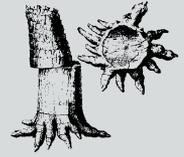


## Das AGRICOLA-Erbe im Konzept der geologischen Erkundung nach ABRAHAM GOTTLÖB WERNER\*



**Christian Schubert, Biederitz**

### Zusammenfassung

Die Klärung des Widerspruchs zwischen erkundungsgeologischer Bedeutung und ideengeschichtlicher Wertung AGRICOLAS und WERNERS erfordert das Studium einschlägiger Quellen. Nach kurzer Vorstellung WERNERS als Neptunist und Erkunder wird das erkundungsgeologische Erbe AGRICOLAS aufgearbeitet. Es wird inhaltlich im Hinblick auf die Terminologie bei AGRICOLA und WERNER, AGRICOLAS Entwurf der geologischen Erkundung und die Tradierung des AGRICOLA-Erbes beleuchtet. Ausführliche Zitate aus einschlägigen Quellen dienen zur Dokumentation der Herausbildung von WERNERS Konzept der geologischen Erkundung in den Etappen „Natürliche Klassifikation der Minerale (Fossilien) und Gesteine“, „Prolegomenen der Geognosie“ und „Neue Gangtheorie mit ihrer Anwendung auf den Bergbau“. Den Schwerpunkt bilden das „mineralogische“ Grundwissen des Erkunders, die Bestimmung der Bauwürdigkeit und die komplex-genetische Orientierung der Geognosie. Danach erfolgt die Darstellung von WERNERS Konzept der geologischen Erkundung 1) nach seinen drei Aufgaben (geologische Modellierung, Bestimmung der Bauwürdigkeit, Abschätzung und Prognose von Reserven mineralischer Rohstoffe), 2) nach seinem methodischen Apparat (geologische Methode, naturprozeßadäquate Erkundungsmethodik, Nutzung mathematischer Verfahren zur Bestimmung von Parameterwerten) und 3) nach seiner bestandenen Probe in Form der geognostischen Gebirgs-Untersuchung Chursachsens von 1791 bis 1817, der ersten auf die Suche von Lagerstätten mineralischer Rohstoffe ausgerichteten geologischen Landesaufnahme im Weltmaßstab. Abschließend wird WERNER in der Geschichte der Geologie als derjenige gewürdigt, der in schöpferischer Weiterentwicklung der Thesen AGRICOLAS begründet hat, dass die Geogenie ein maßgeblicher Bestandteil der Geologie ist und die Geognosie als besonderer Aspekt der Geogenie das zentrale naturwissenschaftliche Moment der geologischen Erkundung darstellt.



**Abb. 1** Standbild AGRICOLAS in Glauchau.

\* **Zum 450. Todestag von GEORGIUS AGRICOLA am 21. Nov. 2005**



Abb. 2 Büste AGRICOLAS in Chemnitz.



Abb. 3 AGRICOLA-Denkmal in Hohenstein-Ernstthal.

## 1 Einleitung und Problemstellung

Am Ende des 19. Jahrhunderts beginnt eine breitere Beschäftigung nicht nur der Historiker mit GEORGIUS AGRICOLA (1494–1555) und ABRAHAM GOTTLÖB WERNER (1749–1817). So findet sich im VIII. Band der Mitteilungen des Vereins für Chemnitzer Geschichte die Zusammenfassung eines Vortrags, den der Realschuldirektor Dr. (G.H.) JACOBI aus Reichenbach am 5. Dez. 1893 über „AGRICOLA als Bergmann und Geologe“ gehalten hat. JACOBI führt auch aus, dass die Wiederentdeckung AGRICOLAS dem großen Mineralogen WERNER in Freiberg zu verdanken sei. Knapp 25 Jahre später erscheint 1917 im Jahrbuch für das Berg- und Hüttenwesen im Königreich Sachsen der vom Geh. Bergrat Prof. Dr. Dr. RICHARD BECK verfasste Aufsatz „ABRAHAM GOTTLÖB WERNER – Eine kritische Würdigung des Begründers der modernen Geologie“. Seitdem hält die Beschäftigung mit den beiden Gelehrten unvermindert an, wobei das tiefere Eindringen in ihre Werke immer neue Facetten ihres Schaffens zu Tage gebracht hat (zuletzt ERNSTING 1994, NAUMANN 1994 bzw. ALBRECHT & LADWIG 2002).

Zu Ehren AGRICOLAS sind 1955 in seiner Geburtsstadt Glauchau ein Standbild (Abb. 1) und in Chemnitz, wo er gestorben ist, eine Büste (Abb. 2) aufgestellt worden, denen 1994 das Denkmal auf dem Hohensteiner Marktplatz (Abb. 3) in Hohenstein-Ernstthal mit direktem Bezug auf sein 1556 veröffentlichtes Hauptwerk „De re metallica libri XII“ folgte. Die Gedenktafel neben der in Chemnitz gegenüber der Jacobi-Kirche aufgestellten Büste trägt diesen Text:

„... Dr. GEORGIUS AGRICOLA ... diente dem Fortschritt der Menschheit als Begründer der neuzeitlichen Mineralogie, Geologie, Bergbau- und Hüttenkunde, als Arzt und Apotheker, Lehrer und Sprachwissenschaftler, Diplomat und Geschichtsschreiber / hier lebte er von 1531 bis 1555“.

Für WERNER ist schon im Herbst 1818 am späteren Neuen Annen-Friedhof in Dresden-Löbtau ein Denkmal errichtet worden. Dieses bestand „aus einem aus Granitstücken und Basaltsäulen wohl zusammengesetzten Ruhesitz, sinnvoll hindeutend auf WERNERS Bestrebungen die Entstehung dieser Felsarten zu erklären“ (FRISCH 1825, S. 267) und hat auf dem mittleren Monzonitstück die Aufschrift „Zu WERNERS / Andenken“ getragen (THALHEIM 1999, S. 31). Heute erinnern an WERNER die in Freiberg am Kreuzteich stehende Büste aus dem Jahre 1850 (Abb. 4) und die 1999 an seinem Geburtshaus in Osiecznica, dem ehemaligen Wehrau am Quais/Oberlausitz (Sachsen) angebrachte Gedenktafel mit seinem Portrait und dieser zweisprachigen Aufschrift (Abb. 5):

„ABRAHAM GOTTLÖB WERNER - współtwórca nowożytnej mineralogii i geologii / profesor Akademii Górniczo-Hutniczej we Freibergu (1775–1817) / nauczyciel geologów świata; - Mitbegründer der wissenschaftlichen Mineralogie und Geologie / Professor an der Bergakademie Freiberg (1775-1817) / mit Schülern aus aller Welt“.

Beide Gelehrte werden auf den Gedenktafeln als maßgebliche Schöpfer der beiden wichtigsten Geowissenschaften, der Mineralogie und Geologie apostrophiert. Dem Verweilenden stellt sich die Frage, welche besonderen Leistungen AGRICOLA und WERNER vollbracht haben mögen, um seitens der Stifter eine solche Ansprache zu rechtfertigen.

AGRICOLA begründet in den „De re metallica libri XII“ ein vom metallicus benötigtes geologisch-mineralogisches und montanistisches

Grundwissen heutiger Definition, um zielgerichtet Erzgänge erschürfen und einträglichem Bergbau auf solche betreiben zu können. Dieses Grundwissen weitet sich im Verlaufe der nächsten 200 Jahre stark aus und wird nun wegen seines Bezugs zum Bergwerk (mittellat. = *minera*) unter dem Begriff „Mineralogie“ zusammengefasst. Den in dieser „Mineralogie“ angesammelten Wissens- und Erfahrungsschatz hat WERNER systematisiert und in sechs „Doktrinen“ unterteilt, von denen die heute Mineralogie genannte „Oryktognosie“ und die „Geognosie“ die bekanntesten sind. Nach WERNERS eigenem Bekunden untersucht die Geognosie „die Verhältnisse, unter denen sich die Fossilien (= Minerale – C.S.) im Mineralreich finden und **erzeugen**“, wobei „die eigentliche Geogenie ... bloß ein Teil der Geognosie ... ist“ (Hervorheb. - C.S.). WERNER greift AGRICOLAS These von der natürlichen Entstehung der Erzgänge auf und glaubt im Neptunismus, der die Entstehung aller Gesteine an eine Ablagerung im (Ozean-)Wasser bindet, den Antrieb für die natürliche Entwicklung der Erdkruste gefunden zu haben. Obwohl sich schon zu Lebzeiten WERNERS andeutet, dass das neptunistische Prinzip diesem Anspruch keineswegs generell gerecht wird, haben seine 1791 in der „Neuen Theorie von der Entstehung der Gänge, ...“ vorgenommenen Ableitungen zu den Aufgaben und der Methodik der geologischen Erkundung bis heute nichts an Aktualität eingebüßt.

AGRICOLA und WERNER haben in ihren Hauptwerken in der Mitte des 16. bzw. am Ende des 18. Jahrhunderts begründet, dass der Nachweis und die Vorhersage des Vorkommens von natürlichen Ansammlungen nutzbarer Minerale auf bauwürdiger Lagerstätte die **gesellschaftliche Zweckbestimmung** des Geologie-Betriebs ist und dass die Lösung dieser Aufgabe die wissenschaftliche Erkenntnis der Bildung/Erhaltung und die Verteilung dieser Mineralansammlungen in der Erdkruste bewirkenden Naturgesetze erfordert. Noch in der Gegenwart wird die Erforschung der Erdkruste sowohl in ihren kontinentalen wie auch in ihren ozeanischen Abschnitten allein zum Zwecke der Sicherstellung des langfristigen Bedarfs der Gesellschaft an bergbaulichen Rohprodukten betrieben (zuletzt EMMERMANN et al. 2005).

Die Leistungen AGRICOLAS und WERNERS sind während des 19. Jahrhunderts dem Vergessen anheim gefallen, währenddessen unbewiesene Behauptungen ihren Eingang ins Schrifttum gefunden haben. Deren wohl bekannteste ist diejenige, welche SERGE V. BUBNOFF (1888–1957) am Beginn seiner zuerst 1930 erschienenen „Grundprobleme der Geologie“ aufstellt: „Und so fristen zwei Teile der Geologie, die heute unmittelbar zusammengehören, bis ins 18. Jahrhundert ein gesondertes und kümmerliches Dasein: die Geognosie, welche vor allem dem Bergbau diene, auf jede genetische Betrachtung verzichtete und nur eine Beschreibung blieb – AGRICOLA ist wohl einer ihrer interessantesten frühen Vertreter –, und die Geogenie, die Lehre von der Entstehung der Welt ... Nicht eine Geogenie mit geognostischen Erläuterungen, sondern eine Geognosie mit genetischer Deutung tut uns Not, wie VOGELSANG schon vor 90 Jahren (d. h. im Zeitraum 1840 bis 1865 - C.S.) sagte“. Es ist mehr als bedauerlich, dass sich im Band 1 der von 1984 bis 1991 in Moskau herausgegebenen fünfbandigen „Gornaja Ānciklopedija“ (Berg-Encyklopädie) unter dem Stichwort WERNER ein von TICHOMIROV & SCHMIDT verfaßter Eintrag findet, der sich direkt auf die abwegige BUBNOFFsche Behauptung bezieht, indem es heißt: „Er unterschied Geognosie als beschreibende Wissenschaft über den oberen Teil der Erdkruste und Geologie als theoretische Wissenschaft über die Erdkruste insgesamt, deren Entstehung und Tiefenbau“ (Übers. - C.S.).

Einer gewissen Beliebtheit erfreut sich bis in unsere Tage auch die Konstruktion einer Verbindung zwischen dem Neptunismus und der Schöpfungsgeschichte der Bibel. Und dieses, wenn gleich ein Blick in die „Neue Theorie ...“ zeigen würde, dass WERNER – ganz im Gegensatz zu JAMES HUTTON (1726–1797), dem Führer der Plutonisten – der Schöpfungsgeschichte jegliche naturgeschichtliche Relevanz verweigert und – seine Nähe zu GEORGES CUVIER (1769–1832) dokumentierend – die Aufeinanderfolge mehrerer Revolutionen im Verlaufe der Erdgeschichte angenommen hat. Eben diese Haltung ist es gewesen, die der evangelisch-lutherischen Amtskirche Sachsens so suspekt war, dass diese in dem überdies trägen Kirchgänger WERNER einen gefährlichen Dissidenten gesehen hat (SCHUBERT 2004, S. 132).

Selbst diejenigen Schüler WERNERS, die ihrem Lehrer so nahe stehen wie CHRISTIAN SAMUEL WEISS (1780–1856) und CHRISTIAN LEOPOLD V. BUCH (1774–1863) haben sich dessen Auffassung der Geognosie als das zentrale naturwissenschaftliche Moment der geologischen Erkundung nicht zu erschließen vermocht. Diese Erscheinung ist wohl darauf zurück zu führen, dass im Streit zwischen Neptunisten und Plutonisten die scheinbare Kopplung der Geognosie an das neptunistische Prinzip eine tragende Rolle gespielt hat. WEISS' Einschätzung, der zufolge die Geognosie noch vor ihrer Entfaltung zur Geologie geworden sei, deutet in diese Richtung, wobei hier Geognosie für überprüfbare Theorie und Geologie für unbewiesene Hypothese stehen.

Während die fortschrittliche Traditionslinie AGRICOLA – WERNER für die Erkundungsgeologie eine unumstößliche Tatsache ist, scheint diesbezüglich die von der Ideengeschichte dominierte Geologie-Geschichtsschreibung von allerlei Zweifeln geplagt zu sein. Die Überwindung dieses Dilemmas bedarf lediglich des Studiums einschlägiger Quellen, wie sie im handschriftlichen WERNER-Nachlaß gefunden werden können, der an der TU Bergakademie Freiberg aufbewahrt wird. Nach Maßgabe dieser Voraussetzungen hat der Autor, erste Hinweise von GUNTAU (1984, S. 67f) aufgreifend, einige Quellen unter stärkerer Beachtung von Wirkungen der Praxis innerhalb der Theorie/Praxis-Beziehungen analysiert. Im Ergebnis dessen befassen sich die folgenden Ausführungen mit dem theoretischen und methodisch-praktischen Beitrag WERNERS zur Verwissenschaftlichung der zuerst von AGRICOLA umrissenen geologischen Erkundung. Sie schließen unmittelbar an

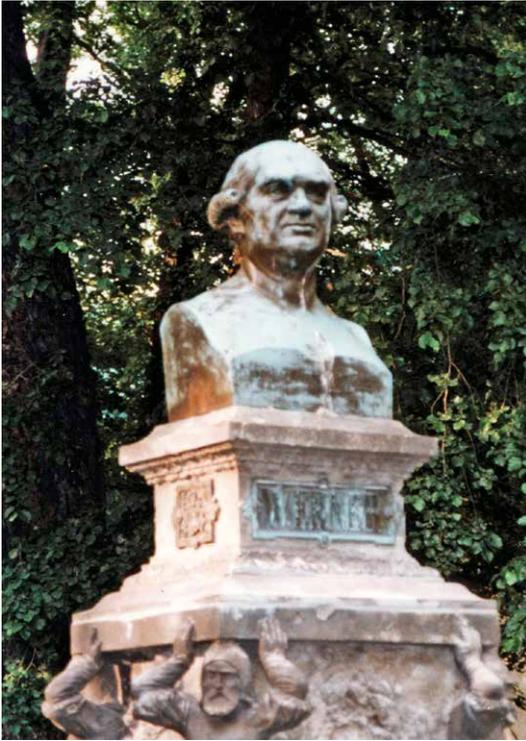


Abb. 4 Büste A.G. WERNERS in Freiberg.

(Zeugenberge) einer ursprünglich weitflächig verbreiteten mächtigen Basaltdecke.

WERNERS langfristig angelegte Bemühungen um die natürliche Systematik der Minerale und Gesteine folgen der Überzeugung, dass über diesen Weg erkannt werden kann, wie sich die Bildung und Verteilung der Ansammlungen nutzbarer Minerale auf natürliche Weise vollzogen hat. Noch während seines Leipziger Universitätsstudiums hatte WERNER 1773 das im Kupferschiefer bauende Bergwerk in Kamsdorf bei Saalfeld besucht und dort eine äußerst interessante Beobachtung gemacht. Im Grundgebirge aufsitzen die taube Spalten sind im Bereich des marinen, jedoch nicht salinaren Unteren Zechsteins mit den als Rücken bezeichneten Erzgängen angefüllt. Diese Beobachtung muss WERNER dermaßen beeindruckt haben, dass er in der 1791 ausgearbeiteten „Neuen Theorie von der Entstehung der Gänge, mit Anwendung auf den Bergbau besonders den freibergischen“ die Füllung dieser Spalten während des Oberen Zechsteins von oben her durch Ausfällung aus dem (gegenüber dem heutigen Weltmeer anders mineralisierten) Urozean vertritt.

WERNER verbindet seine Überzeugung, im neptunistischen Prinzip den naturgesetzlichen Antrieb der Erdgeschichte gefunden zu haben, mit der Erkenntnis, dass die Methodik zur Aufsuchung von Bodenschätzen dem Naturprozeß ihrer Bildung und Verteilung entsprechen, ihm adäquat sein muss. Ungeachtet seiner neptunistischen Grundposition gelingt es WERNER, die erkundungsmethodischen Ansätze AGRICOLAS zu synthetisieren und in eine Form zu bringen, für die BUBNOFF (1930) später den Begriff geologische Methode einführt. Diese geologische Methode ist charakterisiert durch die einheitliche Handhabung von exakter Erfassung („Sammlung“) und genetischer Deutung („Aufstellung“) der Erkundungsdaten unter Zuhilfenahme eines geologischen Modells der natürlichen Entwicklung der Erdkruste. WERNER hat die von ihm gefundene geologische Methode in der 1791 begonnenen „geognostischen Gebirgs-Untersuchung“ des chursächsischen Territoriums durch den Nachweis zahlreicher Braunkohlen-, aber auch von Steinkohlen- und Torf-Lagerstätten erfolgreich erprobt. Obwohl WERNERS geologisches Modell neptunistisch ausgerichtet gewesen ist, dient die Anwendung der geologischen Methode noch heute dem gezielten Nachweis und der Vorhersage von Lagerstätten nutzbarer Minerale. Die Abschätzung der an sie gebundenen Reserven mineralischer Rohstoffe erfolgt mittels mathematischer Verfahren zur Bestimmung von Parameterwerten, welche auf den schon von AGRICOLA formulierten Prinzipien basieren. WERNER stellt wie auch schon AGRICOLA vor ihm die geologische Erkundung in den Zusammenhang von natürlichen stofflichen Voraussetzungen, bergbaulichen Möglichkeiten und metallurgisch-chemischen bzw. hüttentechnischen Anforderungen.

den hier 2001 veröffentlichten Aufsatz des Autors über „Die Mathematik im Instrumentarium der geologischen Erkundung nach GEORGIUS AGRICOLA“ an.

## 2 WERNER als Neptunist und Erkunder

WERNER hat sich beginnend mit seiner 1774 in Leipzig veröffentlichten Abhandlung „Von den äußerlichen Kennzeichen der Fossilien“, indem er die äußeren von den inneren (chemischen) Kennzeichen getrennt und die Relevanz der letzteren für das natürliche System der Minerale hervorgehoben hat, bleibende Verdienste um die Bewältigung der natürlichen Klassifikation der Minerale erworben. Dieses könnte auch auf seinen zwölf Jahre später 1786 zuerst in Prag erschienenen Aufsatz „Kurze Klassifikation und Beschreibung der verschiedenen Gebirgsarten“ zutreffen, wäre da – neben der noch heute gültigen Ableitung der tektonischen Stockwerke nach dem unterschiedlichen petrographischen Charakter der Gebirgsarten – nicht seine Auffassung, der zufolge sich auch die heute als magmatisch bezeichneten Gesteine im Ozeanwasser abgesetzt hätten. Die 1787 am Scheibenberg beobachtete Folge „Sand – Basaltwacke – Basaltsäulen“ hat WERNER 1788/89 in dem Aufsatz „Bekanntmachung einer am Scheibenerger Hügel über die Entstehung des Basalts gemachten Entdeckung“ als ultimativen Beweis für die sedimentäre Herkunft des Basalts und als Metapher für die natürliche Entwicklung der Erdkruste betrachtet. Die erzgebirgischen Basaltgipfel charakterisiert er hingegen zutreffend als Erosionsreste

Die Tragik WERNERS besteht in Folgendem: Obwohl sich schon zu seinen Lebzeiten abzeichnet, dass seine neptunistische Ausrichtung des geologischen Modells unrealistisch ist, sieht sich WERNER – ungeachtet der wohlmeinenden und respektvollen Einflußnahme seines Schülers BUCH – außer Stande, seine Interpretationsfehler zu korrigieren. Dieses wird insbesondere von Kreisen, die zuvor WERNERS berechtigter fachlicher Kritik ausgesetzt waren, zum Anlaß genommen, eine Kampagne des organisierten Totschweigens seiner Leistungen zu inszenieren. So muss WERNERS erster Biograph SAMUEL GOTTLÖB FRISCH (1765–1829) 1825 (S. 1f) erschüttert feststellen, dass schon wenige Jahre nach dem Tode des Gelehrten dessen Verdienste nahezu vergessen sind. Auch mag angesichts des polemisch geführten Streits zwischen Neptunisten und Plutonisten eine gewisse intellektuelle Scheu um sich gegriffen zu haben, für die Benennung der Verdienste WERNERS öffentlich einzutreten.

