

## 6. Ursprung und Alter des Schwerspates und der Erze im Harze.

VON HERRN FERD. HORNUNG in Leipzig-Klein-Zschocher.

Die zwischen Schwerspat und Salzlaugen bestehenden innigen Beziehungen treten immer klarer hervor. Eine neue, wertvolle Bestätigung ihres Vorhandenseins liefert die Mitteilung über das Entstehen jenes Minerals aus den Wässern gewisser Bergwerke Westfalens<sup>1)</sup>, die die Abhängigkeit der Schwerspatbildung vom Buntsandstein und Zechstein unzweideutig befürwortet. Denn letztere Formationen auch nur erwähnen, heißt ja implizite von Salz und Laugen reden, wenigstens so weit die geologischen Verhältnisse Deutschlands in Frage kommen.

Selbst wenn sich also herausstellen sollte, daß der Schwerspat der westfälischen Erzgänge triassischen und nicht etwa älteren Ursprungs ist, so bliebe auch das eine willkommene Bestätigung der von mir<sup>2)</sup> behaupteten halurgogenen Entstehung gewisser Schwerspatvorkommnisse. Denn hierzu gehören allerdings Salzlaugen in jedem Falle, aber keineswegs die Laugen einzig dieser oder jener speziellen geologischen Periode. — Soweit ist also die Sache vollkommen in Ordnung. — Dagegen verlangt eine bei jener Gelegenheit z. T. von anderen Fachgenossen mindestens recht nahegelegte Verallgemeinerung, gemäß welcher auch die Schwerspatvorkommnisse des Harzes triassischen, speziell buntsandsteinischen Alters oder Ursprungs sein sollen<sup>3)</sup>, eine um so gründlichere Nachprüfung, denn jene Ansicht harmoniert mit dem, was ich dort beobachtet habe, durchaus nicht.

Aller harzer Schwerspat läßt sich unter Zugrundelegung der Form und der Vergesellschaftung seiner Vorkommnisse in folgende drei Gruppen unterbringen:

A. Lagerförmiger Schwerspat,

B. Gangförmiger Schwerspat,

a) in Gesellschaft von wasserfreiem Eisenoxyd wesentlich gleichen Alters;

<sup>1)</sup> P. KRUSCH, Die Zusammensetzung der westfälischen Spaltenwässer und ihre Beziehungen zur rezenten Schwerspatbildung. Monatsber. dies. Zeitschr. 1904, S. 36 u. ff.

<sup>2)</sup> Die Regionalmetamorphose am Harze. Stuttgart, 1902, S. 11 u. ff., S. 97 u. ff.

<sup>3)</sup> Monatsber., a. a. O. S. 38 u. 40.

b) in Gesellschaft von Sulfiden wesentlich gleichen Alters;  
 nach welchen dann als außergebirgisch hier noch zwei weitere zu berücksichtigen sind:

C. Schwerspat der Zechsteinformation;

D. Schwerspat der Buntsandsteinformation.

Diese fünf Gruppen umfassen alles, was irgend in Frage kommt. Die Aufgabe ist nunmehr die, zu untersuchen, was ihre Repräsentanten Charakteristisches an sich haben, und ob und wie sie etwa von einander abhängig sind.

#### A. Lagerförmiger Schwerspat.

Der einzige sichere Repräsentant dieser Gruppe ist der Schwerspat des Rammelsberger Erzlagers bei Goslar. Mit geschwefelten Erzen eng verbunden, und zwar so, daß seine Masse einen gewissen Teil derselben in sich eingeschlossen enthält, bildet er den untersten, d. h. den jüngsten Teil des überkippten Lagers. In dieser Form den oberdevonischen Schiefergesteinen eingeschaltet, also wie letztere eine Bildung aus der Zeit vor der großartigen karbonischen Faltung, ist er selbstverständlich älter als der Schwerspat jener Gänge, welche nach geschiederer Faltung aufzissen, ist er überhaupt der älteste Schwerspat des Harzes und hat mit allem jüngeren, besonders aber mit dem Buntsandsteine selbstverständlich nicht das Geringste zu schaffen. Und so isoliert dieser Rammelsberger Schwerspat seiner Form wie seiner Entstehungszeit nach allem sonstigen harzer Schwerspat gegenüber dasteht, so isoliert ist er auch in seiner geographischen Lage: er ist so ziemlich der einzige Vertreter seiner Art am Nordharze; alle sonst irgend nennenswerten Schwerspatvorkommnisse, alte wie junge, bevorzugen in höchst auffälliger Weise den Südharze, wie wir gleich sehen werden.

Seine mutmaßliche Entstehungsweise werden wir besser später diskutieren, wenn wir die gangförmigen Schwerspat- und Erzvorkommnisse untersucht haben werden, bei denen die einschlägigen Verhältnisse klarer liegen.

B, a. Schwerspat in Gesellschaft von wasserfreiem Eisenoxyd wesentlich gleichen Alters.

Diese Gruppe umschließt die meisten und wichtigsten Schwerspatvorkommnisse des Harzes. Fast ausnahmslos sind sie an das Auftreten jener eigentümlichen Umwandlungsgesteine gebunden, in welchen ich die Produkte einer Einwirkung konzentrierter Salzlaugen erblicke<sup>1)</sup>. Am Südharze, bei Stolberg

<sup>1)</sup> Regionalmetamorphose, S. 112, No. 4, 4.

z. B., sind es nur seltene Ausnahmefälle, daß Schwerspat nebst Eisenglanz oder dergleichen in nicht umgewandeltes Gestein übertritt, und dann geschieht das dort nur in nächster Nachbarschaft umgewandelter Gesteine auf Erstreckungen von vielleicht nur wenigen Metern. — Da wir die Dinge natürlich nur unter chemisch-geologischen Gesichtspunkten zu betrachten haben, müssen wir den zahlreichen eisenoxydführenden Schwerspatvorkommnissen die nicht minder zahlreichen schwerspatführenden Rotheisensteinvorkommnisse hinzufügen, denn außer dem relativen Mengenverhältnisse ihrer beiden uns interessierenden Komponenten sind an ihnen keine Verschiedenheiten weiter zu bemerken. Werden sie doch auch von denselben umgewandelten Nebengesteinen begleitet.

Die hierhergehörigen Schwerspatvorkommnisse, also solche mit wenigem und solche mit vielem Rotheisenerz, sämtlich gangförmig, wie auch alle folgenden, zeigen zunächst die Eigentümlichkeit, daß sie durchaus nicht an Gesteine bestimmten Alters gebunden sind. Bei Lauterberg setzen sie in Tanner Grauwacke auf, bei Ilfeld im Porphyrite, dort also in silurischen Sedimenten, hier im obersten Eruptivgesteine des oberen Rotliegenden, und ebenso finden sie sich innerhalb jener geologischen Extreme der unser Gebirge zusammensetzenden Gesteine allenthalben: in Schiefen und Grauwacken verschiedenen Alters, in den Diabasen, in deren Tuffen, in den Tuffen und Konglomeraten des Rotliegenden und ebenso im Melaphyre.

Diese Erscheinungsweise beweist eigentlich schon, daß es nicht die betreffenden Gesteine gewesen sein können, die den Schwerspat geliefert haben; im Wege einer Lateralsekretion hätten alle jene so grundverschiedenen Gesteine doch wohl ein wenig Verschiedenartigkeit auch hierin zur Geltung gebracht.

Die Beobachtungen lassen aber noch eine weitere interessante Eigentümlichkeit hervortreten, die ebenfalls gegen den harzisch-authigenen Ursprung dieses Schwerspats spricht: er ist höchst auffällig an den Südrand des Gebirges gebunden. Und hier ist er nochmals in seiner Ausbreitung einigermaßen beschränkt, indem er östlich vom Gemeindewalde, Blatt Stolberg, genau mit dem Auftreten des Albites zurücktritt. Er scheint so letzterem gewissermaßen aus dem Wege zu gehen; doch ist in diesem Falle die Gebietsteilung, für den Schwerspat wenigstens, keine absolute, da sich auch noch am Südostharze einige Schwerspatvorkommnisse vereinzelt finden.

Nun könnte man allerdings mit einem gewissen Rechte hiergegen geltend machen, daß, abgesehen von der Authigenie, dieser allenthalben an die metamorphischen Gesteine gebundene Schwer-

spat am Nordharze füglich nicht vorkommen kann, weil ja auch die betreffenden metamorphen Gesteine dort im Ganzen nur unbedeutend vertreten sind. Immerhin: etwas Schwerspat könnte man trotzdem auch dort zu finden hoffen, zumal in Gegenden, wie von Ballenstedt ab östlich, wo die Metamorphose ausgezeichnet entwickelt ist und die Aufschlußverhältnisse recht günstige sind. Aber auch dort scheint der Schwerspat zu fehlen. Wo dort Gänge im metamorphen Gesteine aufsetzen, wie z. B. an der aus dem Selketale nach Pansfelde führenden Chaussee oberhalb des Viaduktes, führen sie zwar Eisenglanz, aber, wie es scheint, ausschließlich mit Kalkspat.

Es ist nun zu untersuchen, ob etwa die Schwerspatvorkommen dieser Gruppe auf jüngere Formationen zu beziehen sind. Denn da sie offenbar kein eigentlich einheimisches Material führen, sondern solches von außerhalb des Harzes her sammeln oder aufspeicherten, wäre auch die Möglichkeit immerhin denkbar, daß sich dieser Prozeß zur Zechstein- oder Buntsandsteinzeit abgewickelt haben könnte, der Schwerspat also einer dieser Formationen entstammen müßte.

Um hierin zur richtigen Erkenntnis zu gelangen, haben wir uns vor allem stets zu vergegenwärtigen, daß gerade dieser Schwerspat allenthalben an jene eigenartige Gesteinsumwandlung gebunden ist, welche ich <sup>1)</sup> kürzlich auch an dieser Stelle noch einmal, in ihren Hauptzügen wenigstens, dargestellt habe. Die Frage: stammt dieser Schwerspat aus der Zechstein- oder Buntsandsteinformation? verwandelt sich also in die andere Frage: ging die Halurgometamorphose von der Zechstein- resp. Buntsandsteinformation aus?

Für die Zechsteinformation ergibt sich die Antwort ohne weiteres: Nein! denn jene tief eingreifenden Oxydationswirkungen können unmöglich von einer Gesteinsfolge ausgegangen sein, die selber von unten bis oben bituminös oder kohlepigmentiert ist, resp. jene tiefgehende, energische Oxydation und Eisenoxyd-impregnation kann die betreffenden Grauwacken etc. nicht zur selben Zeit betroffen haben, während welcher im Hangenden dieser Grauwacken etc., ja, oft unmittelbar auf ihnen selber die Gewässer die bituminösen oder kohligen Zechsteinglieder abgelagerten.

Einigermaßen anders steht es mit der Buntsandsteinformation. Nicht ganz so klar nämlich. Diese zeigt selber die rote Eisenoxydfärbung in großer Ausdehnung, und auch sonst ist, abgesehen von ziemlich vereinzelt Spateisenstein- und Schwefelmetall-

<sup>1)</sup> Halurgometamorphose. Monatsber. dies. Zeitschr. 1904, S. 57 u. f.

vorkommnissen, nicht gerade viel von Reduktionswirkungen an ihr zu bemerken. Kurz: der Buntsandsteinformation wären halurgometamorphe Einwirkungen im allgemeinen sehr wohl zuzutrauen.

Für das Harzgebiet kommt sie aber in dieser Beziehung trotzdem nicht in Betracht, und zwar aus dem einfachen Grunde nicht, weil es vollkommen ausgeschlossen ist, daß jene offenbar höchst energisch wirkenden Agentien, welche selbst festeste Grauwacken, Quarzite, Diabase u. s. w. bis zu beträchtlichen Tiefen hinunter oxydierten und anderweitig umwandelten, trotzdem so poröse und zersetzliche Gesteine wie Weißliegendes und Kupferschiefer, die ja, wie gesagt, jenen oft genug unmittelbar aufgelagert sind, hätten verschonen können. Man braucht diesen chemischen Antagonismus nur ein einziges Mal vor Augen gehabt zu haben — die Gegend zwischen Ufrungen und Buchholz am Südharze bietet entsprechende Profile in reicher Anzahl —, und man wird einem anderen Gedanken, als daß die Halurgometamorphose unbedingt älter ist als selbst der unterste Zechsteinhorizont, nie mehr zugänglich sein. — Ist nun aber die Halurgometamorphose älter als Zechstein- und Buntsandsteinformation, so ist es natürlich auch der mit ihr so eng verbundene Schwerspat. Die im eingangs angeführtem Zitate vermutete Abhängigkeit der harzer Schwerspatvorkommen vom Buntsandstein besteht also nicht.

Woher ist nun aber der harzer Schwerspat gekommen?

Ich habe diese Frage zwar schon in meiner „Regionalmetamorphose“ vom dort gegebenen Gesichtspunkte aus beantwortet, muß aber trotzdem auf den betreffenden Vorgang, der als Teil eines einzigen großen, vielseitigen Geschehens, mit welchem wir uns hier beschäftigen, von höchstem Interesse für uns ist, nochmals zurückkommen.

Also woher stammt der harzer Schwerspat? — Mineralien, welche sozusagen „plötzlich“ auftreten und als etwas Fremdartiges in den sie beherbergenden Gesteinsmassen erscheinen, spricht man gern als Thermenerzeugnisse an. Auch unserem Schwerspat ist dieses Schicksal nicht erspart geblieben, denn indem man die ganze Mineraliensuite der südharzer Metamorphose heißem Wasser vermeintlich dynamothermischer Provenienz auf das Konto setzte, wurde auch der Schwerspat zum Heißwassergebilde erklärt.

Lassen wir den schon a. a. O.<sup>1)</sup> hinreichend diskutierten und abgelehnten südharzer Dynamismus hier bei Seite und nehmen

<sup>1)</sup> Regionalmetamorphose, an zahlreichen Stellen.

wir die Thermen hier als solche, ohne Rücksicht auf die Fraglichkeit ihrer Entstehungsweise. Thermen sind Quellen heißen Wassers. Abgesehen davon, daß ihre Verbreitung ohnehin keine große ist, ihr Vorkommen im Ganzen eher zu den geologischen Seltenheiten zählt, kann sich ihr Wirken, ihre spezifisch thermische Arbeit, nie über größere Gebiete auf der Erdoberfläche erstrecken: mögen Thermen in ihren Ausflußkanälen und in nächster Nähe derselben was auch immer zu Stande bringen, so sind ihrer Betätigung in räumlicher Beziehung doch recht enge Grenzen gesteckt. Denn heißes Wasser wird an der Erdoberfläche bald kalt, und auch dann, wenn es, ohne die Oberfläche im engeren Sinne zu erreichen, etwa in besonders durchlässigen Schichten ein paar hundert Meter unter Tage dahinströmte, würde es schnell genug die diesen Tiefen entsprechende Temperatur annehmen, also auch in diesem Falle sehr bald aufhören, heißes Wasser zu sein und Wirkungen eines solchen hervorzu bringen; immer vorausgesetzt natürlich, daß es sich hierbei um eine allgemeine Durchtränkung quadratmeilengroßer Gesteinskomplexe handelt und nicht um klaffend offenstehende Spalten und Kanäle, welche hohe Stromgeschwindigkeiten ermöglichen und auf diese Art allerdings wesentlich andere Abkühlungsbedingungen schaffen würden.

In beiderlei Hinsicht entsprechen nun die Erscheinungen dem Bilde der Thermentätigkeit durchaus nicht. Die hier in Frage kommenden präzeolithischen, mit wasserfreiem Eisenoxyd imprägnierten Gesteine besitzen eine viel zu ausgedehnte Verbreitung, als daß man sie als thermale Bildungen resp. Umbildungen auffassen könnte. Welche gewaltige, weit verbreitete Ablagerung ist allein schon das Rotliegende! Können diese oft Hunderte von Metern mächtigen, über viele Hunderte von Quadratmeilen verbreiteten Ablagerungen überall andauernd von überhitztem Thermenwasser durchdrungen gewesen sein und, wohlverstanden, zu interpermischer Zeit, vor Ablagerung der Zechsteinformation, als noch einzig sie allein in ihrem Verbreitungsgebiete die eigentliche oberste Oberfläche bildeten? Jede eingehendere Formulierung dieser Frage ist bereits ihre Verneinung. — Und diese Ablagerung ist doch bis oben hin umgewandelt und mit rotem, wasserfreiem Eisenoxyd imprägniert. Wie kam es, daß nicht wenigstens ein paar oberste hundert Fuß derselben, in denen doch höhere Temperaturen schlechterdings nicht möglich gewesen wären, mit Eisenoxydhydrat, statt mit Eisenoxyd imprägniert wurden? Die bekannten Eisenglanzkristallisationen an den Kieselholzstämmen im Rotliegenden des Kyffhäusers, ebenso die in Roteisenstein oder roten Marmor umgewandelten Kalkein-

lagerungen des harzer Rotliegenden sind, vom Standpunkte der Thermenhypothese aus betrachtet, etwas ganz Unmögliches; denn bei Temperaturen, wie sie Thermalwässer in jenen Schichten unbedingt hätten annehmen müssen, hätte sich ausscheidendes Eisenoxyd nie auf die Aufnahme von Hydratwasser verzichten können. Gleichwohl sind diese Vorkommnisse von wasserfreiem Eisenoxyd höchst reale, handgreifliche Dinge; folglich sind sie nicht durch Thermen gebildet, sie nicht, und die allgemeine Gesteinsrötung ist ebensowenig aus Thermalwässern hervorgegangen.

Und nun erst die vielen umgewandelten Gesteine, dichteste, festeste Felsgesteine oft genug, die uns an zahllosen Stellen, wo uns Natur oder Kunst die älteren Gesteine als Liegendes der Zechsteinformation oder des Rotliegenden freilegte, in großzügiger Gleichmäßigkeit, trotz aller Nuancierungen im Einzelnen, entgegen-treten. Ist es denkbar, daß auch diese thermale Gebilde sein können?

Sodann hat das Umwandlungsphänomen, besonders auffällig in dem harzer Schiefergebirge, eine untere Grenze. Es bildet also eine Oberflächenzone, die jetzt, nach inzwischen erfolgter weiterer „Aufwölbung“ des Harzes seit permischen Zeiten und infolge der Abtragung ihres innersten oder mittelsten höchsten Teiles, als „Randzone“ erscheint. In dieser Qualität kommt sie vom Süddarze um den Ostgiebel des Gebirges herum bis nach Ballenstedt am Nordrande hin besonders deutlich zum Ausdruck. Im Eingehenderen überzeugt man sich von dieser ihrer sonderbaren Form sehr leicht dadurch, daß man die letzten Vorkommnisse umgewandelter Gesteine oben auf den Bergen und Hochflächen viel weiter in das Gebirge vordringen sieht, als in den angrenzenden Tälern unten.

Alle diese Tatsachen sprechen also gegen die thermale Entstehung der Umwandlungsgesteine im allgemeinen und gegen eine gleiche Entstehungsart des mit letzteren wie mit den Eisenglanz- usw.-Ausscheidungen eng verbundenen Schwerspates im Besonderen. Daß ich in all Diesem die Wirkung konzentrierter Laugen prä-zechsteinischen Alters erkannt zu haben glaube, habe ich in meiner zitierten Abhandlung über die harzer Regionalmetamorphose eingehend dargelegt, auf die hier nur nochmals verwiesen zu werden braucht. —

Rücksichtlich des Schwerspats genügen nun aber jene Laugen an sich keineswegs, um uns ein klares Bild seiner Entstehung zu verschaffen. Laugen an sich enthalten keinen Schwerspat, mindestens nicht in derartigen Quantitäten, daß er zur Abscheidung kommen könnte, sonst müßte man ihn ja auch in

unseren Salzablagerungen finden. Dort scheint er aber vollständig zu fehlen: wohl aus dem einfachen Grunde, weil er auch im Meerwasser nicht besonders löslich ist, wie wir noch sehen werden. Schwerspat ist im Reiche der Gesteine beheimatet, in so fern als sein wesentlichster Bestandteil, das Baryum, ein, wie es scheint, überaus weit und allgemein verbreiteter Bestandteil jener Silikate ist, welche an der Zusammensetzung gerade der verbreitetsten Gesteine, nämlich der kristallinischen, den hauptsächlichsten Anteil nehmen. Bilden diese Gesteine heute noch über ausgedehnte Gebiete hin die Tagesoberfläche, obschon sie jetzt meistens nur Durchragungen oder gewissermaßen Inseln inmitten jüngerer Gesteinsbildungen sind, so taten sie das in früheren Zeiten, als Oberkarbon, Perm u. s. w. noch nicht existierten, gewiß noch viel öfter; sehen wir doch diese jüngeren Gesteine oft genug in unmittelbarer Auflagerung auf jenen alten. Hieraus folgt, daß es zu einem beträchtlichen Teile gerade jene alten Baryum führenden Gesteine gewesen sein müssen, aus deren Zerstörung die oberkarbonischen und rotliegenden Sedimente hervorgingen. Selbstverständlich waren auch die paläozoischen Schiefergesteine hierbei beteiligt; doch liegt uns gerade hier an diesen weniger, da sie als Barytmaterial kaum in Betracht kommen dürften.

