Wernersche System wird von einem wesentlichen Fehler befreit, nämlich der Klassifikation nach sogenannten „charakterisierenden Bestandteilen“. (S. *Steffens* 1797, S. 130.)

Aber nicht nur hier liegt die große Bedeutung *Steffens*, sondern vor allem darin, daß er als erster deutscher Mineraloge das Wesen der Minerale in ihrer chemischen Konstitution erkannte und dieses Wesen zur Grundlage der Klassifikation machte.

„Nicht die Identität der Bestandteile allein, sondern der besondere Zustand der chemischen Verbindung derselben bestimmt das Wesen der daraus gebildeten Naturprodukte. Die Form ist höchstwahrscheinlich nicht die Folge dieses oder jenen Bestandteils, sondern vielmehr eine Folge der besonderen Verbindung aller Bestandteile“ (*Steffens* 1797, S. 131).

Auf der Basis dieser Ansichten, die für ihre Zeit einzigartig und denen aller anderen Autoren weit überlegen sind, entsteht auch ein völlig neuartiges System, welches als die Grundlage jeder modernen Mineralsystematik angesehen werden muß.

Die erste Klasse wird durch die gediegenen Metalle, die zweite durch die Sulfide gebildet, die wiederum unterteilt sind in Schwefel, Kiese, Glanze und Blenden. Die dritte Klasse wird von den oxydierten Metallen gebildet und die vierte durch die Kieselreihe repräsentiert. Daran schließt sich die Kalkreihe als 5. Klasse und zum Schluß die Kohlenreihe als 6. Klasse an. Obwohl dieses System auch noch mit Mängeln behaftet ist, so ist es doch eines der ersten, was sich von der alten Vierteilung der Klassen, wie wir sie schon von *Avicenna*, *Agricola* und *Werner* kennen, loslöst und somit den Ausgangspunkt unserer modernen Systematik darstellt.

Leider fand diese Leistung zu ihrer Zeit in der Fachwelt keine Beachtung. Auch *Christian Samuel Weiss*⁵, der durch seine Forschungen auf dem Gebiet der Kristallographie berühmt wurde, hatte offensichtlich von den Steffensschen Werken keine Notiz genommen. Zweifellos stehen *Weiss* Verdienste zu, die er durch das Aufdecken der Beschränktheit in der Mohsschen Systematik erworben hat (*Weiss* 1829). (S. auch *Möbs* 1829.)

Nach seiner Meinung darf die Mineralogie nicht zur Nachahmerin der Botanik oder Zoologie bei der Bildung eines Systems werden. Freilich kann sich *Weiss* auch noch nicht von der Vorstellung eines „natürlichen Systems“ lösen, aber er erbringt doch den Nachweis, daß das „naturhistorische Mineralsystem“ von *Möbs* auch nur ein künstliches System sein kann, da es die chemische Betrachtung der Minerale von der Systembildung ausschließt.

Ebenso müsse es aber auch jeder chemischen Systematik ergehen, die lediglich nach chemischen Eigenarten und nach chemischen Begriffen ordnet. *Weiss* verlangt eine Klassifikation nach den wesentlichen Verschiedenheiten der Minerale, und hier spielen die chemischen Eigenschaften eine große Rolle. Dies widerspiegelt sich auch in seinem Mineralsystem, welches sieben Ordnungen unterscheidet, die nur chemisch gegliedert sind. An die Spitze stellt er wegen ihrer geologischen Bedeutung die Ordnung der oxidischen Steine, die die Familie des Quarzes, des Feldspates, des Skapoliths, der Haloidsteine, der Zeolithe, der Glimmer, der Hornblenden des Granats, der Edelsteine und der Metallsteine enthält. Es folgen die Ordnungen der salinischen Steine, der salinischen Erze, der gediegenen Metalle, der geschwefelten Metalle und der Inflammabilien.