In der Tat ist die Erkenntnis der Naturgesetzlichkeit der Entwicklung der Erdkruste wie auch deren speziellen Objekts selbst, der Bildung und Verteilung von natürlichen Ansammlungen nutzbarer Minerale ein vielschichtiger und widersprüchlicher Prozeß. Dieser muss vom Erkunder, dem Nachfolger des AGRICOLASchen *metallicus* heute ebenfalls im engen Wechselspiel zwischen geologischer Theorie und berg- und hüttenmännischer Praxis realisiert werden. Innerhalb dieses Zusammenhangs erfolgt eine Rekonstruktion des tatsächlich statt gefundenen Ablaufs der stofflichen Entwicklung in Raum und Zeit mittels der zuerst von WERNER praktizierten geologischen Modellierung (SCHUBERT 2002). Die aufgestellten geologischen Modelle repräsentieren nur den jeweils erreichten Kenntnissstand des abgelaufenen Krustenprozesses. Die Entwicklung der geologischen Theorie zeigt, dass auch heute überholte geologische Modelle unverzichtbare Bausteine auf dem Wege zur Wissenschaft, zur produktiven Aneignung der Bodenschätze gewesen sind. Insofern besteht keinerlei Veranlassung, die Verfechter von Theorien einer feststehenden, fixen Erdkruste wie EDUARD SUESS (1831–1914), HANS STILLE (1888–1966), LEOPOLD KOBER (1883–1970) oder V.V. BELOUSSOV (1907–1990), deren globale geologische Modelle die Vorhersage des Vorkommens und die Hebung von Bodenschätzen maßgeblich befördert haben, aus dem Blickwinkel der nunmehr als mobil erkannten Erdkruste etwa mit dem Prädikat der „eingeschränkten Wahrnehmung“ zu belegen. Keiner der modernen Mobilisten kann sich im Besitze der absoluten Wahrheit wähnen. Noch immer suchen Physiker nach der „Weltformel“, währenddessen die Atommodelle der NOBEL-Preisträger von 1908 und 1922, ERNEST RUTHERFORD (1871–1937) und NILS H.D. BOHR (1885–1962), längst Geschichte sind, ohne dass deren Charakter als Meilensteine auf dem Entwicklungsweg der Physik in Abrede zu stellen wäre.

### 3 Das AGRICOLA-Erbe

#### 3.1 Zur Terminologie bei AGRICOLA und WERNER

Den Begriff „geologische Erkundung“ wird man bei WERNER ebensowenig finden wie man ihn bei AGRICOLA vergeblich sucht. Dieses rührt daher, dass sich erst in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts ein nationalökonomischer Zwang ergeben hat, die geologische Erkundung – zunächst in Form der geologischen Landesaufnahme – als dessen risikoreiche Vorstufe vom Bergbau abzutrennen und zur staatlichen Hoheitsaufgabe zu erheben. Allerdings hatte bereits AGRICOLA in den „De re metallica libri XII“ (Abb. 6) jene Grundsätze behandelt, die bis heute als unabdingbare Voraussetzung einer wissenschaftlich begründeten und damit rationellen geologischen Erkundung von natürlichen Ansammlungen nutzbarer Minerale auf bauwürdiger Lagerstätte gelten.

Die Minerale, für die AGRICOLA 1546 in den „De natura fossilium libri X“ erstmals eine Systematik gefunden hatte, sind bis in WERNERS Zeit Fossilien genannt worden. Unter ihnen bilden die Erze als Träger der Metalle eine besondere Gruppe. Gegenstand der vom *metallicus* betriebenen *res metallica* sind alle mit der Herstellung der Metalle aus den Erzen verbundenen Fragen. Diese reichen von der natürlichen Bildung und Verteilung der Erzgänge über das Erschürfen der Erzgänge und den Bergbau auf diese bis zur Verhüttung der Erze. Die *res metallica* umfaßt gemäß der heutigen Terminologie geologische Erkundung, Bergbau (= extraktive Industrie zusammen mit der Rohprodukt-Aufbereitung) und Hüttenwesen (= erste Verarbeitungsstufe: Rohmaterial-Herstellung einschließlich der damals durch die Herstellung von Holzkohle

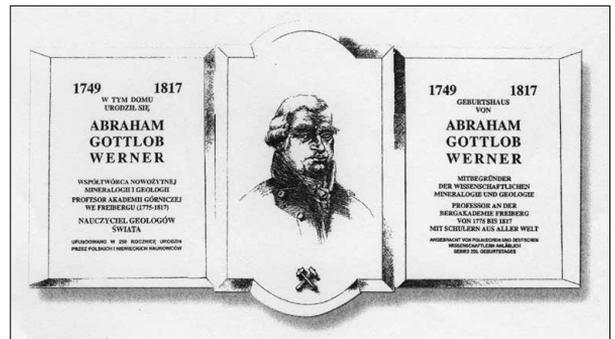


Abb. 5 Gedenktafel an WERNERS Geburtshaus in Osiecznica nad Kwisa, Polen (Wehrau am Quais/Oberlausitz) (nach OLCZAK & ABRAMOWICZ).

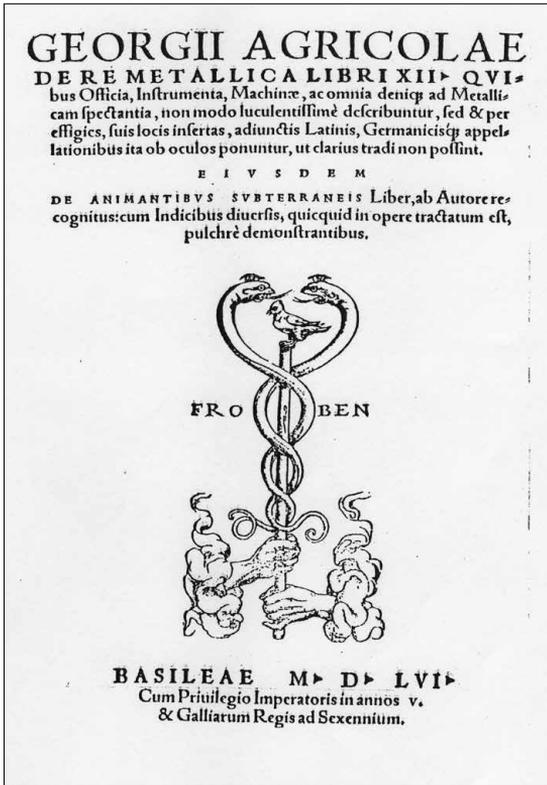


Abb. 6 Titelblatt AGRICOLA (1556).

abgrenzt“ (GUNTAU, in: RÖSLER 1981, S. 36). Im Hinblick auf die Geognosie gelingt es WERNER „die Geologie zum erstenmal lehrbar zu machen und ihre Kenntnis zu verbreiten, ... was ... eine einmalige Aufgabe, eine einmalige Erfüllung ... war“ (HAARMANN 1942; zit. in: CARLÉ 1988, S. 34).

### 3.2 AGRICOLAS Entwurf zur geologischen Erkundung

AGRICOLA entwirft in den ersten drei Büchern seiner „De re metallica libri XII“ Leitlinien oder Grundsätze, denen nach seiner Meinung beim „Schürfen“ gefolgt werden muss. Sie berücksichtigen zum einen die natürlichen stofflichen Voraussetzungen des Schürfens und zum anderen die Bedingungen, welche Bergbau und Hüttenwesen an die Beschaffenheit der Erzgänge und Erze sowie an die Gestaltung der Erdoberfläche stellen. Alles wird in den Zusammenhang des Nutzens für den einzelnen metallicus wie auch für die Allgemeinheit gestellt. Die ausgewählten Zitate entstammen dem 1974 veröffentlichten Band VIII der von H. PRESCHER besorgten AGRICOLA-Gedenk-Ausgabe (AGA).

Das Buch I (S. 53 – 77) bringt die entscheidenden Vorstellungen zur Bildung und Verteilung der Erzgänge im Erdinnern und die daraus resultierenden Anforderungen an die Qualifikation der metallici. Von besonderem Interesse sind diese Aussagen:

„Die Erze ... haben ... ihren eigenen und festen Sitz im Innern der Erde ... Die Erde ... verbirgt ... die Erze sicherlich nicht in der Tiefe deshalb, weil sie nicht will, dass der Mensch sie schürfe, sondern weil eine vorausschauende und einsichtige **Natur** jedem Ding seinen Ort gegeben hat; sie **erzeugt** sie in den Spalten und Klüften und Schichtfugen der Gesteine gleichsam wie in eignen Gefäßen und Behältnissen der Materie; ...“ (S. 63; Hervorheb. – C.S.).

„Der metallicus ... muss in seinem Fach äußerste Sachkunde besitzen, dass er erst einmal weiß, an welchen Stellen .. man **mit Aussicht auf Erfolg schürfen** kann bzw. welche Stellen ein Schürfen nicht gestatten; so dass sich ihm ferner die Spalten und Klüfte und Schichtflächen öffnen; weiter, dass er die vielfältigen und unterschiedlichen Arten der Erden, Gemenge, Edelsteine, gewöhnliche Steine, Marmorarten, Felsen, Erze und Gemische genau kennt; dann, dass er Kenntnis

repräsentierten karbo-/petrochemischen Grundstoff-Industrie).

Der metallicus bedarf eines Grundwissens über die natürlichen stofflichen Gegebenheiten, welches vor allem die erkannten natürlichen Kriterien für das Vorkommen der Erzgänge beinhaltet. Dieses Grundwissen wie auch die aus den bergbauartigen Möglichkeiten der Erzgewinnung und den metallurgisch-chemischen bzw. hütten-technischen Anforderungen an die Beschaffenheit der Erze resultierenden Leitlinien zum zweckmäßigen Erschürfen der Erzgänge erhalten in der Folge wegen ihres Bezugs zum Bergwerk (= mittellat. *minera*; *miniera*, *mina*, *mine*, *Mine*) die Bezeichnung „Mineralogie“. Dieser so auch von WERNER verwendete Begriff hat inhaltlich nichts mit dem zu tun, was seit der Mitte des 19. Jahrhunderts unter Mineralogie verstanden wird.

In seinem 1778 erschienenen Aufsatz „Von den verschiedenerley Mineralien-Sammlungen, aus denen ein Mineralien-Kabinet bestehen soll ...“ gliedert WERNER das in der „Mineralogie“ angesammelte Wissen über die Bildung und Verteilung der „besondern Lagerstätten der Fossilien“ in der Erdkruste sowie über den Nachweis ihrer Bauwürdigkeit bzw. die Abschätzung ihrer Reserven an mineralischen Rohstoffen in fünf „Doktrinen“: (1) Oryktognosie, (2) chemische Mineralogie, (3) Geognosie, (4) geographische Mineralogie und (5) ökonomische Mineralogie. Die Doktrinen „Oryktognosie“ und „Geognosie“ hat WERNER durch Systematisierung des in ihnen zusammengefaßten Wissens zu prägnanten Vorlesungen an der Bergakademie Freiberg ausgebaut. „WERNER umreißt mit der Oryktognosie als erster das Wissenschaftsgebiet der heutigen Mineralogie, das er gleichzeitig gegenüber anderen naturwissenschaftlichen Disziplinen

hat von jedem Verfahren, von jeder Vorrichtung, die unter Tage herzustellen ist. Schließlich müssen ihm die Kunstgriffe bekannt sein, **wie man das geförderte Gut probiert** und zur Schmelzung vorbereitet, die ja auch ihrerseits (je nach der Art des Metalls) unterschiedlich ist ...“ (S. 53; Hervorheb. u. Erg. – C.S.).

„Der metallicus muss außerdem in vielen Künsten und Wissenschaften einigermaßen bewandert sein. Erstens in der Philosophie, damit er **die Entstehung, die Ursachen der Entstehung und das Wesen des Stoffs** unter Tage kennt. Denn er wird dann auf leichterem und bequemerem Wege zur Gewinnungsarbeit in den Gängen gelangen und von dem geförderten Gute reichen Ertrag haben ... Dann muss er die Rechenkunst verstehen, damit er die Kosten, die für die Gezeuge und die Förderung einzusetzen sind, verrechnen kann ... **Daher ist es notwendig, dass derjenige, der gern zuverlässige Berechnungen und Vorschriften im Bergbau haben will, die vorliegenden und andre Bücher von mir sorgsam liest** oder bezüglich jeder Sache erfahrene metallici befragt. Doch er wird wenige finden, die sich in der ganzen Kunst auskennen ...“ (S. 53f; Hervorheb. – C.S.).

Der **Nutzen** des Bergbaus für die Allgemeinheit gründet sich auf die Arbeit gebildeter und erfahrener metallici. „... Da aber viel mehr metallici in ihrer Kunst ohne Vorbildung und unerfahren sind, geschieht es, dass **das Schürfen nach Erzen** nur für sehr wenige von Vorteil ist, vielen aber nur Schaden bringt. Insofern vertut die Masse der metallici, weil sie in der **wissenschaftlichen Kenntnis der Gänge** völlig unerfahren ist, nicht selten Arbeit wie Kosten umsonst“ (S. 55; Hervorheb. – C.S.).

Im Buch II (S. 78 – 92) wendet sich AGRICOLA jenen Fragen zu, die mit der Auswahl kostengünstig gewinnbarer Erzgänge verbunden sind. „Der metallicus soll eine Grube haben an einem bergigen Ort, der sanft abfällt, bewaldet, gesund und sicher ist, der nicht weit von einem Fluß oder Bach entfernt ist, auf dem die gewonnene Masse befördert werden kann, um gewaschen und geschmolzen zu werden, zu dem auch der Zugang nicht sehr schwierig ist“ (S. 84). „Hat der metallicus einen von der Natur günstigen Ort für die Anlage einer Grube ausgewählt, so richtet er Arbeit und Sorge auf die Gänge. Diese sind entweder durch irgendeinen Zufall der Erdoberfläche beraubt und zeigen sich uns offen, oder sie sind versteckt und verborgen und werden kunstgemäß ... (unter Beachtung indirekter Anzeichen im Boden und im Pflanzenwuchs) ... **aufgesucht**“ (S. 86; Erg. u. Hervorheb. – C.S.). AGRICOLA gibt der Suche verdeckter Gänge mittels Schurfgräben den Vorzug gegenüber der Benutzung der Wünschelrute, da bei letzterer die relativ niedrigen Suchkosten mit dem hohen Risiko nicht reproduzierbarer (Fehl-)Indikationen verknüpft sind (S. 90). „Für die Berechnungen eines der res metallica noch unkundigen metallicus .. ist es ... äußerst nutzbringend, wenn der den Aufwand gemeinsam für sich und die anderen ansetzt, nicht nur für das **Schürfen** in einer einzelnen Grube, sondern für mehrere. Denn wer allein Aufwendungen vornimmt für irgendeine einzige Grube, der wird Besitzer eines ganz großen Vermögens, wenn ein **günstiges Geschick** ihm einen an Erzen und anderen Fossilien überreichen Gang schenkt; wenn aber ein **ungünstiges Geschick** ihm einen dürrtigen und tauben Gang zuteilt, verliert er für alle Zeiten gänzlich alles Geld, das er darauf verwendet hat“ (S. 79f; Hervorheb. – C.S.).

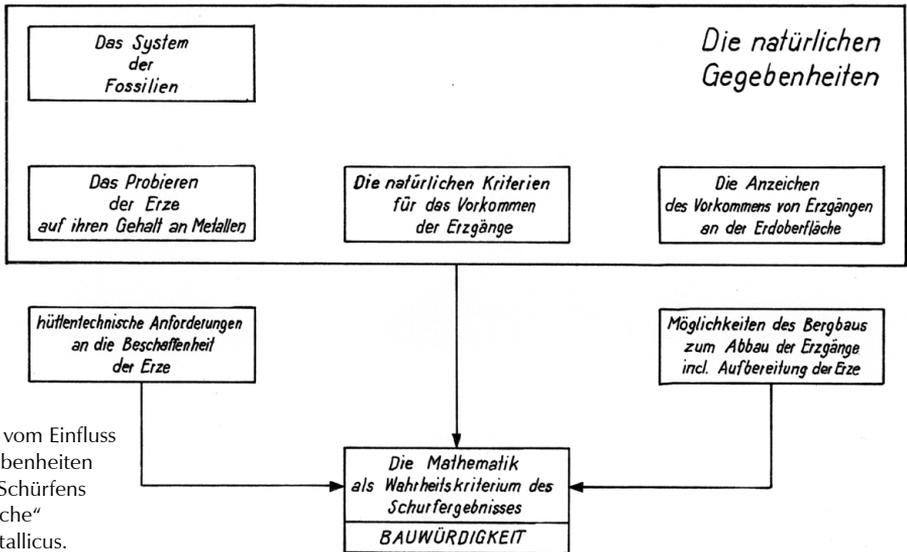
Das Buch III (S. 93 – 131) dient der Erläuterung der Begriffe „Fallen“ und „Streichen“ sowie der Beschreibung der Erscheinungsbilder der Erzgänge in Abhängigkeit von den Geländeformen. Dabei trifft AGRICOLA zwei noch heute gültige Grundaussagen:

- „Die metallici haben es nicht nötig, den ersten Ursprung der Gänge zu suchen, ... , sondern es genügt ihnen, irgendeinen Teil des Ganges gefunden zu haben und erkannt zu haben, wohin er streicht“ (S. 122).
- Entgegen der unter den metallici verbreiteten Ansicht ist der Metallreichtum eines Ganges nicht von dessen Streichen und Fallen und der einer Seife ebensowenig von der Fließrichtung des sie speisenden Baches oder Flusses abhängig (S. 130).

Für AGRICOLA ist die quantitative Fassung des Schürfergebnisses ein notwendiges Gebot. Im Buch III beginnend finden sich in den Büchern IV, V, VII und VIII zahlreiche mathematische Spezifika, welche die Kenntnis der heute gebräuchlichen Parameter der Reservenabschätzung mineralischer Rohstoffe vermuten lassen. Das Fehlen ihrer ausführlichen Darstellung ist – ähnlich wie der Verzicht auf Angaben zur inneren Beschaffenheit der hohen und flachen Öfen zur Eisengewinnung – der Tatsache geschuldet, dass es sich hierbei um Geheimwissen ähnlich dem zunftgebundenen Handwerkervissen handelt. Die historische Leistung AGRICOLAS besteht weniger in seinen Angaben zu diesen Parametern, als vielmehr in seiner Information über den inneren Zusammenhang dieser Parameter und darin, die Mathematik dieses Zusammenhangs zum Wahrheitskriterium des Schürfergebnisses erhoben zu haben (SCHUBERT 2001).

AGRICOLAS Entwurf zur geologischen Erkundung läßt sich in den folgenden sechs Kernsätzen zusammenfassen:

- (1) Die Erzgänge sind auf natürliche Weise entstanden.
- (2) Der metallicus muss sich um die Kenntnis der Naturgesetze bemühen, deren Wirkung die Verteilung der Gänge und den Metallgehalt der Erze bestimmt.
- (3) Nur die Arbeit eines gebildeten und erfahrenen metallicus ist von Nutzen für das Berg- und Hüttenwesen und schließlich auch für die Allgemeinheit.
- (4) Die gesellschaftlich nützliche Arbeit des metallicus besteht in der gegenseitigen Berücksichtigung von natürlich-stofflich



**Abb. 7**  
 AGRICOLAS Auffassung vom Einfluss der natürlichen Gegebenheiten auf das Ergebnis des Schürfens und das „mineralogische“ Grundwissen des metallicus.

- chen Voraussetzungen, bergbaulichen Möglichkeiten zur Gewinnung der Erzgänge und metallurgo-chemischen wie hüttentechnischen Anforderungen an die Erze, aus denen die Metalle hergestellt werden sollen.
- (5) Die Anwendung von Mathematik ist ein notwendiges Kriterium für die Wahrheitsbeglaubigung des Schürfergebnisses.
- (6) Der metallicus muss bei jedem Vorhaben die Kosten des Schürfens und der Gewinnung des Erzes gegen die Erlöse für das Metall aus der Hütte stellen, um die Bauwürdigkeit des Erzgangs zu bestimmen.
- Die Abb. 7 stellt diese Kernsätze in ihrem logischen Zusammenhang dar und liefert gleichzeitig ein Schema des „mineralogischen“ Grundwissens, das vom metallicus beherrscht werden muss.

### 3.3 Bemerkungen zur Tradierung des AGRICOLA-Erbes

Die Rezeption des auf das Berg- und Hüttenwesen i.e.S. bezogenen AGRICOLA-Erbes beginnt sofort nach dem Erscheinen der „De re metallica libri XII“. Dabei muss streng zwischen der literarischen und der nicht-literarischen Tradierung unterschieden werden.

Die schon 1557 erscheinende deutsche Übersetzung des lateinischen Originals hat insofern einem praktischen Bedürfnis entsprochen, als die Leiter des Berg- und Hüttenwesens auf der unteren und mittleren Ebene, in zunehmendem Maße aber auch auf der höheren Ebene des Lateinischen nicht mächtig gewesen sind. 1569 veröffentlicht BERNARDO PEREZ DE VARGAS in Madrid die spanische Übersetzung der Bücher V bis IX ohne Abbildungen, aber mit Ergänzungen zur Eisenerzeugung unter seinem Namen und dem Titel „De re metallica – conocimiento de minerales“ (WILSDORF 1956, S. 305, 307; 1987 S. 155, 196). Der Verzicht auf die ersten vier Bücher erklärt sich aus der spanischen Kenntnis des Vorhandenseins unerschöpflich erscheinender Silberlagerstätten, wodurch sich die Frage der „Aufsuchung“ nicht gestellt hat. Dieses Kompendium dient den Mitgliedern der 1534 von IGNACIO DE LOYOLA (1491-1556) gegründeten Sociedad Jesús bei der Organisation und Leitung des Bergbaus auf Edelmetalle in Spanisch-Amerika. Der Begriff „conocimiento de minerales“ (= dtsch. *Erzwissen*) scheint schon in Richtung der späteren Bezeichnung „Mineralogie“ zu weisen.