Solches Material bildet nun bekanntlich Ablagerungen von einer Gesamtmächtigkeit — wir fassen hier Oberkarbon und Rotliegendes als eins zusammen —, die sich im Mittel nach Hunderten von Metern berechnen läßt. Am Kyffhäuser mißt man 250 m unmittelbar,<sup>1)</sup> am Ostharze wird man die Gesamtmächtigkeit dieser Schichten durch Berechnung kaum geringer als 1000 m finden. Und diese Schichten sind von oben bis unten total zersetzt, kaum daß bei Ilfeld das Melaphylager dank seiner besonderen Undurchlässigkeit wenigstens zum Teil normal erhalten blieb, und das Kohlenflöz mit einer Zone zugehöriger Gesteine aus anderen chemischen, a. a. O. bereits von mir dargelegten Gründen seine normale Beschaffenheit bewahren konnte. In dieser Gestalt bedecken diese Gesteine Flächen, die sich, wie gesagt, auf viele Hunderte von Quadratmeilen belaufen. Denn da das Rotliegende an fast allen älteren Gebirgen zu Tage tritt, ist die Schlußfolgerung berechtigt, daß es auch in den Zwischengebieten die jüngeren Formationen unterlagert und auch hier

<sup>1)</sup> Wahrscheinlich kommen hierzu noch weitere rund 250 m Oberes Rotliegendes, welches vom Gipfel abgetragen wurde. Zur Beurteilung der in Frage kommenden Verhältnisse beachte man besonders auch die kleinen Vorkommnisse von Oberrotliegendem am Nordfuße des Kyffhäusers, Bl. Kelbra.

überall — Tiefbohrungen auf Steinkohle haben das oft genug bestätigt — ebenso beschaffen, also durch Laugen umgewandelt ist, wie dort, wo es zu Tage ausgeht.

Daß so gewaltige Ablagerungen bestens aufbereiteten und infolge seiner vielfach teils sandigen, teils konglomeratischen Beschaffenheit ausgezeichnet durchlässigen und angreifbaren Materials rücksichtlich ihres Ursprunges aus älteren baryumhaltigen Silikatgesteinen dieses Baryum bei ihrer Zersetzung durch Laugen abgeben mußten und tatsächlich abgaben in jenen großen, gängefüllenden Quantitäten, die wir so oft in großer Nähe dieser Ablagerungen vorfinden, kann kaum überraschen. Es war das eben eine Gunst der Verhältnisse, die sich später so nicht wieder einstellte, auch zur Buntsandsteinzeit nicht. Thermen vollends kommen bei ihrer naturgemäßen Seltenheit und Lokalisiertheit hiergegen wohl kaum noch in Betracht.

Eins verlangt jedoch noch eine spezielle Erörterung außerdem, wenn die obigen Auseinandersetzungen nicht eine mürbe Stelle aufweisen sollen. Konzentrierte Salzlaugen sind recht gewichtige Dinge. Es ist keine Frage, daß sie, über Konglomerat-schichten und Sandsteine hingeführt, schnell genug selbst Hunderte von Metern tief eindringen werden. Aber dann sind sie eben drin. Wie können sie nun dort unten zirkulieren und wie kommen sie wieder nach oben, wenn sie dort unten ihre Arbeit verrichtet und hierbei selbstverständlich ihre Aktionsfähigkeit eingebüßt haben, um frischen Platz zu machen? Beides ist gewiß notwendig, wenn der Prozeß zu sichtbaren Ergebnissen führen soll, denn selbst Konglomeratlager sind schwerlich porös genug, um einem so großen Quantum von Laugen Raum zu gewähren, wie zur Zersetzung des umgebenden Gesteinmaterials erforderlich ist, geschweige dichtere Gesteine. Und Salzlaugen von so hohem Gehalt an disponibelem Sauerstoff, daß eine einmalige Durchtränkung durch solche, für schwarze, kohlereiche Schiefer z. B., schon genügen würde, deren Kohlenstoff restlos wegzuoxydieren, sind schlechterdings undenkbar. Erfahrungsgemäß kommen ja alle derartig nachhaltigen Eingriffe immer nur durch langdauernde Tätigkeit sich beständig erneuernder Agentien zustande — man vergegenwärtige sich den Verwitterungsvorgang —, wären also auch in unserem Falle ohne eine ausgiebige Zirkulation und Erneuerung der Laugen nicht zustande gekommen.

Diese unentbehrliche Zirkulation war jedoch ein ganz naturnotwendiges Ergebnis: das im Untergrunde aller Wüsten in irgend welcher Gestalt vorhandene Wasser ist die Ursache davon. Das weite Gebiet des Rotliegenden war seiner Entstehung nach ein Tiefland, ein permisches Alluvialgebiet, für welches not-

wendigerweise umgebende Gebirge und Hochländer existiert haben müssen, die schon die Gerölle lieferten, aber auch Wasser, so lange, wie irgend möglich. Wird nun die Trockenheit größer, so gibt es zunächst nur noch unterirdisches Wasser, wie in unseren heutigen Wüsten. Verschwinden aber auch die letzten Reste der unterirdischen Bodenfeuchtigkeit, so bleibt in den vollkommen trockenen Schichten immer noch das chemisch gebundene Wasser der Oxydhydrate u. s. w. übrig. Und selbst dieses steht konzentrierten Laugen zur Verfügung, wie die Beschaffenheit der umgewandelten Gesteine einschließlich des Rotliegenden deutlich erkennen läßt. Kommen also Salzlaugen über solche Gegenden, so dringen sie infolge ihrer Schwere in die Tiefe. Hier werden sie jedoch verdünnt, also wieder leichter, als das Überstehende, steigen also wieder auf, und andere, noch frischere und schwere nehmen ihren Platz ein, dringen noch tiefer, um aus gleicher Ursache auch ihrerseits wieder aufzusteigen und neuen Laugen Platz zu machen, und so fort. Die wieder aufgestiegenen Laugen werden aber oben, draußen, durch die Sonnenwärme beständig wieder cingedampft, hierbei nehmen sie zugleich wieder Sauerstoff auf, worauf sie wieder in die Tiefe sinken, um dort ihre frühere Tätigkeit von neuem aufzunehmen. Dieses Spiel geht so lange weiter, wie es unten noch Wasser gibt — wenn auch schließlich nur noch chemisch gebundenes — und oben noch Konzentration stattfindet. Denn jene verhältnismäßig geringen Mengen von Mineralien, die unten jedesmal gelöst werden, können die Laugen nicht so viel schwerer machen, daß durch sie der ihnen durch die Verdünnung gegebene Auftrieb ausgeglichen werden könnte. — Bei einer späteren Überflutung mit normalem Seewasser, wie z. B. damals, als das Zechsteinmeer in die interpermischen Laugenbecken einbrach, ist dieser Vorgang natürlich zu Ende, und es mag wohl lange gedauert haben, bis die letzten Reste der unten befindlichen schweren Laugen von oben her ausgesüßt werden konnten. Anscheinend sind sie es heute noch nicht vollständig.

Nun die Füllung der Gangspalten. Auch diese wäre ohne Zirkulation der Solutionen nicht möglich gewesen. Doch solche kommt in diesem Falle sehr leicht zustande.

Wenn nämlich aus einer Flüssigkeit irgend etwas kristallisiert, so wird sie hierdurch leichter, steigt in die Höhe, gesättigtere tritt an ihre Stelle, die Kristallisation nimmt ihren Fortgang mit dem gleichen Ergebnis für das spezifische Gewicht und die Bewegung der Restlauge, sodaß diese sich dann anderwärts immer wieder von neuem sättigen kann. — So weit ist der Vorgang einfach genug. Rätselhaft bleibt einstweilen nur noch,

was die Laugen veranlaßte, hier zu lösen, dort aber kristallisieren zu lassen. Weshalb entstanden nicht gleich im Rotliegenden schwerspatimpregnirte Horizonte? Weshalb waren selbst hier noch Gangspalten (Friedeburg, Bl. Cönnern) oder doch spaltenartige Hohlräume (an den Araucarienstämmen des Kyffhäusers) erforderlich? Über diese und ähnliche Fragen müssen wir uns vorläufig hinwegzutrusten suchen in dem Bewußtsein, daß wir uns hier auf einem überhaupt noch sehr dunklen Gebiete befinden. Stellen wir eine Lösung zur Kristallisation hin, so vermag niemand vorauszusagen, wo die ersten Kristalle anschießen werden. Und haben sie sich gebildet, so sehen wir oft genug, daß die einen sehr schnell wachsen, die anderen wenig oder garnicht, oder sich wohl gar wieder auflösen, ohne daß wir den Grund hiervon anzugeben wüßten. Solange wir solche Vorgänge aus den vor uns auf unseren Tischen stehenden Glasgefäßen einfach als Fakta entgegennehmen müssen, werden wir uns ihre Analoga im Untergrunde der interpermischen Salzsümpfe nicht weniger geduldig gefallen zu lassen haben. — Freilich, so ganz ohne Möglichkeitsursachen sind wir auch hier nicht. Körper wie Schwerspat, die in Salzlauge leichter löslich sind als in Wasser, kommen durch letzteres, wenn es zu den Laugen tritt, zur Abscheidung. Dieser Vorgang mag in den Gangspalten besonders des Schiefergebirges stattgefunden haben, denn solche Spalten, bevor sie gefüllt wurden, waren wohl stets zunächst erst einmal Behälter oder Kanäle für reines Wasser, unterhielten wohl auch dessen Zuleitung selbst aus sehr großen Entfernungen her noch für einige Zeit, eventuell bis zum Eintreffen der ersten Schwerspatlösungen: womit dann die Ausscheidung jenes Minerals eingeleitet gewesen wäre.

Für die Schwerspatgänge im Hefelder Porphyrite jedoch traf auch dieses nicht zu. Diese Gänge gehen nicht bis auf das Schiefergebirge hinunter, letzteres ist vielmehr mit einer Konglomeratschicht bedeckt, die genau so halurgometamorphosirt ist, wie der Porphyrit selber. Die Laugen waren also auch dort unten, unterhalb der Gänge; Verdünnungs-, d. h. Ausfällungswasser gab es infolgedessen von dort her nicht. Aber zwischen dieser Konglomeratschicht und dem Porphyritlager befindet sich ein Kohlenflöz, und so wird es wahrscheinlicher, daß durch dessen partielle Oxydation durch die Laugen genügende Quantitäten Wasser entstanden sein können, um die Schwerspatkristallisation einzuleiten, zumal dieses Kohlenflöz damals, bald nach seiner Entstehung, wesentlich reicher an Wasserstoffverbindungen gewesen sein muß als heute, noch mehr „Braunkohle“ oder gar „Torf“ — im chemischen Sinne selbstverständlich.

Nur der Schwerspat an den Kieselholzstämmen des Kyffhäusers spottet in seiner Spontaneität aller Erklärungsversuche. Daß seine beiden Begleiter, Quarz und Eisenglanz, in vollkristalliner Ausbildung wenigstens, ebenfalls nur an jenen Stämmen vorkommen, verwirrt die Sachlage womöglich noch. Ich habe einmal daran gedacht, daß die Ruhe hinter einer Leeseite, welche die Stämme inmitten der zirkulierenden Laugen darboten, die Ursache jener Kristallbildungen gewesen sein könnte. Aber in der Nähe der verschiedenen Schiefertonlagen, welche die Konglomerat- und Sandsteinlager auf mehreren Niveaus unterbrechen, müssen doch ähnliche günstige Verhältnisse geherrscht haben, aber trotzdem unterblieben hier solche Kristallisationen.

Das Baryum des mit wasserfreiem Eisenoxyd vergesellschafteten, eng mit den halurgometamorphen Gesteinen verknüpften Schwerspates des Südharzes wurde also zu postrotliegenden, präzeolithischen Zeiten aus Geröllmassen und eventuell auch aus anstehendem Gesteine extrahiert durch Salzlaugen und zum größten Teile zu präzeolithischen Zeiten eben als Schwerspat wieder abgeschieden aus diesen Salzlaugen, welche konzentriert genug waren, um Eisenoxyd — analog dem Karnallit, resp. karnallitfähigen Laugen einer wesentlich jüngeren Epoche — nicht als Hydrat, sondern wasserfrei sich niederschlagen oder kristallisieren zu lassen. Die Geröllmassen wurden erst hierdurch zu „Rot“-liegendem und gerötetem Oberkarbon, zugleich im auffälligsten Maße kalkarm, während die anstehenden Gesteine, je nach ihrer eigenen petrographischen Beschaffenheit und nach der Zusammensetzung der Laugen, von denen sie durchtränkt wurden, die von mir bereits an anderer Stelle beschriebenen Umwandlungen erlitten. Betreffs der Laugen sei wiederholt darauf hingewiesen, daß sie an sich zwar, als Verdampfungsrückstand des damaligen Ozeanwassers, keine andere Zusammensetzung hätten haben können, als ausschließlich ihrem Konzentrationsgrade entsprach, daß sie aber im Wege ihrer metamorphosierenden Tätigkeit, je nach dem Mineralbestande der von ihnen bearbeiteten Gesteine, eine in dieser Hinsicht sehr schwankende und von Gegend zu Gegend wechselnde Zusammensetzung haben mußten. Denn sowohl der Natur der Sache nach, wie den damaligen Bodenkonfigurationen entsprechend: wo unter einer Hunderte von Metern betragenden Geröllüberdeckung z. B. der archaische Kyffhäuser vollständig, der paläozoische Harz zum großen Teile begraben und verschüttet waren, und das tief unter der heutigen Tagesoberfläche unter jüngeren Ablagerungen begraben liegende Rotliegende weit herum mit jenem der heutigen Höhen und Gebirgsränder eine annähernd gleichmäßige, ausgebnete Fläche

gebildet haben muß, werden wir uns selbstverständlich keinen Ozean von Salzlaugen, sondern eine Aneinanderreihung von mehr oder weniger ausgedehnten Laugentümpeln, -teichen, -stümpfen über jener weiten Geröll- und Sandwüstenei vorstellen, eingefast und von einander abgegrenzt durch flache Hügel und Sanddünen, durch vulkanische Bildungen und nicht gänzlich niedergesunkene und daher nicht gänzlich überschüttete Faltengebirge, wie eben der Harz.

Jene gewaltigen Geröllanhäufungen nebst den Ufer- und Untergrundgesteinen lieferten den sie durchtränkenden, sonnen-durchglühten Laugen aber nicht nur das Baryum oder das Eisen-oxyd, das Manganerz, die Kieselsäure, das Kalkspat-, Brauns-pat-, Albitmaterial u. s. w., die uns in den halurgometamorphen Gebieten als deren spezifische Mineralbildungen begegnen, sondern auch große Mengen von gewissen Schwermetallen mußten ebenfalls bei der Gelegenheit in Lösung gehen; genau soviel nämlich, wie die betreffenden Gesteine außer Baryum etc. davon enthielten und in Laugen überhaupt löslich war.

Und das dürfte nicht wenig gewesen sein; enthalten doch erfahrungsgemäß nicht wenige Silikatgesteine, z. B. manche Gneise, Granite, Diabase etc. relativ recht bemerkbare, oft sogar bequem bestimmbare Mengen von Kupfer, Blei, Zink u. s. w., in denen Baryum überhaupt nicht oder nur in geringsten Spuren nachweisbar ist. Wir sehen jetzt also außer dem Baryum noch weit größere Mengen von Schwermetallen in die Laugen gehen und durch sie translozierbar werden und müssen uns nun notwendiger Weise nach dem Verbleib dieser Metalle umsehauen.

Hiermit kommen wir zur nächsten Gruppe.

#### B. b. Schwerspat in Gesellschaft von Sulfiden wesentlich gleichen Alters.

Diese Ausfällung der Schwermetalle im größten Maßstabe noch während der Laugenperiode selber, also gewissermaßen eine kontinuierlich fungierende Umkehrung des an anderen Stellen vor-sichgehenden Zersetzens, Oxydierens und Lösens — nicht zu verwechseln oder zu vereinigen mit der einmaligen Ausfällung der Restlaugen zur Kupferschieferzeit<sup>1)</sup> — dürfte in den harzer, speziell auch in den westharzer Erzgängen verkörpert sein. Zwar führte man die Füllung dieser Gänge bisher auf andere,

<sup>1)</sup> Verf., Regionalmetamorphose, S. 105 u. ff.; derselbe, Neuere Tatsachenmaterial im Lichte der Harzer Regionalmetamorphose. Centralbl. f. Min. etc. 1903, S. 358 u. ff.; derselbe, Formen, Alter und Ursprung des Kupferschiefererzes. Diese Zeitschr. 56. 1904, S. 207 u. ff.

natürlich wieder thermale Ursachen zurück, besonders gern auf den sog. Granitdurchbruch; aber jener Ansicht fügen sich die Beobachtungen nicht sämtlich. Sehen wir uns daher auch diese Sache erst einmal näher an.

Was dem sog. Granitdurchbruche für die oberharzer Erzgänge zu so hohem Ansehen verholfen hat, mag die Meinung sein, daß er es war, der das Aufreißen der Gangspalten direkt bewirkt hat. Aber abgesehen davon, daß Aufreißen noch keineswegs Ausfüllen ist, ganz besonders im vorliegenden Falle nicht, ist jene Spaltenbildung höchst wahrscheinlich dem Granite überhaupt nicht zuzuschreiben. Durch die Untersuchungen EMANUEL KAYSERS<sup>1)</sup> und W. LANGSDORFFS<sup>2)</sup> kann der genetische Zusammenhang gewisser Hauptspalten der Clausthaler Hochebene mit solchen, welche südwestlich und westlich nahe am Brocken das Gebirge durchsetzen, als einwandfrei festgestellt gelten. Nun lehren die Untersuchungen EMANUEL KAYSERS insbesondere, daß jene letzteren Spalten den Granit ebenso durchsetzen und verwerfen, wie das umgebende Schiefergebirge. Für diese Spalten war also der Granit bereits eine starre, passive Masse, die sich gewiß nicht selber aufriß und verwarf, daher auch ihre nähere und weitere Umgebung in ungestörter Ruhe ließ, so weit das auf sie ankam, und von der keine Injektionen, etwa nach Art des Bodeganges, und keine „granitische Säfte“ mehr ausgingen. So führen denn diese Gänge östlich wie westlich vom Bruchberge tatsächlich keinerlei granitische oder thermale Gangfüllung, sondern Erze oder Gangarten nur, die auch anderwärts im Harze, fern von allen seinen Granitgesteinen, vorkommen.

Aber so wenig, wie diese Gänge rücksichtlich ihrer Entstehungsweise und ihrer Füllung granitogenen Ideenassoziationen eine Stütze bieten, ebensowenig tun sie das bezüglich ihrer Entstehungszeit, sobald man sie auch hieraufhin etwas schärfer ansieht. Der Hauptpunkt: daß der Granit jenem Spaltensystem gegenüber nur Objekt war, wurde soeben angeführt. Hieraus ergibt sich schon unmittelbar, daß die betreffenden Gänge jünger sind als der Granit. Aber nicht bloß jünger, sondern wahrscheinlich wesentlich jünger sind sie sogar — falls man diese Bezeichnung eben für zulässig halten will innerhalb eines einzigen geologischen Zeitabschnittes, von dessen Größe ich persönlich allerdings eine recht hohe Meinung habe.

<sup>1)</sup> Über das Spaltensystem am SW-Abfall des Brockenmassivs. Jahrb. Kgl. Preuß. geol. L.-A. f. 1881, S. 426 u. ff.

<sup>2)</sup> Über den Zusammenhang der Gangsysteme von Clausthal und St. Andreasberg. Clausthal, 1884.

Falls es nämlich Tatsache ist, daß die mittelharzer Eruptivgesteinsgänge jünger als der Granit sind — zwingende Beweise hierfür kennt man zwar noch nicht, doch läßt die große petrographische Ähnlichkeit, um nicht zu sagen Identität eines Teiles ihrer Füllungen mit den normalen, nicht halurgometamorph beeinflussten Anteilen der Eruptivdecken des südharzer Rotliegenden, sowie die besondere Beziehung speziell des Grauen Phorphyr's zu letzterer Formation<sup>1)</sup> nur ein permisches Alter für diese Gesteine in Anspruch nehmen —, so dürfte auch der westharzer Kersantitgang<sup>2)</sup>, der jenen mittelharzer Gängen parallel streicht und hierdurch auf eine gleichgerichtete und daher wohl auch gleichaltrige Bewegung als gemeinsame Entstehungsursache zu schließen erlaubt, etwa gleichen Alters sein. Dieser Kersantitgang ist nun durch den nordwestlichen Anteil jenes oberharzer Gangspaltensystems in auffälligster Weise zerstückelt geradezu und mehrfach verworfen<sup>3)</sup>: folglich sind die Spalten jener Erzgänge jünger als jene permischen Eruptivgesteine, wären also ältestens mittel- bis oberrotliegenden Alters. — Der granitisch-thermale Ursprung ihrer Füllung ist also auch hiernach recht wenig wahrscheinlich.