Die Familien freilich werden wieder nach „naturhistorischen Eigenschaften“ gegliedert, was z. B. durch die Familie der Edelsteine ausgedrückt wird. So bedeutet die *Weiss*'sche Systematik kaum einen Fortschritt gegenüber der Karstenschen und hat noch große Ähnlichkeit mit *Werners* System. *Weiss* ist bei der Klassifikation auf halbem Wege stehen geblieben, weil er nicht erkannte, daß das Wesen der Minerale in ihrer chemischen Konstitution zu suchen ist. Diesen Sachverhalt hatte allerdings *Steffens* schon entdeckt, leider gerieten aber dessen Leistungen in Vergessenheit und erst *Gustav Rose*, ein Schüler von *Weiss*, konnte eine moderne Klassifikation nach diesen Grundsätzen durchführen und somit auch die *Weiss*'sche Systematik aus ihrer Beschränktheit herausführen. Während das Mineralsystem von *Weiss* im Jahre 1829 publiziert wurde, erschien die Germarsche Systematik 1837 in der zweiten Auflage



Bild 4. *Christian Samuel Weiss*,
geb. 26. 2. 1780, gest. 1. 10. 1856

seines „Lehrbuches der gesamten Mineralogie“. Auch er, *Ernst Friedrich Germar*⁶, verzichtet auf die bedeutenden Arbeiten von *Steffens*. Sein Mineralsystem erlangte nicht einmal zu seiner Zeit Bedeutung. *Germars* Ansichten über den Gegenstand der Mineralogie basieren noch auf den bereits überholten alten Vorstellungen *Hoffmanns*. So ist es zu verstehen, daß dieses System in einer Ebene mit der *Karstensen* und *Weiss'schen* Systematik stehen bleibt. Es kennt noch die 4 Klassen aus der *Wernerschen* Systematik, die Ordnungen und Sippschaften sind allerdings vorzüglich nach chemischen Gesichtspunkten gebildet, aber in der Klasse der Erden und Steine sind die Sippschaften wieder nach äußeren Übereinstimmungen klassifiziert. Bei der Klassifizierung der Oxide und Sulfide bleibt er sogar hinter *Weiss* zurück und fällt in die Ebene *Karstens*, wo die Sulfide und Oxide als Sippschaften der gediegenen Metalle erscheinen, nicht aber als eigene Klassen.

Erst *Karl Friedrich Naumann*⁷, der durch seine kristallographischen Arbeiten und durch die geologische Kartierung Sachsens zusammen mit *B. v. Cotta* bekannt wurde, schloß wieder an das Niveau der *Steffensschen* Systematik an.

Seine Ansichten legte er einmal in seinem „Lehrbuch der Mineralogie“ (1828), zum anderen in der Arbeit „Versuch einer reihenförmigen Zusammenstellung der Mineral-Spezies“ (1844) dar. Das Ergebnis seiner Untersuchungen basiert auf der klaren Vorstellung, daß es nicht möglich ist, die Mineralogie auf irgendeine andere Wissenschaft zu reduzieren. Den Gegenstand der Mineralogie sieht er nicht darin, die Minerale nur einfach zu unterscheiden, sondern meint, daß man nach einer Übersicht der Minerale und nach „Einsicht in ihren Zusammenhang“ streben muß. Er untersucht, „welcher Wert den verschiedenen Eigenschaften der Minerale für das Bedürfnis der Systematik zugestanden werden könne?“ (*Naumann* 1844, S. 644). Für *Naumann* gibt es keinen Zweifel, daß eine Klassifikation nach nur einem Merkmal immer fehlschlagen muß, und er sucht nach einem „wesentlich leitenden Moment“ (*Naumann* 1844, S. 651). Dieses „wesentlich leitende Moment“ erkennt er in den chemischen Eigen-

schaften, insbesondere aber in der „chemischen Konstitution“ der Minerale. „Sie repräsentiert ja die Materie selbst, dieses allen morphologischen und physischen Erscheinungen zu Grunde liegende Substrat, welches in der chemischen Konstitutions-Formel seinen wissenschaftlichen Ausdruck findet.“ „Wie wäre es also möglich, eine naturgemäße Zusammenstellung der Mineralien zu Stande zu bringen, ohne diese Grundlage ihres Wesens, dieses wahrhaft ursächliche Moment ihrer ganzen Erscheinungsweise einer vorzüglichen Beachtung zu würdigen?“ (Naumann 1844, S. 650). Naumann erbringt den Nachweis, daß eine nur chemisch stoffliche Klassifikation, wie sie von Berzelius vorgenommen wurde, unzureichend ist. (S. auch Berzelius 1816.)