In den Bergbauzentren Mitteleuropas (Tirol, Harz, Oberungarn = Slowakei, Böhmen, sächsisch-böhmisches Erzgebirge) hingegen dürfte das AGRICOLA-Erbe insbesondere mündlich von Generation zu Generation der metallici weitergegeben worden sein. Im Verlaufe von mehr als 200 Jahren ist es anonym in den Wissens- und Erfahrungsfundus des Montanwesens eingeflossen, wofür die „Mineralogie“ ein beredtes Zeugnis liefert.

Im Zusammenhang mit der Tradierung des AGRICOLA-Erbes muss auch die am 13. 11. 1765 gestiftete sächsische Bergakademie zu Freiberg angeführt werden. Diese nimmt den Lehrbetrieb zu Ostern 1766 in den Fächern metallurgische Chemie (GELLERT), Mathematik und Zeichenkunst (CHARPENTIER), Markscheidekunst (RICHTER) und Probierkunst (KLOTZSCH) auf (WEISSE 1812, S. 4). Das Fach Bergbaukunst wird erst 1768 eingeführt und bis 1771 von CHRISTOPH HIERONYMUS LOMMER,

dem nachmaligen Bergmeister von Johanngeorgenstadt gelehrt (HERRMANN 1953, S. 42; SCHMIDT 1995, S. 22). Auch nach der Berufung WERNERS zum Lehrer für Bergbaukunst 1775 fehlt im Lehrplan von den in AGRICOLAS „De re metallica libri XII“ abgehandelten Fächern der res metallica nur das „mineralogische“ Grundwissen für den metallicus. Die Komplettierung erfolgt schon 1776 durch WERNERS Vorlesung über diesen Komplex, welcher traditionsgemäß die Bezeichnung „Mineralogie“ führt. Vor diesem Hintergrund erhält WERNERS Gliederung der „Mineralogie“ in die sechs Doktrinen, aus welcher dessen grundlegende, auf den Nutzen für den Bergbau orientierte Vorlesungen über Oryktognosie (ab 1778) und Geognosie (ab 1785) hervor gegangen sind, ihren tieferen Sinn (Abb. 8).

In den „Prolegomenen der Geognosie“ bringt WERNER die von AGRICOLA aufgestellten natürlichen Kriterien für das Vorkommen der Erzgänge in ihren genetischen Zusammenhang, welchen er als Geognosie bezeichnet. Mit der so definierten Geognosie erhält die „Mineralogie“ endgültig ihr zentrales naturwissenschaftliches Moment.

WERNER zeichnet im III. Kapitel der „Neuen Theorie von der Entstehung der Gänge, ...“ eine „Kurze Geschichte der verschiedenen bisherigen Gang-Theorien“ und behandelt gleich eingangs (§ 7, S. 10 – 16) AGRICOLAS Gang-Theorie. Offensichtlich hat WERNER die „De re metallica libri XII“ gekannt und ist AGRICOLAS im Buch III gegebenem Hinweis auf die „De ortu et causis subterraneorum libri V“ von 1546 nachgegangen. Dafür spricht auch, dass WERNER eine moderne Übersetzung der „De re metallica libri XII“ ins Deutsche befürwortet hat. Ausgehend von den vor allem in seinen Vorlesungen über Bergbaukunst, Geognosie und Eisenhüttenwerkskunde niedergelegten, an der Praxis geschulten Einsichten ist es WERNER gelungen, die in AGRICOLAS Entwurf zur geologischen Erkundung enthaltenen Momente der natürlichen Gegebenheiten zu synthetisieren und im IX. Kapitel der „Neuen Theorie von der Entstehung der Gänge, ...“ in die Form der

noch heute angewandten geologischen Methode zu bringen. Insofern erweist sich das Hauptwerk WERNERS als ein Beispiel für die literarische Tradierung des AGRICOLA-Erbes in seiner ganzen Breite und Tiefe.

## 4 Die Herausbildung von WERNERS Konzept der geologischen Erkundung

WERNERS Leben ist charakterisiert durch die zähe Arbeit an einem Konzept der geologischen Erkundung, das – aufbauend auf dem Nach- bzw. Beweis des natürlichen Antriebs der Entwicklung der Erdkruste und ihrer Naturgesetzlichkeit – eine Methodik einschließt, deren Anwendung es dem Menschen gestattet, die seinem Zugriff offenstehenden Naturreichtümer nachhaltig zu mehrern sowie wohlfeil zu gewinnen, um damit ökonomische Potenzen zur Erhöhung des Gewerbetaufschwungs frei zu setzen (SCHUBERT 2004). Im Hinblick auf diese Bemühungen WERNERS vermittelt das Studium seines an der TU Bergakademie Freiberg aufbewahrten handschriftlichen Nachlasses, dass (1) das Verständnis der Veröffentlichungen WERNERS erst aus der Kenntnis seiner Vorlesungen erwächst, (2) diese Vorlesungen wegen ihrer dynamischen Gestaltung wie einschlägige wissenschaftliche Literatur behandelt werden müssen (weshalb sich der US-amerikanische Geologiehistoriker A. OSPOVAT auch vehement für die Veröffentlichung des WERNER-Nachlasses einsetzt) und (3) sich sowohl die Vorlesungen als auch die Veröffentlichungen WERNERS in einem ungewöhnlichen Maße als praxisbezogen erweisen.

### 4.1 Von der natürlichen Klassifikation der Minerale und Gesteine zur Geognosie

WERNER studiert von 1769 bis 1771 an der Bergakademie Freiberg und anschließend bis 1774 an der Leipziger Universität. Danach erhält WERNER seine Berufung zum Lehrer für Bergbaukunst (1775) und „Mineralogie“ (1776) an der

6
<p>Verbesserung des Studienplans<sup>18)</sup> durch ein Rescript vom 7. Okt. 1797 anbefohlen, nachdem zuvor der Churfürst auf manche bisherige Mängel dieser Anstalt dadurch war aufmerksam gemacht worden, daß das Oberbergamt in dem Jahre 1794 einen bedeutenden Vergoeffizianten darum nicht zu einer andern Stelle vorschlagen wolte, weil das Amt, welches er bisher bekleidete, nicht durch einen gleich tüchtigen Mann besetzt werden konnte<sup>19)</sup>.</p>
<p>A. Aus landesherrlichen Beyträgen:  192 Thlr. aus der Rentkammer.  1197 Thlr. 12 gr. aus der Freyberger Oberzehntenkasse.  1175 Thlr. aus der General-Schmelz-Administrations-Kasse.  200 Thlr. aus der Freyberger Quatember-Gelder-Kasse.</p>
<p>Sa. 2764 Thlr. 12 gr.</p>
<p>B. Aus gewerkschaftlichen Beyträgen:  an 6 pf. von der Markt aller Ausbeute: Silbergruben des Erzgebirges (anfangs nur von den Freyberger Silbergruben).  80 Thlr. von den Mannsfelder Gewerken, welche nach der neuesten Veränderung wegfallen.  60 Thlr. von drey Privatblausaben: Werken.</p>
<p>Zusammen ungefähr 646 Thlr.</p>
<p>18) Die gegenwärtig fundirten Kollegien, welche von den Sitzpendiaten unentgeltlich besetzt werden, sind: 1) Bergbaukunst. 2) Oryktognosie. 3) Geognosie. 4) Reine und angewandte Mathematik. 5) Bergmachsinnlehre. 6) Physik. 7) Bergrechte. 8) Bergmännischer Geschäftstyl. 9) Metallurgische Chemie. 10) Probirkunst. 11) Marktscheidekunst. 12) Eisenhüttenkunst. — Es sind hierzu außer einigen Unterlehrern vier ordentliche Professoren angestellt.</p>
<p>19) Noch wurde für das Bergwesen während der Regenthschaft durch eine erhöhte Erzstare und durch verschiedene Begnadigungen der Gewerke gesorgt. S. Cod. Aug. Cont. P. R. p. 1370.</p>

Abb. 8 Übersicht der fixen Einkünfte der Churfürstl. Sächs. Bergakademie zu Freyberg und der Stipendienkasse von 1801 bis 1812, pro Jahr (nach WEISSE 1812).



Abb. 9 Titelblatt CHARPENTIER (1778).

„Übergangsgebirge“ (= metamorphe Schichtgesteine wie Grauwacken, Grauwackenschiefer, Quarzite und Kieselschiefer) gefunden. Mit der Ansprache dieser Gebirgsarten als Entwicklungsstadien des festen Erdkörpers hat WERNER zutreffend die Stockwerke des Gebirgsbaus in Sachsen erkannt, in denen er „die Wirkungen von „mehreren Revolutionen“ im Sinne CUVIERS sieht. Die Existenz der Stockwerke ist später als Ergebnis europaweit stattgefundenener Tektogenesen nachgewiesen worden. Den Abschluß bildet der 1788 in Freiberg veröffentlichte Aufsatz „Bekanntmachung einer am Scheibenberg Hülgel über die Entstehung des Basalts gemachten Entdeckung“, der eine neptunistische Deutung der dort angetroffenen Folge „Sand – Basaltwacke – Basaltsäulen“ vorstellt.

1778 ist neben WERNERS Aufsatz über die Mineralien-Sammlungen die von JOHANN FRIEDRICH WILHELM CHARPENTIER (1738 – 1805) verfaßte „Mineralogische Geographie der chursächsischen Lande“ erschienen (Abb. 9). Diesem quartformatigen Buch ist eine „Petrographische Karte des Churfürstenthums Sachsen und der incorporierten Lande“ beigegeben, die verschiedene Gesteins- und Bodenarten in acht Farben und 12 Signaturen aufführt. CHARPENTIER, der 1765 zum Lehrer für Mathematik und Zeichenkunst an die Bergakademie Freiberg berufen worden war, hatte diese Übersichtskarte im Maßstab von etwa 1 : 720.000 nach mehrjährigen Bereisungen des Landes unter Verwendung der 1745 – 57 im „Neuen Sächsischen Atlas“ von PETER SCHENK in Amsterdam veröffentlichten topographischen Karten ADAM FRIEDRICH ZÜRNERS (1679 – 1742) angefertigt. Sie ist der erste Versuch einer maßstabgerechten und farbigen oberflächengeologischen Darstellung Sachsens (PIETZSCH 1951, SCHELLHAS 1963, ENGEWALD 1980). Jedoch wird ein unvoreingenommener Betrachter der CHARPENTIERschen Karte den gleichen Eindruck gewinnen, wie ihn wohl auch WERNER seinerzeit gewonnen hat: Ein unverständliches Nebeneinander farbiger Flächen, das keinerlei inneren, d.h. entwicklungsgeschichtlichen Zusammenhang erkennen läßt. Die Vermittlung eben dieses Eindrucks scheint in CHARPENTIERs Absicht gelegen zu haben, denn er will nur dokumentieren, nicht aber interpretieren (SCHELLHAS 1963, S. 755). Für WERNER stellt sich die Frage nach dem Nutzen einer solchen petrographischen Karte für den Bergbau und die Allgemeinheit. Und so beginnt er mit der Arbeit an seiner ab 1782 gehaltenen Vorlesung zum Thema Gebirgslehre.

WERNERS Vorlesung über Gebirgslehre bekommt in dem Maße Gestalt und inhaltliche Prägnanz wie seine Vorlesung über

Bergakademie Freiberg. Von der Vorlesung über „Mineralogie“ trennt WERNER 1778 jene über Oryktognosie und 1782 jene über Gebirgslehre ab, welche letztere er nach einer Akzentverschiebung in Richtung der **Erzeugung der Gebirge und der sie aufbauenden Fossilien** ab 1785 als Geognosie vorträgt. Dieser Vorlesung über Geognosie stellt WERNER die „Prolegomenen der Geognosie“ voran. Die 1789 beginnende Vorlesung über Eisenhüttenwerkskunde benutzt WERNER auch dazu, seine Sicht der Theorie/Praxis-Beziehungen zu entwickeln.

Von 1774 bis 1788 veröffentlicht WERNER vier Abhandlungen, die durch die innere Logik der Hinführung zur Geognosie miteinander verbunden sind. „Von den äußerlichen Kennzeichen der Fossilien“ bildet den Ausgangspunkt wegen der Feststellung, dass die natürliche Klassifikation der Minerale auf deren chemischer Zusammensetzung basieren muss. 1778 folgt der ebenfalls in Leipzig erschienene Aufsatz „Von den verschiedenerley Mineralien-Sammlungen, aus denen ein vollständiges Mineralien-Kabinet bestehen soll ...“, worin WERNER die Gliederung des „mineralogischen“ Wissens in die fünf Doktrinen vornimmt. Die 1786 zuerst in Prag und 1787 auch in Dresden publizierte „Kurze Klassifikation und Beschreibung der verschiedenen Gebirgsarten“ weitet die natürliche Klassifikation auf regionale Bestandteile der Erdkruste aus. WERNER gliedert die Gebirgsarten „Urgebirge“ (= Granit und kristalline Schiefer wie Gneise, Glimmerschiefer und Phyllite), „Flötzgebirge“ (= verfestigte Schichtgesteine wie Sandsteine, Schiefertone und Konglomerate) und „Aufschwemmungsgebirge“ (= Lockersedimente wie Tone, Sande und Kiese) aus. Später, bei der 1788 – 90 unter WERNERS Aufsicht in Chursachsen durchgeführten Steinkohlensuche hat sich zwischen „Urgebirge“ und „Flötzgebirge“ noch das

Bergbaukunst in ihrem allgemeinen Teil an Präzision gewinnt. Diese Präzisierung betrifft vor allem die Definition der Bauwürdigkeit der natürlichen Ansammlungen nutzbarer Minerale (Fossilien). Die Entscheidung, ob sich eine solche Mineralansammlung auf bauwürdiger Lagerstätte befindet oder nicht, ist seit AGRICOLA eine Kernfrage der geologischen Erkundung und zwar sowohl im lokalen grubenbezogenen wie auch im regionalen Rahmen. Denn AGRICOLA hatte im Hinblick auf den individuellen und gesellschaftlichen Nutzen einer natürlichen Ansammlung nutzbarer Minerale die Verflechtung von natürlich-stofflichen Gegebenheiten, bergmännischen Möglichkeiten und metallurgo-chemischen bzw. hütten technischen Bedingungen bei der Erzeugung von Metallen oder anderen mineralischen Rohstoffen herausgestellt. Wie modern WERNER diese Frage behandelt dokumentiert eine in seinem an der TU Bergakademie Freiberg aufbewahrten handschriftlichen Nachlaß befindliche, beedete wörtliche Vorlesungsnachschrift des I. oder (all)gemeinen Teils der Bergbaukunst von 1813/14 im Umfang von 730 quartformatigen Blättern. Dazu ist zu bemerken, dass von WERNERS Hand nur die Dispositionen dieser Vorlesung überliefert sind (SLABY & LADWIG 2002, S.354ff), der Vortrag selbst wie bei allen anderen Vorlesungen in freier Rede stattgefunden hat. Die von WERNER gepflegte komplexe Betrachtungsweise äußert sich darin, dass im I. Abschnitt der Vorlesung „Die aus der Geognosie entlehnten Sätze“ (S. 67–167) behandelt werden. Dieser gliedert sich in drei Kapitel: (1) „Vom Oberflächenaussehen“, (2) „Von der inneren Beschaffenheit der Gebirge oder Gebirgsmassen“ mit einer speziellen Betrachtung der in den Gebirgsarten zusammengefaßten „Urgebirgs-, Übergangsgebirgs-, Flözgebirgs- und Aufschwemmungsgebirgs-Gattungen“, sofern sie den Bergmann interessieren und (3) „Betrachtung der nutzbaren Lagerstätten, die der Bergmann **aufzusuchen** hat und die er abbaut“ unter Berücksichtigung der „Gänge, Stockwerke, stehenden Stöcke und Butzenwerke“.

Im IV. Abschnitt, welcher der „**mineralogisch**-bergmännischen Beobachtung und Beurteilung einer Gebirgsgegend in Hinsicht auf die **Aufsuchung** von Lagerstätten nutzbarer Fossilien“ gewidmet ist, spricht WERNER auf den Seiten 292–310 „von der Beurteilung der Bau- und Untersuchungswürdigkeit von Lagerstätten nutzbarer Fossilien“. Dazu bemerkt er einleitend (Transliteration und Wiedergabe in moderner Rechtschreibung durch den Autor): „Hier ist es nötig zu wissen, von welchem Werte diese Lagerstätten für den Bergbau sind. Denn einige sind taub, andere versprechen solchen mehr oder weniger, und noch andere geben sogleich Ausbeute. Hierbei haben wir zweierlei Verhältnisse zu berücksichtigen, nämlich

1) das Verhältnis der Bauwürdigkeit, was hier das wichtigste ist und den Bergmann vorzüglich angeht und  
2) das Verhältnis der Untersuchungswürdigkeit“ (was insbesondere den Geognosten angeht, S. 292f; Erg. C.S.).  
Und weiter: „Eine Lagerstätte ist bauwürdig, wenn sie nutzbare Fossilien in solcher Menge erhält, dass die von ihr zu machende Einnahme nicht allein die Unkosten, sondern auch noch Überschuß gibt. Sie ist hingegen bloß untersuchungswürdig, wenn sie dergleichen Fossilien nur mit einer gewissen Zuversicht vermuten läßt und man hoffen kann, dass sie Kosten tragend sein wird“ (S. 293).

WERNER spricht auch die „Gradation der Bau- und Untersuchungswürdigkeit“ an: „Die Untersuchungswürdigkeit fängt mit gewissen Anzeichen (Data) an, geht fort bis zu den Spuren von dem auszubringenden Produkte, dann zu der wirklichen Ausbringung, nur dass man hier bei letzterer noch nicht ganz auf die Kosten kommt“ (S. 310). „Die Bauwürdigkeit fängt an, wenn so eine Lagerstätte zunächst bloß die Kosten hergibt und steigt bis zu der größten Ausbeute an“ (S. 293f).

Diese Definitionen genügen auch noch heute den Anforderungen sowohl der Lagerstättenwirtschaft als auch der geologischen Erkundung. So beschreiben Bau- und Untersuchungswürdigkeit im Hinblick auf die Menge und Qualität der lagerstätteengebundenen nutzbaren Minerale jene Sachverhalte, die zuerst im anglo-amerikanischen Schrifttum des ausgehenden 19. Jahrhunderts in die Begriffe sichere („proved“) und wahrscheinliche („probable“) Reserven und in der nach 1949 auch im Bereich des RGW („Comecon“) verwendeten sowjetischen Nomenklatur in die Begriffe Bilanz- bzw. Außerbilanzvorrat gefaßt worden sind. Die Gradation der Bau- und Untersuchungswürdigkeit findet sich in den heute gebräuchlichen Klassen der sicheren und wahrscheinlichen Reserven wieder (KLEIN & SCHUBERT 1989, S. 11ff).

Schließlich erläutert WERNER auf den Seiten 295 – 310 noch 13 Einflußfaktoren der Bauwürdigkeit, die bis heute ausgesprochen aktuell sind. Insbesondere die Faktoren 2 (Gehalt der Erze), 5 (Größe der Lagerstätte hinsichtlich Mächtigkeit und Erstreckung in der Länge und Teufe) und 6 (physische Hindernisse der bergmännischen Gewinnung) stehen für die natürlich-stofflichen Gegebenheiten, deren Ursache und Genese WERNERS Vorlesung über Gebirgslehre zunehmend dominieren.

Spätestens Ende 1784 gewinnt WERNER die Überzeugung, dass die Bezeichnung „Gebirgslehre“, die er 1782 für seine Vorlesung gewählt hatte, nicht mehr das ausdrückt, worauf er in seinem Vortrag besonderes Gewicht legt. Es geht ihm in erster Linie um „Erd(er)kenntnis“ im Hinblick auf die Erzeugung der „besondern Lagerstätten der Fossilien“ durch genetische Interpretation der vorgefundenen natürlich-stofflichen Gegebenheiten. Folglich ersetzt er die Vorlesung über Gebirgslehre im Frühjahr 1785 durch eine solche über „Geognosie“. Später schreibt WERNER in der Vorrede zu seiner „Neuen Theorie von der Entstehung der Gänge, ...“, dass er sich im Ergebnis seines „seit fast dreißig Jahren“ (d.h. seit etwa 1762 – C.S.) betriebenen „Studiums der Beschaffenheit der Gänge und ihrer Entstehung“ für die Entstehungsart nach dem neptunistischen Prinzip entschieden und diese „bereits seit wenigstens sechs Jahren (d.h. seit Frühjahr 1785 – C.S.) in seinen geo-

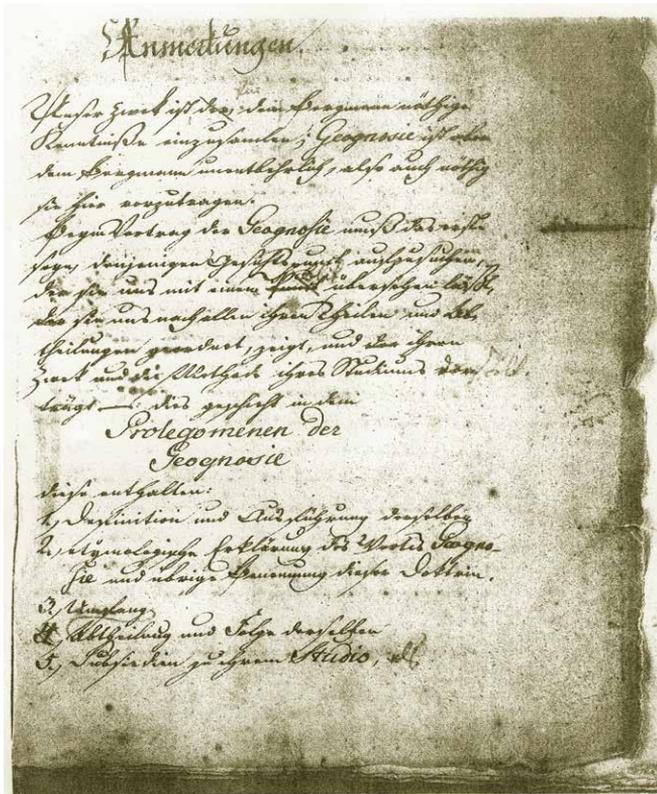


Abb. 10 Titelblatt von WERNERS „Prolegomenen der Geognosie“ (o. D.).