Mannigfaltig sind dagegen die Hindeutungen darauf, daß die oberharzer Erzgänge ihre Füllung den interpermischen Laugen verdanken. Die Hauptsache: daß letzteren die nötigen Metalle und sonstigen Gangartenmaterialien zur Verfügung standen, dürfte oben bereits erledigt sein; denn wo es die großartigen Baryumquantitäten gab, konnte es am metallischen Rohmaterial für die Erzbildung und an Rohstoffen für die Gangarten ebensowenig fehlen. Das liegt klar für uns zu Tage. Wir haben uns daher nur noch nach Beweisen für die ehemalige Anwesenheit jener Laugen in unserem Erzreviere umzusehen und uns über die Bedingungen der Ausscheidung der Gangfüllungen klar zu werden, um eventuell das Problem als gelöst betrachten zu dürfen.

Den Vortritt unter Allem, was hierbei in Frage kommt, haben auch hier die permisch-halurgometamorphen Gesteine. Solche fehlen auf dem Oberharze keineswegs. Wohl zu ihren besten, zuverlässigsten und für uns brauchbarsten Vertretern gehört der halurgometamorphe Spiriferensandstein der Umgegend

<sup>1)</sup> Der Hauptgang des Grauen Porphyrs durchsetzt, aus dem Schiefergebirge heraustretend, das Liegende des Ilfelder Melaphyr's. Verf., Regionalmet., S. 54. — Eine kristallfreie Abart des Grauen Porphyrs tritt als Gangapophyse im Melaphyr des Netzberges auf: Derselbe, a. a. O. S. 70 u. ff.

<sup>2)</sup> v. GRODDECK, Der Kersantitgang des Oberharzes. Jahrb. Kgl. Preuß. geol. L.-A. f. 1882, S. 68 u. ff.

<sup>3)</sup> Ebenda. S. 74 u. f.

von Goslar. Derselbe findet sich in der charakteristischen Umbildung, wie ich sie von den Stolberg-Rodishainer Gesteinen bekannt gegeben habe, als ein vollkommen entkohltes, oft in der ganzen Masse durch wasserfreies Eisenoxyd violett- bis rotgrau pigmentiertes Gestein, welches meistens von Spältchen her zonal und nach innen zu in der Regel scharf absetzend in der Breite von ein paar Zentimetern tief eisenrot imprägniert ist. Die Verwitterung bringt es dann mitunter zu Wege, daß quergebrosene Stücke innen bis reichlich einen halben Zentimeter tief ausgehöhlt wurden, während die eisenoxydreiche, sattroce Imprägnationszone als Wulst ringsherum stehen blieb: genau dasselbe, was ich schon von einem gewissen, partiell umgewandelten Melaphyre, der südlich vom Hufhaus im Südharze ansteht, bekannt geben konnte. Glimmerreiche, mehr schiefrige Varietäten des Spiriferensandsteins sind gleichmäßig tief rot imprägniert und ahmen, wie ihre Analoga, die glimmerreichen, plattig-schieferigen Varietäten des umgewandelten Hauptquarzites von Rodishain u. s. w., rote Muskovitschiefer oder feinkörnige Muskovitgneiße täuschend nach. Für all' diese Gesteine sind besonders der Rammelsberg, der Kinderthalskopf, der Herzberg bei Goslar reiche Fundstellen. Sie finden sich dort vorwiegend auf und an den höchsten Gipfeln der genannten Berge und abgerollt die Flanken hinab bis in die Täler. Ähnlich auf dem Hahnenberge bei Oker und auf dessen Rücken über den Brautstein gegen den Eichenberg hin, auf diesem selber, auf dem Kleinethalsberge u. s. w.; hier überall in wesentlich gleicher Ausbildung. Mitunter ist die Rötung der Klufflächen aber nicht viel mehr als gewissermaßen ein äußerlicher Anstrich mit stark abfärbendem, roten Eisenoxyd; so oben auf dem Bocksberge bei Hahnenklee. Die in diesen Gesteinen ebenfalls vorkommenden Versteinerungen, die bekannten Hohlformen und Steinkerne, sind hier mit rotem Eisenoxyd angefärbt, während sie sonst schön gelbbraun aussehen. — Auf den zuerstgenannten Fundstellen, besonders auf dem Rammelsberge und Umgegend sowie auf dem Herzberge, findet sich zugleich garnicht selten eine höchst auffällige und charakteristische Gangfüllung, theils in losen Stücken, oft aber auch gangförmig inmitten jener Umwandlungsgesteine: ein in der Regel ursprünglich rein weiß auskristallisierter Quarz, der lange rein weiß weitergewachsen ist, dann jedoch zuerst fast unmerklich, allmählich aber immer mehr und mehr rotes Eisenoxyd aufnahm, sodaß es jetzt genau so aussieht, als ob seine einzelnen Kristallindividuen in ihren oberen Theilen von den Trennungsnähten her mit rotem Eisenoxyd imprägniert seien. Letzteres ist natürlich nur Schein; Quarz ist nach meiner Erfahrung gänzlich undurchlässig. Besonders bei der mikros-

kopischen Untersuchung der umgewandelten Gesteine kann man sich hiervon leicht überzeugen. So ist dieser Quarz also ein Äquivalent des weißen Quarzes vom halurgometamorphen Ostharze, der zumal bei Stolberg so häufig Eisenglanz als jüngeres trägt, dort aber selber niemals gerötet ist<sup>1)</sup>, und ebenso wie letzterer ein wertvolles Leitmineral der Halurgometamorphose, welches besonders dort recht eingehend berücksichtigt zu werden verdient, wo man die zu diesen wasserfreien Eisenoxyd-Quarzgängen gehörigen roten Gesteine als Verwitterungsprodukte anzusehen geneigt sein sollte. — Echt, atmosphärisch, verwitterter Spiriferen-Sandstein fehlt dort selbstverständlich durchaus nicht. Er ist gewöhnlich hellgrau, stellenweis sogar ganz weiß, wohl weil Humus und Torf ihm das in der Regel nur spärlich vorhandene Eisen entzogen haben. Wo das nicht geschehen ist, zeigt er die dem Eisenoxydhydrat zukommenden Farbentöne vom blaß Lößfarbigen bis zum tiefen, satten Braun der Brauneisensteine.

Daß jene annähernde Fläche, in welcher die Halurgometamorphose die höchsten Berggipfel bei Goslar streift, die durch die große karbonische Hauptfaltung des Harzes geschaffenen tektonischen Verhältnisse zur Voraussetzung hat, gerade wie am Ostharze, braucht kaum erwähnt zu werden. Im Übrigen ist ihre Lage auch hier keine horizontale geblieben, wohl hauptsächlich in Folge postpermischer Senkungen, die wir vielleicht am deutlichsten in der mantelförmigen Umlagerung des Harzes durch die Zechsteinformation zum Ausdruck gebracht sehen. Aber die Verhältnisse liegen hier etwas anders als am Süd- und Ostharze, wo die halurgometamorphe Zone fast überall als alte, präzechsteinische Oberfläche auf der Gebirgsböschung selber unter den jüngeren Gesteinen des angrenzenden Vor- oder Tieflandes verschwindet. Bei Goslar beobachtet man gerade dieses nicht. Entweder ist hier die Zone durch Verwurf abgeschnitten, oder dermaßen steil niedergefaltet, daß das Verbindungsstück zwischen den umgewandelten Gesteinen der Hochgipfel und denen, die tief im Untergrunde des anstoßenden Tieflandes hinstreichen müssen, der Erosion anheimfiel. An jenem aber, was oben auf den Bergen noch erhalten blieb, beobachtet man deutlichst die Senkung der Zone gegen die Ebene, draußen, hin: auf dem Rammelsberge, Herzberge, also in der Nähe des Gebirgsrandes,

<sup>1)</sup> Diese sonderbare Zwiespältigkeit: an manchen Lokalitäten das Eisenoxyd als Pigment in sich aufzunehmen, an anderen dagegen das Eisenoxyd rein, gesondert, neben sich zu haben und selber rein, ungefärbt, aufzutreten, zeigt auch noch der halurgogene Kalkspat, und auch der Schwerspat.

sind die roten Gesteine reichlich anzutreffen, während sie nach dem Gebirgssinnern zu ziemlich schnell spärlich werden. Daneben scheint sich aber auch der Westrand schon hier ebenfalls bemerkbar zu machen, indem auf dem Bocksberge rote Gesteine vorhanden sind, während ich auf der östlich von ihm gelegenen, sogar etwas höheren Schalke bisher keine Spur davon entdecken konnte.

Uns interessiert hier speziell die nördliche Neigung der halurgometamorphen Zone. Setzen wir nämlich die Zone unter Berücksichtigung ihres Fallens nach rückwärts fort, so sehen wir sie schon im Niveau des Bocksberggipfels gegen zweihundert Meter hoch über dem Plateau von Clausthal hinwegziehen, natürlich in Gesteinen, die längst abgetragen sind. In diesem Falle hätten also jene Gangteile, die heute das oberharzer Erzrevier bilden, zweihundert und mehr Meter unter der Oxydationszone der interpermischen Laugenwirkung gelegen. Aber der Sachverhalt kann auch anders gewesen sein; die Clausthale Gegend kann auch mit einer noch höher über der heutigen aufragenden Oberfläche auch die interpermischen Laugensümpfe überragt haben, sodaß die Laugen mehr von den Seiten her in die Gangspalten zu dringen hatten. Doch auch in diesem Falle hätten sie einen beträchtlichen Weg zurücklegen müssen, um in die Gegend der heutigen Erzräume zu gelangen, und darauf kommt es an.

Ähnlich, nur wesentlich erkennbarer, lagen die Verhältnisse auf dem Ostharze. Dort haben wir die halurgometamorphe Zone am Südrande über den ganzen Ostrand hin und sogar am Nordrande bis Ballenstedt im besten Zusammenhange, sie bildet einen nur gegen Westen offenen Mantel, den wir domartig über die Gegend des Harzgeröder Erzrevieres sich emporwölben und sich schließen sehen, sobald wir auch hier ihr überall erkennbares Harzauswärtsfallen zu einer Ergänzung der Zone nach rückwärts, nach dem Zentrum des Gebirges hin, benutzen. Aber auch hier wieder blieb die Kuppel in der Mitte ungeschlossen, falls sich die betreffenden Gegenden über die Laugensümpfe hinaus erhoben.

Trotzdem fehlen auch in den Erzgängen des Oberharzes umgewandelte Gesteine nicht gänzlich. Da sie den karbonischen Sedimenten angehören, sind sie natürlich zu einer späteren Zeit, also durch die interpermischen Laugen metamorphosiert. Daß das überhaupt geschehen konnte, kann nicht gerade befremden, müssen wir doch die Möglichkeit zugestehen, daß hie und da die eine oder die andere Spalte bis draußen hinaus weit und im Ganzen gleichmäßig, ohne allzu arge Einschnürungen offen stehen konnte. Solche oder ähnliche Zufälligkeiten mögen es gewesen sein, denen

wir die betreffenden Gesteine in jener Gegend verdanken. Bekannt sind vor allem die sogenannten bunten Gangtonschiefer der Gruben „Königin Charlotte“ und „Hülfe Gottes“, v. GRODDECK <sup>1)</sup> hat sie eingehend beschrieben und auch ihre enge Zugehörigkeit zu den Rodishainer Gesteinen bereits vollkommen richtig herausgefunden — eine Erkenntnis, mit welcher damals, vom Standpunkte des Dynamometamorphismus aus, allerdings nichts anzufangen war. Verbreiteter noch als diese eigentlichen bunten Gangtonschiefer sind die „roten, eisenschüssigen Grauwacken“ und ebensolche Schiefer, die sich einstweilen zwar mit der Rolle der „Verwitterungsprodukte“ begnügen mußten, die aber ebenso halurgometamorpher Natur sind, wie jene Schiefer, und welche ebenso wie diese je ihr ostharzer Prototyp besitzen: die nördlich vom Bahnhofs Rottleberode im Stolberger Tale, auf dem Kreuzstiege, dem Ritterberge und überhaupt die meisten der in jener Gegend anstehenden umgewandelten Gesteine repräsentieren vorwiegend diese „eisenschüssigen“ Umwandlungsprodukte, und — um das immer wieder hervorzuheben — gepreßt sind natürlich die einen so wenig wie die anderen.

Auf gewisse oberdevonische rote Gesteine des Oberharzes von mutmaßlich älterer Entstehung komme ich weiter unten zurück.

Diese halurgometamorphen Gesteine lehren also, daß die Laugen zu den oberharzer Gangspalten Zutritt hatten. Im Anschluß hieran dürfen wir jetzt auch den dortigen Schwerspat als weiteres Beweismittel für die Laugentätigkeit in Anspruch nehmen, natürlich nicht als Schwerspat schlechthin, sondern rücksichtlich seiner Massenhaftigkeit und seiner bekannten eigentümlichen Lokalisiertheit gegen den nahen Gebirgsrand hin, wodurch er sich beide Male schon in einem gewissen Grade zu seinen ost- und südharzer Vorkommnissen in Parallele stellt. Noch weit auffälliger werden diese Beziehungen aber dort, wo der Schwerspat, genau in ost- und südharzer Weise, in roten Gesteinen auftritt, wie z. B. in roter Grauwacke über dem Frankenschanner Stolln <sup>2)</sup>, am Sternplatz bei Lautenthal und anderwärts.

Hierdurch erscheint denn die innige Verbindung zwischen dem Stolberger und dem Clausthaler Schwerspat: zwischen dem Schwerspat des wasserfreien Eisenoxydes und demjenigen der geschwefelten Erze bereits in wünschenswerter Klarheit. Kommt es doch auch bei Stolberg-Rodishain vor, daß der Schwerspat

<sup>1)</sup> Studien über Tonschiefer, Gangtonschiefer und Sericitschiefer. Jahrb. d. Kgl. pr. geol. L.-A. f. 1885.

<sup>2)</sup> WIMMER, Die Gänge der Gruben Ring und Silberschnur. Maja, 1854, S. 20.

aus den umgewandelten Gesteinen in die normalen hinübertritt<sup>1)</sup>, sodaß sich Clausthal und Stolberg rücksichtlich der Art des Auftretens ihres Schwerspates also nicht qualitativ von einander unterscheiden; ihre umgewandelten und normalen Gesteine mit den in beiden auftretenden Schwerspatmengen bilden eines das Reziprok vom anderen.

Dafür aber, daß in den Clausthaler Gängen Laugen tätig waren und nichts Anderes, dafür gibt es noch einen ganz besonderen und, wie ich glaube, zwingenden Beweis: die chemische Zusammensetzung der Gangtonschiefer. Wie sich aus v. GROEDECKS zitiertes Abhandlung ergibt, enthalten diese Gesteine, und zwar die bunten, also oxydierten, sowohl, als auch die schwarzen, noch kohlehaltigen, bis über fünf Prozent Kali! Tonschiefer, auch die harzer, enthalten sonst wesentlich weniger davon. Wenn wir nun in diesen besonderen Fällen einen so außergewöhnlichen Mehrgehalt vor uns sehen, so bleibt uns dafür keine andere Erklärung zur Verfügung, als die Annahme, daß das Kali durch eine sehr kalireiche Flüssigkeit jenen Ganggesteinen direkt zugeführt wurde. Denn eine Wegführung alles Übrigen mit Zurücklassung vorwiegend des Kalis läßt sich nicht mit unseren anderweitig an Zersetzungs- und Lösungsvorgängen gewonnenen Erfahrungen in Einklang bringen. Also zugeführt ist das Kali: Aber von wo? Etwa vom Granite, jener oben schon berührten Gangfüllungstheorie gemäß? Betrachten wir auch hier solche vermeintliche Granitwirkung etwas näher.

Der harzer Granit ist, wie andere Granite ebenfalls, ein sehr saures Gestein, dem man es daher von vornherein schon kaum zutrauen wird, daß er gern Alkalien abgibt. Was er abgibt, ist daher in erster Linie sein Säureüberschuß, seine Kieselsäure. Das beweisen die Hornfelsbildungen und dergleichen in seiner Umgebung, und das beweisen ganz besonders auch die zahlreichen Quarztrümer, welche stellenweis in großer Ausdehnung, weit über den eigentlichen Kontakthof hinaus, die Gesteine durch-

<sup>1)</sup> Diese kleinen, aber theoretisch wichtigen Schwerspatvorkommen in normalem, nicht umgewandelten Gesteine bei Stolberg befinden sich 1) südöstlich von der Papiermühle im Stolberger Tale, wo der Schwerspat des dortigen metamorphen Gangrevieres auf Trümchen in die dunkel blaugrauen normalen Grauwackenschiefer hinübertritt; und 2) oben in dem Talgrunde, welcher den Loschenberg vom Schäferkopf trennt, OSO vom Forsthause Eichenforst, in der Halde eines Versuchsschachtes. Hier scheinbar selbständig, höchstwahrscheinlich gleichfalls als Abläufer, und zwar als unterer, nämlich jener Schwerspatgänge, welche die oben darüber vorhanden gewesene, aber bis auf geringe Reste abgetragene halurgometamorphe Oberflächenzone durchsetzten. — Genau so dürften die Verhältnisse auch beim Clausthaler Schwerspat in der Hauptsache liegen.

setzen und mit ihren massenhaften Fragmenten dort, wo der Wald fehlt, wie z. B. in den Bärnröder und Siptenfelder Fluren, südlich vom Ramberggranite, eine auffällige Erscheinung bilden.

Es bleibt also nichts weiter übrig als die Annahme, daß den oberharzer Gangtonschiefern ihr Kalireichtum in Gestalt echter, rechter Kalisalzlösungen zugeführt wurde, daß sie also ein Analogon der umgewandelten Ilfelder Eruptivgesteine bilden, jenes Porphyrites und jener Melaphyre mit über 7 Prozent Kali, auf welche ich auch an dieser Stelle schon einmal hingewiesen habe<sup>1)</sup>; und zwar ein ganz vollkommenes, denn auch vom Ilfelder Melaphyr existiert eine Abart, welche zwar zersetzt, jedoch nicht oxydiert ist, trotzdem aber ebenso kalireich wurde, wie die zersetzten und zugleich oxydierten Varietäten. Es ist das der grüne Melaphyr aus dem Wiegersdorfer Talgrunde, der, wie ich s. Z. ausgeführt habe, mutmaßlich von jenen Laugen umgewandelt wurde, welche gewissermaßen auf dem Rückwege waren, nachdem sie am Kohlenflöz bereits ihren Sauerstoff resp. ihr im Eisenchloridgehalt beruhendes Oxydationsvermögen eingebüßt hatten. Und ebenso dürfte es sich im wesentlichen mit den schwarzen, kalireichen Gangtonschiefern verhalten: sie kamen nicht mit unmittelbar von draußen hereinfließenden, oxydationsbefähigten Laugen, sondern mit solchen in Berührung, die ihr Oxydationsvermögen im längeren Hindurchströmen durch die Gangspalten bereits verloren hatten, mit reduzierten Salzlaugen also, statt mit oxydierenden. Daß sie auf ihrem Wege bis dahin nicht auch ihr Kali eingebüßt hatten, mag dartun, wie ungemein reich sie gerade an diesem Stoffe gewesen sein müssen.

Was nun die Bindung dieser Kalizufuhr betrifft, so kann man v. GRODDECK'S Meinung teilen, der zufolge sie zur Serizitbildung verwendet wurde. Mehr noch wird man aber vielleicht mit der Möglichkeit rechnen müssen, daß das Kali auch hier in diesen Gangtonschiefern ebenso wie im Ilfelder Porphyrite und Melaphyre, wo ich das durch mikroskopische Untersuchung speziell festgestellt habe, ohne Bildung besonderer Kalimineralien gebunden sein kann, also vielleicht nur absorbiert ist wie das Kali im kaligedüngten Ackerboden. Der in jenen Schiefnern vorhandene Serizit beweist nichts hiergegen: er kann ebensowohl durchgängig älter sein, wie er es sicherlich z. T. ohnehin ist.

Neben dem wasserfreien Eisenoxyd, welches seiner chemischen Natur nach nicht anders entstanden sein kann, als durch Ausscheidung aus konzentrierten Lösungen sehr hygroskopischer Salze, i. e. Laugen, sind es besonders der Schwerspat und jene

<sup>1)</sup> Verf., Halurgometamorphose. S. 57 u. ff.

eben erwähnte Kalianreicherung, welche, ersterer durch seine Herkunft oder Abstammung wie durch seine Löslichkeit nur in konzentrierteren Salzlösungen, letztere in sich selber, am vornehmlichsten auf Laugen und deren Tätigkeit verweisen. Immerhin wird es nicht ohne Nutzen sein, auch die übrigen Gangmineralien der harzer Erzdistrikte daraufhin anzusehen, ob sie sich mit den Laugenfunktionen, wie sie die Mineralien und Gesteine der Halurgometamorphose zur Erscheinung bringen, vereinbaren lassen.