In den Mittelpunkt seines Mineralsystems stellt er die gediegenen Elemente, wobei die Metalle das Zentrum einnehmen und die Nichtmetalle in anderen Ordnungen untergebracht werden. Die Metalloxide werden vor die Metalle und die Schwefel-, Tellur-, Arsen- und Selenverbindungen nach den Metallen aufgestellt. Diese Klasse der Sulfide unterteilt er in Kiese, Glanze und Blenden einschließlich Schwefel. Vor den Metalloxiden stehen noch die Klassen der Silicide, Haloide und Hydrolyte, wobei die Silicide in die drei Gruppen der nichtmetallischen, amphoteren und metallischen Silicide unterteilt sind. Die Ordnungen werden auf der Grundlage der Wasserhaltigkeit und Wasserfreiheit gebildet.

Wenn man bedenkt, daß Naumann neben Werner auch Friederich Mohs zu seinen Lehrern zählt und daß gerade die Mohssche Systematik einen breiten Widerhall unter einem großen Teil der Mineralogen seiner Zeit fand, so ist die Leistung Naumanns nicht hoch genug einzuschätzen. Gedenkt man aber der Arbeiten eines Steffens', der bereits 20 Jahre vor Naumann zu den gleichen oder zumindest sehr ähnlichen Ergebnissen gelangte, die aber zu ihrer Zeit kaum Beachtung fanden, so stellt die Naumannsche Systematik keinen wesentlichen Fortschritt dar. Erst durch Gustav Rose⁸, einem Schüler von Ch. S. Weiss, wird wieder ein bedeutender Schritt auf dem Weg zu einem modernen Mineralsystem getan. In Zusammenarbeit mit Eilhard Mitscherlich war er in den Jahren 1818 bis 1819 an der Entdeckung der Gesetze der Isomorphie beteiligt. Nach erfolgter Promotion mit einer kristallographischen Monographie des Titanits ging er 1820 für etwa 2 Jahre nach Stockholm zu Berzelius. Das „krystallo-chemische Mineralsystem“, welches Rose im Jahre 1852 herausgab, kann als Grundlage aller neueren Systeme angesehen werden. Die Anfänge dazu finden sich bereits in seiner Arbeit „Elemente der Kristallographie“ aus dem Jahre 1833. Dieses System entstand aus der Gewißheit, daß „die wesentlichen Eigenschaften der Minerale in einem unlängbaren Zusammenhange mit ihrer chemischen Zusammensetzung stehen“. Rose verwendet als Grundlage das Berzeliussche System, dessen Hauptmangel er voll erkannte, nämlich die rein chemisch-stoffliche Gliederung, die ihre Ursachen darin zu suchen hat, daß Berzelius die Mineralogie überhaupt nur als einen Teil der Chemie angesehen hat. „Die Kristallform“, schreibt Rose, „sagt uns aber noch weit mehr als die blosse Zusammensetzungsformel des Minerals, sie sagt uns auch die Art, wie die Atome vereinigt sind, und diese Verschiedenheit in der Art der Vereinigung der Atome begründet oft mehr die äußere Verschiedenheit der Körper als die Verschiedenheit der Atome selbst.“ Das Rosesche System zeigt nun auch, daß hier neben chemischen und kristallographischen Gesichtspunkten die Gesetze der Isomorphie und Heteromorphie große Beachtung fanden. Das System beginnt mit den Elementen, es

folgen die Sulfide (einschließlich Antimonide, Arsenide, Telluride und Selenide), an die sich die Gruppen der Chloride, Fluoride, Bromide und Jodide anschließen. Die 4. Gruppe repräsentieren die Sauerstoffverbindungen, wo die Oxide den Anfang bilden, es folgen Karbonate, Phosphate, Silikate, Borate und Sulfate.