Detail einer Kenntnis begreifen kann“ (zit. in LÜDEMANN & WENZEL 1965, S. 159).

Übertragen auf die geologische Erkundung („Aufsuchung“) bedeutet dieses, dass die Theorie über die Genese der natürlichen Ansammlungen nutzbarer Minerale die Praxis der bergmännischen Gewinnung dieser Minerale und deren erste Verarbeitung in der Hütte solcherart nützen muss, wie die in der montanistischen Praxis gewonnenen Erfahrungen im Wege ihrer Verallgemeinerung zur Vervollkommnung der Genese-Theorie beitragen müssen. Dabei erscheint das Erfordernis der Bauwürdigkeit der Lagerstätten in einer Doppelfunktion, nämlich als Anreiz sowohl zur Einführung technischer Neuerungen zwecks Erhöhung des Gewerbefleißes als auch zur Verbesserung der Arbeits- und Lebensbedingungen der erwerbsfähigen Bevölkerung bzw. zur Schaffung neuer Erwerbsmöglichkeiten.

Die Erzielung eines solcherart definierten allgemeinen Nutzens verdeutlicht, weshalb WERNER in der Herausstellung der naturgesetzlichen Grundlagen der Lagerstättenbildung und -verteilung wie schon AGRICOLA das geradezu unerschöpfliche Potential für die bewußte Ausgestaltung der Theorie/Praxis-Beziehungen gesehen hat. Die der ab 1785 gehaltenen Vorlesung über Geognosie vorangestellten „Prolegomenen der Geognosie“ enthalten ebenfalls eine exzellente, bis heute unübertroffene Darstellung der Theorie/Praxis-Beziehungen im Rahmen der durch die „Mineralogie“ belegten Tätigkeitsfelder.

## 4.2 Die Prolegomenen der Geognosie

Von den „Prolegomenen der Geognosie“ existiert im an der TU Bergakademie Freiberg aufbewahrten handschriftlichen WERNER-Nachlaß ein 38seitiger quartformatiger undatierter Entwurf, der offenbar von WERNERS Hand ist (Abb. 10). Die nachstehend angeführten Zitate folgen der vom Autor vorgenommenen Transliteration unter Berücksichtigung einer modernen Rechtschreibung.

In der Vorrede bemerkt WERNER, dass die Geognosie dem Bergmann unentbehrlich sei und der Zweck ihres Vortrags darin bestehe, dem Bergmann nötige Kenntnisse derselben zu vermitteln. Dieses müsse unter dem Aspekt der Übersichtlich-

gnostischen Vorlesungen vorgetragen habe“ (WERNER 1791, S. XXIIIf). Indem WERNER zu dem Schluss gelangt, dass die Kenntnis ihrer natürlichen Entstehungsbedingungen der gezielten Aufsuchung der besonderen Lagerstätten der nutzbaren Fossilien nicht nur dienlich, sondern unumgänglich notwendig sei, hat er das Kriterium gefunden, welches über den wissenschaftlichen Betrieb der geologischen Erkundung entscheidet und dessen Erfüllung für den Bergbau von größtem Nutzen ist.

In dem 1788 datierten „Entwurf eines Systems der Eisenhüttenwerkskunde zum Behufe akademischer Vorlesungen“ gelangt WERNER ausgehend von seinen profunden persönlichen Einsichten in dieses Metier zu der Auffassung, dass notwendigerweise das Wechselspiel zwischen Theorie und Praxis bewußt zu organisieren sei, um den allgemeinen Anforderungen an Wissenschaft genügen zu können. WERNER findet folgende Formulierung: „So wie bloße Erfahrung nie vollständige, gut geordnete und gründliche Kenntnisse gewährt, ebenso schafft bloße Theorie nur unsichere Kenntnisse und verweigert dem, der sich allein auf sie verläßt, diejenige Fertigkeit und Geschwindigkeit in der Anwendung seiner Kenntnisse, die man Routine nennt und die im Praktischen notwendig ist; nicht zu geschweigen, dass die beste Theorie noch immer manche Lücke läßt und unmöglich das ganze und kleinste

keit, der systematischen Ordnung und des Zwecks wie der Methode ihres Studiums erfolgen. Die „Prolegomenen der Geognosie“ gliedert WERNER in neun Paragraphen:

- (1) Definition und Ausführung derselben
- (2) Ethymologische Erläuterung des Wortes Geognosie und übrige Benennung dieser Doktrin
- (3) Umfang
- (4) Ableitung und Folge derselben
- (5) Subsidiën zu ihrem Studium
- (6) Hilfswissenschaften dazu
- (7) Quellen der geognostischen Kenntnis
- (8) Methode im Studium derselben
- (9) ihr Nutzen.

Für die abzuhandelnde Thematik sind die §§ 1–3 von vorrangigem Interesse. Zunächst interessiert, was WERNER bewogen haben mag, Gebirgslehre nicht mehr als Oberbegriff für seine Vorlesung zu verwenden. Am Ende des § 2 schreibt er, dass „Gebirgslehre ... bloß ein Teil der Geognosie ... ist, und zwar derjenige, der das Oberflächenansehen des festen Erdkörpers und die Massen, woraus der feste Erdkörper besteht, abhandelt“ (S. 11). Im § 1 gibt WERNER demzufolge diese Definition der Geognosie:

„Die Geognosie ist derjenige Teil der Mineralogie, welcher uns mit den Verhältnissen sowohl des festen Erdkörpers überhaupt, als auch und vorzüglich mit den denselben ausmachenden Lagerstätten der Fossilien insbesondere, nicht minder mit der sich daraus ergebenden Bildung der Lagerstätten in systematischer Ordnung bekannt macht. Sie ist also:

- 1) ein Teil der Mineralogie und eine Schwester der Oryktognosie, ökonomischen Mineralogie, mineralogischen Chemie und (mineralogischen) Geographie
- 2) ihr Gegenstand ist Kenntnis des festen Erdkörpers in Ansehung seiner sowohl generellen als auch speziellen sich darbietenden Verhältnisse wie auch des Grundes (d.h. der Ursache) beider“ (S. 2f; Erg. C.S.).

„Die speziellen Verhältnisse des festen Erdkörpers sind für den Geognosten die wichtigsten; sie sind nämlich diejenigen, die die verschiedenen Lagerstätten der Fossilien, die den festen Erdkörper ausmachen, darbieten“ (S. 3).

„Lagerstätten aber sind diejenigen Räume, in welchen sich im festen Erdkörper die Fossilien erzeugt (d.h. gebildet – C.S.) haben, auch zum Teil noch erzeugen, und auf oder in selbigen gefunden werden. Sie werden nach ihrer mehr oder mindern Allgemeinheit wieder eingeteilt:

- a) in allgemeine Lagerstätten der Fossilien, wie die großen sich oft viele Meilen weit von einerlei Gattung erstreckenden und aus mannigfaltigen Gattungen bestehenden Gebirgs- oder Erd- und Steinmassen, die in Verbindung miteinander den ungeheuren festen Erdkörper ausmachen.
- b) in besondere Lagerstätten der Fossilien, d.h. kleine Räume oder Massen, in welche jene großen soeben erwähnten Massen von Natur gespalten und abgeteilt sind; teils auch die in ihnen abgesondert von selbigen und allen Daten nach von besondrer Erzeugung und neuerer Entstehung inneliegen und vorkommen, wie Gänge und dergleichen“ (S. 4).

Es gilt festzuhalten, dass in den allgemeinen Lagerstätten der Fossilien eine sehr ursprüngliche Definition der Formation als paragenetische Gesteinsassoziation enthalten ist.

BUBNOFF (1954, S. 1) urteilt offensichtlich in Unkenntnis, wenn er schreibt, dass „die Geognosie, welche vor allem dem Bergbau diene, auf jede genetische Betrachtung verzichtete und nur eine Beschreibung blieb“. Das Ausmaß dieser Fehleinschätzung wird aufs deutlichste durch die folgende Passage in den „Prolegomenen der Geognosie“ sichtbar: „Aber der Gegenstand der Geognosie ist, nicht bloß Kenntnisse des festen Erdkörpers in Ansehung seiner sich darbietenden Verhältnisse, sondern der Grund

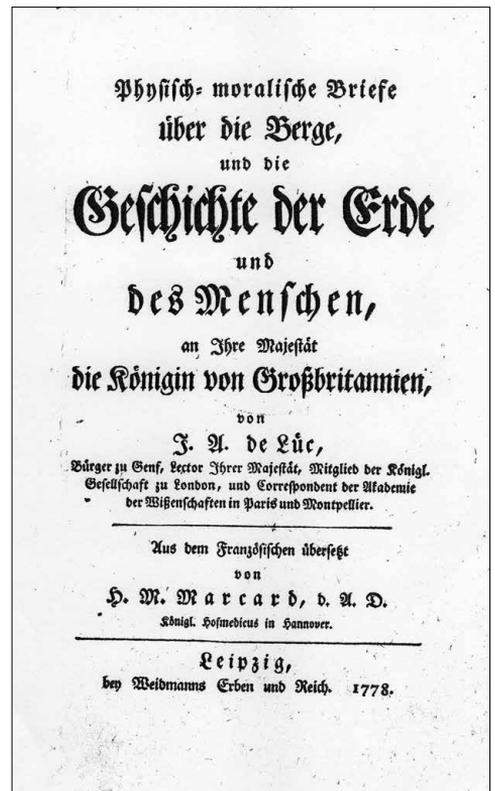


Abb. 11 Titelblatt DE LÜC (1778).

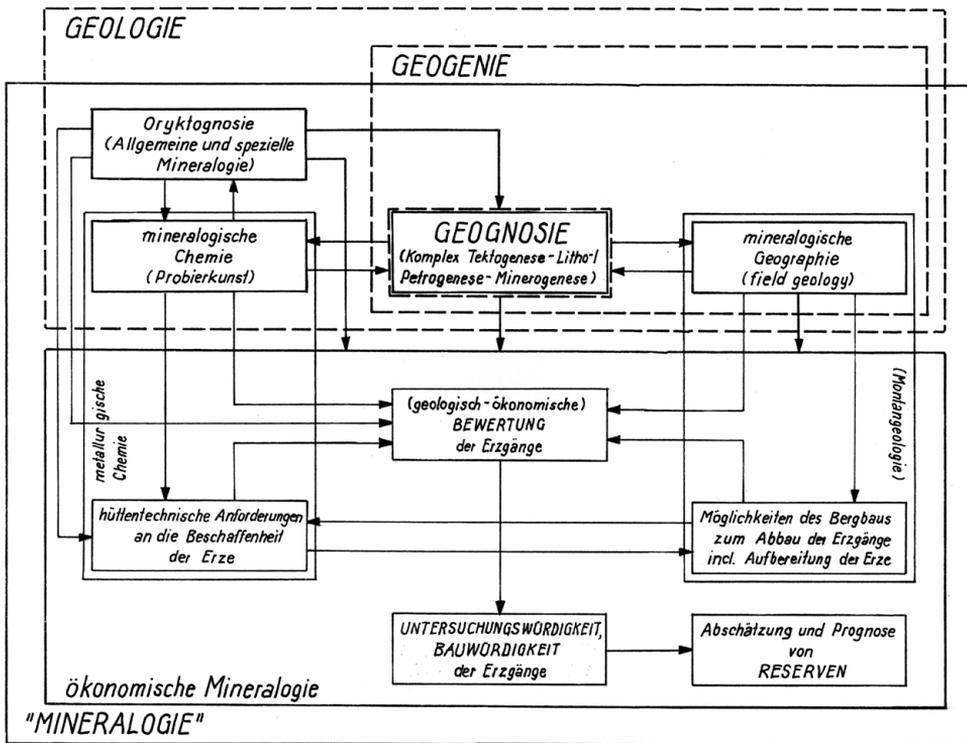


Abb. 12 WERNERS Auffassung der gleichzeitigen Zugehörigkeit der Geognosie zu Geogenie und „Mineralogie“.

dieser Verhältnisse. Alle diese Kenntnisse, alle diese beobachteten Phänomene sind nicht bloß historisch, sondern es ist dem Geognosten auch um die spekulativen (im Sinn von auf Überlegung beruhenden) Kenntnisse dieser beobachteten Verhältnisse zu tun. Der Geognost trägt nicht bloß ein Faktum, nicht bloß ein Phänomen vor, sondern er sucht auch so weit es unser Verstand kann und es der Gegenstand erlaubt, den Grund (im Sinn von Ursache) dieser Verhältnisse auf.“ (S. 6; Erg. – C.S.).

Seine Überzeugung von der Notwendigkeit einer genetischen Interpretation der vorgefundenen Gegebenheiten des festen Erdkörpers veranlaßt WERNER zur Konzipierung einer später von BUBNOFF geologische Methode genannten einheitlichen Handhabung von Datenerfassung und Dateninterpretation. Das resultierende geologische Modell, das sowohl Interpretationsergebnis als auch grundlegende Bedingung für die weitergehende Datengewinnung ist und den Grad der spekulativen (Er-)Kenntnis der Krustenentwicklung dokumentiert, dient vorzugsweise der wahrscheinlichen Lokalisierung von besondern Lagerstätten der Fossilien, „welche der Bergmann aufsucht und gewinnt“. Eben dieses hat WERNER im Sinn, wenn er formuliert: „Der Geognost sucht nämlich; so viel wie möglich durch Beobachtungen Data aufzufinden, um übers Ganze zu urteilen und den Ursachen der beobachteten Phänomene nachzuforschen. Das Gefundene prüft er zuvörderst genau, 1) inwiefern es richtig ist, 2) inwiefern Folgerungen daraus zu ziehen sind, 3) in Ansehung der dabei sich findenden mehr oder mindern Gewissheit, ob sie physisch evident oder bloß wahrscheinlich und in welchem Grade sind.

Und als dann erst wendet er diese Data zur genauen Untersuchung und Beurteilung der beobachteten Phänomene, zur genauen Aufklärung und Beurteilung der als bloße Vermutung charakterisierten Folgerungen – und zur Beobachtung und Beurteilung des Ganzen – an. Der Geognost prüft alles genau, alle Data in Absicht ihrer mehr oder mindern Gewissheit sorgfältig und schließt darauf auf den Grund der beobachteten Phänomene und wendet das Resultat unter anderm zur genauen Aufklärung der als bloße Vermutung charakterisierten Folgerungen an.

Denn bei allen Untersuchungen, die der Geognost anstellt, besonders wenn sie das Ganze betreffen, kommt er nicht gleich zur Gewissheit, sondern er sammelt einzelne Beobachtungen und vergleicht sie untereinander; von denjenigen, die untereinander übereinstimmen, abstrahiert er dasjenige, worin sie übereinkommen und macht das zu einem allgemeinen

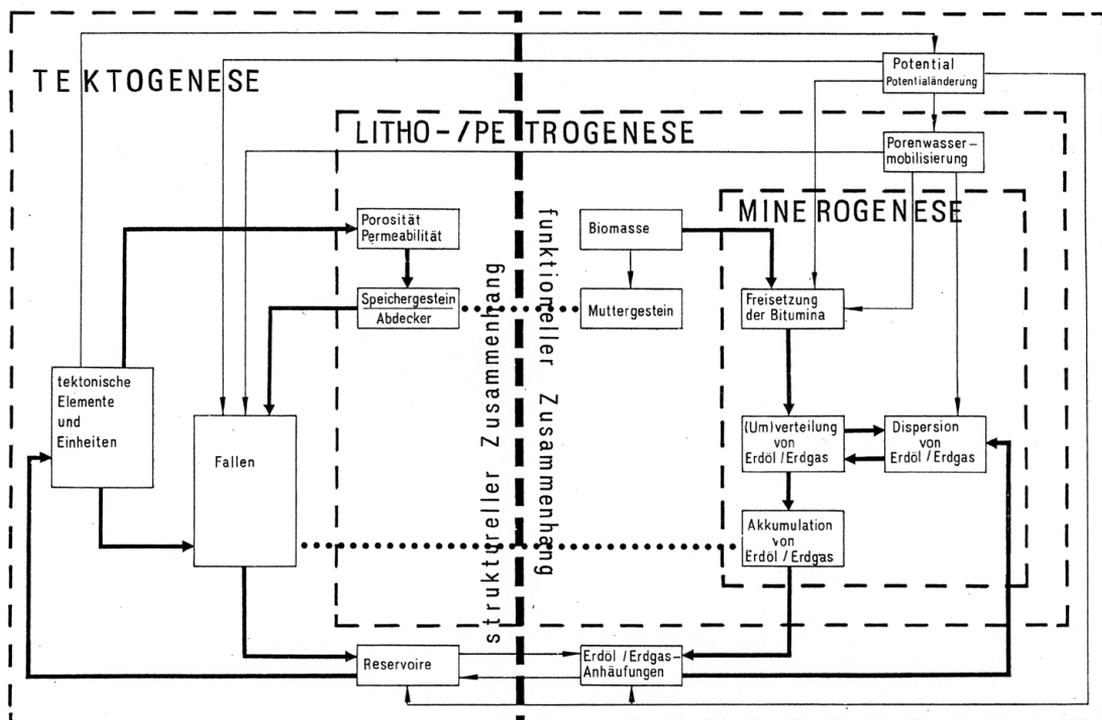


Abb. 13 Der Komplex „Tektogenese-Litho-/Petrogenese-Minerogenese“ im Hinblick auf die natürlichen Erdöl/Erdgas-Ansammlungen (nach SCHUBERT 1980).

natürlichen Satz: Diesen Satz prüft er und wendet ihn dann zur Untersuchung der Data an.“ (S. 6ff).

Im § 2 der „Prolegomenen der Geognosie“ befaßt sich WERNER nicht nur mit den ethymologischen Ableitungen der von ihm eingeführten und benutzten Begriffe. Überdies erörtert er die drei Aspekte der von ihm Geologie genannten umfassenden Wissenschaft vom festen Erdkörper sowie deren Systematik. Diese drei Aspekte nennt WERNER Geogenie, Geognosie und Geographie. „Geogenie begreift nicht nur die abstrakten, sondern auch die konkreten Kenntnisse vom festen Erdkörper in sich, sie umfaßt Geognosie und Geographie zusammen ... Geogenie ist die Lehre von der Entstehung des festen Erdkörpers, die aber leider gewöhnlich ein bloßes Hirngespinnst, ein bloße Grille ist“ (S. 9). Das reale Gerüst der Geogenie liefern in der Tat Geognosie und Geographie; als abstrakte bzw. konkrete Kenntnis vom festen Erdkörper symbolisieren sie ein dialektisches Widerspruchspaar. „Die Geognosie ... betrachtet ... in Ansehung des festen Erdkörpers ... 1) die Phänomene und 2) die Kräfte, woher die Phänomene rühren, wovon die Phänomene die Resultate sind ... steht also zwischen Physik und Naturgeschichte inne“ (S. 10). „Die Geographie hat es nie mit abstrakten Betrachtungen zu tun wie die Geognosie; ihr Vorwurf (d.h. Gegenstand, Sujet) ist bloß die Aufsuchung der einzelnen Vorkommnisse auf dem festen Erdkörper und Vortrag derselben in lokaler Ordnung“ (S. 9; C.S.). WERNER sieht ebenfalls zwischen Geognosie und Geogenie ein dialektisches Verhältnis, wenn er Formulierung wählt. Die eigentliche Geogenie ist bloß ein Teil der Geognosie“ (S.10).

Im § 3 der „Prolegomenen der Geognosie“ erörtert WERNER die Beziehungen zwischen der Geognosie und den anderen vier Doktrinen der „Mineralogie“.

„Zufolge des § 1 ist die Geognosie gleichsam eine Physiologie der Fossilien; sie ist das Studium der Ökonomie der Natur im Mineralreich, denn sie trägt ja die Verhältnisse vor, unter denen sich die Fossilien im Mineralreich finden und erzeugen; sie zeigt wie die Natur im festen Erdkörper – als dem allgemeinen Sammelplatz – mit den Fossilien gepaart ist.

Die Oryktognosie und mineralogische Chemie sind ganz unentbehrliche Grund- und Vorkenntnisse der Geognosie. Denn die Oryktognosie unterscheidet ja die Fossilien voneinander, lehrt gehörig ihre Verwandtschaft, ihre wesentlichen Verschiedenheiten oder Übereinstimmungen beurteilen und gehörig bestimmen; und wir müssen doch die Körper erst selbst

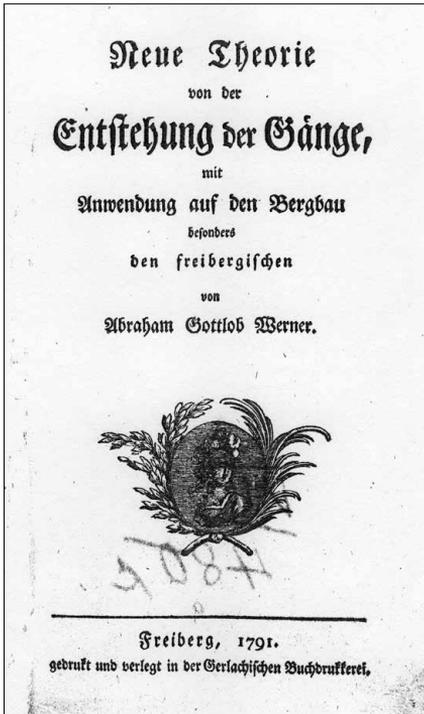


Abb. 14 Titelblatt WERNER (1791).