Eins der verbreitetsten Mineralien der harzer Erzgänge ist der Quarz, und wohl überall, ob im Ober- oder Unterharze, ist er das älteste Mineral zunächst; mag er auch in späteren Generationen wiederkehren. Das älteste ist er aber ebenso auf den Albit-, Karpholith-, Eisenglanz- und Manganerztrümmern in den durch Laugen umgewandelten Gesteinen des Süd- und Ostharzes, und auch in den oben erwähnten Gangtrümmern des ebenso umgewandelten Spiriferensandsteines bei Goslar haben wir meistens als erste Ausscheidung gleichfalls weißen Quarz, der erst später rotes Eisenoxyd als Färbung seiner jüngsten Ansätze umschloß. Also so ziemlich überall, wohin die Laugen, einerlei ob reduziert oder oxydierend, gedungen sind, haben wir vor Allem erst einmal Quarz, oft genug auch wohl weiter nichts. Woher diese in ihrer Totalität ganz enormen Quantitäten stammen, das lehrt am besten die Betrachtung der umgewandelten Gesteine, denn sie zeigt uns, zunächst in den von mir a. a. O. beschriebenen, so interessanten Nachkristallisierungen oft des ganzen Quarzmaterials jener Gesteine, von den Rollkieseln bis hinunter zum feinsten, mikroskopischen Quarzsplitterchen und Sandstäubchen, in zahllosen Beispielen von Sekundärmosaikbildungen, von Ausscheidungen von Eisenkiesel, Chalcedon u. dergl., von Verkieselungen, kieseligen Härtingen vorher gänzlich zersetzt gewesener Gesteine, aber auch in gründlichen Zermürbungen ganzer, gewaltiger Schichtenfolgen, daß das Aufgelöstwerden, Wandern und Sichwiederabscheiden der Kieselsäure eine ganz allgemein verbreitete Begleiterscheinung oder besser: Teilerscheinung des Laugewirkens war. Auch hier brauchen wir nur das Rotliegende im Auge zu behalten, wie es von oben bis unten zersetzt und umgewandelt ist,<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> Wenigstens einigermaßen verfestigtes Rotliegendes, von mittlerer Sandsteinfestigkeit etwa, und daher zu Werkstücken brauchbar, ist am Harze wie am Kyffhäuser, wenn auch nicht gerade selten, so doch keineswegs im Überflusse vorhanden. Umso häufiger sind dagegen Gesteine von so lockerer Beschaffenheit — trotz ihres hohen Alters! — daß sie sich abgraben und schaufeln lassen wie neuester Flußschotter, und daß die in sie einschneidenden Fahrwege vor der sonst unvermeidlichen Verschüttung oft durch Vermauerung geschützt

um eine Vorstellung erst einmal von einer großartigen Auflösung zu gewinnen, aus der heraus alsdann die Quarzmassen der Erzw.-Gänge einfach als Wiederabscheidungen in Umkehrung jenes Vorganges kaum noch überraschen können.

Ein anderes, in den Erzgängen und auf tauben Gängen sehr verbreitetes Mineral, der Kalkspat, ist in den halurgometamorphen Gebieten ebenfalls nicht selten, obwohl er im Allgemeinen weniger häufig und anscheinend etwas lokalisiert vorkommt. Wie der Quarz hat er die Eigentümlichkeit, das wasserfreie Eisenoxyd sowohl einzuschließen, sodaß er rot, selbst tief dunkeleisenrot wird — so z. B. bei Ufrungen und auf dem Ludenberge bei Stolberg —, als auch außerhalb seiner Substanz für sich gesondert zu lassen, sodaß er fast weiß oder nur blaß rötlich aussieht, während das Eisenoxyd entweder als Eisenglanztäfelchen — so z. B. bei Pansfelde, Ufrungen und Buchholz — oder in radialstrahligen Kugeln als roter Glaskopf mitten darin liegt — so z. B. auf der Unterbergshöhe bei Ifeld. Allerdings wird man im Auge behalten müssen, daß es ebensosehr vom Eisenoxyd abgehangen haben kann, ob es von jenen Mineralien während deren Kristallisation mit eingeschlossen wurde oder nicht, wie von den umschließenden Mineralien.

Braunspat, durchschnittlich weniger häufig in den Erzgängen, ist auch im Gebiete der Halurgometamorphose seltener. Er findet sich hier z. B. am Kreuzstieg bei Stolberg und ist, auf den Roteisensteinlagerstätten besonders, ziemlich verbreitet. Zu bemerken ist außerdem, daß der vorerwähnte Kalkspat wohl stets größere oder geringere Mengen Magnesia enthält, also Übergänge zum Braunspat oder Mischungen mit solchem bildet.

Sehr verbreitet im Harze ist der Spateisenstein. Seine Stellung zu den übrigen Mineralvorkommnissen dort ist eine ganz besondere; er verdient daher wohl eine eingehendere Berücksichtigung, umso mehr, als wir über seine Vorkommnisse durch die zahlreichen, speziell ihm gewidmeten Versuchsarbeiten der siebziger Jahre gut unterrichtet sind. Vollständig zu fehlen scheint er einzig in der eigentlichen Randzone, also bei Rodishain u. s. w. Das ist an sich eigentlich selbstverständlich; denn wo eine so energische Oxydation verlief, wie im Gebiete der umgewandelten Gesteine, konnte Spateisenstein natürlich nicht

---

werden müssen. Eine genauere Untersuchung des Rotliegenden lehrt übrigens, daß es weniger der Quarzsand und die Rollkiesel waren, was die Unkosten des Lösungsvorganges zu decken hatte, als vielmehr das Silikatmaterial. — Wie ganz anders beschaffen sind die Harzer Kalmgrauwacken, die doch, von heute ab gerechnet, nicht gar so viel älter sind, NB. im normalen Zustande!

existieren oder gar entstehen. Ebenso fehlt er dem Rotliegenden mit einziger Ausnahme des Sphärosiderites, welcher bei Ilfeld u. s. w. im Schutze der Reduktionswirkung des Kohlenflözes auf dieselbe Art erhalten blieb, wie andere Dinge dort ebenfalls aus gleicher Ursache. Trotzdem ging er den metamorphen Gesteinen nicht aus dem Wege, sein erstes Auftreten gegen das Gebirgsinnere hin ist vielmehr gerade an solche geknüpft: er erscheint auf den Schwerspatgängen der kleinen, von der Hauptzone abgeordneten metamorphen Gebiete, jedoch deutlich als jüngere Bildung und in dieser Weise sogar als Füllung der zwischen den Schwerspatkristallisationen verbliebenen Räume. So im Silberbache bei Stolberg. Aber schon in dieser Region sehen wir ihn den engen metamorphen Bezirk verlassen und in Begleitung von Flußspat und Kupferkies, aber ohne Schwerspat, in die normalen Gesteine hineinsetzen. Diese drei Mineralien, deren Gleichalterigkeit im Unterschiede von ihrer Stellung dem Schwerspat gegenüber durch gegenseitige Überwachsung bewiesen wird, bilden die gewöhnliche Gangfüllung auf einer breiten, harzeinwärts hinter der Randzone hinstreichenden Fläche, mit der Maßgabe jedoch, daß der Flußspat gegen W hin durchschnittlich seltener wird, und Quarz einen von Revier zu Revier stark schwankenden weiteren Anteil der Gangfüllung zu bilden pflegt. Auch Spateisenstein und Kupferkies haben kein konstantes relatives Mengenverhältnis; mitunter fehlt der Kupferkies fast vollständig, mitunter ist er so reichlich vorhanden, daß er in früheren Zeiten den Abbau gelohnt hat.

Was diesen Gängen dagegen bis dahin fehlt, sind Schwefelkies, Bleiglanz und die übrigen Schwefelmetalle der innerharzischen Erzdistrikte. Diese finden sich auf dem Osthazze erst gegen das Innere des Gebirges hin ein — auf eine vereinzelte Ausnahme werden wir unten zurückkommen — was um so sonderbarer erscheint, als Spateisenstein, Kupferkies, Quarz, Flußspat ihrerseits vollzählig zu den Schwefelmetallen hinübertreten.

Diese vorwiegend osthazzer Verhältnisse geben uns nun ein bestimmtes Bild einer gewissen Zusammengehörigkeit der Dinge, einer gewissen Einheitlichkeit eines Vorganges, in welchem sie sich herausbildeten. Was hier vorliegt, fassen wir mit dem ersten Blick bereits, sobald wir uns die mehrerwähnte präzessionssteinerische Harzoberfläche rekonstruieren: Was wir hier über ansehnliche Flächen hin heute von einander getrennt neben einander erblicken, war wahrscheinlich über einander ebenso gesondert, ist also Teufelu Unterschied. Das ist offenbar der Kern der Sache, neben welchem es wenig ausmacht, wenn vielleicht die metallbeladenen Laugen zu den Zentralpartien des Gebirges infolge deren möglicher oder wahrscheinlicher Erhebung

über das Niveau der interpermischen Salzsümpfe hinaus mehr von der Seite als senkrecht von oben her Zugang gehabt haben sollten.<sup>1)</sup>

Unter diesem Gesichtspunkte werden wir uns auch mit der oben berührten Anomalie eines „regelwidrig“ gelegenen Erzganges abfinden können. Sie betrifft den „Silbernen Nagel“ bei Stolberg.<sup>2)</sup> wo ganz vereinzelt schon Bleiglanz und Zinkblende auftreten, Erze, welche dem Innern des Gebirges zukommen, während hier unserer Regel nach eigentlich nichts anderes als Spateisenstein und Kupferkies vorkommen sollten; tatsächlich sind dort sonst überall in der näheren oder weiteren Umgebung diese die einzigen Erze. Aber der Gang hat eine sehr sonderbare Lage. Er streicht nämlich tief unten, dicht unter dem Fuße des Auerberges hin. Letzterer hat bis zum heutigen Tage seine Umgebung so erfolgreich vor der Erosion geschützt, daß sie — auch das Schiefergebirge, nicht etwa bloß der Porphyry — eine deutlich hervortretende Hochfläche bildet. Zu interpermischen Zeiten ist das nun gewiß nicht weniger der Fall gewesen. Folglich repräsentiert der Silberne Nagel trotz seiner südlichen, randgenäherten Lage einen ganz ähnlichen interpermischen Tiefenhorizont, wie die weiter nördlich gelegenen Erzgänge, z. B. bei Hayn oder am Malinusteiche u. s. w., und führt dementsprechend ebenfalls Schwefelmetalle.

Bei dieser Gelegenheit sei übrigens erwähnt, daß der heutige Auerberggipfel resp. das, was ihn gegenwärtig bildet, damals gleichfalls unter dem Laugenniveau gelegen haben muß: er

<sup>1)</sup> Der Harz muß zwischen den interpermischen Laugensümpfen eine Grenzscheide gebildet, sich mit gewissen Partien seines Innern über die Laugen erhoben haben, denn an ihm scheiden sich halurgometamorphe Distrikte gleichen Alters, aber chemisch, resp. mineralogisch etwas von einander abweichender Qualität. Wir werden oben Gelegenheit haben, diese Tatsache noch eingehender zu diskutieren.

<sup>2)</sup> Dieses interessante Erzvorkommen ist auf dem Blatte Stolberg nicht verzeichnet, deshalb mögen ein paar Angaben darüber hier mitgeteilt werden. Der Gang krenzt den „Braunen Sumpf“ der Karte in dessen unterstem Teile zwischen den 1100- und 1200-Fuß-Horizontalen ziemlich genau NW—SO. Die nördlichsten Aufschlüsse sind die alten Schächte und Pingen in einem Talgrunde, der zur alten Chaussee hinaufzieht. Auch ein Stolln findet sich dort noch. Die südlichsten sieht man vom 5,6 km-Steine der „Holzchaussee“ unweit nördlich im Walde; ebenfalls alte, verfallene Schacht- und Stollenanlagen. — Die Gangfüllung ist Quarz, Spateisenstein, Bleiglanz und Zinkblende. Letztere bildet zwei Generationen: eine dunkelbraune, grobspätige Abart ist die ältere, sie hat mit dem Bleiglanze dasselbe Alter; außerdem hat eine helle, oft klar hellbraun durchsichtige, nicht selten in gut ausgebildeten Kristallen auftretende Varietät den Bleiglanz überwachsen, ist also jünger.

wird von einer charakteristischen, mit rotem, schluppigem Eisenoxyd gefüllten Kluft durchzogen, an der stellenweis der Porphyry in genau der gleichen, auffälligen Art umgewandelt ist, wie seine draußen im Rotliegenden vorkommenden Rollstücke. Möglichenfalls rührt seine sonderbare allgemeine Zersetztheit, rühren besonders auch die eigentümlichen Nachwucherscheinungen an seinen Quarzeinsprenglingen, die Höfe, von der gleichen Ursache her.

Eine weitere Eigentümlichkeit des Ostharzes, allerdings nur eines bestimmten Gangdistriktes seines zentralen Teiles, ist der Wolframit. Wie bekannt, hat dieses Mineral seine Hauptverbreitung bei uns im Archaikum Sachsens; es lag daher nahe genug, dasselbe auch im Harze, wenn schon nicht mit archaischen Gesteinen, die es dort nicht gibt, so doch wenigstens mit den Granite in Verbindung zu bringen. Die Möglichkeit eines derartigen Sachverhaltes kann allerdings nicht bestritten werden und soll das auch nicht. Mag immerhin der Wolframit seine heutige Ausbildung keinen anderen Agentien verdanken, wie seine Begleiter, so wäre doch immer noch mit der Möglichkeit zu rechnen, daß dieselbe eine Rekristallisation oder dergleichen eines in dortiger Gegend bereits vorhanden gewesenen, vom Granite oder sonst irgend woher stammenden Wolframitmaterials sein könnte.

Unter solchem Vorbehalte dürfen wir dieses Mineralvorkommen jetzt aber auch daraufhin ansehen, wie es unter unseren besonderen Gesichtspunkten erscheint. Am harzer Wolframit fällt wohl am meisten auf, daß er mit allen jenen Gangarten und Erzen im Ganzen gleichalterig, vergesellschaftet ist, die am Harze und auch in anderen Gegenden, fern von jedem Granite oder dergleichen, die größte Verbreitung haben. Er ist hier gewissermaßen nur eine Beigabe oder eine Überbestandmasse der gewöhnlichen Gangfüllung, womit zugleich gesagt ist, daß er hier ohne seine üblichen, z. B. aus den Zinusteinformationen Sachsens so wohlbekanntem, Begleiter auftritt, wenn man von Mineralien wie Quarz, Flußspat, Kupferkies etc., die auch sonst recht verbreitet sind, absieht. Besonders fehlt auch der Molybdänglanz, dieser charakteristische, treue Begleiter des Wolframites, hier gänzlich, und ebenso andere Molybdänmineralien. Dagegen findet sich auch das Kalksalz der Wolframsäure, der Scheelit. — Für die Entstehung des Wolframites kommt nun nächst dem Vorhandensein seiner Grundstoffe vor allem deren Löslichkeit in Frage. Eisen und Mangan sind uns als Laugenbestandteile schon oft genug begegnet, ihre Löslichkeit resp. die speziellen Verbindungen, als welche sie mutmaßlich in Lösung waren, haben

a. a. O. mehrfach den Gegenstand unserer Betrachtungen gebildet, und auf ihre Reduktion kommen wir unten eingehend zurück. So betrachten wir hier nur die Wolframsäure und da sehen wir denn, daß diese eine derjenigen Substanzen ist, denen Salzlauge sehr dienlich sein müssen, wenn sie transportfähig werden sollen. Selber vollständig unlöslich in Wasser, bildet sie überhaupt keine anderen löslichen Salze außer ihren Alkalisalzen. Letzterer Umstand zumal läßt uns folgern, daß wir es hier ebenfalls mit keinem gewöhnlichen Lösungsvorgange zu tun haben. In unseren Salzlauge waren nämlich zufolge ihres marinen Ursprunges auch große Mengen von Chlorcalcium enthalten — Anderes braucht uns hier nicht zu interessieren —, und dieses hätte sich unter gewöhnlichen Umständen mit löslichen Wolframsäuresalzen unter Abscheidung von wolframsaurem Kalk umgesetzt, resp. Wolframsäure hätte von vornherein in Kalksalzlösungen garnicht in Lösung gehen können. Da das aber trotzdem stattgefunden hat, scheint es, daß wolframsaurer Kalk in jenem konzentrierten Lösungsgemische löslich war, wie ja z. B. auch der schwefelsaure Baryt. Hiermit dürfte aber die Wolframitbildung ihr Befremdendes einigermaßen verloren haben: die Eisen- und Mangansalze der Laugen wurden reduziert, und da gerade auch Wolframsäuresalze in Lösung vorhanden waren, setzten sich die entstandenen Oxydulsalze mit letzteren um und bildeten so Wolframit, statt, wie in anderen Fällen, durch Umsetzung mit kohlen-sauren Salzen ausschließlich Spateisenstein zu bilden. Letzterer ist übrigens auch auf den wolframitführenden Gängen des Ostharzes trotzdem das bei weitem vorwiegende Reduktionsprodukt. — Fehlt nun hier aber das Molybdän, so dürfte das wahrscheinlich nicht daran liegen, daß in den Laugen keins vorhanden war, sondern vielmehr daran, daß es bei jenen Reduktionsprozessen keine hinreichend unlöslichen, speziell auch in Salzlauge unlöslichen Verbindungen einging. Es blieb infolgedessen in Lösung, bis unter gleichzeitiger Verdünnung der Laugen jene große Generalreduktion und Metallausfällung eintrat, unter welcher der Kupferschiefer ins Dasein kam. Daher finden wir das Molybdän unter den Kupferschiefermetallen am Ostharze, während sein Gefährte, das Wolfram, schon vorher in den Neudorf-Sträßberger Gangzügen zur Ruhe kam.

Eine andere Eigentümlichkeit des Ostharzes ist sein Reichtum an Flußspat. Auch dieser ist für granitothermale Gangfüllungstheorien in Anspruch genommen worden; aber auch hier liegen die Verhältnisse nicht so einfach, daß ein bedingungsloser Anschluß an jene Ansicht geraten erscheinen könnte. — Als feststehende Tatsache kann es gelten, daß der Granit des Harzes

allerdings der Flußspatbildung förderlich war. Hierfür spricht das Vorkommen des Flußspates im Granite selber, z. B. im Ilsestein- und Okertalgranite. Indessen bei dem ostharzer Flußspate dürften die genetischen Verhältnisse trotzdem anders liegen: so weit meine eigenen Beobachtungen und die spärlichen Nachrichten erkennen lassen, kommen sogar in den Flußspat führenden Gängen des Ramberg-Kontakthofes selber die speziell granitogenen Silikate nicht vor. Da nun aber letztere Mineralien außerhalb jener Quarz-, Flußspat-, Kupferkies-Gänge keineswegs fehlen, sogar z. T. ebenfalls gangfüllend auftreten, so folgt hieraus, daß diese Flußspatgänge mit dem Plutonismus des Granites — wenn ich mich so ausdrücken darf — nichts zu tun haben, trotz ihrer Lage mitunter tief im Innern der Kontaktregionen, daß sie vielmehr ganz anderen Chemismen ihr Dasein verdanken müssen, als den Vesuvian, Axinit, Strahlstein u. s. w. erzeugenden granitischen Säften oder den Silikate bildenden Thermen; nämlich genau jenen Chemismen, die auch in den anderen, meilenweit von allem Granite abliegenden Flußspatgängen fungierten und im wesentlichen die gleiche Mineraliengesellschaft entstehen ließen, wie sie im Selkegebiete und bei Treseburg neben dem Granite die betreffenden Gänge füllt. Der Granit kann dennoch das Rohmaterial für die Flußspatgänge seiner Nachbarschaft geliefert haben, wenn auch nicht in Thermen oder gar durch Lateralsekretion aus jenem, der heute dort anstellt — denn der ist nicht zersetzt, wenn er nicht verwittert ist, und sein Turmalin zumal ist in der Regel besonders frisch —, sondern es kann da wohl nur der Granit höherer, inzwischen längst abgetragener Niveaus in Frage kommen, der unter hydrochemischen Bedingungen zersetzt wurde, die der Entstehung, dem Transporte und der Kristallisation des Flußspates etc. günstiger waren, als Regenwasser sie zu bieten vermöchte; also halurgometamorph zersetzt wurde. Und der Granit versah die Laugen hierbei passiv mit seinem Fluor-Material, welches als Flußspat schwer löslich, natürlich möglichst in seiner Nähe blieb und nun allerdings den Eindruck macht, als sei es das Produkt einer aktiv-plutonischen Betätigung dieses Massengesteines. — Analoges Erscheinungen werden wir übrigens noch weiter unten begegnen, wo von den Ganganreicherungen durch die Diabaslager die Rede sein wird.