Die Qualität dieser Systematik ist für ihre Zeit außerordentlich, denn wir erkennen in diesem Mineralsystem den Vorgänger unseres heutigen.

Die Untersuchung der von den Schülern *Werners* betriebenen Mineralsystematik zeigt, daß diese die von *Werner* theoretisch begründeten Grundlagen in verschiedenen Richtungen abänderten. Diese Veränderungen sind nur zu einem Teil durch die persönlichen Ansichten jener Schüler bestimmt. So ist die Entwicklung der „naturhistorischen Systematik“ latent in den Klassifikationsgrundlagen des älteren *Werner* enthalten, da er in späteren Jahren seines Lebens der chemischen Klassifikation nur geringen Wert zugestehen wollte. Die Entwicklung dieser Richtung hat durch *Friederich Mobs* ihren Höhepunkt erhalten, und leider wurden dessen Prinzipien erst nach einer Reihe von Jahren als ungenügend erkannt. Die weit größere Bedeutung für die Entwicklung der Mineralsystematik liegt in den Klassifikationsgrundsätzen, die der jüngere *Werner* vertrat. Die Entwicklung dieser chemischen Richtung besonders durch *Steffens*, *Naumann* und *Rose* stellt einen Ausgangspunkt unserer heutigen Mineralklassifikation dar.

Die wesentlichen Unterschiede sind also durch die jeweilige Wahl des Klassifikationsgrundes charakterisiert, d. h., welcher Wert den verschiedenen Eigenschaften der Minerale für das Bedürfnis der Systematik zugestanden wird. Das von *Werner* theoretisch begründete Gerüst ist aber erhalten geblieben.

Literatur

- Berzelius*, J. J.: Neues System der Mineralogie. Aus dem Schwedischen übersetzt von *Gmelin* und *Pfaff*. Nürnberg 1816 bei Johann Leonhard Schrag
- Breithaupt*, A.: Vollständige Charakteristik des Mineral-Systems. 2. Auflage, Dresden 1823
- Breithaupt*, A.: Übersicht des Mineral-Systems. Freiberg, 1830
- Breithaupt*, A.: Vollständige Charakteristik des Mineral-Systems. 3. Auflage, Dresden und Leipzig 1832
- Breithaupt*, A.: Vollständiges Handbuch der Mineralogie. 1. Band, Dresden und Leipzig, Arnoldische Buchhandlung 1836
- Breithaupt*, A.: Über einige der wichtigsten Fortschritte der Mineralogie seit 100 Jahren. Im 2. Teil der Festschrift zum hundertjährigen Jubiläum der Bergakademie zu Freiberg. Freiberg 1867, S. 87–98
- Breithaupt*, R.: Breithauptsche Familienchronik mit Ergänzungen von *Reinhard Woblfarth*. Wupertal-E., Urschrift 1892, Abschrift der Urschrift 1956
- Fuchs*, W., *Haltmeier*, G., *Leydolf*, F., und *Rösler*: *Friederich Mobs* und sein Wirken in wissenschaftlicher Hinsicht. Ein biographischer Versuch, Wien 1843
- Geinitz*, H. B.: *C. F. Naumanns* Biographie. Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie, 1874, S. 147–154
- Germer*, E. F.: Lehrbuch der gesammten Mineralogie. 2. Auflage, Halle 1837
- Groth*, P.: Entwicklungsgeschichte der mineralogischen Wissenschaften. Berlin, Springer 1926
- Hoffmann*, C. A. S.: Handbuch der Mineralogie. 1. Band. Freiberg, 1811 bey Graz und Gerlach
- Karsten*, D. L. G.: Tabellarische Übersicht der mineralogisch einfachen Fossilien. Berlin, 1791