Diese Darlegungen WERNERS belegen, dass er – in der Tradition AGRICOLAS stehend – die „Mineralogie“ als Zusammenfassung jener Arbeitsgebiete bzw. Wissen(schaft)sdisziplinen versteht, welche den Teil der *res metallica* repräsentieren, dessen Beherrschung für eine effiziente Aufsuchung der bergmännisch zu gewinnenden natürlichen Ansammlungen nutzbarer Minerale unumgänglich ist. Mit anderen Worten, WERNER sieht in den fünf „Schwester-Doktrinen der Mineralogie“ das wissenschaftliche Intrumentarium zur technologischen Umsetzung geogenetischer Gesetzeserkenntnis. Nur, dass sich die Geogenie zu WERNERS Zeiten in einem erbärmlichen Zustand („Grille“, „Hirngespinnst“), befindet. Ungeachtet dessen gelingt es WERNER, den in der Geognosie zusammenfließenden Komplex der „naturgesetzlichen Entstehung von allgemeinen und besondern Lagerstätten der Fossilien“ zutreffend als das zentrale naturwissenschaftliche Moment der geologischen Erkundung herauszuarbeiten. Überdies stellt das sich hier abzeichnende Bemühen WERNERS zur Bestimmung der Verbindung zwischen geologischer Theorie und berg- und hüttenmännischer Praxis einen zukunftsweisenden Schritt auf dem Wege zur Befreiung der Geologie aus den Fesseln schöngeistiger und „cosmologischer“ Phantastereien dar. Solche begegnen als Anachronismus beispielsweise in den fünfbändigen „Lettres physiques et morales sur l’histoire de la terre et de l’homme ...“ von JOHANN ANDREAS DE LÜC (1727–1817), seit 1789 Professor in Göttingen, die in deutscher Übersetzung von 1778 bis 1781 in Leipzig erschienen sind (Abb. 11).

Auf der Grundlage der von WERNER im § 3 der „Prolegomenen der Geognosie“ getroffenen Aussagen ist es möglich, die fünf Doktrinen der „Mineralogie“ nach Gegenstand und Aufgaben näher zu definieren. Dabei müssen sowohl die von WERNER bestimmten Gegenstände von Geologie, Geogenie und Geognosie, als auch die von ihm erkannte gerichtete Wirkung der Oryktognosie auf die Geognosie und der Geognosie auf die ökonomische Mineralogie berücksichtigt werden. Eine diesbezügliche Zusammenstellung bringt die Tab. 1, welche bemerkenswerte Kongruenzen der fünf Doktrinen mit modernen geowissenschaftlichen Disziplinen und Arbeitsgebieten erkennen lässt.

Die Identität von Oryktognosie und Mineralogie im modernen Sinne ist unstrittig. Die umfassendste von WERNER gegebene Definition der Oryktognosie findet sich eingangs des 2. Kapitels (S. 377ff) im 1816 von H.D. ohne förmlichen Auftrag veröffentlichten Aufsatz „WERNERS oryktognostische Klassifikationslehre“. Die mineralogische Chemie speist sich offensichtlich aus der Probierkunst und den Erfahrungen der metallurgischen Chemie; sie dürfte in der Geochemie aufegan-

kennen, ehe wir in der Geognosie die Verhältnisse kennen lernen, unter denen sie sich befinden. Die mineralogische Chemie aber ist insofern zur Geognosie nötig, weil sie die Fossilien in ihre Bestandteile zergliedert und dadurch ihre Formierung und Bildung gründlicher beurteilen lehrt. Sie ist gleichsam die Zergliederungskunst der Fossilien. Die mineralogische Geographie steht in ungleich genauerer Verbindung mit der Geognosie (als die mineralogische Chemie – C.S.). Ohne die Beobachtungen, die die mineralogischen Geographen gemacht haben, wäre die Geognosie nichts. Die wesentlichsten und vorzüglichsten Sätze sind aus diesen Betrachtungen gezogen. Aber ebenso bedarf auch umgekehrt die mineralogische Geographie der Geognosie. Der mineralogische Geograph sieht ohne Geognosie nur wenig, und was er sieht nur halb; sie öffnet ihm die Augen und lehrt und lässt ihn auf mancherlei Arten und vollständig beobachten, sie leitet und richtet selbst Beobachtungen – beide Doktrinen machen in ihrer Kultur gleiche Fortschritte und müssen auch zugleich bearbeitet werden. Wie sich die Numismatik, Chronik, Diplomatiek p.p. zur pragmatischen Geschichte verhalten, so verhält sich die mineralogische Geographie zur Geognosie; jene historischen Hilfswissenschaften bieten den Stoff, die Materialien dar, die der pragmatische Historiker verarbeitet; die mineralogische Geographie reicht die einzelnen lokalen Erfahrungen her, und die Geognosie stellt sie auf (d.h. deutet sie – C.S.). Mineralogische Geographie ist zur Geognosie ebenso nötig, wie man ohne Kontobücherbelegauszüge keine Rechnung ausarbeiten kann.

So wichtig aber die ökonomische Mineralogie, die letzte mineralogische Doktrin, ist, so interessant sie die Oryktognosie, wenn sie dem Vortrage derselben eingewebt wird, macht; so ist sie mit der Geognosie nur in geringem Bezuge und zum Studium der Geognosie völlig entbehrlich; aber wohl sind geognostische Kenntnisse dem ökonomischen Mineralogen nützlich, damit er weiß, wie die Fossilien, die er aufstellt zu finden und die aufzusuchen sind.“ (S. 12ff).

Doktrinen der "MINERALOGIE"		Gegenstand	Aufgaben
(1)	Oryktognosie	"Die Fossilien (Minerale) und ihre natürliche Verwandtschaft nach Geschlechtern und Gruppen"	"Die Bestimmung und Beurteilung der wesentlichen Verschiedenheiten oder Übereinstimmungen der Fossilien (Minerale)"
(2)	mineralogische Chemie	"Die Zergliederung der Fossilien (Minerale) in ihre chemischen Bestandteile"	"Die Beurteilung der Formierung (Gestaltung) und Bildung der Fossilien (Minerale) im festen Erdkörper"
(3)	Geognosie	"Die Verhältnisse, unter denen sich die Fossilien im Mineralreich finden und erzeugen" (Der Komplex Tektogenese-Litho/Petrogenese-Minerogenese)	Die Klärung der Gesetzmäßigkeiten der Bildung/Erhaltung und Verteilung der natürlichen Ansammlungen nutzbarer Minerale
(4)	mineralogische Geographie	Der natürliche Verband und die natürlichen Beziehungen der "Gebirgsarten und -gattungen" (Gesteinsformationen) zueinander	"Die geognostische Gebirgs-Untersuchung" zwecks Darstellung regionaler Zusammenhänge in der "petrographischen Karte"
(5)	ökonomische Mineralogie	"Der Nutzen der "besondern Lagerstätten der Fossilien (natürlichen Ansammlungen nutzbarer Minerale) für den Bergbau und die Allgemeinheit"	Die geologisch-ökonomische Bewertung, die Bestimmung der Bauwürdigkeit und die Abschätzung und Prognose von Reserven

Tab. 1 WERNERS Doktrinen der „Mineralogie“ nach Gegenstand und Aufgaben.

gen sein, die 1838 erstmals als solche genannt wird (SAUKOW 1953, S. 18). Gegenstand und Aufgabe der Geognosie weisen diese als das aus, was in Deutschland seit den 30er Jahren des vergangenen Jahrhunderts von der Lagerstättenforschung bearbeitet worden ist: Der Komplex Tektogenese-Litho-/Petrogenese-Minerogenese. Keinesfalls stichhaltig ist die vor 40 Jahren von WAGENBRETH (1967a, S. 85f) vorgenommene Gleichsetzung der Geognosie mit der Allgemeinen Geologie. Aber auch die von GUNTAU (1984, S. 67) geäußerte Vermutung, dass WERNER der Geognosie einen Inhalt gegeben habe, „durch den sie als Anfang der Geologie im heutigen Sinne angesehen werden darf“, ist nicht zutreffend, denn WERNER sieht in der Geognosie lediglich jenen speziellen Teil der Geologie, der sich mit den Gesetzen der Bildung/Erhaltung und Verteilung der natürlichen Ansammlungen nutzbarer Minerale zum Zwecke ihrer Nutzbarmachung bei deren Aufsuchung, also mit dem Komplex Tektogenese-Litho-/Petrogenese-Minerogenese befasst. Die mineralogische Geographie entspricht genau dem, was sich in den USA zu Beginn des 20. Jahrhunderts als field geology (HAYES 1909, GEIKIE 1912, FARRELL 1912, LAHEE 1916) etabliert hat. Der in Deutschland durchgeführten geologischen Landesaufnahme fehlt es lange Zeit am unmittelbaren Bezug zur Erkundung mineralischer Rohstoffe, was sich radikal ab 1933 mit der geophysikalischen Reichaufnahme und dem Reichsbohrprogramm auf Erdöl geändert hat. Die ökonomische Mineralogie besitzt gewisse Bezüge zur Montangeologie und Lagerstättenwirtschaft; in Wirklichkeit repräsentiert sie jenes Tätigkeitsfeld, was über Erfolg oder Nichterfolg der geologischen Erkundung unmittelbar entscheidet, geht es doch hier um die Abschätzung und die Prognose des Vorhandenseins von Reserven mineralischer Rohstoffe, der materiellen Basis des Bergbaus. Die Gegenstände und die Aufgaben der „Schwester-Doktrinen der Mineralogie“ verweisen mit aller Deutlichkeit darauf, was WERNER unter dem Nutzen der Geognosie für den Bergbau verstanden wissen wollte.

Die Abb. 12 zeigt die Verschachtelung des Systems Geologie-Geogenie-Geognosie, wie es WERNER sieht, mit der „Mineralogie“. Überdies ist die „Mineralogie“ gemäß ihren Doktrinen und den zwischen ihnen bestehenden informellen Bezügen dargestellt. Die Komplexität der „Mineralogie“ zeigt sich darin, dass sich – wie schon bei AGRICOLA, jedoch viel detaillierter – die ökonomische Mineralogie, obwohl von ihm gespeist, außerhalb des naturwissenschaftlichen Systems Geologie-Geogenie-Geognosie befindet. Auch ist hier die WERNERSche Vorstellung des (Widerspruchs-)Paares Geognosie-mineralogische Geographie als Manifestation der Geogenie berücksichtigt. Es wird sichtbar, dass es die „Mineralogie“ ist, welche in der am Ende des 19. Jahrhunderts in den USA entstehenden economic geology aufgeht und dem entspricht, was später in der UdSSR als „Erkundungswissenschaft“ (KREJTER) bezeichnet wird. Insofern erscheint es geboten die Auffassung, der zufolge zu WERNERS Zeit „unter dem Terminus ‚Mineralogie‘ alles das zusammengefasst ... wurde ...“, was heute zu den geologischen Wissenschaften gehört“ (GUNTAU, in: RÖSLER 1981, S. 36) zu überdenken.

Die Abb. 13 macht mit dem vertraut, was sich hinter dem in die Geognosie einfließenden Komplex Tektogenese-Litho-/Petrogenese-Minerogenese im Hinblick auf die flüssigen und gasförmigen natürlichen Mineralansammlungen verbirgt (SCHUBERT 1980, S. 735). Für dieses Arbeitsgebiet sollte – weil der nach WERNERS Tod aufgekommene synonyme Gebrauch der Begriffe Geognosie und Geologie offensichtlich falsch gewesen ist – zu Ehren von WERNER die von ihm so treffend gewählte Bezeichnung Geognosie wieder eingeführt werden.

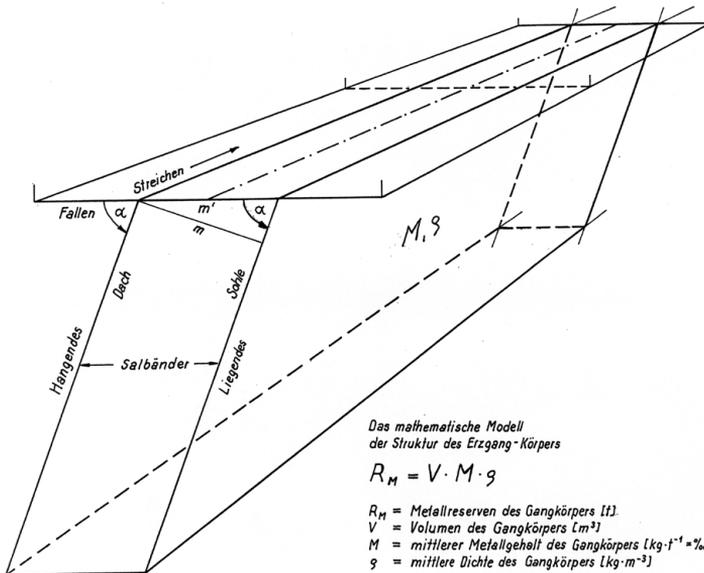


Abb. 15

Ausschnitt des Erzgang-Körpers im Bereich eines Grubenfeldes (schematisch) (nach SCHUBERT 2001).

### 4.3 Die Neue Gangtheorie und ihre Anwendung auf den Bergbau

Am 6. Okt. 1788 beauftragt die Dresdner Regierung auf Veranlassung der Landes-Oekonomie-, Manufaktur- und Kommerzien-Deputation das Freiburger Oberbergamt, „die Steinkohlenflöze im Lande einige Jahre lang durch einen Bergbau-fachmann und mehrere Markscheider aufsuchen zu lassen und dabei zugleich den Gebrauch des Erdbohrers allgemein zu machen“ (SCHELLHAS 1967, S. 263). Mit dieser Aufgabe wird der inzwischen auch zum Mitglied des Oberbergamts berufene „Besserwisser“ WERNER betraut. Die großen Erwartungen, die man in Dresden an die Nützlichkeit der CHARPENTIERschen Karte bei dieser, die Substitution der Holzkohle im Hüttenwesen bezweckenden Arbeiten geknüpft hatte, erfüllen sich jedoch nicht. WERNER, der im Anfang Oktober 1790 vorgelegten ausführlichen Bericht ein niederschmetterndes Suchergebnis verantworten muss, schlägt folgerichtig eine „geognostische Gebirgs-Untersuchung“ unter seiner Leitung vor. Durch churfürstliches Reskript vom 16. Sept. 1791 wird die Überleitung der Steinkohlensuche in eine allgemeine geognostische Landesuntersuchung bestimmt und WERNER mit deren Leitung beauftragt.

Dieses Reskript löst WERNERS Ausarbeitung der Abhandlung „Neue Theorie von der Entstehung der Gänge, mit Anwendung auf den Bergbau besonders den freibergischen“ im Verlaufe des IV. Quartals 1791 aus (Abb. 14). Das Hauptwerk WERNERS erscheint in Freiberg noch Ende 1791 im Oktavformat und Umfang von XXXIX + 256 Seiten. Die eigentliche Abhandlung gliedert sich in zehn Kapitel und einen Anhang, wobei das X. Kapitel (§§ 113–127, S. 224–251) jene berühmte „Kurze Beschreibung der im Freiburger Erz-Revier befindliche Gang-Erz-Formationen“ enthält. Gemäß dem Titel der Abhandlung geht es WERNER nicht nur um die Herausarbeitung der natürlichen Entstehung der Erdkruste und der in ihr verteilten Erzgänge („unser fester Erdkörper ist ein Kind der Zeit und hat sich nach und nach gebildet“), sondern auch darum, dass deren genetische Analyse, nämlich die „geognostische Gebirgs-Untersuchung“ dem Bergbau von Nutzen ist, weil sie es ermöglicht, den Bergbau entsprechend seiner Bindung an die Natur auf einem **naturwissenschaftlichen Fundament** zu entwickeln. Man kann sagen, dass dies der spezielle Beitrag WERNERS zur Bekräftigung jener Überzeugung gewesen ist, welcher 1765 die Stiftung der Bergakademie Freiberg geschuldet war: „Der im Siebenjährigen Krieg sehr verfallene Bergbau kann nur dann wieder mit Sicherheit gehoben werden, wenn er wissenschaftlich betrieben wird“ (WEISSE 1812, S.3f). Diesem Anliegen dienen vor allem die 16seitige Vorrede und das 24seitige Kapitel IX.

Die der eigentlichen Abhandlung vorangestellte, auf den 20. Nov. 1791 datierte Vorrede benutzt WERNER u.a. zur Zusammenfassung seiner theoretischen Ergebnisse wie auch methodischen Ableitungen. Eingangs betont WERNER, dass die von ihm unter geognostischem Aspekt durchgeführte „Erforschung der Natur der besondern Lagerstätten der Fossilien“ (S. XIII) zu Ergebnissen geführt habe, die es gestatten, eine neue Theorie von der Entstehung der Gänge aufzustellen, die „einen Beitrag sowohl zur Geognosie und insbesondere zur Geschichte unserer Erde, als auch zur Bergbaukunst“ (S. XIV) liefert. WERNER sieht in sechs Punkten **neue** Argumente für die „Entstehung der Gangräume oder Gebirgs-Spalten“, von

denen der erste („die ausführliche Bestimmung der inneren Struktur der Gänge und der so verschiedenartigen Massen, woraus sie bestehen, besonders mit Hinweisung auf ihre Bildungszeit“), der zweite („genauere Beobachtung und Bestimmung des Durchsetzens der Gänge und vorzüglich die Anwendung desselben zur Bestimmung ihres relativen Alters“) und der dritte Punkt („Bestimmung der verschiedenen Gang- und besonders Gang-Erz-Formationen und deren Altersfolge“) nichts an Aktualität eingebüßt haben (S. XIX). Überdies formuliert WERNER: „Denn ich sah in einer (Gang-)Stufe nicht bloß wie gewöhnlich die verschiedenen eine solche ausmachenden Fossilien (d.h. den vorgefundenen **Zustand**), sondern ich **erkannte** darin auch noch eine gewisse Gang-Erz-Formation und eine teils gleichzeitige, teils spätere oder auch frühere **Entstehung** der darin vorkommenden Fossilien“ (S. XXII; Erg. u. Hervorheb. – C.S.). „Auch setzt ... die neue Theorie ... die Oryktognosie mit der Geognosie, ja mit der Bergbaukunst in mehrere Verbindung und verschafft ersterer beträchtlich mehrere Anwendbarkeit“ (S. XIV)... Diese Anwendbarkeit ergibt sich 1) aus dem Nachweis von acht Gang-Erz-Formationen im Bereich des an die Freiburger Gneiskuppel gebundenen Freiburger Erz-Reviers und 2) durch Beispiele ihres Vorkommens außerhalb derselben, z.B. im Marienberg oder Annaberger Erz-Revier. Jede der von WERNER erkannten Gang-Erz-Formationen ist durch eine Vergesellschaftung ganz bestimmter Erz- und Gangart-Minerale charakterisiert und gilt grundsätzlich noch heute. Aus der Bindung der speziellen Mineralisation der Gänge an bestimmte Raumkoordinaten resultiert die von WERNER betonte Verbindung der Oryktognosie mit der Geognosie. „Wie nützlich die neue Gang-Theorie für den praktischen Bergbau werden wird ...“, erhellt nach WERNER daraus, dass „... man beim Bergbau auf Gängen, teils **bei Aufsuchung bekannter und unbekannter bauwürdiger Gänge**, teils **bei Aufsuchung austräglichter Erzkpunkte auf solchen...**“ sich der Kenntnis der Gang-Erz-Formationen zur Steigerung des Metallausbringens bedienen kann (S. XV; Hervorheb. – C.S.). Von besonderem Interesse ist WERNERS **Skizzierung der geologischen Methode** im Rahmen dieser Feststellung: „Meine in dieser Abhandlung vorgetragene Theorie habe ich vorzüglich auf zum Teil sehr bekannte, teils neue Beobachtungen und Erfahrungen, die jeder Sachkundige und Wahrheitsuchende nachbeobachten kann, - weiter auf unbezweifelte Theorien allgemein bekannter Kräfte und Wirkungen der Natur – und endlich auf Abstraktionen und Vernunftschlüsse – gegründet und alles Hypothetische darin vermieden“ (S. XVII). Hier findet sich die wechselseitige Bedingung von Erfassung und Deutung geologischer Daten wie auch der naturgenetische Charakter des resultierenden geologischen Modells. Unter Hypothetischem versteht WERNER dabei aus der Luft gegriffene, unbewiesene Annahmen, wie es beispielsweise die Rückführung geologischer Epochen auf die Tage der biblischen Schöpfungsgeschichte durch DE LUC eine ist. Überdies schließt WERNER in Übereinstimmung mit CUVIER jeglichen Bezug seines neptunistisch orientierten geologischen Modells zur biblischen Sintflut aus (S. 177).