Mag nun auch der Granit bei der Anlieferung des ostharzer Flußspates beteiligt gewesen sein, so hat er doch gewiß nicht allen hergegeben. Die altberühmten Stolberger Vorkommnisse z. B. dürften ihre Existenz kaum dem Granite zu verdanken haben. Einmal sind sie von der südlichen, der nächsten Granitgrenze 15, bzw. 17 km in gerader Linie entfernt; dann

aber — und das fällt vielleicht noch mehr ins Gewicht — sind sie vom Granite durch eine beträchtliche Anzahl den Zwischenraum quer durchsetzender Gangspaltensysteme getrennt, unter diesen der bedeutende, weit hinstreichende Neudorf-Straßberger Gangzug und das Gangsystem des Auerbergporphyrs. Die Wahrscheinlichkeit, daß eine Mineralsolution quer durch einen derartig komplizierten Verhau von Hohlräumen und Schutzwänden hindurch über zwei Meilen weit gewandert sein könnte, ist wohl gleich Null an sich schon. Weiter ist nun zu beachten, daß der Stolberger Flußspat, wie schon früher erwähnt, mit den halurgometamorphischen Erscheinungen der dortigen Gegend eng verbunden ist. Auf dem Flußschachte wie auf der Zeche Luise füllt er zwar besondere Gangräume, wenn auch unmittelbar neben den halurgometamorphen Erzeugnissen; auf dem Gange im Silberbache dagegen füllt er mangels anderer Unterkunftsgelegenheit die zwischen den Kristallisationen der Schwerspattafeln bis dahin leer gebliebenen Hohlräume. Hier ist also offenbar der Flußspat jünger als der Schwerspat. Da letzterer aber der interpermischen Halurgometamorphose entstammt, also postrotliegend, präzechsteinisch ist, der Flußspat jedoch im harzer Zechsteingebirge keinerlei Rolle mehr spielt, daher ebenfalls präzechsteinisch sein dürfte, so folgt hieraus, daß auch der Flußspat zu den Salzlaugengebilden zu zählen ist, obwohl er eine etwas jüngere Generation derselben darstellt, als der Schwerspat; und, wie seine Paragenesis mit Spateisenstein und Kupferkies erkennen läßt, müssen die mehrerwähnten Oxydationswirkungen der Laugen, wenigstens in den damaligen großen Gangtiefen, welche die heutigen Aufschlüsse repräsentieren, zu Ende gewesen sein. Freilich wiederum nicht ganz ohne Ausnahme: in einem Stolln, welcher in den siebziger Jahren in die südliche Wand des hinter den Gebäuden des Flußschachtes hinaufziehenden Seitentälchens der Großen Krummschlacht getrieben wurde, kamen zollgroße, fast wasserhelle Flußspatwürfel vor, deren oberste Schicht oder eine dicht unter ihrer Oberfläche liegende Zone durch Eisenoxyd trüb rot gefärbt war. Also ein Analogon des oben erwähnten Gangquarzes des umgewandelten Spiriferensandsteines von Goslar, welches beweist, daß auch der Flußspat lokal und zeitweilig aus hochkonzentrierten, Eisenoxyd statt kohlen-saures Eisenoxydul abscheidenden Laugen kristallisierte — falls nicht etwa eine zufällige Einmischung des durch Erschütterung aufgerührten roten Materials der halurgometamorphen Umgebung vorliegt: bei einem so außergewöhnlichen und dort gänzlich vereinzelt Vorkommnisse, wie jenen geröteten Flußspatwürfeln, wird man immerhin gut tun, wenn man auch

seinerseits das Außergewöhnlichste nebenher im Auge behält.

Fragen wir nunmehr nach der Urheimat des Stolberger Flußspates, so sehen wir uns zwei Möglichkeiten gegenüber. Da der Auerbergporphyr im Mittel nur 3,75 km von den Flußspatgängen entfernt ist und viel Turmalin enthält, so könnte man ihn mit gewiß nicht geringerer Berechtigung als die harzer Granite als Flußspatabgeber in Anspruch nehmen, zumal er, wie erwähnt, deutliche Spuren der interpermischen Laugentätigkeit trägt. Indessen wäre auch hier nicht außer Acht zu lassen, daß der Turmalin jenes Porphyrs, der heute den Auerberg bildet, nicht in Betracht kommen könnte, denn trotz seiner mikroskopischen Dimensionen liegt er vollkommen frisch in dem tonig mürben Gesteine. Man hätte also mit anderem Auerbergporphyr zu rechnen, mit einer inzwischen abgetragenen Decke vielleicht, aber mit einer ganz gewaltigen, wie sie eben zur Abgabe des bei Stolberg deponierten Flußspatreichtums erforderlich gewesen wäre. Das wäre die eine Möglichkeit. — Die andere und allerdings etwas greifbarere ist die, daß der Flußspat ebenso wie der Schwerspat und die weit überwiegende Hauptmasse alles harzer Eisens, Kupfers, Bleies, Zinks etc. von draußen gekommen ist. Diese Annahme hat schon aus dem Grunde die höhere Wahrscheinlichkeit auf ihrer Seite, weil sie uns in den Geröll- und Detrituslagern des Rotliegenden und Oberkarbon ein auch für die Bildung des harzer Flußspates völlig hinreichendes Rohmaterial zur Verfügung stellt, dann aber zugleich einen sehr interessanten Einblick in den inneren Zusammenhang der ostharzer Besonderheiten gestattet: Die Ostseite des Harzes ist die nach Sachsen zu gelegene Seite, und jene hier vorkommenden Mineralien haben sämtlich etwas an sich, was unverkennbar an die mineralogischen und z. T. auch an geologische Verhältnisse Sachsens erinnert. Zunächst der Flußspat. Er ist ein echter Eingeborener Sachsens, der dort in gerade so großer Verbreitung auftritt, wie es der Reichtum der dortigen kristallinen Gesteine an Fluorverbindungen voraussehen läßt. Sehr bemerkenswert ist es aber vor allem, daß er auf jener Seite des sächsischen Hauptgebirges, welche dem Harze gegenüberliegt, mit Adular und wasserfreiem Eisenoxyd bis in das sedimentäre Oberkarbon hinaustritt, also dort wahrscheinlich genau das gleiche Alter und wesentlich dieselbe Entstehungsweise hat, wie am Harze, d. h. er ist dort wohl ebenfalls aus den interpermischen Salzlaugen kristallisiert. — Dann der Albit. Dieses charakteristische Mineral des halurgometamorphen Südostharzes findet sich meines Wissens zwar nicht in völliger Identität in Sachsen wieder, doch kann wohl der mit dem soeben angeführten, im Oberkarbon auf-

PRESENTED

9 JAN. 1906



trehenden Flußspate vergesellschaftete Adular als sein ebenso bezeichnendes Äquivalent angesehen werden. — Sodann die wieder ganz besonders „sächsisch“ anmutenden Wolframminerale, und schließlich im osthärzer Kupferschiefer auch noch das Molybdän. Und alle drei Erstgenannten — für das Molybdän liegen die erforderlichen Kupferschieferanalysen vom westlicheren Harzrande noch nicht vor — haben zugleich eine ziemlich scharfe, gemeinsame Westgrenze: jene Linie, auf der sich Schwerspat und Albit am Harzrande zwischen Rottleberode und dem Gewindewalde scheiden, westlich hinter Stolberg entlang bis zum Ramberggranite hinaufgeführt, schließt auch jene anderen gegen West hin ab, einzig abgesehen von etwas Flußspat, der im inneren Harze auch noch westlicher anzutreffen ist. Solcher, z. B. der Treseburger und gewiß auch ein entsprechendes Quantum anderwärts, dürfte der einzig authigene sein. Und hiermit wäre dann zugleich der sonderbare Widersinn beseitigt, daß im Westharze trotz allen Granites der Flußspat so knapp ist, während der Osthärz die Fülle besitzt: dieser relative Übersehluß ist es, der von außerhalb eingeführt wurde.

Wenn, wie in unserem Falle mit dem Albit u. s. w., so eigenartige Gebietsteilungen oder Grenzen zur Erscheinung kommen, dürfen wir gewärtig sein, auch anderen lokalen Differenzen zu begegnen, denn wenn überhaupt, so gibt es mindestens in solchen Dingen keinen „Zufall“, sondern nur naturgemäße Folgen oder Wirkungen vorhandener Ursachen, und diese lassen sich in der Regel gar nicht so schwer nachweisen.

Die letzte Ursache der in Rede stehenden Erscheinungen war auch hier eine Niveaudifferenz, obenein vielleicht eine ziemlich unbedeutende, überkommen aus der postkolumbischen, präoberkarbonischen Faltung unseres Schiefergebirges. Die Gegend der Albitgrenze bildet im großen, wenn auch nicht in den Details des Schichtenstreichens und ebensowenig orographisch heutzutage, einen Sattel. Was dieser Sattel in permischen Zeiten war, tritt besonders klar dadurch hervor, daß er selber nicht vom Rotliegenden überdeckt wurde und so zugleich zur Grenzscheide wurde für zwei total verschiedene Fazies des Rotliegenden: nur ein paar Kilometer westlich, vor der unserem Sattel unmittelbar anliegenden Stieger Mulde vorgelagert, sehen wir das stark vulkanische Rotliegende von Herrmannsacker, Neustadt, Ilfeld u. s. w. mit seinen mannigfaltigen Eruptivgesteinen und Tuffen; wogegen ebenso nahe östlich, zwischen Uftrungen und Breitungen, das osthärzer Rotliegende mit zumal in dieser Gegensätzlichkeit fast überraschend reinen Sandsteinen beginnt, um für mehr als dreißig Kilometer, bis zu dem bekannten

Melaphyrbombenlager am äußersten Ostfuße unseres Gebirges, als rein neptunisches Gebilde fortzustreichen, immer am Ostflügel unseres Sattels hin, denn dieser ist es, der, mit dem Westflügel stark gegen NO divergierend, hier so ziemlich genau auch den Gebirgsrand bildet.

Es ist nun wohl so unwahrscheinlich nicht, daß dieser Sattel als Grenze, bei allem, was er sonst noch trennte, besonders auch Gerölle, überhaupt Sedimente verschiedener Provenienz auseinanderhielt und so auf seiner Ost-, oder genauer Südostseite vorwiegend sächsisches Gesteinsmaterial an- oder vorgelagert bekommen hatte. Selbstverständlich soll hiermit nicht gesagt sein, daß jene Ablagerung in ihren Hunderten von Metern Mächtigkeit dort von unten bis oben aus nichts anderem bestände, als aus sächsischen Gneisen, „Stockwerks“-Gesteinen, Porphyrgeröllen etc. in beliebigen Graden der Körnung, sondern nur, daß jene Sedimente in irgendwelchen Niveaus soviel von dem betreffenden Materiale enthalten, wie zur Extraktion zunächst und dann zur Rekristallisation jener sächsischen Mineralien im Harze nötig war. Die orographische Rolle, die das sächsische Gebirge schon seit sehr alten Zeiten spielt, macht es wahrscheinlich, daß wenigstens ein Teil seines Schuttes innerhalb des langen Zeitraumes bis zum oberen Rotliegenden auch in die Gegend des Harzes und der unteren Goldenen Aue geraten sein kann, wenn schon ein direkter Ursprungsnachweis, wie man ihn z. B. an den Diluvialgeröllen mit so glänzendem Erfolge durchgeführt hat, bei so alten und vor allem so überaus zersetzten Ablagerungen seine ganz besonderen, vielleicht sogar unübersteiglichen Hindernisse haben muß. Im Übrigen genügt allerdings schon ein bloßer Blick, um einen Harzkenner davon zu überzeugen, daß im harzer Rotliegenden z. T. sehr viel Material nichtharzischen Ursprunges vorliegt.

Der Gerölltransport war also für die Bildung der Harzmineralien genau so wichtig, genau genommen, wie die nachträglich erfolgte Laugenarbeit; denn daß die Laugen allein jene gewaltigen Flußspatmassen z. B., ebenso den Wolframit, die rund 180 km von Chemnitz, Euba, Geyer u. s. w. herangeschafft haben könnten, rein im Wege des AuflöSENS hier und Wiederausscheidens dort, ist sehr wenig wahrscheinlich. Nebenher wäre es ohnehin schon vielleicht zu viel angesonnen, daß die Laugen jene Mineralien anstehendem Gesteine hätten entnommen haben sollen: in den paar hundert Fuß, die die Laugen unter normalen Verhältnissen, d. h. dort, wo ihnen nicht Spalten den Weg in dann allerdings weit beträchtlichere Tiefen gebahnt hatten, in anstehende Gesteine eindringen, wären jene Mineralien

wohl auch aus Sachsen nicht in ihrer vorhandenen Menge zu haben gewesen. Auch hierfür war jene großartige „mechanische Aufbereitung“, deren Produkte uns in den gewaltigen Ablagerungen des Oberkarbons und des Rotliegenden vorliegen, gewiß gerade das Erforderliche.

Daß trotzdem, d. h. obgleich das sächsische Material dem Harze gewissermaßen vor die Tür angeliefert wurde, in Sachsen Adular, am Harze aber Albit daraus hervorging: Diese Tatsache eröffnet noch eine besondere Perspektive, deretwegen sie nicht ignoriert werden soll. Die einfachste Erklärung hierfür ist, daß am Harze trotz aller Kalifunktion — es sei hier nochmals an die Ifelder halurgometamorphen Eruptivgesteine mit ihren sieben, an die oberharzer Gangtonschiefer mit ihren fünf Prozent Kali erinnert — doch nicht mehr Kali genug in den Laugen vorhanden gewesen sein mag, um die Entstehung eines Kalifeldspates zuzulassen. Dieses zugegeben, kommen wir sofort wieder mit zwei grundverschiedenen anderen Erscheinungen in Einklang, die auch sonst noch in unser Problem hineingreifen: Wir haben unsere Laugen nie als unerschöpflichen Ozean betrachtet, sondern nur als den Ablauf eines Steinsalzlagers, welcher wohl hinreichte, die von ihm eingenommenen Territorien zu durchtränken und zu zersetzen und in Gestalt von Sümpfen, Tümpeln, Teichen und Pfützen zu überdecken, der aber gerade hierin ein einmal gegebenes Quantum darstellte, das also in Nichts eben als unerschöpflich zu betrachten ist. So auch an Kali nicht. Nun wissen wir aber, daß gerade das Kali von allerlei Tonerdematerial stark absorbiert wird. Folglich hat diese Absorption auch überall im Rotliegenden u. s. w. stattgefunden. Wenn nun die Laugen am Harze kaliärmer waren, als in Sachsen, so folgt hieraus weiter, daß sie von Sachsen, also von Osten oder Südosten nach dort gekommen sind. Wir hätten also das präzechsteinische Salzlager, welches die Laugen lieferte, im Osten zu suchen und beobachteten zugleich ein — wohl säkulares — Niedersinken der Rotliegenden-Wüste gegen Westen hin. Hiermit ist es denn wieder durchaus in Übereinstimmung, daß schließlich gerade im Westen der Einbruch des Zechsteinozeans erfolgte, wie ich das rücksichtlich der Kupferschieferfrage schon wiederholt, auch an dieser Stelle, dargelegt und begründet habe.

Betreffs der Albit-, Flußpat-, Wolframitgrenze im Harze bedarf es wohl der besonderen Hervorhebung kaum, daß sie, zumal gegen das spaltenreiche Innere des Harzes hin, mit dem Verlaufe der erwähnten Sattellinie natürlicherweise nicht völlig übereinstimmen kann. Nur bei Lagern — und am Rotliegenden sahen wir ja derartiges — kann eine Sattellinie zugleich auch

eine vollkommene Grenze für zwei verschiedene Fazies bilden; auf Gangspalten angewiesene Mineralien gehen dagegen in diesen allemal so weit, wie sie irgend gelangen können, eventl. auch quer durch die höchsten Sättel hindurch, falls ihnen hier Spalten den Weg gebahnt haben. Und so kann es denn eben kommen, daß eine Mineraliengrenze stellenweise recht weit hinter der Sattellinie entlangläuft, die doch die eigentliche Grundursache der interessierenden Verschiedenartigkeiten ist. Die unsrige erscheint weit nach W ausgebogen, entsprechend der Ausdehnung der aus SO gegen NW streichenden Gänge, deren W-Endigungen sie z. T. zu umziehen hat.

Bevor wir wieder zu Allgemeinerem zurückkehren, haben wir uns erst noch mit einer ganz eigentümlichen Erscheinung zu beschäftigen, einer Erscheinung, die zwar gewiß nicht spezifisch osthartzisch, nicht einmal ausschließlich hartzisch ist, vielleicht aber nirgends besser als gerade im Ostharze auf ihre letzte Ursache untersucht werden kann. Es ist das die sonderbare Erscheinung, daß Erzgänge durch Diabas angereichert werden.

An sich ist dieselbe bekanntlich längst beobachtet, und oft genug liegt sie so greifbar vor uns, daß man kaum fehlschließen wird, wenn man in ihr eine der Hauptstützen der Erzgangthermentheorien vermutet. — Gerade im Harze tritt nun aber der Diabas — einerlei welche Varietäten desselben — stets lagerförmig auf, garnicht selten sogar geradezu als Tuff: wohlgeschichtet, konkordant zwischen Liegendem und Hangendem und zumal mit letzterem durch Mischungssedimente auf das Engste verbunden. — Derartige Bildungen sind nun allerdings für die Konstruktion vulkanischer Thermen nicht besonders geeignet; es kann daher nicht überraschen, daß man mit dem Aufgeben des harzer Grünsteines als echt eruptives Durchbruchsgestein auch zugleich seine Eigenschaft als Erzbringer zu ignorieren gezwungen war.

Und dennoch besteht diese: die „Hoffnung Gottes“ und die „Albertina“ bei Harzgerode, das reiche Erzrevier von Neudorf, der Weiße Berg bei Hayn, manche Teile des Straßberger Reviers und noch so manche der kleinen Erzvorkommnisse im Gebiete der oberen Selke besonders, sprechen deutlich genug für das Bestehen jener Beziehung. Nun beobachten wir aber etwas scheinbar höchst Widerspruchsvolles: mit Ausnahme ganz einzelner Vorkommnisse im Neudorfer Reviere vielleicht, sind alle diese den Erzgängen benachbarten Diabase keineswegs besonders zersetzt, sondern sie sehen genau so aus, wie andere Diabase im Harze ebenfalls aussehen, und führen auch ihre Schwefelmetalle noch wie alle anderen gewöhnlichen harzer Diabase. Außerdem

sehen wir in den meisten Fällen, daß diese Diabaslager zwar in mehr oder weniger großer Nähe der Gänge liegen, aber keineswegs immer von diesen selber durchsetzt zu werden pflegen. Und dann, bei noch eingehenderer Betrachtung und Durchdenkung dieses Phänomens, werden wir uns einer zwingenden Erkenntnis nicht länger verschließen können, die vollends geeignet zu sein scheint, Alles, was wir hier beobachtet zu haben glauben, wieder mit Mißtrauen ansehen zu lassen: die betreffenden Anreicherungen sind überhaupt viel zu bedeutend, als daß man den Diabas, selbst wenn er zersetzt wäre — und das ist er, wie gesagt, oft nicht einmal — allein dafür in Anspruch zu nehmen vermöchte.

Die Erklärung für all Dieses ist dennoch eine sehr einfache. Zunächst stellen wir uns wieder einmal die halurgometamorphe Zone über den Harz hin vor, in ihrer interpermischen Horizontalität, unter Zurückbiegung der postpermischen Aufwölbung — oder des postpermischen randlichen Absinkens, was auf dasselbe herauskommt — wodurch die heutige Oberfläche des Harzes also als eine unter jener liegende konkave Fläche erscheinen wird, die nur in ihrem noch heute von der Zechsteinformation unmittelbar bedeckten Rande mit jener genau zusammenfällt, nach der Mitte zu jedoch immer tiefer und tiefer niedergeht. Jetzt fassen wir die heutigen Schichten- und Gangprofile ins Auge, jedoch in ihrer damaligen, oben also durch eine nach unten eingebogene Linie begrenzten Gestalt, und konstruieren alle uns bekannten Schichten und Gangspalten über diese, der heutigen Oberfläche entsprechende Bogenlinie hinaus bis in die interpermische, mehr oder weniger horizontale Fläche der halurgometamorphen Zone hinein. Da werden wir nun finden, daß nicht wenige der heute abseits von den Gängen befindlichen Diabaslager, oder genauer: Lagerzüge, in der Höhe des interpermischen Salzlaugenbereiches teils ganz nahe an den Gangspalten sind, teils sogar sich mit letzteren treffen, also von letzteren durchsetzt werden, denn die Streich- und Fallrichtungen der Gangspalten sind im allgemeinen andere als die Fallrichtungen der Diabaslagerzüge. Nun: eben die damals dort oben in den Laugen befindlichen Diabaslager wurden zersetzt und verloren ihren Metallgehalt an die Laugen, in die Spalten hinein, und keineswegs die damals tief unten dicht und sicher von den Schiefergesteinen eingeschlossenen Lagerzugteile, die heute zu Tage ausgehen. Letztere sind uns also gewissermaßen nur ein Anzeichen dafür, daß es in ihrer Gegend, aber viel weiter oben, ehemals noch anderen Diabas gab, der allerdings zersetzt wurde.