- Karsten, D. L. G.*: Mineralogische Tabellen mit Rücksicht auf die neuesten Entdeckungen. Berlin 1800, 1. Auflage
- Karsten, D. L. G.*: Mineralogische Tabellen Berlin 1808, 2. Auflage
- Mobs, F.*: Des Herrn *Jac. Fried. von der Null* Mineralienkabinet, nach einem, durchaus auf äußere Kennzeichen gegründeten Systeme geordnet und beschrieben und als Handbuch der Oryctognosie brauchbar gemacht. – Erste Abtheilung, Wien 1804
- Mobs, F.*: Über die Classification der Mineral-Cörper. *Molls* Annalen der Berg- u. Hüttenkunde, 3. Band, Salzburg 1805, S. 177–200
- Mobs, F.*: Grundriß der Mineralogie. 1. Theil, Dresden 1822
- Mobs, F.*: Die Einwürfe des Herrn Prof. *Weiss* gegen die naturhistorische Methode der Mineralogie. *Baumgartners* und *Ettinghausens* Zeitschrift für Physik und Mathematik, 6. Band, 4. Heft, Wien 1829, S. 385–435 und 7. Band, 1. Heft, Wien 1829, S. 1–47
- Mobs, F.*: Leichtfaßliche Anfangsgründe der Naturgeschichte des Mineralreiches. Erster Theil. Zweite vermehrte und verbesserte Auflage, Wien 1836
- Naumann, C. F.*: Lehrbuch der Mineralogie. Berlin bei August Ruecker 1828
- Naumann, C. F.*: Versuch einer reihenförmigen Zusammenstellung der Mineral-Spezies. Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geognosie, Geologie und Petrefaktenkunde, 6. Heft, Jahrgang 1844, S. 641–665
- Rose, G.*: Elemente der Krystallographie, nebst einer tabellarischen Uebersicht der Mineralien nach den Krystalformen. Berlin 1833
- Rose, G.*: Das kristallo-chemische Mineralsystem. Leipzig 1852
- Schiffner, C.*: Aus dem Leben alter Freiburger Bergstudenten. Freiberg 1935¹
- Steffens, H.*: Über Mineralogie und das mineralogische Studium. Altona 1797
- Steffens, H.*: Vollständiges Handbuch der Oryctognosie. Vierter Theil, Halle 1824
- Steffens, H.*: Was ich erlebte. (Autobiographie.) Breslau 1841
- Weisbach, A.*: August Breithaupt, Nekrolog, Freiberg 1874
- Weiss, Cbr. S.*: Das Mineralsystem des Prof. *Weiss*; nebst einer Einleitung über die Bildung des natürlichen Systems, mit besonderer Rücksicht auf das naturhistorische des Herrn *Mobs*. Archiv für Mineralogie, Geognosie, Bergbau und Hüttenkunde. Erster Band, Berlin 1829, S. 5–28
- Weiss, C. E.*: Gedenkworte zum 100jährigen Geburtstag von *Cbr. S. Weiss*. Zentralblatt d. Dtsch. Geol. Ges. 1880

Anmerkungen

- ¹ Zur Biographie *Mobs*, siehe *Fuchs, W.* u. a. (1843)
- ² Zur Biographie *Breithaupts*, siehe *Breithaupt, R.* (1897) und *Weisbach, A.* (1874)
- ³ Zur Biographie *Karstens*, siehe *Schiffner* (1935)
- ⁴ Zur Biographie *Steffens*, siehe *Steffens* (1841)
- ⁵ Zur Biographie *Weiss'*, siehe *Weiss, C. E.* (1880)
- ⁶ Zur Biographie *Germars*, siehe *Schiffner* (1935)
- ⁷ Zur Biographie *Naumanns*, siehe *Geinitz* (1874)
- ⁸ Zur Biographie *Roses*, siehe *Grotb* (1926)