Das IX. Kapitel seiner Abhandlung „Neue Theorie von der Entstehung der Gänge, ...“ widmet WERNER speziell der „Anwendbarkeit der neuen Theorie auf den Bergbau“, wobei vorrangig solche Fragen behandelt werden, welche mit dem heute geläufigen Begriff „Untersuchungs- bzw. Erkundungsmethodik“ in Verbindung stehen. Dieses Gebiet ist in den grundlegenden Arbeiten von WAGENBRETH (1967 a, b; 1980) und GUNTAU (1984) bedauerlicherweise nahezu ausgespart geblieben. Der mutmaßliche Grund dafür liegt wohl in der damaligen Unkenntnis der weitgehenden Identität der „Mineralogie“ zu Zeiten WERNERS und des von AGRICOLA definierten Grundwissens, dessen der *metallicus* zum erfolgreichen Schürfen nach Erzgängen bedarf. Außerdem scheint es in der zweiten Hälfte der 60er Jahre des vergangenen Jahrhunderts in der DDR noch immer darum gegangen zu sein, die gesellschaftliche Nützlichkeit vor allem der (ungezielten) geologischen Grundlagenforschung zu vermitteln, währenddessen die geologische Erkundung ungeachtet ihres unübersehbaren nationalökonomischen Stellenwerts und in ihrer Eigenschaft als gesellschaftsrelevante Anwendung von theoretischer Geologie nur zögerlich zum Gegenstand wissenschaftshistorischer Erörterungen avanciert ist. Dieses erklärt möglicherweise auch die Unsicherheit, welche WAGENBRETH (1967a, S. 86) schon bei der Kommentierung der „Prolegomenen der Geognosie“ erkennen lässt.

Im ersten Teil des IX. Kapitels stellt WERNER in acht Punkten (§§ 93–100) den Nutzen der neuen Gang-Theorie für den praktischen Bergbau heraus:

- (1) „Durch sie .. lernt man ... das physische Verhalten der besondern Direktions- und Aufsichts-Bezirke (Reviere) genauer kennen und wird dadurch zu einer zweckmäßigen Direktion des Bergbaus eines ganzen Reviers in Ansehung der Untersuchung desselben überhaupt und besonders der Aufsuchung der bauwürdigen Punkte in selbigem geleitet“ (S. 201f), was nichts anderes heißt, als dass die Kenntnis der Gesetzmäßigkeiten der Bildung und Verteilung der natürlichen Ansammlungen nutzbarer Minerale eine Voraussetzung für optimale Leitungsentscheidungen darstellt.
- (2) Sie ermöglicht die Unterscheidung synsedimentärer Mineralansammlungen wie Lager, Flöze und Bänke von postsedimentären Lagerstätten wie Gänge, Stockwerke und stehende Stöcke (S. 202), was insofern bedeutungsvoll ist, als WERNER die synsedimentäre Natur der Raseneisensteine, der Phosphoritknollen und des Kupferschiefers, aber auch der Salze und Kohlen trefflich beobachtet hat.
- (3) „Sie dient zu der Beurteilung der vorzüglichen Bauwürdigkeit eines Ganges gegen den andern“ (S. 203).
- (4) „Sie dient zu besserer und leichter Auffindung der auf einem Gange vorhandenen Erzkpunkte und zur richtigen Veranstaltung der ihre Aufsuchung bezweckenden Versuchsbaue“ (S. 204), d.h. Ausrichtung des Grubengebäudes

- gemäß den Gesetzmäßigkeiten der Bildung und Verteilung der natürlichen Ansammlungen nutzbarer Minerale.
- (5) „Sie lehrt das Verhalten der Gänge gegeneinander bei Überkreuzen, Schleppen, Verwerfen, Zertrümmern und Abschneiden und zwar vorzüglich durch Anwendung der Bestimmung ihres relativen Alters richtig zu beurteilen“ (S. 204). Hier benennt WERNER Elemente der Gangtektonik, obwohl seine Geognosie Tektogenese im heutigen Sinne noch nicht kennt.
  - (6) „Sie gibt das beste Anhalten zur Identitäts- oder Nämlichkeits-Bestimmung eines Ganges in zweifelhaften Fällen; als wo man seither wohl zu juristisch verfuhr und zu wenig auf die Natur sah“ (S. 204f).
  - (7) „Sie lehrt den Bezug und Nichtbezug des Gebirges zu den erzführenden Gängen (er)kennen ..., das das Gebirgsgestein an und für sich von keiner Einwirkung auf die Erzführung der Gänge überhaupt ist ..., dass Gänge durch ein neueres (d.h. jüngeres – C.S.) Gebirge als sie ... nicht durchsetzen können“ (S. 205).
  - (8) „Endlich so gibt sie sowohl für praktische Betrachtung, Untersuchung und Bestimmung, als auch für wissenschaftlichen Vortrag und Unterricht in diesem Teile der Mineralogie (d.h. der Geognosie – C.S.) und Bergbaukunst Methode und Sprache“ (S. 205f).

Besonders hervorgehoben zu werden verdienen die von WERNER im dritten Nutzenspunkt aufgeführten Einflussfaktoren der Bauwürdigkeit (S. 203):

„1) die Art der auf einem Gang vorzüglich brechenden Erze (in Ansehung der Art von enthaltenen Metallen und deren Gehalt), 2) die Mächtigkeit des Ganges, 3) die Größe der Erzknoten und deren Entfernung voneinander, 4) die Frequenz (d.h. Häufigkeit – C.S.) des Erzes auf den einzelnen Erzknoten, 5) verschiedene Umstände, die den Abbau der Erze erschweren oder erleichtern (d.h. die sog. montangeologischen Bedingungen – C.S.), 6) die von der Natur auf so einem Gange gemachte mehrfache Niederlegung an Erzen, d.i. die Enthaltung mehrerer Erzformationen zugleich“.

Diese Einflussfaktoren der Bauwürdigkeit sind Gegenstand sowohl der geologisch-ökonomischen Bewertung heutiger Definition der nachgewiesenen natürlichen Ansammlungen nutzbarer Minerale, als auch deren Quantifizierung zum Zwecke der Abschätzung ihrer Reserven an mineralischen Rohstoffen im Rahmen der „ökonomischen Mineralogie“. Damit vermitteln sie den direkten Bezug zu dem von AGRICOLA aufgestellten Grundsatz, wonach die Anwendung von Mathematik der Wahrheitbeglaubigung des Erkundungsergebnisses zu dienen hat.

Im § 101 fasst WERNER zusammen: „Die volle Anwendung dieser Theorie ... gibt ... – verbunden mit genauer Kenntnis des Gebirges (d.i. der Gebirgsmassen) ... eines ... Bezirks, sie selbst aber durch gehörige und hinlängliche Erfahrungen ausgeführt und lokal gemacht, und diese Erfahrungen sorgfältig gesammelt und zweckmäßig zusammengestellt – eine vollständige, sie in allen zu machenden auf Gänge Bezug habenden Grubenbau-Veranstaltungen sicher leitende Kenntnis von den natürlichen Verhältnissen der ... im ... Revier sich findenden besondern Lagerstätten von ... nutzbaren ... Fossilien, vorzüglich den Gängen“ (S. 207).

Im zweiten Teil des IX. Kapitels (§§ 102–112) behandelt WERNER die aus der Anwendung der neuen Gang-Theorie erwachsenden Anforderungen an die Dokumentation der geologischen Zustandsdaten. Diese Dokumentation definiert er im § 102 als „sorgfältige Sammlung und zweckmäßige Zusammenstellung von sichern und hinlänglichen Erfahrungen über das Vorkommen aller Arten besonderer Lagerstätten nutzbarer Fossilien eines Reviers und die natürlichen Verhältnisse desselben“ (S. 207f). Dabei stellt er die Notwendigkeit der Laufendhaltung der Dokumentation besonders heraus. Die Dokumentation „muss auf zweierlei Art zugleich gemacht werden: nämlich durch einen nach den darauf angewendeten Grundsätzen dieser Theorie gefertigten geognostischen Revier-Riß und eine ebenfalls nach dieser Theorie entworfene geognostische Revier-Beschreibung. Beide müssen ganz nach einerlei Grundsätzen, mit gleicher Vollständigkeit, auch steter weiterer Ausführung, und durchaus mit Bezug aufeinander ... ausgearbeitet werden. Sind diese beiden Arbeiten hinlänglich genau und vollständig gefertigt: so werden sie gewiß die sicherste Grundlage zu allen in so einem Revier vorkommenden, auf die in ihm befindlichen besondern Lagerstätten von Fossilien Bezug habenden Veranstaltungen von Grubenbauen abgeben“ (S. 208).

Im § 103 wird festgelegt, dass der geognostische Revier-Riß aus zwei Hauptplatten, nämlich einer Tages-Situations-Platte und einem untertägigen söhligem Durchschnitt im Bereich einer tiefen Sohle bestehen muss. In beide sind jeweils die Gebirgsmassen und ihre Erstreckung, die aufsetzenden besondern Lagerstätten (nach Streichen mit Abweichungen, Mächtigkeit, Erstreckung) sowie aufsetzende spezielle Gesteinslager (Kalkstein, Porphy, Hornblende, Quarz), in die Tages-Situations-Platte überdies die Ausstreichungs-Linien der Gänge aufzunehmen. Die Gänge sollen nach ihren (Erz-)Formationen farbig unterschieden werden (S. 208f).

Der § 104 bestimmt für große Reviere die Einteilung des geognostischen Revier-Risses in mehrere Quartiere von 500 Lachter (, d.h. etwa 1 km – C.S.) Länge mal Breite. Für jedes Grubengebäude sollen von jedem seiner Hauptgänge ein flacher Riß und ein saigerer Durchschnitts-Riß nach dem Fallen des Ganges (Quer-Profil) angefertigt werden (S. 111f).

Im § 105 wird festgelegt, dass die geognostische Revier-Beschreibung zweierlei enthalten muss:

- (1) „Bestimmung der Lage, Begrenzung und äußern natürlichen Beschaffenheit des Reviers“ sowie „die genaue Bestimmung der in ihr vorkommenden und sie ausmachenden Gebirgsmassen nach allen ihren Verhältnissen gegeneinander“;

(2) „Eine sowohl generelle als auch spezielle oder vielmehr individuelle Bestimmung aller im Revier vorkommenden bekannten bemerkenswerten besondern Lagerstätten von Fossilien“ (S. 213).

Der § 106 enthält die Anforderungen an die generelle und individuelle Beschreibung der besondern Lagerstätten. „In der generellen Beschreibung dieser Lagerstätten wird jede Formation derselben nach ihrem Alter und Kriterien überhaupt bestimmt. In der individuellen Bestimmung oder Beschreibung der einzelnen besondern Lagerstätten hingegen werden selbige in lokaler Ordnung eine nach der andern, jede besonders und ausführlich beschrieben und von ihnen alle bemerkenswerten auf die, auf derselben etwa zu betreibenden, Grubenbaue Einfluß habenden Verhältnisse bemerkt“ (S. 213). Im § 107 wird herausgestellt, dass die individuelle Beschreibung der besondern Lagerstätten von der Revier-Beschreibung unter den Titel „Verzeichnis der besondern Lagerstätten des und des Reviers“ abgetrennt und gesondert fortgeführt, die „allgemeinen Bestimmungen des Reviers“ hingegen unter dem Titel – allgemeine geognostische Beschreibung des und des Reviers – aufgestellt werden. Die allgemeine geognostische Beschreibung eines Reviers ist also die Grundlage für alle und jede spezielle und partielle Bestimmungen und dient zugleich zur allgemeinen Übersicht. Sie nimmt ihren Stoff größtenteils aus den einzelnen Beschreibungen der verschiedenen besondern Lagerstätten ...“ (S. 214).

Der § 108 enthält Vorschriften zur Einrichtung des Lagerstätten-Verzeichnisses eines Reviers (S. 214f).

Der § 109 befaßt sich, da es sich bei den besondern Lagerstätten vorzugsweise um Gänge handelt, mit den für das Lagerstätten-Verzeichnis auszuarbeitenden Gang-Beschreibungen. Die diesbezüglichen Anforderungen, welche auch für die übrigen Arten von besondern Lagerstätten gelten, werden in vier natürlichen und zwei nicht-natürlichen Punkten gruppiert (S. 115ff):

I. Die äußeren Verhältnisse des Ganges

1. Die Lage (Entfernung zwischen bekannten Punkten, Streichen, Fallen)
2. Das Volumen (Mächtigkeit, Erstreckung, Richtung, Zertrümerung)

II. Die inneren Verhältnisse des Ganges

1. Die gewöhnlichen Erz- und Gangarten (Oryktognosie, Frequenz, lokale Ordnung, Abweichungen)
2. Die seltneren Erz- und Gangarten (wie vorher sowie Umstände ihres Vorkommens)
3. Die bekannte Beschaffenheit seiner Erz-Punkte (Größe, Reichtum, Frequenz und Entfernung voneinander, Ort der gegenwärtigen und ehemals ansehnlichsten Ausbildung)
4. Das übrige innere Verhalten des Ganges (Drusigkeit, Einmischung von Bruchstücken des Nebengesteins, Besteg, Ablösung)

III. Das Nebengestein oder die Bergart

1. Die Gebirgsart
2. Das Fallen der Gebirgsart
3. Die Veränderungen im Hangenden und Liegenden (Ablösung, Imprägnierung mit Erzen)
4. Die Zerklüftung der Gebirgsart
5. Die in der Gebirgsart vorkommenden besondern Lager (Oryktognosie/Geognosie, Vorkommen, Wechselwirkung zwischen Gebirgsart und Gang)

IV. Das Verhalten des zu beschreibenden Ganges gegen andre hinzukommende Gänge und umgekehrt dieser gegen ihn

1. Die Vermerkung der Punkte
2. Streichen, Fallen, Mächtigkeit, Gang- und Erzarten an diesen Punkten
3. Das Verhalten (Schleppung, Durchsetzung, Zertrümerung, Verwerfung, Abschneiden, Einfluß auf Erz- und Gangarten) an diesen Punkten

V. Die auf dem Gang befindlichen Haupt-Grubenbaue

1. Die Abbaue
2. Die Versuchsörter
3. Das Haupt-Tiefste

VI. Das auf den Gang verliehene Feld

1. Der Fundpunkt
2. Die Länge des ganzen verliehenen Feldes (Besitzer, Alter).

Die Punkte I und II enthalten vorzüglich jenen Größen, deren Daten in die Parameter eingehen, welche zur Abschätzung der Reserven an mineralischen Rohstoffen benötigt werden (SCHUBERT 2001). Über die Zusammenhänge informiert die Abb. 15.

Im § 110 wird nochmals die Laufendhaltung der Gang-Beschreibungen für jedes Gruben-Gebäude unterstrichen und es werden Kriterien für die Laufendhaltung genannt (S. 221f).

Der § 111 verweist auf die Möglichkeit, die Aufstellung eines Lagerstätten-Verzeichnisses mit der „Sammlung einer nach den besondern Lagerstätten geordneten Suite von Mineralien des Reviers“ zu verbinden (S. 222).

Der § 112 beginnt mit der Aussage, dass „eine dergleichen Revier-Suite ... mit dem Revier-Riß und der ganzen Revier-Be-

schreibung zusammen, erst ein völliges Ganzes machen und außerordentlich lehrreich sein ... würde“ (S. 223). Es folgen Hinweise auf die daraus erwachsenden Vorteile und die aus dem Fehlen solcher Zusammenstellungen in der Vergangenheit für die Gegenwart resultierenden Nachteile.

Das IX. Kapitel von WERNERS Abhandlung „Neue Theorie von der Entstehung der Gänge, ...“ erläutert, dass mit dieser Theorie ein Modell der Krustenentwicklung vorliegt, welches es gestattet, die – mittels einer exakten, auf der strikten Einhaltung der aufgestellten Dokumentationsvorschriften beruhenden Erfassung gewonnenen („gesammelten“) – geologischen Zustandsdaten genetisch zu deuten („zusammenzustellen“). Diese Deutung ermöglicht 1) die tatsächliche Größe der in Abbau befindlichen Lagerstätten erweiternd zu bestimmen (= direkter Nutzen für den Bergbau) und 2) Anzeichen für das Vorhandensein noch unbekannter Lagerstätten zu erkennen (= indirekter Nutzen für den Bergbau). Was bei AGRICOLA noch These gewesen ist, hat durch WERNER sein **wissenschaftliches Fundament** erhalten. Diese Umsetzung von Naturerkenntnis geht weit über die Möglichkeiten hinaus wie sie durch eine Intensivierung des Bergbaus erzielt werden kann, die auf der alleinigen Verbesserung der angewandten bergbaulichen Techniken etwa im Bereich der Wasserhaltung, der Bewetterung oder der Aufbereitung beruht. Vor diesem Hintergrund erklärt sich die Kontroverse zwischen dem in bergmännischen Kategorien denkenden „Geognosten“ WERNER und dem erfolgreichen Marienberger Berghauptmann und späteren sächsischen Oberberghauptmann FRIEDRICH WILHELM HEINRICH JOHANN V. TREBRA (1740–1819), der 1803 in einer anonymen Schrift über die Steigerung des Silberausbringens im chursächsischen Erzgebirge von 1762 bis 1801 berichtet. Die Geschichte der geologischen Erkundung hat nicht nur diese Kontroverse zu Gunsten WERNERS entschieden, sondern auch gezeigt, dass die einheitliche Handhabung von Erfassung („Sammlung“) und Deutung („Zusammenstellung“) geologischer Zustandsdaten im Komplex mit einem geologischen Modell der Entwicklung der Erdkruste die methodische Grundlage jeglicher geologischer Untersuchung (Erforschung + Erkundung) bildet. Für die Effizienz der geologischen Untersuchung ist allerdings entscheidend, in welchem Grade das geologische Modell dem tatsächlichen abgelaufenen Naturprozeß der Krustenentwicklung nahe kommt. Dieser Näherungsgrad ist abhängig vom geogenetischen Kenntnisstand, der zu WERNERS Zeit faktisch **nicht existiert**; gleichwohl ist die Verwendung des geologischen Modells als solches die **unumgängliche** Bedingung, um zu einer Abschätzung und Prognose des Vorhandenseins von Reserven an nutzbaren Mineralen zu gelangen. Davon ausgehend hat WERNERS neptunistischer Ansatz des geologischen Modells die Geltung der von ihm begründeten geologischen Methode und ausgearbeiteten Richtlinien zur Dokumentation der geologischen Zustandsdaten bis zum heutigen Tage nicht einzuschränken vermocht (SCHUBERT 2002, S. 307f).

## 5 WERNERS Konzept der geologischen Erkundung

Die Herausbildung von WERNERS Konzept der geologischen Erkundung war mit seiner neuen Gang-Theorie vollzogen. Die angeführten Zitate belegen klar definierte Aufgaben und einen auf die Lösung dieser Aufgaben abgestimmten methodischen Apparat. Dieses soll nun zusammengefaßt dargestellt werden.

### 5.1 Die drei Aufgaben der geologischen Erkundung

Die geologische Erkundung beinhaltet bei WERNER wie schon bei AGRICOLA die komplexe Behandlung der natürlich-stofflichen Gegebenheiten des Auftretens von Erzgängen, der bergbaulichen Möglichkeiten zur Gewinnung der Erze und der metallurgo-chemischen bzw. hüttentechnischer Anforderungen an die Beschaffenheit der Erze, um aus ihnen Metalle herstellen zu können. Dieses gilt, wie heute allgemein anerkannt, für alle Arten mineralischer Rohstoffe, auch für die flüssigen und gasförmigen organischer Herkunft. Daraus resultieren die drei Aufgaben der geologischen Erkundung: 1) die geologische Modellierung, 2) die Bestimmung der Bauwürdigkeit der Lagerstätten nutzbarer Minerale und 3) die Abschätzung („Berechnung“) und Prognose von Reserven mineralischer Rohstoffe.

#### Die geologische Modellierung

Die geologische Erkundung nutzt die Erkenntnis jener Naturgesetze, die den Prozeß der Bildung/Erhaltung und Verteilung der natürlichen Ansammlungen nutzbarer Minerale, also der „besondern Lagerstätten der Fossilien“ in der Erdkruste bestimmen. Dieser Naturprozeß erwächst aus dem Zusammenspiel von Tektogenese, Litho-/Petrogenese und Minerogenese, welches Gegenstand der „Geognosie“ ist. Der konkrete Ablauf dieses vielschichtigen, durch stark wechselnde Ursache/Wirkung-Beziehungen charakterisierten Prozesses der Entwicklung der Erdkruste und dessen Ergebnis sind a priori nicht bekannt, können aber im Wege der geologischen Modellierung festgestellt werden.

Das geologische Modell wird einerseits durch Erkundungsdaten gespeist, andererseits liefert es die Grundlage für die zielgerichtete Gewinnung neuer Erkundungsdaten. Insofern bildet das geologische Modell das komplexe Arbeit- und Erkenntnismittel der geologischen Erkundung (SCHUBERT 2002, S. 303). Als Erster hat WERNER in der „Neuen Theorie von der Entstehung der Gänge, ...“ die Unabdingbarkeit der geologischen Modellierung für die zielgerichtete Durchführung

der geologische Erkundung begründet. Was WERNER objektiv **noch nicht** erkennen konnte ist die erst heute bekannte Tatsache, dass die Vielschichtigkeit des Naturprozesses der Krustenentwicklung zu einer rezenten Verteilung der natürlichen Mineralansammlungen in der Erdkruste geführt hat, die notwendigerweise keiner einfachen Kausalität folgt. Das bringt mit sich, dass 1) der Ablauf und das Ergebnis dieses Prozesses vermittels des geologischen Modells nur **näherungsweise** bestimmt werden können und 2) die Effizienz der geologischen Erkundung bezogen auf die einzelne, jeweils als Individuum aufzufassende natürliche Mineralansammlung vorzüglich vom erreichten Grad dieser Näherung abhängt. Diese Unsicherheit bezüglich des Ergebnisses wird z. B. in der Erdöl/Erdgas-Erkundung mit dem Erfolgskoeffizienten umschrieben, dessen Zahlenwert das **statistische** Verhältnis zwischen nachgewiesenen bauwürdigen Lagerstätten und untersuchten Prospekten wiedergibt.