An diesen Stellen nun, wo die Laugen so eine Extrazufuhr

von Metallen aus dem Diabas erhielten, mußte auch zuerst die Wiederausscheidung erfolgen, d. h. früher als an anderen Stellen, wo die Laugen nicht so viel Metalle enthielten. Hierdurch waren aber zugleich Attraktionszentra für das Weiterkristallisieren geschaffen, sodaß die Ausscheidung der von außerhalb zugeführten Metalle gerade hier erfolgte, weit über das Wenige hinaus, welches der Diabas geliefert hatte. — Auf die mit diesen Verhältnissen z. T. eng zusammenhängenden Erscheinungen der Nesterbildung, der Erzfülle und dergleichen Einzelheiten einzugehen, haben wie hier keine Veranlassung.

Vom halurgometamorphen Diabase habe ich schon früher von der südhärzer Randzone her dasjenige, was von allgemeinerem Interesse war, mitgeteilt. In Verbindung mit dem vorliegenden Thema verdienen noch ein paar Einzelheiten aus einer anderen Gegend eine eingehendere Besprechung. — Ich habe a. a. O. bereits darauf hingewiesen, daß mancher Diabas leicht und daher vollständig, anderer offenbar weniger leicht durch die Salzlauge zersetzt wurde. Das wird oft an einer größeren oder geringeren Durchtränkbarkeit oder Porosität als Folge eines Fehlens oder Vorhandenseins feinsten Absonderungsspältchen zwischen und in den einzelnen Mineralpartikeln gelegen haben, denn chemisch sind sich alle die betreffenden Gesteine ziemlich ähnlich, aber auch an stratigraphischen Verhältnissen, wie sogleich gezeigt werden soll. Hierdurch kamen recht eigenartige Erscheinungen zur Ausbildung; natürlich wiederum nicht ohne ein gleichzeitiges Ineinandergreifen mit anderen gegebenen Vorbedingungen. Wir sehen nämlich, daß sich die Salzlauge lokal in einzelne Diabaslager förmlich hinuntergefressen haben — selbstredend unter Metamorphosierung derselben — und daß sie nun von dort aus auch die umgebenden Gesteine metamorphosierten, die ihnen direkt gewiß nicht zugänglich gewesen wären; also wesentlich dasselbe, was sie anderwärts, z. B. bei Stolberg, von vorhandenen Spalten aus taten, verrichteten sie hier von einem gelockerten Gesteine aus.

Ein in mehrfacher Hinsicht lehrreiches Beispiel hierfür ist das Roteisensteinrevier von Tilkerode auf dem Osthärze. Es wird gebildet durch einzelne, in der bereits angedeuteten Weise in Roteisenstein umgewandelte Lager der körnigen Varietät des härzer Diabases, die hier hinter der eigentlichen metamorphischen Randzone, gebirgseinwärts, liegen, etwa so, wie die metamorphischen Gangreviere bei Stolberg hinter der Randzone dort. Man hat für diese Lager geltend gemacht, daß ihr Roteisenstein aus dem Diabase selber entstanden sei,<sup>1)</sup> aus dem Chlorite und

<sup>1)</sup> Erläuterungen zu Bl. Pausfelde, S. 56.

dem Titaneisen desselben; doch, glaube ich, lehrt schon ein Blick auf das Haldenmaterial, mehr noch die Überlegung, wie große Eisensteinmengen lange Jahre hindurch hier gewonnen wurden, daß jene Ansicht schon aus Quantitätsbedenken nicht zu halten ist: jene Eisenoxydmassen müssen von außerhalb zugeführt sein und entstammen nicht dem Diabas — von nahezu verschwindenden Anteilen allenfalls abgesehen — ebenso wie anderwärts auf dem Harze der Spateisenstein von außerhalb kam und nicht seinem Nebengesteine entstammt. Und weiter, sind sie nicht durch Zersetzung schlechthin, d. h. durch Verwitterung unter Beihilfe von Süßwasser entstanden, sondern ihre Qualität als wasserfreies Eisenoxyd — vom dichten Roteisenstein und vom feinsten Eisenmulm bis zum prächtigen Eisenglanz kommt hier Alles vor — beweist, wie ich stets hervorheben will, daß konzentrierte Salzlauge das Medium der Erzbildung waren. — Die zugehörigen halurgometamorphen Schiefergesteine übrigens, genau das gleiche Gestein, welches wir früher in der Stolberger Gegend kennen lernten, findet sich in allen Halden, aber auch zu Tage anstehend, wo die Ackerbodendecke fehlt, z. B. im Wiebecktale, nördlich von Tilkerode.

So weit bieten diese Eisensteinlager, uns wenigstens, eigentlich nichts Besonderes. Aber sie zeigen den Diabas auch noch als Erzbringer, und aus diesem Grunde interessieren sie uns hier noch speziell. — Es ist bekannt, daß einzelne dieser in Roteisenstein umgewandelten und von Eisenglanz etc. durchtrümmerten Diabaslager — keineswegs sämtliche — gewisse Selenerze, z. T. auch Gold<sup>1)</sup> und Palladium führen. Ersterer zählen bereits zu den Seltenheiten am Harze, während die beiden letztgenannten Mineralien wohl einzig nur bei Tilkerode in sichtbaren Ausscheidungen vorkommen. Umgewandelte Diabase dagegen, auch andere durch Halurgometamorphose mehr oder weniger in Roteisenstein umgewandelte Gesteine, Kalk z. B., gibt es in großer Menge. Hieraus folgt, daß jene Mineralien nicht von außerhalb gekommen sind, denn sonst müßten sie in den halurgometamorphen Gebieten, wenn auch nicht gerade überall, so doch weit häufiger vorkommen. Sie sind also aus den betreffenden

<sup>1)</sup> Daß auch Gold in den Laugen bei der Halurgometamorphose der Gesteine gelöst werden mußte, in einer Flüssigkeit also, welche z. T. sehr viel Eisenchlorid enthielt, außerdem Mangan in Verbindungen, welche so oft die Abscheidung dieses Elementes in Form von Superoxyden erfolgen ließen, wird kaum befremden. — Es mag hier gleich vorweg bemerkt werden, daß Gold im Erzlager des Rammelsberges, dessen Entstehung weiter unten ausführlich besprochen werden soll, ebenfalls enthalten ist.

Diabasen extrahiert und repräsentieren die Reduktion, die wiederum Platz griff, als die Oxydationsperiode vorüber war. Für diesen Sachverhalt spricht zunächst, daß es sich hier nur um relativ unbedeutende Mineralmengen handelt, die also sehr wohl dem Diabas aufgerechnet werden können; ferner, daß sie jünger sind als die Eisensteinbildungen; und im Weiteren wird das überhaupt durch die Ortsverhältnisse sehr wahrscheinlich, insofern nämlich, als diese tief hinunter zersetzten Diabaslager gewissermaßen abflußlose Zisternen bildeten, angefüllt natürlich mit Zersetzungsrückständen zunächst und darauf mit den immer aufs neue zugeführten anderen Mineralien; Zisternen oder unten geschlossene Röhren, in denen der Flüssigkeitsaustausch mangelhaft genug sein mochte, um authigene Laugenbestandteile zum Dortbleiben zu zwingen.

Und noch etwas Wichtiges zeigt sich dort. Unmittelbar hinter der Nordostecke des Dorfes unweit der Eisensteingruben ist ein Diabaslager aufgeschlossen, welches zwar sehr stark zersetzt ist, wie schon sein Name und seine Verwendung als „Kiesgrube“ verrät, aber vollständig frei zu sein scheint selbst von der geringsten Spur einer Roteisenstein- oder dergleichen Bildung. Diese Tatsache lehrt zunächst einmal, daß eine Zersetzung des Diabases durchaus noch keine Roteisensteinbildung ist, auch bei Tilkerode nicht, daß vielmehr beide zwei gänzlich verschiedene Vorgänge sind, von denen der erstere auch auf anderen Prozessen beruhen kann, die mit Eisensteinbildungen nichts zu tun haben. Weiter ist es nun bemerkenswert, daß dieser eisensteinfrei zersetzte Diabas genau dieselbe, eigentümlich schmutzig schwefelgelbe Masse darstellt, die auf den unfernen Eisensteinhalden ebenfalls vorkommt, dort aber von Roteisenstein durchtrüert ist. Nun sieht man aber außerdem, daß in den betreffenden Stücken die Roteisensteinrümchen, wenn auch mitunter wie Besenreis zerschlagen und zerfasert, diesen so mürben Diabas dennoch mit scharfen Grenzlinien durchsetzen und keineswegs in den gegebenen Fällen, wie man es doch eigentlich erwarten sollte, die ganze Masse imprägnieren. Hieraus folgt, daß diese Diabaszersetzung jünger ist als die Roteisensteinausscheidung. Wahrscheinlich ist sie der atmosphärischen Verwitterung zu danken, die den eisensteinführenden Diabas natürlich ebensowenig verschonen konnte, wie den eisensteinfreien. Daß der Verwitterung auch in dem Eisensteinreviere ebenfalls noch Arbeit zu leisten geblieben, das lehren jene Fundstücke, die dunkelgrünen, festen und frisch aussehenden Diabas ebenfalls von Roteisenstein durchtrüert zeigen. — Der Umstand dagegen, daß ein Diabaslager ganz in der Nähe der metamorphosierten der Metamorphose

entgehen konnte, erklärt sich unschwer daraus, daß diese Lager von relativ geringer Ausdehnung sind. Auf diese Art gab es auch hier einzelne, die zu permischen Zeiten nicht bis in die Zersetzungsregion der Laugen hinaufzogen und infolgedessen also damals verschont blieben: genau so, wie ungezählte andere noch weit tiefer unten liegen und so vor der heutigen Verwitterung geschützt sind.

Es sei übrigens bemerkt, daß sich wesentlich die gleichen Verhältnisse, selbst die Selenerze, bei Zorge wiederfinden, mit dem Unterschiede jedoch, daß bei Zorge der dichte Diabas, ein jüngeres Gestein, umgewandelt ist, während bei Tilkerode, wie schon gesagt, der körnige Diabas der interpermischen Halurgometamorphose anheimfiel. — Die Zorger Eisensteinvorkommnisse eröffnen nun wieder eine ganz eigenartige Perspektive gerade durch ihr geologisches Substrat, eben den dichten Diabas. Hatten wir es bei Tilkerode mit einzelnen, relativ kleinen Diabaseinlagerungen zu tun, so haben wir in Zorge die lokale Metamorphose eines im Übrigen über Meilen hin ausgedehnten, mächtigen Lagers vor uns. Dieses Lager befindet sich bei Zorge im Westflügel der Stieger Mulde oder harzer Südmulde, deren hangendere Gesteine, Kieselschiefer und Kulmgrauwacke, es unterteuft, um östlich, in der Gegend von Stolberg, in einer Entfernung von 20 km etwa, wieder zutage zu treten; im Ostflügel der Mulde also. Nun besteht die Sonderbarkeit, daß das Diabaslager, so reich es auch bei Zorge an Eisenstein sein mag, hier im Osten bei Stolberg nur recht arm zu nennen ist; eine Tatsache, die Anfang der siebziger Jahre das zwar unerwünschte, aber zweifellos sichergestellte Ergebnis zahlreicher und z. T. recht kostspieliger Versuchsarbeiten war. Dabei fehlt aber der Rot-eisenstein durchaus nicht gänzlich, wodurch doch bewiesen wird, daß der metamorphische Prozeß an sich hier ebenso vor sich ging, wie bei Zorge; der Diabas ist auch oft genug stark calcitisch: an der Fähigkeit, Eisenoxylösungen zu zersetzen, hätte es ihm also keineswegs gefehlt. Ebenso streicht das Lager quer durch die ganze Randzone, also auch in dieser Weise wären die Bedingungen für die Eisensteinbildung die denkbar besten gewesen. Aber all dieses half nichts; daher beweist es, daß es hierauf nicht allein ankam, wenn Eisenstein entstehen sollte.

Ich habe schon früher ausgeführt, daß die metamorphosierenden Laugen stellenweis ziemlich arm an Eisenoxysalzen, in der Hauptsache also nach Lage der Umstände arm an Eisenchlorid, gewesen sein müssen, sonst hätten ihnen gewisse Kalklager sicherlich nicht so unverwandelt entkommen können, wie es in Wirklichkeit geschehen ist. An Salzsümpfen, in denen ja die

Zirkulation immerhin eine beschränkte ist, brauchen solche Differenzen an sich nicht zu überraschen. Wir können uns auch vorstellen, daß speziell bei Uftrungen, wo die teils weißen, teils nur wenig geröteten Kalklager sind, auch der oben erwähnte, nicht vom Rotliegenden überdeckte, die beiden südharzer Rotliegendenfazies trennende Sattel ist, und gerade auf einem solchen die Zuführung von Material, welches vorzugsweis aus dem Rotliegenden stammt, naturgemäß knapp sein mußte. Möglich ist es also gewiß, daß wir hierin schon die Ursache zu erblicken haben. Wir dürfen aber mit nicht weniger Recht unsere Frage auch anders formulieren: Weshalb ist grade bei Zorge so außergewöhnlich viel Eisenstein? Woher stammt dieses Eisen? Ist etwas in der Nähe vorhanden, was das Eisen geliefert haben könnte? — Das ist es nun allerdings. Unweit von den Eisensteinlagerstätten liegt das südharzer Kohlenflöz — zu permischen Zeiten mag es wohl noch näher herangereicht haben —, und da, wie wir wissen, Oberkarbon und Rotliegendes überall am Harze höchst energisch halurgometamorph zersetzt sind, ist es ziemlich wahrscheinlich, daß sich die interpermischen Laugen an den Spärosideriteinlagerungen dieses Flözes derartig mit Eisen beladen, daß sie lokal und einigermaßen in der Nähe zu jenen außergewöhnlichen Leistungen befähigt waren. — Durch die Verhältnisse bei Tilkerode wird diese Erklärung noch wahrscheinlicher. Tilkerode liegt zwischen den beiden osthärzer Vorkommnissen von produktivem Oberkarbon, dem Wippraer und dem Ballenstedter, beinahe in der Mitte. Eins von beiden könnte zu permischen Zeiten recht wohl sein Ausgehendes in der Gegend von Tilkerode gehabt und daher ebenso funktioniert haben, wie möglichen Falles das südharzer bei Zorge.

Bis hierher haben wir uns in der Hauptsache über den Ursprung und die Heranführung der harzer Gangmineralien klarzuwerden versucht. Nunmehr wird es sich darum handeln, zu erfahren, aus welchen Ursachen die gelöstgewesenen Mineralien wieder in den festen Aggregatzustand zurückkehrten. — Wir werden uns vorzugsweis mit jenen Mineralien beschäftigen, die ihre Wiederverkörperung chemischen Vorgängen zu verdanken scheinen, und letzteren unser besonderes Augenmerk zuwenden, denn hierbei werden wir die klaren, einfachen Ergebnisse der chemischen Erfahrung zur Seite haben, während wir auf eine Untersuchung sogenannter „gewöhnlicher“ Kristallisations- und Rekristallisationsvorgänge nach Möglichkeit nicht eingehen werden, denn von den Sättigungsverhältnissen gemischter Mineralsolutionen besitzen wir schwerlich genügende Erfahrungen, um von ihnen die Aufhellung des auf diesem Gebiete lagernden Dunkels anders,

als in Ausnahmefällen erhoffen zu dürfen.

Welcher Art war zunächst der Prozeß selber, durch welchen Kupferkies, Schwefelkies, Zinkblende u. s. w., also vor allem die geschwefelten Erze, ihrer chemischen Substanz nach, erzeugt wurden?

Im Verlaufe unserer Untersuchungen hatten wir sehr oft schon Gelegenheit, von einer Oxydationstätigkeit der Salzlaugen zu sprechen als von jener Arbeitsleistung, durch welche die Metalle in Lösung gebracht wurden, und oft genug auch war die Rede von einer Reduktion, besser: Desoxydation, als von Demjenigen, durch welches die Wiederausscheidung des Gelösten bewirkt sein mußte. Die Berechtigung zu dieser Auffassung leitete sich einestheils her, einmal aus der chemischen Qualität der betreffenden Mineralien selber, z. B. des kohlensauren Eisenoxyduls gewisser Erzgänge im Gegensatze zum Eisenoxyde oder Eisenglanze der halurgometamorphischen Gebiete; sodann aus der Beschaffenheit der bezüglichen Nebengesteine, z. B. der normal kohlenstoffhaltigen Gesteine der Erzdistrikte im Gegensatze zu den entkohlten Gesteinen der Umwandlungsregionen. Nun sehen wir die geschwefelten Erze ganz vorwiegend neben dem Spateisenstein in den kohlehaltigen Gesteinen; neben dem Eisenglanze in den entkohlten Gesteinen dagegen vermissen wir sie, besonders fühlbar zumal dort, wo sie sonst eigentlich hätten sein müssen, falls sie nicht direkt wegoxydiert wären, z. B. in den Diabasen, wie ich a. a. O. bereits hervorgehoben habe. Folglich dürfen wir annehmen, daß es ein Desoxydationsprozeß war, durch den die geschwefelten Erze gebildet wurden, ein Prozeß also, dessen Wesenheit das Entziehen, die Wegnahme von Sauerstoff ist — selbstverständlich durch etwas anderes, welches eine stärkere chemische Affinität zum Sauerstoffe hat als die Komponenten der zudesoxydierenden Verbindungen.

Diese gewiß sehr einfache Überlegung zwingt uns zur völligen Verzichtleistung auf eine recht beliebte Erzbildungshypothese, befreit uns aber zugleich aus einem wahren Labyrinth chemischer Unbegreiflichkeiten und geologischer Unwahrscheinlichkeiten: die Erze der hier in Rede stehenden harzer Gangdistrikte, von Clausthal wie Harzgerode und aller geologisch gleichwertigen, sind keine Schwefelwasserstoffniederschläge.

Wenn wir jetzt Schwefelkies und Zinkblende in den Gängen sehen, brauchen wir uns also nicht mehr zu fragen, wann und wodurch deren Metalle wohl die Fähigkeit verloren haben mögen, durch Schwefelwasserstoff fällbar zu sein, das Eisen obenein auch noch als Bisulfid, als ob mit dem  $FeS$  der chemische Nonsens nicht schon groß genug wäre!; werden uns angesichts von Kupferkiesmassen nicht mehr zu wundern nötig haben, wie zwei Metalle

von heute so verschiedenem chemischen Charakter, wie Eisen und Kupfer, in der geologischen Vergangenheit durch Schwefelwasserstoff beide zu gleicher Zeit ausgefällt werden konnten; haben nicht nötig, uns nach dem Verbleib der durch den Schwefelwasserstoff freigewordenen Säuren und deren Wirkungen vergeblich umzusehen; sind der nicht geringen Mühe überhoben, den ganzen Harz beinahe als eine einzige große Solfatare ansehen zu müssen, und das natürlich genau für jene Zeit, zu welcher die doch gewissermaßen zufällig vorhandenen Metallsolutionen — einerlei, woher sie kamen — solche seltene Ausnahmerecheinung als wahren deus ex machina unentbehrlich werden ließen; und dergleichen wunderbare Dinge mehr.

Ebensowenig können für uns elektrische Vorgänge in Frage kommen; denn trotz aller Erdströme: die galvanische Zerlegung ist keine Desoxydation, sondern die Metallsalze zerfallen unter Einwirkung elektrischer Ströme ausnahmslos nach ihren Ionen. Schwefelmetalle entstehen auf solche Art nie; nur die gediegenen Metalle selber würden resultieren. Um letztere handelt es sich aber im Harze durchaus nicht, außer als mineralogische Seltenheiten.

Was ließ nun aber die Erze entstehen? Die Antwort auf diese Frage ist ungemein einfach und an der Hand der chemischen Erfahrung in aller Bestimmtheit zu erteilen: Die Metallsalze der Laugen wurden durch dasjenige desoxydiert, was diese selben Metallsalze der Laugen oxydierten.

Es liegt eben im Wesen dieser Vorgänge, daß sie nie einseitig verlaufen, sondern gewissermaßen aus Pol und Gegenpol bestehen; daß also keine Sauerstoffentziehung stattfindet, ohne daß gleichzeitig und im genau äquivalenten Verhältnisse eine Oxydation verläuft, nämlich am sog. Reduktionsmittel. So ist es also tatsächlich meistens nur Sache unseres subjektiven Entschließens, ob wir einen hierhergehörigen Vorgang von der einen oder anderen Seite betrachten und infolge dessen von Oxydation oder Desoxydation reden wollen.