### **Die Bestimmung der Bauwürdigkeit der Lagerstätten nutzbarer Minerale**

Die Bestimmung der Bauwürdigkeit wie auch der Untersuchungswürdigkeit einer nachgewiesenen natürlichen Ansammlung nutzbarer Minerale ist die erste der beiden Aufgaben der „ökonomischen Mineralogie“. Sie basiert auf dem Ergebnis der heute geologisch-ökonomisch genannten Bewertung der individuellen strukturellen Kenngrößen einer solchen Mineralansammlung. Diese Kenngrößen sind 1) ihre Erstreckung in der Fläche und in der Teufe, 2) ihre Mächtigkeit, 3) ihr Gehalt an Nutzkomponenten (z. B. Metallen) und 4) ihre Dichte. Die geologisch-ökonomische Bewertung erfolgt im Abgleich mit den bergbaulichen Möglichkeiten zur Gewinnung eines verarbeitungsfähigen Rohprodukts (Gebirgsbeherrschung, optimaler Abbau, Abbaugeschwindigkeit, Wasserhaltung, Fördergeschwindigkeit, Aufbereitung z. B. zum Erz-Konzentrat) und den metallurgisch-chemischen und hüttentechnischen Anforderungen an die Beschaffenheit des Rohprodukts zwecks Herstellung des Rohstoffs (chemische Charakteristik, Anreicherungsgrad der Nutzkomponenten). In Abhängigkeit vom Verhältnis der voraussichtlich anfallenden Gewinnungs- und Herstellungskosten zu den Erlösen aus dem Verkauf der hergestellten Rohstoffe (z. B. Metalle) wird entschieden: Bei Neufunden i. d. R. über die Untersuchungswürdigkeit, bei weitergehend untersuchten Altfinden i. d. R. über die Bauwürdigkeit. Bauwürdigkeit liegt vor, wenn mindestens Kosten/Erlös-Gleichheit begründet erwartet werden kann. Mit der geologisch-ökonomischen Bewertung verbunden ist heutzutage die Festlegung von Konditionen, welchen die natürlichen strukturellen Kenngrößen genügen müssen, um als Parameter für die Abschätzung der Reserven an mineralischen Rohstoffen dienen zu können. Gemäß den national- bzw. globalökonomisch gesetzten Prämissen können solche Konditionen im Extremfall entweder auf einen maximalen Rohstoffaustrag oder die Erwirtschaftung eines maximale Gewinns orientieren.

Die von AGRICOLA aufgestellten Kriterien der Bauwürdigkeit hat WERNER präzisiert und um solche für die Untersuchungswürdigkeit der Lagerstätten nutzbarer Minerale erweitert. Besonders hervorgehoben zu werden verdient WERNERS Auffassung einer Gradation der Bau- und Untersuchungswürdigkeit, die sich in den heute gebräuchlichen Klassen der sicheren („proved“) und wahrscheinlichen („probable“) Reserven wiederfindet.

### **Die Abschätzung und Prognose von Reserven mineralischer Rohstoffe**

Dieses ist die zweite der beiden Aufgaben der „ökonomischen Mineralogie“. In der „Neuen Theorie von der Entstehung der Gänge, ...“ begründet WERNER auf beeindruckende Weise, dass die Aufstellung realistischer Vorstellungen über den nutzbaren Inhalt einer „besondern Lagerstätte der Fossilien“ ohne geologisches Modell nur eine halbe Sache ist, quasi im Stadium der Vermutung stecken bleiben würde. Bezüglich des konkreten Algorithmus dieser Aufgabe hält sich WERNER ebenso bedeckt wie seinerzeit schon AGRICOLA. Offensichtlich herrscht von Staats wegen weiterhin Vertraulichkeit, was den konkreten Stand der Reserven betrifft; dagegen unterliegt die Veröffentlichung von Gewinnungs- und Herstellungsdaten keinen Beschränkungen, wie es der Bericht TREBRAS (1803) vermittelt. Es gelten weiterhin die Aussagen AGRICOLAS, wonach die strukturellen Parameter zur Abschätzung der Metallreserven eines Erzganges mit Maß und Zahl zu bedienen sind, um so die Wahrheitsbeglaubigung des Erkundungsergebnisses sicherzustellen (SCHUBERT 2001, S. 69ff).

Das Neue bei WERNER besteht darin, dass das geologische Modell, in welches die Erkenntnis der naturgenetischen Zusammenhänge der Bildung/Erhaltung und Verteilung der natürlichen Mineralansammlungen einfließt, die Möglichkeit eröffnet, „positive“ Erkundungsdaten und günstige Hinweise auf ein wahrscheinliches Vorkommen natürlicher Ansammlungen nutzbarer Minerale zunächst einer rein „geognostischen“ Bewertung zuzuführen. Dieser Vorgang wird heute als qualitative Einschätzung der Höffigkeit eines bestimmten Gebiets auf ein nutzbares Mineral bezeichnet. Das Ergebnis dieser qualitativen Einschätzung der Höffigkeit kann später, falls es sich als quantifizierbar erweisen sollte (= Prognose von Reserven mineralischer Rohstoffe), in die Entscheidung über die Untersuchungswürdigkeit einbezogen werden. Es hat sich allgemein durchgesetzt, die erkundungsrelevanten Daten des Bergbaus im Sinne WERNERS direkt in den ständigen Prozeß der regionalen Prognose von Reserven mineralischer Rohstoffe einfließen zu lassen.

## 5.2 Zum methodischen Apparat der geologischen Erkundung

Den methodischen Apparat zur Realisierung der in seinem Konzept der geologischen Erkundung enthaltenen Aufgaben hat WERNER vorzugsweise auf die stoff-raum-zeitlichen Voraussetzungen des Auftretens der „besondern Lagerstätten der Fossilien“ ausgerichtet, welche als Gegenstand der Geognosie auch das zentrale naturwissenschaftliche Moment der „Mineralogie“ bilden. Dieses Herangehen beruht auf WERNERS Erfahrung, dass grundlegende Impulse für die Entwicklung des Berg- und Hüttenwesens von der „Kenntnis der Natur des festen Erdkörpers“ ausgehen. Auch damit steht WERNER ganz in der Tradition AGRICOLAS. Der methodische Apparat der geologischen Erkundung wird dominiert 1) durch die einheitliche Handhabung von Erfassung und Deutung der geologischen Zustandsdaten, was von BUBNOFF 1930 als Wesensmerkmal der geologischen Methode bezeichnet worden ist, 2) durch ein Axiom, welches heute als naturprozeßadäquate Erkundungsmethodik geläufig ist (SCHUBERT 1980) und 3) durch die direkt auf AGRICOLA zurückgehende Nutzung mathematischer Verfahren zur Bestimmung der Zahlenwerte, welche für die Parameter der Reservenabschätzung benötigt werden (SCHUBERT 2001).

### Die geologische Methode

Die Anwendung der geologischen Methode ist an die Notwendigkeit des geologischen Modells gebunden. Diese Bedingung stellt sich deshalb, weil die geologische Erkundung

- nicht der gelenkte Nachvollzug eines im Labor experimentell überprüfbareren Naturprozesses bzw. der Einsatz gelenkter Naturprozesse als Arbeitsmittel ist,
- sondern im Gegenteil eine komplizierte Verarbeitung geologischer Daten beinhaltet, in deren Ergebnis **zunächst** der Ablauf des zum gegenwärtigen Zustand „eingefrorenen“ Naturprozesses der Krustenentwicklung rekonstruiert und **davon ausgehend** die Gesamtheit der Bedingungen für das Vorhandensein der gesuchten natürlichen Ansammlungen nutzbarer Minerale ermittelt werden muss.

Im Rahmen der geologischen Methode werden zwei Verfahren angewandt, die gleichsam die beiden Aspekte der geologischen Methode darstellen und deshalb einer einheitlichen Handhabung bedürfen:

- 1) die **statistisch gesicherte** Erfassung des Stoffs im Raum = Registration des gegenwärtigen geologischen Zustandes durch geologische Aufnahme i.e.S. (Erfassung der Urkunden),
- 2) die **logisch eindeutige** raum-zeitliche Einordnung des Stoffs und Extrapolation seiner Metamorphose = Interpretation des ermittelten geologischen Zustands durch eine komplexgenetische, d.h. „geognostische“ Analyse (Deutung der Urkunden).

Die elementare Erkenntnis dieses Zusammenhangs legt WERNER zuerst in den „Prolegomenen der Geognosie“, ausführlicher später in der „Neuen Theorie von der Entstehung der Gänge, ...“ nieder. In der Gang-Theorie sind zudem Richtlinien zur Erfassung der geologischen Zustandsdaten enthalten, deren Grundsätze global gesehen bis heute nicht aufgegeben worden sind. Die Erkenntnis der einheitlichen Handhabung von Erfassung und Deutung geologischer Zustandsdaten markiert nach BUBNOFF (1930) den Beginn der Geologie als Wissenschaft, denn sie gilt für jede Art geologischer Untersuchung, sofern ein Bezug zur Entwicklung der Erdkruste besteht.

Dieses ist die Stelle, um noch einmal auf CHARPENTIER zurück zu kommen. Unbestritten basiert sein Buch „Mineralogische Geographie der Chursächsischen Lande“ von 1778 auf exakten Naturbeobachtungen, darunter auch solchen, welche die Vergesellschaftung bestimmter Minerale in bestimmten Gängen betreffen. In seinem 1799 erschienenen Buch „Beobachtungen über die Lagerstätte der Erze, hauptsächlich aus den sächsischen Gebirgen – Ein Beytrag zur Geognosie“ hat er diese nicht nur erweitert, sondern auch vertieft. Der für WERNER und für die geologische Erkundung springende Punkt besteht darin, dass die Naturbeobachtung an sich nicht für Geognosie genommen werden kann und darf, sondern als solche zunächst unverbindliche mineralogische Geographie bleibt, die für den Bergbau keinen Nutzen bringt.

### Die naturprozeßadäquate Erkundungsmethodik

Die Aufstellung dieses Axioms in den „Prolegomenen der Geognosie“ resultiert aus WERNERS Kontroverse mit CHARPENTIER, die durch dessen „Petrographische Karte“ ausgelöst worden war. Dieses Axiom besagt, dass sich die Suche nach natürlichen Ansammlungen nutzbarer Minerale auf ein geologisches Modell stützen muss, das den Wirkungen jener Naturgesetze folgt, die deren Bildung/Erhaltung und Verteilung in der Erdkruste verursachen. Die oberflächengeologische Karte als ein besonderes geologisches Modell muss aus „geognostischer“ Sicht diese Wirkungen in besonderer Weise zum Ausdruck bringen. Tut sie das nicht bringt sie, wie WERNER zu recht feststellt, für den Bergbau keinerlei Nutzen. Wie nachgewiesen werden konnte ist der Gegenstand der Geognosie der Komplex von Tektonogenese, Litho-/Petrogenese und Minerogenese im Erscheinungsbild der Erdoberfläche. Daraus resultiert die komplexgenetische Analyse der (oberfläch en)geologischen Zustandsdaten als unerläßliche Forderung. Naturprozeßadäquate Erkundungsmethodik heißt letztlich nichts anderes, als dass sich der Einsatz der Erkundungstechnik am geologischen Modell zu orientieren hat. Obwohl im Verlaufe der Geschichte der geologischen Erkundung ab und an Verstöße gegen dieses Axiom zu verzeichnen sind, was

mit nachteiligen Folgen verschiedenster Art verbunden gewesen ist, steht die allgemeine Akzeptanz dieses WERNERSchen Axioms noch immer als Forderung im Raum. Bei Erdöl/Erdgas z.B. ist die naturprozesadäquate Erkundungsmethodik in den Formeln für die statische, auf das Reservoir bezogene und die dynamische, auf das Erdöl/Erdgas-Kontinuum innerhalb des Reservoirs bezogene Abschätzung der Reserven vorgezeichnet, woraus sich mit Notwendigkeit deren einheitliche Handhabung ergibt (SCHUBERT 1985, S. 81f).

### Die Nutzung mathematischer Verfahren zur Bestimmung von Parameterwerten

Hierbei handelt es sich vorrangig um jene Anwendung von Mathematik, die AGRICOLA mit der Wahrheitsbeglaubigung des Erkundungsergebnisses in Zusammenhang bringt (SCHUBERT 2001). Es kommen Verfahren zur Anwendung, die der statistischen Verdichtung von Strukturdaten der natürlichen Mineralansammlung dienen, welche durch „Messen und Wägen“ an vielen Punkten gewonnen werden (müssen). Dieses betrifft im Falle der Erzgänge die Umwandlung solcher Strukturdaten wie Fallen und Streichen, Mächtigkeit, Metallgehalte und Dichte in die Zahlenwerte der Parameter für die Abschätzung der Reserven nutzbarer Minerale. WERNER benennt diese Strukturdaten in der „Neuen Theorie von der Entstehung der Gänge, ...“ als Einflußfaktoren der Bauwürdigkeit und zu erfassende geologische Zustandsdaten. Aber auch bei der Abschätzung der prognostizierten oder vorhergesagten Reserven kommen diese Verfahren zum Einsatz. WERNER verzichtet auf die explizite Darstellung dieser Verfahren, die erst mehr als ein Jahrhundert später in der USamerikanischen Literatur vorgestellt und diskutiert werden (SCHUBERT 1985, S. 77f). Doch kann davon ausgegangen werden, dass die von OELSNER (1952) behandelten Verfahren in dieser Form bereits zu WERNERS Zeit Anwendung gefunden haben.

### 5.3 Die bestandene Probe: Die geognostische Gebirgs-Untersuchung

Die „geognostische Gebirgs-Untersuchung“ Chursachsens bezieht sich auf eine Fläche, die etwa dreimal größer ist als das Territorium des heutigen Freistaats Sachsen. Diese Größe resultiert aus der damaligen Zugehörigkeit der historischen Ober- und Niederlausitz bis zu den Flüssen Quais (mit Lauban und Wehrau) und Bober (mit Christianstadt), des Churkreises (mit Düben, Prettin, Liebenwerda, Belzig und Wittenberg), des Amts Gommern und der Grafschaft Barby, des Thüringischen Kreises (Nordthüringen zwischen Treffurt/Werra und Zeitz), der Grafschaft Stolberg, des Amts Sangerhausen, des sächsischen Anteils der Grafschaft Mansfeld (Hettstedt, Eisleben), der Grafschaft Henneberg (Suhl, Schleusingen), der ehem. Stifte Merseburg und Naumburg sowie des Neustädter Kreises (mit Weida, Neustadt/Orla und Ziegenrück) zu Chursachsen (Abb. 16). Für die geologische Kartierung („mineralogische Geographie“), in welche auch die „ausländischen“ Fürstentümer Sachsen-Altenburg (mit Altenburg, Eisenberg und Orlamünde) und Sachsen-Saalfeld (mit Pößneck, Saalfeld, Probstzelle und Lehesten) einbezogen waren, konnte WERNER einen Großteil älterer erfahrener Studenten verpflichten. Zur topographischen Grundlage der Geländebegehungen sind die mit königlich polnischem und churfürstlich sächsischem Privileg von 1745 bis 1757 bei SCHENK in Amsterdam gedruckten Kartenblätter („Ämterkarten“) der ZÜRNERschen Aufnahme im Maßstab von etwa 1 : 95.000 gewählt worden. In den „Distriktsberichten“ ist dann die Darstellung der Kartierungsergebnisse im Maßstab von etwa 1 : 200.000. erfolgt.

WAGENBRETH (1967b) hat vor dem Hintergrund einer im Widerspruch zu den Aussagen WERNERS stehenden Interpretation des Gegenstandes und der Aufgaben der Geognosie (S. 373f) eine allerdings sehr instruktive Übersicht der seit 1792 durchgeführten Geländearbeiten und Berichterstattungen wie auch Erläuterungen der grundlegenden Ergebnisse der geognostischen Gebirgs-Untersuchung gegeben. Das Territorium Chursachsens einschließlich der Fürstentümer Sachsen-Altenburg und Sachsen-Saalfeld war zunächst in 92, ab 1812 in 107 Distrikte eingeteilt worden. Allerdings konnten die Distrikte 55 und 56, 58 bis 70, 72 bis 74 und 76 bis 92 bzw. 107 infolge des Befreiungskriegs 1813, der nachfolgenden russischen Besetzung des Landes und der territorialen „Abtretungen“ von 20.230 km<sup>2</sup> Fläche mit 864.300 Einwohnern an Preußen (neue preuß. Provinz Sachsen ohne Reg.-Bez. Magdeburg plus neuer Südteil des Reg.-Bez. Frankfurt der Provinz Brandenburg plus neuer Westteil des Reg.-Bez. Liegnitz der Provinz Niederschlesien) im Ergebnis des Wiener Kongresses 1815 nicht bearbeitet werden.

Die Vorlage der Distriktsberichte beginnt am 19. Nov. 1798 (Nr. 1 mit der gelungenen „petrographischen Karte“ des Granulitgebirges) und endet – bedingt durch den Tod WERNERS – am 29. Okt. 1817 (Nr. 57 betr. Braunkohle NE Bautzen). Die Berichte 4 (Zörlig-Bitterfeld-Landsberg), 10 (Zeitz-Lobstädt), 11 (Stolberg), 17 (Hettstedt-Eisleben), 22 (Thüringer Kreis-Sangerhausen-Querfurt-Weißenfels-Zeitz-Naumburg-Eisenberg), 23 (dto.), 26 (Altenburg-Ronneburg), 35 (Calau/Niederlausitz), 39 (Pößneck-Lehesten), 40 (Suhl-Schleusingen) und 53 (Neustädter Kreis-Saalfeld) betreffen Distrikte, die heute teils zum Land Sachsen-Anhalt, teils zum Freistaat Thüringen gehören. Die Abb. 17 gibt das von WAGENBRETH (1967b, S. 381) entworfene Schema jener Kartierungsdistrikte wieder, die sich im wesentlichen auf dem Territorium des heutigen Freistaates Sachsen befinden. Es vermittelt den Eindruck einer nahezu flächendeckenden geologischen Aufnahme. 1811 endet nach Vorlage von 30 Distriktsberichten und eines zusammenfassenden Berichts von CARL AMANDUS KÜHN (1783 – 1848), dem späteren Bergrat und Nachfolger WERNERS als Professor für Bergbaukunst und Geognosie an der Bergakademie, die erste Etappe der geognostischen Gebirgs-Untersuchung des Churfürstentums bzw. Königreichs Sachsen.



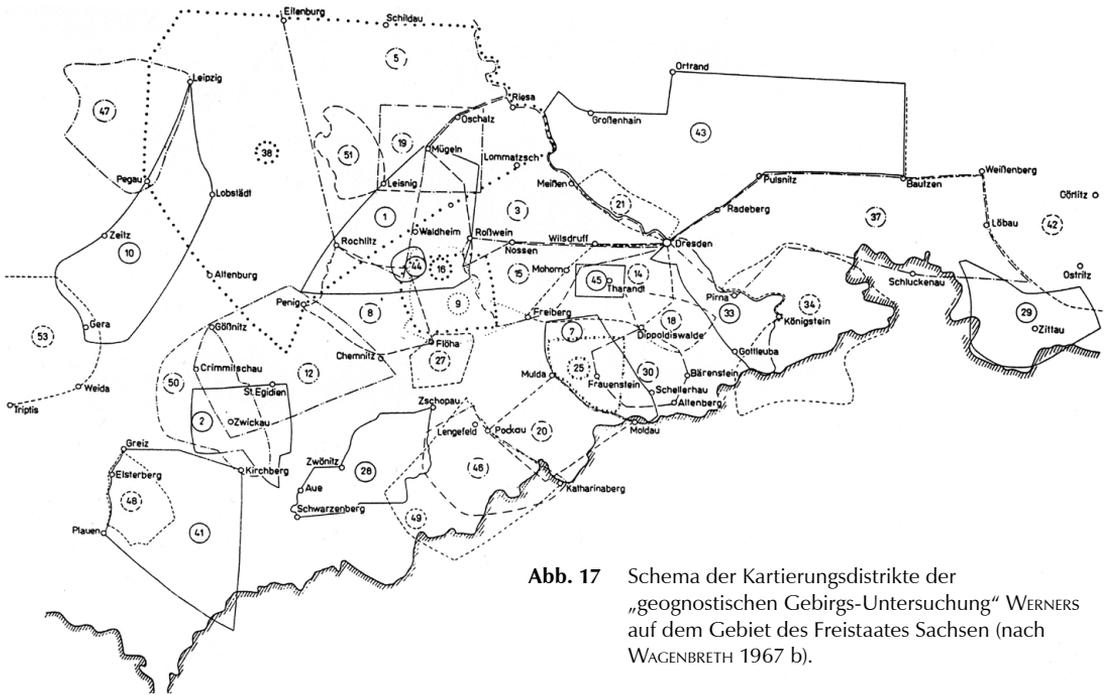
reichs Sachsen“ und die „Belehrung für das Publikum über die oryktognostische Verschiedenheit und das lokale und geognostische Vorkommen mineralischer Brennmateriale in Sachsen, die Art und Weise sie aufzusuchen, abzubauen und anzuwenden“ (zit. in WAGENBRETH 1967b, S. 373) sich gegenseitig ergänzen. Was WERNER noch nicht weiß ist, dass sich diese tendenzielle Näherung an den tatsächlichen Ablauf bei sauberer Erfassung (Dokumentation) und vorurteilsfreier genetischer, also geognostischer Analyse der geologischen Zustandsdaten nahezu unabhängig von der subjektiven Ansicht über den „konkreten“ Motor dieses Naturprozesses vollzieht. Wollte man dieses in Abrede stellen, wäre jegliche „Entwicklung des geologischen Weltbildes“ ausgeschlossen, eine Illusion. Die von WERNER gehegte Befürchtung, dass die Korrektur seiner neptunistischen Interpretationen bzw. seiner neptunistischen Ausrichtung des geologischen Modells sein Konzept der geologischen Erkundung zu Fall bringen könnte, sind mithin unbegründet gewesen. Dieses zu erkennen hat eine lange Zeit, das Studium von WERNERS Vorstellungen vor dem Hintergrund der Erfahrungen einer zwei Jahrhunderte währenden Geschichte der geologischen Erkundung nach seinem Tod erfordert.