Das Reduktionsmittel der harzer Metalllaugen waren die ehemaligen Kohlesubstanzen jener Gesteine, denen wir im Verlaufe unserer Untersuchungen als den „oxydierten, entkohlten, mit wasserfreiem Eisenoxyd imprägnierten“ u. s. w. also kurz: als den halurgometamorphen Gesteinen so oft schon begegnet sind; die heute allerdings unbedeutend und irrelevant erscheinen können, wo sie durch die Erosion aus den zentralharzischen Erzregionen bis auf Reste beseitigt sind; die früher jedoch eine weit größere Ausdehnung über den Harz hin gehabt haben müssen, wie oben schon geltend gemacht wurde. Hier wurden die Laugen, die wir

oben, im Rotliegenden besonders, sich mit Metallsalzen beladen sahen, unter Oxydation der betreffenden Gesteine, wie gesagt, so weit desoxydiert, daß sie, in die Gangspalten hinuntergesunken, die Schwefelmetalle und ebenso den Spateisenstein u. s. w. kristallisieren ließen. — Man wird gut tun, sich diesen Vorgang nicht allzu schematisch vorzustellen. Wir werden berücksichtigen müssen, daß wir uns hier im Bereiche der Kohlenstoffchemie bewegen, wo Reaktionen „geradeauf“, um nicht mehr zu sagen: große Seltenheiten sind; werden überlegen, daß die Kohlesubstanz schwerlich sofort in Kohlensäure übergegangen sein, sondern erfahrungsgemäß erst allerlei intermediäre Verbindungen gebildet haben wird, die möglicherweise noch weit stärker sauerstoffentziehend wirken mochten als ihre Stammsubstanz — man erinnere sich z. B. der Tatsache, daß Alkohol durch Chromsäure zunächst erst zu Aldehyd oxydiert wird, so sonderbar es erscheinen mag, daß letztere beiden auch nur für einen Moment nebeneinander existieren können — sodaß also dieser ganze Vorgang durchaus nicht das Ansehen eines Fällungsverfahrens darbietet, sondern äußerst allmählich, lange Zeiträume hindurch und in großer Gleichmäßigkeit verlaufen sein dürfte. Auf diese Art erklären sich zugleich die oft ausgezeichnet schönen Kristallisationen, wie sie in den z. T. äußerst grobspätigen Aggregaten oder in prächtigen, großen Einzelkristallen vorliegen, obgleich auch feinkörnige Aggregate nicht fehlen.

Unmittelbar neben den Erzen nach entkohlten Gesteinen zu suchen, wie es wohl oft genug geschehen, ist selbstverständlich ein durchaus verfehltes Unternehmen. Dicke Überkleidungen von Quarz u. s. w., wie sie gerade im Harze so oft als erste Ausscheidung in den Gängen angetroffen werden, sind an sich schon das denkbar ungeeignetste Medium zur Übertragung von Kräften, die, wie die chemischen, ausschließlich von Molekül zu Molekül wirken, also die unmittelbare Berührung der Agentien zur unerläßlichen Voraussetzung haben. Sodann darf man sich wohl überzeugt halten, daß gerade dort, wo oxydierende Agentien den Kohlenstoff der Gesteine beseitigen, nicht zu gleicher Zeit Spateisenstein, Schwefelkies u. s. w. existenzfähig sein können, resp. daß dort, wo letztere vorkommen, die Gegend nicht sein kann, in welcher das Kohlepigment wegoxydiert wurde.

Oberflächlich betrachtet, sieht ein solcher Werde-Modus von Mineralien allerdings höchst befremdlich aus: daß chemische Verbindungen wie die Schwermetallsulfide, die als solche für vollkommen unlöslich zu halten wir allen Grund haben, nicht unmittelbar dort ausgeschieden wurden, wo die sie ins Dasein rufende Reaktion scheinbar verlief, daß es also eine Fällung auf Stundung sozusagen

geben soll, läßt sich tatsächlich nicht begreifen. Indessen, diese Schwierigkeiten resultieren nur aus einer unrichtigen, allzu schematischen Auffassung des Vorganges. Es waren eben Kohlenstoffverbindungen, welche die Reduktion der Salze zu Schwefelmetallen durchführten. Diese besitzen die sonderbare, übrigens sehr bekannte und nur zu oft unlieb empfundene Eigentümlichkeit, bei chemischen Reaktionen in der Regel — Ausnahmen machen nur die allerniedrigst konstituierten, und auch die noch nicht einmal immer — weder schnell, noch geradeauf zu zerfallen resp. sich in dieser Weise mit anderen chemischen Verbindungen einzusetzen, sondern nur langsam, höchst langsam oft genug, tun sie das und unter Erzeugung einer mitunter kaum übersehbaren Reihe von intermediären, homologen, polymeren und dergl. Nebenprodukten; Nebenprodukte, die noch obenein als Hauptprodukte angesehen werden müßten, falls die Prozentzahlen der Ausbeuteberechnung das allein Maßgebende für den Chemiker wären. — Dieses sozusagen Gleitende in der Wirkungsweise der Kohlenstoffverbindungen bringt es nun zustande, daß Reduktionsprozesse speziell unter Anwendung dieser Körpergruppe bis zu einem Grade durchgeführt werden können, daß schließlich eine ganz gewöhnliche Massenanziehung dasjenige wird, was gewissermaßen die Wage der chemischen Gleichgewichtszustände nach der anderen Seite überschlagen macht, daß eine Massenanziehung hinreicht, um zuletzt die Enderscheinung: das Auftreten des Reduktionsproduktes in fester, körperlicher Gestalt, herbeizuführen auf den die Anziehung ausübenden Flächen oder Gegenständen, und nicht etwa als Niederschlag aus der ganzen Flüssigkeitsmasse heraus, wie man es eigentlich erwarten sollte. Ein wohlbekanntes Beispiel ist die Reduktion der Edelmetalle aus ihren Lösungen durch Milchzucker und andere Zuckerarten, Zimmtöl, Essigsäurealdehyd, Weinsäure u. s. w., durch welche sie zum großen Teile auf die Gefäßwände oder auf eingehängte Gegenstände niedergeschlagen werden und hier mit ihren vollkommen kohärenten, festhaftenden Überzügen, z. B. brauchbare Spiegel erzeugen, während anorganische Reduktionsmittel in der Hauptsache nichts zu bilden vermögen, wie amorphe oder feinkristallinische Niederschläge in Schlammform. Die Ursache dieser Verschiedenartigkeit liegt also wie gesagt — dieses muß festgehalten werden — ausschließlich im Reduktionsmittel, und das schließliche Sichauscheiden des Reduktionsproduktes ist nicht als Fernwirkung des anderwärts vorhandenen Reduktionsmittels zu denken, sondern es kommt dadurch zustande, daß sich auch die Kohlenstoffverbindungen in der Lösung befinden, event. haben sich lösliche aus unlöslichen erst im Verlaufe des Reduktionsprozesses — also ihrerseits durch

Oxydation — gebildet, wo sie, in fortdauernder Zersetzung begriffen, die Reduktion schließlich in der oben gekennzeichneten Weise zu Ende führen.

Erst hierdurch dürfte es einigermaßen begreiflich werden, daß Mineralien wie Kupferkies, Bournonit u. dergl. zu entstehen vermochten, Verbindungen in festen stöchiometrischen Verhältnissen, deren Komponenten derartig verschiedenen Elementengruppen angehören, daß sie sich nicht zusammengefunden haben würden, falls etwa ihre Fällbarkeit durch Schwefelwasserstoff oder ihre Löslichkeit, in Alkalien oder Schwefelalkalien z. B., hierbei in Frage gekommen wäre; und es gelingt wohl auch, sich in der Vergegenwärtigung jenes Desoxydierens durch gelöste, beständig im Zerfall begriffene Kohlenstoffverbindungen eine Vorstellung davon zu machen, wie die betreffenden Mineralien überhaupt kristallisieren konnten, statt einen alles Unlöslichgewordene umfassenden Schwefelmetallschlamm zu bilden; und wie sieh sogar noch so subtile Attraktionsdifferenzen zur Geltung zu bringen vermochten, wie z. B. bei Neudorf, wo die enteckten und entkanteten Bleiglanzoktaeder nur auf den Würfflächen mit Schwefelkies überdrust, sonst jedoch vollkommen rein und blank sind.

Daß das harzer Erz durch Petroleum gebildet sein könnte, ist nicht besonders wahrscheinlich. Die versteinungsreichen Devonkalke, die Petroleum allenfalls hätten liefern können, sind, mit Ausnahme des Iberges bei Grund, gerade dort nicht, wo man sie zu solchem Zwecke gebrauchen könnte; und gerade dort, wo sie ihre Hauptverbreitung haben, sind wieder die Metallsulfide knapp. Die geringen Mengen Bergpech aber, die sich auf dem Oberharze, recht zerstreut obenein, finden, können sehr wohl gerade durch die Zersetzung der Kohlenstoffverbindungen der Gesteine, also durch den Erzausscheidungsprozeß selber, erst entstanden sein.<sup>1)</sup> Natürlicherweise können sie aber auch nachträglich noch, von der Zeelsteinformation an und beliebig später, dorthin infiltriert sein, wo wir sie jetzt finden. Doch

<sup>1)</sup> Solche Wasserstoffadditionen können, außer durch Wasserstoff in statu nascendi, wie beim Auflösen von Eisen in Säuren, wo aus dem Kohlenstoffe oder den Supercarbureten des Eisens bekanntlich nicht selten geradezu Öltropfen entstehen, auch durch Eisenoxydul bewirkt werden, natürlich ebenfalls unter Mitwirkung von Wasser. — Übrigens darf man wohl voraussetzen, daß das Kohlepigment der Gesteine keine einheitliche chemische Verbindung, sondern eine Mehrzahl von solchen ist, von denen sich die einen so, die anderen anders verhalten werden, wenn sie in Aktion treten, daher auch aus diesem Grunde Produkte entstehen können, deren Bildung nicht aus einer beliebigen Hauptformel abgelesen werden kann.

letzteres ist das Unwahrscheinlichere; denn gerade dort, wo sie eigentlich den betreffenden jüngeren Formationen am nächsten wären, wo sie also in allererster Linie gesucht werden müßten, in den „Randbezirken“ des Harzes, scheinen sie nirgends vorzukommen. Ebenso scheinen sie auf dem Ostharze zu fehlen — wenigstens so weit meine eigenen Beobachtungen und Erkundigungen reichen.

Wie ist nun die Erzbildung vor sich gegangen? Welches war der chemische Prozeß selber? Zur Beantwortung dieser Frage steht eine Fülle größtenteils wohlbekannter Tatsachen zur Verfügung.

Zunächst halten wir fest, daß die Schwermetalle in den Salzlaugen vorzugsweis als Chloride vorhanden gewesen sein müssen; denn da die Chloride von Natrium, Kalium, Magnesium, Calcium die Hauptkomponenten der bei der Eindampfung und der teilweisen Kristallisation der Meeressalze übrigbleibenden Salzlaugen sind, so müssen diese als Salze starker Basen mit den bei der Halurgometamorphose der Gesteine aus deren Schwefelmetallen entstehenden schwefelsauren Oxyden der Schwermetalle (den Vitriolen) sofort eine Umsetzung vollziehen, nämlich die Schwefelsäure als stärkere Säure hinnehmen und den Schwermetalloxyden, als den schwächeren Basen, dafür die Salzsäure überlassen. Diese so entstandenen Schwermetallchloride wären nun eigentlich der Reduktion entrückt gewesen; denn abgesehen von der Möglichkeit, gewisse Chloride zu Chlorüren und wieder andere unter außergewöhnlichen Bedingungen zu regulinischen Metallen zu reduzieren, wäre an ihnen eigentlich nichts zu verändern gewesen; eigentlich; nämlich, wenn die erwähnten schwefelsauren Alkalien und Erdalkalien nicht dagewesen wären. Da diese aber vorhanden waren, so verlief der Prozeß nun so, daß diese schwefelsauren Alkalien und Erdalkalien desoxydiert wurden, wahrscheinlich zu Sulfhydraten (Hydrosulfiden), da Wasser zugegen war, worauf sich letztere mit den Schwermetallchloriden zu Schwefelmetallen (den geschwefelten Erzen), Alkali- und Erdalkalimetallchloriden und Wasser umsetzten. Selbstverständlich verlief dieser Prozeß in dem Salzlaugengemische als Doppelzersetzung ganz einheitlich; nur der Übersichtlichkeit wegen haben wir ihn mit dem „worauf“ auseinandergenommen. — Aber nur auf diese Art, die einzige, die keine freien Säuren entstehen läßt außer Kohlensäure oder außer etwaigen anderen sauren Kohlenstoffverbindungen, welche die Schwermetallsulfide nicht zersetzen, konnten auch jene Metallsalze zu Sulfiden werden, die, wie z. B. die Zink- und Eisensalze, der Einwirkung von Schwefelwasserstoff nicht zugänglich gewesen wären.

Wengleich im großen Ganzen gegen Vorstehendes kaum etwas einzuwenden sein dürfte, so läßt eine eingehendere Meditation doch noch einige Einzelheiten erkennbar werden, welche eine etwas solidere Fundamentierung recht gut gebrauchen können. — Zunächst die Hauptfrage: war jene Reaktion in konzentrierten Salzlaugen überhaupt möglich?

Was man in verdünnteren Lösungen: im Mcere, in Abzugskanälen u. s. w. allerdings oft genug beobachtet hat, braucht darum noch keineswegs auch in konzentrierten möglich zu sein; sehen wir doch die Schwefelmetallbildung dort überall so eng mit gewissen Lebensprozessen, den Fäulniserscheinungen vereinigt, daß man nur zu leicht auf die Vermutung kommen könnte, sie sei überhaupt nur eine Funktion solcher Lebensvorgänge, in konzentrierten Salzlaugen daher, deren Giftigkeit wegen, von vornherein unmöglich; womit dann zugleich unsere ganze Erzbildungstheorie in der Luft schweben würde. — Wir besitzen indessen direkte Beweise dafür, daß die Reduktion von Metallsalzen zu Schwefelmetallen auch in den allerkonzentriertesten Salzlösungen noch möglich ist, also auch ohne Mithilfe von Lebensvorgängen zustande zu kommen vermag. Diese Beweise sind jene, wie es scheint, nicht gerade seltenen Fälle, in denen Schwefelmetalle, z. B. Schwefelkies und Kupferkies, auf Salzlagerstätten vorkommen.<sup>1)</sup> — Die oben gestellte Frage ist also in vollem Umfange zu bejahen.

Eine zweite Frage ist die nach der Reduzierbarkeit der schwefelsauren Alkalien und Erdalkalien. Zu ihrer Beantwortung liefert der Harz selber ein geeignetes Beispiel in einer hepatischen Soolquelle, einer Salzwasserquelle also, deren schwefelsaure Salze entweder im Quellenkanale oder auf ihrer ursprünglichen Lagerstätte einer Sauerstoffentziehung unterlegen haben müssen: die Soolquelle von Altenbrak im Bodetale<sup>2)</sup>. Dann haben wir uns der zahlreichen Schwefellager und Schwefelvorkommnisse, besonders jener im Gips nicht seltenen, zu erinnern, für welche keine andere Entstehungsweise, als eine aus wässriger Lösung von schwefelsauren Salzen, denkbar ist, vor allem jener höchst bezeichnenden Schwefelbildungen in Salzlager<sup>3)</sup>. Denn nicht allein schließen gerade diese jeden Gedanken an eine andere als eine rein neptunische Entstehung vollständig aus, sondern sie liefern uns auch noch außerdem den zwingenden Beweis, daß die

<sup>1)</sup> C. OCHSENIUS, Bildung der Steinsalzlager, Halle, 1877, S. 115, 120 u. f.; derselbe, Barrenwirkungen, Zeitschr. f. prkt. Geol. 1893, S. 226.

<sup>2)</sup> ZINCKEN, Der östliche Harz, S. 88 u. f.

<sup>3)</sup> C. OCHSENIUS, Bild. d. Steinsalzlager, S. 125; derselbe, Barrenwirkungen S. 223.

Reduktion der schwefelsauren Salze zu Hydrosulfiden (Sulfhydraten), die Vorstufe der Schwefelbildung, ebenfalls in höchst konzentrierten Salzlaugen vor sich gehen konnte, also ohne Mithilfe von Fäulnis- oder ähnlichen Prozessen, und sogar ohne Unterstützung durch eine prädisponierende chemische Verwandtschaft, wie sie bei der Entstehung von Schwermetallsulfiden mindestens nicht ausgeschlossen ist. Also auch diese Fragen erledigen sich im Sinne unserer Voraussetzungen.

Als wesentliche Umsetzungsprodukte im Erzbildungsprozesse haben uns sodann die zurückgebildeten salzsauren Alkalien und Erdalkalien zu interessieren, also sekundäres Chlornatrium, Chlorcalcium, Chlormagnesium etc. Der bloße Versuch eines Nachweises dieser, resp. des Nachweises ihrer sekundären Natur, wo sie vorkommen, was primär ja oft genug der Fall ist, wäre an sich ein gänzlich aussichtsloses Unternehmen. Aber hier kommt uns wieder der Harz selber zu Hilfe, indem er uns, dank der sonderbaren Eigentümlichkeit der Salzlaugen, Lösungsmittel zu sein auch für solche Salze, die man sonst in Lösung zu sehen nicht gewohnt ist, einen bündigen Beweis für das Vorhandensein solcher sekundären Chloride aufbewahrt hat. Dieser Beweis ist gegeben in der Soolquelle des Lautenthaler Erzdistriktes, die neben Chlornatrium, Chlorkalium, Chlormagnesium zugleich nicht unbeträchtliche Mengen von Chlorstrontium und Chlorbaryum führt<sup>1)</sup>. Das Vorkommen besonders der letztgenannten beiden Salze läßt wohl keine andere Erklärung zu, als daß diese regeneriert sind, und zwar durch den oben skizzierten Erzbildungsprozeß, den einzigen, in welchem Schwefelsäure, auf eine hier diskutierbare Weise wenigstens, selbst schwefelsaurem Strontian und Baryt entzogen und dauernd ferngehalten werden kann. — Ob jene Chloride im angezogenen Beispiele noch jetzt entstehen, oder, ehemals entstanden, irgendwo aufgespeichert wurden und nunmehr gewissermaßen im Absüßwasser ehemals versalzener Schichten den Lautenthaler Tiefbaustrecken wieder zuströmen, braucht hier nicht untersucht zu werden.

Die Sulfhydrate der Alkali- und Erdalkalimetalle werden durch Kohlensäure zersetzt. Letztere — das Endprodukt der Zersetzung der Kohlesubstanzen der Gesteine durch die hierbei

<sup>1)</sup> Reduktion des in den Laugen gelösten schwefelsauren Baryts zu Baryumhydrosulfid, Umsetzung des letzteren mit den Chloriden der Schwermetalle zu Kiesen, Glanzen, Blenden und Chlorbaryum; genau dasselbe außerdem bei etwa vorhandenen anderen schwefelsauren Alkalien oder Erdalkalien: das ist der wenig rätselvolle Weg, auf welchem Chlorbaryum und Soolen, wie die Lautenthaler, zu entstehen vermögen. Vergl. LATTERMANN, Die Lautenthaler Soolquelle und ihre Absätze. Jahrb. d. kgl. pr. geol. L.-A. f. 1888, S. 283.

reduziert werdenden Metallsalze — macht aus diesen Sulfhydraten Kalkspat, Braunspat, Strontianit, die sämtlich eine mehr oder weniger bedeutende Rolle zumal in den oberharzer Grubenbezirken spielen; aber auch kohlen-saures Natron u. s. w., welches in den Laugen gelöst blieb und seinerseits Metallsalze zersetzen konnte, wie z. B. Eisenoxydulsalze zu Spateisenstein, oder an der Zersetzung von Silikatgesteinen u. s. w. teilnehmen mochte. Der aus den Sulfhydraten entwickelte Schwefelwasserstoff wird, so weit es angängig war, Metallsalze, wie z. B. die Bleisalze, in Schwefelmetalle verwandelt haben, wobei natürlich wieder ein entsprechendes Quantum Säure aktionsfähig wurde, außerdem war er wohl das geeignetste Agens, aus welchem durch einfache Umsetzung entstehendes Einfach-Schwefeleisen den ihm noch fehlenden Schwefel beziehen mochte, um Schwefelkies bilden zu können. Für den hierbei freiwerdenden Wasserstoff dürfte in den betreffenden Eisensalzlösungen, da solche ja erfahrungsgemäß nur mit Mühe gänzlich oxydfrei zu erhalten sind, wohl immer Verwendung gewesen sein.