## 6 Ausblick: WERNERS Platz in der Geschichte der Geologie

WERNERS Schaffen markiert gleichermaßen Höhepunkt und Abschluß einer vergessenen Epoche in der frühen Geschichte der heutigen Geowissenschaften. Diese Epoche ist geprägt von der Einsicht AGRICOLAS, dass zwischen dem Gedeihen des Bergbaus, der insbesondere auf den Ertrag von Münzmetallen (Gold, Silber, Kupfer) ausgerichtet gewesen ist, und der Kenntnis der natürlichen stofflichen Voraussetzungen im Berge ein unabdingbarer Zusammenhang existiert. Das Betreiben einer angestrebten bergbaulichen Großproduktion von Erzen hat verlangt, die im Bergbau gewonnenen Erfahrungen über die Struktur der Erzlagerstätten zumindest in Regeln über deren Bildung und Verteilung zu verallgemeinern, deren Anwendung die zielgerichtete Aufsuchung neuer Erzlagerstätten gestattete. Diesem gesellschaftlichen Anliegen musste ohne die Möglichkeit des Rückgriffs auf eine – dafür eigentlich erforderliche – ausgefeilte Theorie Rechnung getragen werden. Diese Epoche ist vergleichbar mit jener, die zeitgleich die Geschichte der Chemie auszeichnet und mit den Fortschritten der Metallurgie und Probierkunst verknüpft ist. Diese jenseits der schon von AGRICOLA als unsystematisches Experimentieren ohne wissenschaftlichen Anspruch und ohne gesellschaftliche Relevanz charakterisierten Alchimia abgelaufene Entwicklung wird in etablierten Werken der Chemie-Geschichtsschreibung allenfalls mit einem Nebensatz abgetan (STRUBE 1972, S. 92ff). Immerhin handelt es sich dabei um exzellent funktionierende chemische Großprozesse und eine Form der quantitativen anorganisch-chemischen Analyse mit Genauigkeiten in der Größenordnung von 10 Promille, deren Beherrschung die Münzgeldwirtschaft bis ins 18. Jahrhundert hinein erst technisch ermöglicht hat. Diese hocheffiziente Chemieanwendung müßte nach heutigem Verständnis die Kenntnis der erst im 19. Jahrhundert entdeckten Grundgesetze der Chemie, insbesondere des Periodensystems der Elemente voraussetzen.

WERNER fühlt sich wohl auch auf Grund seiner pietistischen Erziehung jener Maxime verpflichtet, der zufolge Wissenschaft im Sinne von Naturbemeisterung der Allgemeinheit unmittelbar zu nützen habe. WERNER begreift die Gewinnung von Erkenntnis vorzugsweise als Ergebnis wie auch Erfordernis der praktischen Arbeit und ist daher – ganz in der Tradition AGRICOLAS stehend – bei seinen „mineralogischen“ Aktivitäten auf den „Nutzen für den Bergbau“ fixiert. Sein Neptunismus erweist sich lediglich als das Vehikel, welches WERNER dem Transport der aus der Bindung des Bergbaus an die Natur entspringenden Notwendigkeit des Nach- bzw. Beweises der natürlichen Entstehung der Erzgänge im Rahmen der naturgesetzlichen Entwicklung der Erdkruste dient. Eine Reduzierung WERNERS auf den Neptunismus verkennt seine tatsächlichen Leistungen.

Die Verdienste WERNERS resultieren vor allem aus seiner Systematisierung der „Mineralogie“ in den fünf Doktrinen Orykognosie (heutige Mineralogie), chemische Mineralogie (Geochemie), Geognosie, mineralogische Geographie (field geology) und ökonomische Mineralogie (heute Komplex von geologisch-ökonomischer Bewertung, Ermittlung der Bau- bzw. Untersuchungswürdigkeit, und Reservenabschätzung). Besonders hervorgehoben werden muss WERNERS Ausgestaltung der Geognosie zum zentralen naturwissenschaftlichen Moment der „Mineralogie“, indem er im Sinne der heutigen Terminologie ihren Gegenstand als den Komplex von Tektogenese, Litho-/Petrogenese und Minerogenese und ihre Aufgabe als die Klärung der Gesetzmäßigkeiten der Bildung/Erhaltung und Verteilung der natürlichen Ansammlungen nutzbarer Minerale definiert hat. Die sich daraus ergebenden praktischen Fragen beantwortet WERNER mit der Konzipierung der geologischen Modellierung, der geologischen Methode in ihrer Einheit von exakter Erfassung und genetischer Deutung geologischer Zustandsdaten, der naturprozeßadäquaten Untersuchungsmethodik und einer Richtlinie für die Dokumentation geologischer Zustands- bzw. Strukturdaten. Die Ergebnisse der ab 1791 von WERNER geleiteten „geognostischen Gebirgs-Untersuchung“ Chursachsens, der ersten auf die Suche von Lagerstätten mineralischer Rohstoffe orientierten geologischen Landesaufnahme im Weltmaßstab, haben die prinzipielle Richtigkeit seines Konzepts der geologischen Erkundung bestätigt. WERNER hat die „Mineralogie“, ursprünglich eine unstrukturierte Sammlung erkundungsgeologischer Wissens heutiger Definition, in ein System umgeformt, das schließlich zum Fundament der sich am Ende des 19. Jahr-



**Abb. 17** Schema der Kartierungsdistrikte der „geognostischen Gebirgs-Untersuchung“ WERNERS auf dem Gebiet des Freistaates Sachsen (nach WAGENBRETH 1967 b).

hundert in den USA herausbildenden economic geology avanciert ist. Mit der Einordnung des Zusammenhangs von Geognosie und mineralogischer Geographie in die Geogenie („Geognosie ist ohne Geogenie nicht praktikabel“), die er wiederum als Teil der Geologie auffaßt, welche für ihn die umfassende Wissenschaft von der Erde ist, hat WERNER das System der heutigen Geowissenschaften in seiner hierarchischen Ordnung wie auch in der Verschachtelung der einzelnen heutigen akademischen Lehrfächer zutreffend umrissen. Überdies finden sich die Grundsätze der von WERNER ausgearbeiteten Dokumentationsrichtlinie in den vom Staatlichen geologischen Komitee der UdSSR erlassenen Instruktionen in gerade zu perfektionistischer Weise verwirklicht. WERNER hat erkannt, dass ohne die Analyse des Stoffs in Raum und Zeit keine realistische Abschätzung der an Lagerstätten gebundenen Reserven mineralischer Rohstoffe möglich ist. Hier liegt die Wurzel für den Slogan, wonach die Reservenabschätzung die Krone der Geologie ist.

Der Name WERNER steht in der Geschichte der Geologie für zweierlei: 1) für die wissenschaftliche Begründung der Geogenie als maßgeblichem Bestandteil der Geologie und 2) für die wissenschaftliche Begründung der Überführung aller in der Geognosie zusammenlaufenden Erkenntnisse über die Komplexität von Tektogenese, Litho-/Petrogenese und Minerogenese in die Erkundung von natürlichen Ansammlungen nutzbarer Minerale auf bauwürdiger Lagerstätte. Insofern gehört WERNER in der Nachfolge AGRICOLAS zu den Vätern der modernen Geologie.

## Dank

In besonderer Dankbarkeit ist der Autor Herrn Prof. Dr. habil. E. WÄCHTLER, Dresden, verbunden, der ihn vor Jahren für die Produktivitätsfaktoren der geologischen Arbeit interessiert hat. Die vorgelegte Untersuchung beruht auf der Auswertung von Quellen, die dem Autor dank der Unterstützung durch Frau A. KIESSLING vom Altbestand der Universitätsbibliothek „GEORGIUS AGRICOLA“ der TU Bergakademie Freiberg zugänglich gewesen sind. Die kritische Durchsicht des Manuskripts haben freundlicherweise die Herren Professoren Dr. sc. M. GUNTAU, Rostock, und Dr. Dr. habil. F. NAUMANN, TU Chemnitz, vorgenommen; ihre wertvollen Hinweise sind bei der Endfassung des Aufsatzes berücksichtigt worden. Überdies gebührt ein herzlicher Dank Herrn Privatdozenten Dr. habil. R. RÖBLER, Direktor des Museums für Naturkunde Chemnitz, für das wohlwollende Interesse an den Untersuchungen des Autors zu den Fragen der geologischen Erkundung sowie dafür, die Publikation auch dieses Aufsatzes in den „Veröffentlichungen des Museums für Naturkunde Chemnitz“ ermöglicht zu haben. Der Autor widmet diesen Aufsatz dem Andenken seiner Eltern KURT SCHUBERT und CHARLOTTE geb. MÜLLER, die ihn in Ehrfurcht vor dem oft aufopferungsvollen Weg zum Lebenswerk der Vorfahren erzogen haben.

## Literatur

- AGRICOLA, G. (1956): De natura fossilium libri X; Ausgewählte Werke Bd. IV (Ed. H. PRESCHER, Übers. G. FRAUSTADT). Berlin (Dtsch. Verlag d. Wiss.).
- AGRICOLA, G. (1974): De re metallica libri XII; Ausgewählte Werke Bd. VIII (Ed. H. PRESCHER, Übers. G. FRAUSTADT). Berlin (Dtsch. Verlag d. Wiss.).
- ALBRECHT, H. & LADWIG, R. (Ed.) (2002): ABRAHAM GOTTLÖB WERNER und die Begründung der Geowissenschaften. Ausgewählte Vorträge des Internationalen WERNER-Symposiums vom 19. bis 24. September 1999. – Freiburger Forsch.-Hefte, **D 297**: XLVII+396 S.; Freiberg.
- BALDAMUS, A. & SCHWABE, E. (1906): F. W. PUTZGERS Historischer Schulatlas, 30. Aufl.; Bielefeld, Leipzig (Velhagen und Klasing).
- BECK, R. (1917): ABRAHAM GOTTLÖB WERNER. Eine kritische Würdigung des Begründers der modernen Geologie. – Jb. f. d. Berg- und Hüttenw. im Kgr. Sachsen, 1917, A: 1–49; Berlin.
- BUBNOFF, S. v. (1954): Grundprobleme der Geologie. 3. Aufl.; Berlin (Akademie-Verlag).
- CARLÉ, W.E.H. (1988): WERNER – BEYRICH – VON KOENEN – STILLE. Ein geistiger Stammbaum wegweisender Geologen. – Geol. Jb., **A 108**: 3-499; Hannover.
- CHARPENTIER, J. F. W. (1778): Mineralogische Geographie der Chursächsischen Lande. Leipzig (Siegfried Lebrecht Crusius).
- CHARPENTIER, J. F. W. v. (1799): Beobachtungen über die Lagerstätte der Erze, hauptsächlich aus den sächsischen Gebirgen – Ein Beytrag zur Geognosie. Leipzig (Georg Joachim Göschen).
- ENGEWALD, G.-R. (1980): Einige Gedanken zum Erscheinen der ersten farbigen geologischen Karte Sachsens von JOHANN FRIEDRICH WILHELM v. CHARPENTIER vor 200 Jahren. – Z. f. geol. Wiss., **8**: 159-169; Berlin.
- DE LÜC, J.A. (1781): Physikalische und moralische Briefe über die Geschichte der Erde und des Menschen. Leipzig (Weidmanns Erben und Reich).
- EMMERMANN, W.; WEBER, K. & SCHULZE, A. (2005): Geheimnisse der Erde (Filmbericht über die geologische Erforschung Namibias). KICK-Film Berlin für rbb (Sendung: 12.07.2005).
- ERNSTING, B. (Ed.) (1994): GEORGIUS AGRICOLA Bergwelten 1494-1994. – Veröff. Bergbau-Mus. Bochum, **55**: 1-350; Essen.
- FRISCH, S. G. (1825): Lebensbeschreibung ABRAHAM GOTTLÖB WERNERS. Nebst zwei Abhandlungen über WERNERS Verdienste um Oryktognosie und Geognosie von CHRISTAN SAMUEL WEISS. Leipzig (Brockhaus).
- GUNTAU, M. (1984): ABRAHAM GOTTLÖB WERNER. In: Biographien hervorragender Naturwissenschaftler, Techniker und Mediziner Bd. 75. Leipzig (G. B. Teubner).
- H. D. (Ed.): WERNERS oryktognostische Klassifikationslehre. In: Hesperus – Ein Nationalblatt für gebildete Leser, Sept. 1816, Nr. 48: 377–381; Prag.
- HERRMANN, W. (1953): Die Entstehung der Freiburger Bergakademie. In: Bergbau und Kultur. – Freiburger Forsch.-Hefte, **D 2**: 23–42; Berlin.
- JACOBI, G.H. (1889): Der Mineralog GEORGIUS AGRICOLA und sein Verhältnis zur Wissenschaft seiner Zeit. – Phil. Diss. Leipzig.
- KLEIN, K. & SCHUBERT, C. (1989): Volkswirtschaftliche Bewertung prognostischer Vorräte und Methoden zur Effektivitätseinschätzung von Sucharbeiten. F/E-Bericht. FIEE Gommern.
- LAHEE, F.H. (1952): Field Geology. 5. Aufl. New York–Toronto–London (Mc Graw–Hill).
- LÜDEMANN, K.-F. & WENZEL, W. (1967): ABRAHAM GOTTLÖB WERNERS Vorlesung über Eisenhüttenkunde. – Freiburger Forsch.-Hefte, **C 223**: 157–162; Leipzig.
- NAUMANN, F. (Ed.) (1994): GEORGIUS AGRICOLA – 500 Jahre. 523 S.; Basel–Boston–Berlin (Birkhäuser).
- N.N. (1893): Vereinsversammlung am 5. Dezember 1893 betr. Vortrag JACOBI: AGRICOLA als Bergmann und Geologe. – Mitt. Verein f. Chemnitzer Geschichte, VIII (Jb. 1891–94): 30–32; Chemnitz.
- OELSNER, O.W. (1952): Grundlagen zur Untersuchung und Bewertung von Erzlagerstätten. Gera (Thüringen-Verlag Blank & Co.).
- OSPOVAT, G. (2002): Why WERNER is one of the founders of modern geology. – Internationales WERNER-Symposium 1999, Freiburger Forsch.-Hefte, **D 207**: I–IX; Freiberg.
- PIETZSCH, K. (1951): Abriß der Geologie von Sachsen. Berlin (Volk und Wissen).
- PRESCHER, H. & QUELLMALZ, W. (1994): Mineralogische Systeme bis heute: AGRICOLA in der Tradition. In: Georgius AGRICOLA Bergwelten 1694-1994. – Veröff. Dtsch. Bergbau-Museum Bochum, **55**: 125–126; Essen.
- RÖSLER, H. J. (1981): Lehrbuch der Mineralogie. 2. Aufl.; Leipzig (Verlag f. Grundstoffindustrie).
- SAUKOW, A.A. (1953): Geochemie. 311 S.; Berlin (Verlag Technik).
- SCHELLHAS, W. (1963): JOHANN FRIEDRICH WILHELM VON CHARPENTIER (1738–1805), kurfürstlich-sächsischer Berghauptmann 1801–1805. – Bergakademie, **15**, 10: 754–756; Freiberg.

- SCHELLHAS, W. (1967): ABRAHAM GOTTLÖB WERNER als Inspektor der Bergakademie Freiberg und als Mitglied des Sächsischen Oberbergamts zu Freiberg. – Freiburger Forsch.-Hefte, **C 223**: 245–278; Leipzig.
- SCHMIDT, P. (1995): ABRAHAM GOTTLÖB WERNER (1749-1817) und seine Privatbibliothek - historische Reflexionen. 335 S.; Bonn (Alfred-Wagner-Stiftung).
- SCHUBERT, C. (1980): Genetische Aspekte der Verteilung natürlicher Erdöl/Erdgas-Anhäufungen und Schlußfolgerungen für eine naturprozeßadäquate Erkundungsmethodik. – Z. geol. Wiss., **8**: 727–739; Berlin.
- SCHUBERT, C. (1985): Über die methodische Einheit von Erkundung und Vorratsberechnung aus erdölgeologischer Sicht. – Z. geol. Wiss., **13**: 73–83; Berlin.
- SCHUBERT, C. (2001): Die Mathematik im Instrumentarium der geologischen Erkundung nach GEORGIUS AGRICOLA. – Veröff. Mus. Naturk. Chemnitz, **24**: 59–72; Chemnitz.
- SCHUBERT, C. (2002): Zu Ansätzen der geologischen Modellierung bei A. G. WERNER. – Internationales WERNER-Symposium 1999. – Freiburger Forsch.-Hefte, **D 207**: 300–309; Freiberg.
- SCHUBERT, C. (2004): Sozialgeschichtlich Relevantes in der Biographie ABRAHAM GOTTLÖB WERNERS. – Geohistorische Blätter, **7**, 2: 125–136; Berlin.
- SLABY, D. & LADWIG, R. (2002): ABRAHAM GOTTLÖB WERNER – seine Zeit und seine Bezüge zur Bergwirtschaft. - Internationales WERNER-Symposium 1999. – Freiburger Forsch.-Hefte, **D 207**: 345–357; Freiberg.
- STRUBE, W. (1976): Der historische Weg der Chemie. Von der Urzeit bis zur industriellen Revolution. Leipzig (Verlag für Grundstoffindustrie).
- THALHEIM, K. (1999): ABRAHAM GOTTLÖB WERNER und Dresden. – Internationales WERNER-Symposium 1999, Exkursionsführer (Exkursion 2), 20–43; Freiberg.
- TICHOMIROV, V.V. & SCHMIDT, P. (1984): WERNER. In: KOZLOVSKIJ, E.A. (Ed). Gornaja Änciklopedija, 1: 361; Moskau (Sovetskaja Änciklopedija).
- TREBRA, F.W.H.J. v. (1803): Das Silberausbringen des chursächsischen Erzgebirges auf die nächstverflossenen 40 Jahre von 1762 bis 1801. 2. Aufl. Freiberg (Craz & Gerlach).
- WAGENBRETH, O. (1967a): ABRAHAM GOTTLÖB WERNERS System der Geologie, Petrographie und Lagerstättenlehre. – Freiburger Forsch.-Hefte, **C 223**: 83–148; Leipzig.
- WAGENBRETH, O. (1967b): ABRAHAM GOTTLÖB WERNER und seine Bedeutung für die Entwicklung der geologischen Landesaufnahme und des geologischen Kartenwesens. - Z. f. angew. Geol., **13**: 372–384; Berlin.
- WAGENBRETH, O. (1980): Die Geologie A.G. WERNERS in ihrer Wirkung von der Aufklärungszeit bis heute. – Z. geol. Wiss., **8**: 79–86; Berlin.
- WEISSE, C.E. (1812): Geschichte der chursächsischen Staaten. Bd. 7 (1764–1808). Leipzig (J. C. Hinrichs).
- WERNER, A.G. (1774): Von den äußerlichen Kennzeichen der Fossilien. Leipzig (Crusius).
- WERNER, A.G. (1778): Von den verschiedenley Mineralien-Sammlungen, aus denen ein Mineralien-Kabinet bestehen soll ... – Sammlungen zur Physik und Naturgeschichte, **1**: 389–420; Leipzig.
- WERNER, A.G. (1786): Kurze Klassifikation und Beschreibung der verschiedenen Gebirgsarten. – Abh. d. Böhm. Ges. d. Wiss., **1786**: 272–297; Prag.
- WERNER, A.G. (1788): Bekanntmachung einer am Scheibenerger Hügel über die Entstehung des Basalts gemachte Entdeckung. – Allg. Literaturzeitung, Intelligenzblatt Nr. 57: 484–485; Jena–Leipzig–Wien sowie Bergmänn. Journal, **2**: 845–855; Freiberg.
- WERNER, A.G. (1791): Neue Theorie von der Entstehung der Gänge, mit Anwendung auf den Bergbau besonders den freibergischen. Freiberg (Craz).
- WERNER, A.G. (1811): Hauptbericht der geognostischen Gebirgs-Untersuchung. In: Acta die allergnädigst anbefohlene geognostische Untersuchungen zur Entdeckung brennbarer Fossilien betreffend, Sect. 163, No. 8860, Vol. V: 166 S.; Freiberg (Oberbergamt).
- WERNER, A.G. (1813): Vorlesung Bergbaukunst, I. oder Gemeiner Teil (Nachschrift W. Fischer). In: WERNER-Nachlaß Manuskripte XVII 328, 720 S. Altbestand der Universitätsbibliothek „GEORGIUS AGRICOLA“ der TU Bergakademie Freiberg.
- WERNER, A.G. (o.D.): Prolegomenen der Geognosie. In: WERNER-Nachlaß Bd. 3, III/1: 1–23. Altbestand der Universitätsbibliothek „GEORGIUS AGRICOLA“ der TU Bergakademie Freiberg.
- WILSDORF, H. (1956): AGRICOLA und seine Zeit. In: GEORGIUS AGRICOLA, Ausgewählte Werke Bd. I; Berlin (Dtsch. Verlag d. Wiss.).
- WILSDORF, H. (1987): Montanwesen – Eine Kulturgeschichte. Leipzig (Edition).