Das ist wenigstens eine Auswahl von chemischen Einzelreaktionen, vielleicht sind es auch die wichtigsten. Immerhin sind es gerade genug, um zu zeigen, wie trotz der Großzügigkeit der beiden Hauptvorgänge: oben, draußen Oxydation, Auflösung; unten, drinnen Desoxydation, Kristallisation, Sinternschlagen — infolge der zeitlichen und örtlichen Verschiedenartigkeit der Laugen, jener durch Auflösen und Wiederausscheiden in ihrer chemischen Beschaffenheit fortwährend sich ändernden Solution all der vielen, teils noch aus dem Meerwasser und aus der Atmosphäre, teils aus den zersetzten Gesteinen stammenden Elemente und Verbindungen, eine beträchtliche Kompliziertheit in den Einzelprozessen zustande kam. — An manchen Reaktionen wird man bemerken, daß sie einander entgegenwirken. Das mag auch oft genug stattgefunden haben, allemal so lange, wie die betr. Agentien unter einander im Gleichgewicht waren; nachher änderte sich das. An anderen wird man finden, daß sie geeignet sind, die Existenz der Produkte anderer Reaktionen in Frage zu stellen. Das ist dann genau das, was man in den harzer Erzgängen so oft zum Ausdruck kommen sieht, wo sonst prächtig kristallisierte Mineralien auch in allen Stadien der Korrosion vorkommen. Es sind das die wohlbekannten „angeätzten“, „zerhackten“ oder „zerfressenen“ Mineralien, die man durchaus nicht für Verwitterungsprodukte halten darf; z. B. Spateisenstein in seiner normalen blaß graubräunlichen Farbe, bis in die Oberfläche der Drusen hinein frisch und spätig, diese Oberfläche aber rauh, die sonst so scharfen und glänzenden

Kristallindividuen zu rundlichen Gestalten abgeätzt, sodaß so ein Stück von außen etwa aussieht, wie ein Teig aus Hafergrütze oder Roggenmalz. (Verwitterter Spateisenstein dagegen ist bekanntlich schon im ersten Stadium dunkel, bald darauf schwarz wie Hornblende und wird in verhältnismäßig wenigen Jahren schon zu Eisenoxydhydrat. Ein Abwaschen der Drusenoberflächen habe ich an solchem noch nicht beobachtet, dagegen habe ich oft genug vollkommen erhaltene Rhomboceder getroffen, die gänzlich zu Eisenoxydhydrat geworden waren. Die vielen Versuchsarbeiten an Eisenstein zu Anfang der siebziger Jahre lieferten derartige Dinge in großer Menge.) Unter Berücksichtigung all dieser Verhältnisse erscheint es selbstverständlich, daß von allgemein gültigen Mineralsukzessionen in den harzer Erzgängen keine Rede sein kann. Abgesehen von einem ältesten Quarze, der bei der Auskleidung der Gangspalten in der Regel den Anfang machte, sich aber ebenfalls in jüngeren Generationen wiederholt, kommen alle anderen Mineralien, Gangarten wie Erze, regellos übereinandergewachsen vor: eben die Folge der Veränderlichkeit der Laugen in ihrer Zusammensetzung der Zeit nach wie der Örtlichkeit nach, und der Veränderlichkeit ihrer Strömungsrichtung und -Geschwindigkeit. Erstere als Folge der in den Laugen vor sich gehenden chemischen Prozesse und der Lösungs- und Abscheidungsvorgänge; letztere z. T. aus gleichen Ursachen, dann aber auch als Folge der Verengung oder auch des vollkommenen Zuwachsens oder Ausfüllens der Gangräume durch die Kristallisationen und Niederschläge, event. auch durch Öffnung neuer Spalten oder Wiederaufreißen alter. Denn jene interpermische Laugenperiode dürfte genügend lange angehalten haben, daß sich während ihrer Dauer auch tektonische Veränderungen in unseren Ganggebieten vollziehen mochten. Auf die interessanten Gangformen und Gangkombinationen, die sich auf diese Weise herausbildeten, sei hier nur aufmerksam gemacht.

Aber mit dem Eintritt der Zechsteinperiode, d. h. mit dem Einbruch des Ozeans in das interpermische Laugenareal, kamen alle jene Vorgänge zum Abschluß.

Die Halurgometamorphose, die Zersetzung der Gesteine durch konzentrierte Laugen unter Mithilfe des Atmosphärensauerstoffes, also auch die Metalextraktion, die unumgängliche Vorbedingung eines jeden Erzabsatzes, hatte ein plötzliches Ende. Der Metallinhalt der Oberflächenlaugen wurde durch die eingeschwemmten Organismen und sonstigen organischen Substanzen ebenfalls ziemlich schnell ausgefällt.<sup>1)</sup> — Die alte deutsche Bergmannsregel,

<sup>1)</sup> Vergl. Anm. 1 S. 303. — Stellenweis scheint außer den Metallen auch Schwerspat ausgefällt zu sein; wohl durch die Verdünnung der

daß oberhalb des „Übergangsgebirges“ nicht mehr viel zu holen ist, an Erzen nämlich, bringt die Tatsache, daß mit dem Auftreten der Flözformationen unsere bedeutendste Laugenperiode zu Ende ging, zum knappen, praktischen Ausdruck; und „Totliegendes“ ist im Ganzen kein unzutreffender Name für die wertlosen, roten Extraktionsrückstände des Rotliegenden und Oberkarbon! — Doch etwas blieb von den Laugen noch übrig, vorläufig wenigstens; nämlich das, was damals die Tiefen durchtränkte, verblieb noch einige Zeit unter der Übersättigung und Überschwemmung; denn Laugen sind schwerer als normales Meerwasser, und die Mischung übereinandergeschichteter Salzlösungen erfolgt erfahrungsgemäß ungemein langsam, wenn die untere, wie in diesem Falle, besonders schwer ist.

### C. Der Schwerspat der Zechsteinformation.

Das Quantum Laugen, welches in die Zechsteinperiode noch im ursprünglichen Zustande auf jene Weise hineingeriet, dürfte kein geringes gewesen sein. Oberkarbon und Rotliegendes: Sandsteine und Konglomerate zum ansehnlichen Teile, durch Entziehung des Kalkes außerhalb der Einflußsphäre gelegentlicher Kohlenlager, wie ich es a. a. O. schon auseinandergesetzt habe, noch besonders gelockert und porös geworden, bildeten in ihrer nach Hunderten von Metern zählenden Mächtigkeit gewiß kein zu unterschätzendes Flüssigkeitsreservoir. Diese hier unterhalb der Zechsteinformation durch letztere selber abgeschlossenen Laugen besaßen vorläufig noch alle ihre alten Eigenschaften, besonders auch ihr Oxydationsvermögen, so lange sie noch Eisenchlorid enthielten, waren also vollkommen befähigt, Schwefelmetalle aufzulösen und fortzuschaffen, und was sonst in ihnen löslich war, beispielsweise schwefelsaurer Baryt war es auch jetzt noch. Nur ein sehr wesentlicher Faktor ihrer ehemaligen großen Aktions-

Laugen durch das Meerwasser. ZIMMERMANN, Harzgebirge, S. 184, erwähnt einen sog. „Ährenstein“, einen „bituminösen Kalkschiefer aus der Gegend zwischen Herzberg und Osterode, in welchem Schwerspat strahlig eingewachsen ist“. LASIUS, Bildung der Harzgebirge, S. 451, sagt aber leider schon: „Man weiß den Ort nicht mehr, wo die Platten gebrochen sind“. Offenbar handelt es sich um Kupferschiefer, denn auf andere Gesteine der betreffenden Gegend passt Z.'s Beschreibung nicht. — Es wäre von Wert, wenn der Fundort wieder entdeckt würde. Das Gestein würde den hohen Baryumgehalt der im Zechstein-Wasser einbruch verdünnten interpermischen Laugen beweisen, weit besser noch, als die Füllung der Schwerspatgänge, die ja auch aus relativ baryumarmen Laugen, aber in um soviel mal längerer Zeit erfolgt sein könnte; während es sich bei jenem „Ährensteine“ um einen in verhältnismäßig kurzer Zeit verlaufenen Bildungsprozeß handeln muß.

fähigkeit fehlte ihnen hinfort: Luftsauerstoff, der sie einstmals regenerierte, gab es für sie nicht mehr; was jetzt eine Oxydationswirkung vollbracht hatte und hierüber natürlich selber desoxydiert worden war, blieb es. Die Bewegung dieser Laugen dürfte fortab in der Hauptsache bewirkt sein durch Druckdifferenzen infolge der fortdauernden Senkung und der Faltung, in welcher manche Gebirgsmassen, wie z. B. Harz und Kyffhäuser, als Pfeiler stehen blieben, sodaß von hier aus innerhalb der hier aufliegenden Anteile der Rotliegendendecke nach deren tieferen Teilen hin ein hydraulischer Druck ausgeübt wurde, der die Laugen an den tieferen Stellen des Drucksystems austreten machte, sobald sich Undichtheiten in den Deckschichten bildeten, wie beispielsweise durch die „Rücken“ des Kupferschieferflözes.<sup>1)</sup> Hier begann dann der frühere Prozeß des Erze-Auflöscns und Erze-Wiederabscheidens sofort von neuem; allerdings in sehr beschränktem Raume und auch sonst auf verschiedene Weise in bescheidenen Dimensionen erhalten: war doch als Objekt dieses Prozesses jetzt nichts weiter vorhanden, wie der Erzgehalt des Kupferschiefers, und das erzlösende Agens, die Laugen, waren dieses nur so weit, wie sie oxydierender Wirkungen fähig waren, also oxydierend wirkende Substanzen, z. B. Eisenchlorid, noch von früher her führten; aber, wie schon gesagt, mangels Zutrittes der atmosphärischen Luft wurden sie nicht regeneriert. Weit besser stand es dagegen wohl um die Wiederabscheidung der Erze, infolge des ringsum vorhandenen Überschusses an organischen Substanzen, unserem heutigen „Bitumen“, welches damals aber wohl noch etwas weniger Bitumen und dafür etwas mehr Tran, Kadaverjauche und dergl., infolgedessen um so aktionsfähiger, gewesen sein dürfte. — Ob der Schwerspat auch hier wieder aktiv auftrat und in der oben gedachten Weise die Reaktion unterstützte, ist wohl fraglich. Im Weißliegenden und Kupferschiefer — von hangenderen Formationsgliedern garnicht zu reden — ist Gips genügend vorhanden, um für die nötigen Sulfatreduktionen den schwefelsauren Baryt allerdings entbehrlich erscheinen zu lassen. In der Hauptsache dürfte letzterer von seiner Löslichkeit in Salzlaugen und von seinem Schwerlöslichwerden bei deren Verdünnung für seine Anwesenheit in der Zechsteinformation profitiert haben. Und ähnlich, wie bei den „Rücken“ aus dem Rotliegenden, scheint er am Oberharz aus den Erzgängen, ebenfalls durch Laugen transportiert, in die jenen Gängen auflagernden Zechsteinglieder hinübergetreten zu sein.

Um auch hier der aufgeworfenen Frage nach der möglichen

<sup>1)</sup> Vcrf., Regionalmetamorphose, S. 108.

buntsandsteinischen Herkunft dieses Schwerspates nicht auszuweichen, sei hervorgehoben, daß die zuletzt beschriebene Transportart durch Laugen zwar auf die interpermischen Salzsumpfen ursächlich zurückgeht, im übrigen aber so wenig wie an jene, ebensowenig an eine beliebige andere geologische Periode gebunden ist, falls sie nur jünger als jene Laugenzeit ist, sodaß dieser Prozeß vielleicht sogar noch heute funktioniert (Lautenthal?). Daher kann der Schwerspat der harzer Zechsteinformation ganz wohl zur Buntsandsteinzeit an jene Stellen gekommen sein, ohne im übrigen mit dem Buntsandstein auch nur das Geringste gemein zu haben. Für das Harzgebiet kann eine andere Deutung kaum in Betracht kommen; ob auch anderwärts, möge Anderen zur Entscheidung überlassen bleiben.

#### D. Der Schwerspat der Buntsandsteinformation.

Daß der Buntsandstein überhaupt Schwerspat führt, kann bei ihm als Salzformation, in der auch Laugen ihre Rolle in Folge hiervon spielen, nicht auffallen. Auffällig wäre es eher, daß der Schwerspat so knapp ist, wenigstens soweit das Harzgebiet in Betracht kommt. Indessen auch diese Auffälligkeit besteht nicht einmal, wenn man sich vor schematischen Schlußfolgerungen in Acht nimmt und dafür den eigentlichen Kern der Dinge, ihre innerste Daseinsbedingung, im Auge behält. — Schon eingangs wurde dargelegt, daß Salzlaugen an sich noch keineswegs Schwerspat bedingen: in unseren Salzlagern, resp. zeitweilig über denselben, hat es sicherlich nicht an Laugen gefehlt; trotzdem und trotz der großen Mannigfaltigkeit ihrer Salze gibt es Schwerspat in ihnen nicht. Letzterer gehört eben nicht zu den ursprünglichen Laugenkomponenten, weil schwefelsaurer Baryt kein Bestandteil des Meerwassers ist. Er muß sich stets erst bilden, und er bildet sich, wenn jene Ur-laugen Gelegenheit bekommen, ihre chemische Energie an baryumhaltigen Gesteinen zu betätigen.

In letzterer Hinsicht lagen nun die Verhältnisse in der Harzegend allerdings kaum günstig. Ob vom Harze wenigstens Teile noch über die Zechsteinformation ehemals hinausgeragt haben, d. h. unbedeckt blieben auch vom oberen Zechstein, ist noch fraglich. Diese Möglichkeit aber hier zugegeben, hätten die Buntsandsteinlaugen schwefelsauren Baryt auch den interpermischen Gangfüllungen entnehmen können. Immerhin wäre das, auf das Ganze des Buntsandsteins verrechnet, noch nicht viel gewesen. Aber man sieht den Schwerspat auf dem Harze eigentlich auch nicht fehlen; wo er nicht ist — und das ist,

wie wir oben sahen, in einem sehr großen Teile dieses Gebirges der Fall — ist eben etwas anderes von Anfang an an seiner Stelle, Quarz, Kalkspat, Braunspat, wie das lokal auch im Schwerspatgebiete vorkommt. Der Annahme, es könne zu interpermischen Zeiten der ganze Harz mit Schwerspat gefüllt sein, und letzterer wäre darauf zur Buntsandsteinzeit von dort, wo er heute nicht ist, wieder weggelöst, fehlt vorläufig jede tatsächliche Basis. — Also hat der Buntsandstein des Harzgebietes seinen Schwerspat wahrscheinlich nur aus seinem eigenen Material beziehen können, woraus sich die Spärlichkeit jenes Minerals<sup>1)</sup> gerade dort sofort von selber ergibt, wenn man dabei berücksichtigt, daß der Buntsandstein im Verhältnis zu den interpermischen Extraktionsobjekten, dem Rotliegenden und Oberkarbon, schon seiner Quantität nach weniger zu bieten hatte, ganz abgesehen davon, daß er selber zu einem wohl nicht geringen Teile aus aufgearbeitetem Rotliegenden bestehen dürfte, also aus schon ein Mal extrahiertem Materiale. — Der Buntsandstein ist somit für das Harzgebiet nicht nur nicht der Bringer des Schwerspates, sondern er ist trotz seiner Salzlaugen sehr arm auch an diesem Mineral geblieben, weil seinen Salzlaugen weder die von früher her schwerspatreichen Gebirgsglieder zugänglich waren, noch baryumhaltige Silikatgesteine in hinreichender Menge dargeboten waren.

Wo dagegen die geologischen Verhältnisse andere waren als am Harze, blieben auch dem Buntsandstein noch die seiner salzigen Natur zukommenden Funktionen zu verrichten. Wo nämlich die Zechsteinformation fehlt oder nur mit ihren durchlässigeren Gliedern vertreten ist, also die am Harze und weit ringsum vorhandene Isolierschicht fehlt, war den Salzlaugen der Buntsandsteinformation der Weg in die Tiefe ebensowenig verlegt, wie den damals wohl noch an vielen Stellen in der Tiefe stagnierenden interpermischen Laugen der Weg zum Buntsandstein. In solchen Gegenden, resp. in Abhängigkeit von deren geologischen Verhältnissen auch wohl anderwärts — Laugen sind ja beweglich —, konnten sich dann wohl die oben klargestellten Mineralbildungsprozesse wiederholen, mußten es, sobald Reduktionsmittel in Tätigkeit kamen; denn die Laugen mit ihrem üblichen Inhalt an Schwermetallchloriden und schwefelsauren Alkalien und Erdalkalien waren ja nun ebenfalls da, und geschwefelte Erze sowohl entstanden, wie auch Chlorbaryum oder kohleusaure Baryt, event. im Buntsandstein selber. — Um derartiges scheint es

<sup>1)</sup> JASCHE, Gebirgsformationen der Grafschaft Wernigerode. 1858. S. 77; FR. ULRICH, Die Mineral-Vorkommnisse in der Umgegend von Goslar, Zeitschr. f. d. gesammten Naturwissensch., Berlin, 1860. S. 229.

sich in Westdeutschland zu handeln, besonders auch in dem eingangs zitierten Falle.

### Das Erzlager des Rammelsberges.

Die im Vorstehenden an den Erz- und Mineralgängen des Harzes angestellten Untersuchungen dürften uns nunmehr in den Stand setzen, auch den sedimentären Erz- und Mineral-Lagern gerecht zu werden — soweit das überhaupt notwendig und nicht schon bei anderen Gelegenheiten geschehen ist. — Das bedeutendste und bisher rätselhafteste Erzlager des Harzes ist das vom Rammelsberge bei Goslar. Schon eingangs kurz erwähnt, verlangt es rücksichtlich seiner Entstehung noch einige nähere Auseinandersetzungen.

Nach K. A. LOSSEN<sup>1)</sup> sollte das Rammelsberger Erzlager eine durch eine Gabbrotherme bewirkte Hohlraumfüllung sein. — Unter dem überkippten Spiriferensandsteine, tief unten im zerquetschten Schiefer, so recht im Zentrum aller Pressungen, trotzdem deren Negation: eine gewaltige Spalte, schichtungsparell aufgerissen, und diese dann gefüllt durch eine schichtenförmige, im Großen wie im Kleinen vollkommen unsymmetrische Mineralienfolge, in der gerade diejenigen Mineralien nahezu unvertreten sind, welche sonst in erster Linie Thermenabsätze zu bilden pflegen: eine Sonderbarkeit, die durch die andere Sonderbarkeit, daß diese vermeintliche Thermic, mit Ausnahme von Schwespat, nichts absetzt wie reine geschwefelte Erze, womöglich noch überboten wird.

Weit mehr innerhalb der Grenzen des Vorstellbaren bewegt sich eine andere Theorie<sup>2)</sup>, welche das Rammelsberger Erzlager als wirkliches Lager anerkennt und als eigentliche Heimat des Erzes einen Erzgang eines älteren, inzwischen niedergesunkenen oder abgetragenen Gebirges betrachtet, dessen Inhalt aufgelöst, dem oberdevonischen Meere zugeführt und dort wieder ausgefällt wurde. — Mit dieser Theorie könnte man sich, bis zu einem gewissen Punkte freilich nur, einverstanden erklären, doch würde man sich zuvor über ein anderes Lösungsmittel, als Regenwasser, verständigen müssen. — Das Lager zeigt bekanntlich im Großen eine ganz bestimmte Mineralienfolge, wenn auch im Kleinen die mannigfaltigsten Wiederholungen und Abwechslungen der ein-

<sup>1)</sup> K. A. LOSSEN, Über den Zusammenhang zwischen Falten, Spalten und Eruptivgesteinen im Harz. Jahrb. d. kgl. pr. geol. L.-A. f. 1881. S. 45.

<sup>2)</sup> F. KLOCKMANN, Über die Geologie des nordwestlichen Oberharzes. Diese Zeitschr. 45 (1893) S. 281 u. ff.

zelenen Erzniederschläge in den z. T. papierdünnen Schichten mancher Lagerteile zu beobachten sind. Der älteste Teil des Lagers besteht aus schwarzem, glänzenden Schiefer, dem dünne Lagen von Schwefelkies eingeschaltet sind: das getreue Abbild, oder genauer gesagt, Vorbild der tressenführenden Kupferschiefer-varietäten; nur ein, allerdings nebensächlicher, Unterschied besteht zwischen beiden noch: ist der Kupferschiefer in der Regel eben wie eine Tischplatte und nur im Großen geneigt, gebogen und gewellt, so ist der Rammelsberger Erzschiefer, der „Kupferkniest“, in dieser Hinsicht das genaue Gegenteil, da er durch geotektonische Pressungen total zerquetscht und mitunter förmlich durcheinandergeknetet erscheint. Gerade durch seine Erzlagen, durch deren wunderbare Knickungen, Schleifen, Windungen und Knoten im Querbruche des Gesteines, wird jener Vorgang ganz prächtig illustriert. Beiläufig sei hier bemerkt, daß dieser Schiefer aber trotzdem keine Spur jener chemischen Umwandlungserscheinungen zeigt, die man am Ostharze an ebenso gepreßten Gesteinen irrtümlich als Folge der Pressung, als Wirkung einer vermeintlichen Dynamometamorphose ansprechen zu dürfen glaubte. Der Kupferkniest kann also als Beweis gegen die Dynamometamorphose dienen. Leider hat er hierin aufgehört, ein Beweismittel für etwas anderes zu sein, was hier mehr interessiert hätte. Zur Beurteilung der Art und Weise des Metallzufflusses wäre es nämlich wertvoll, zu wissen, ob diese ersten Erzniederschläge über größere Flächen anhaltende Schichten bilden, oder nur mehr oder weniger ausgedehnte, einzelne Linsen. Das festzustellen dürfte jetzt allerdings unmöglich sein. — Über dem Kupferkniest folgen dann die reinen, d. h. von Schiefersubstanz nahezu freien Erze; zunächst Schwefel- und Kupferkies, die nach dem Jüngeren zu in Bleiglanz übergehen, sämtlich in reizvollen Wechsellagerungen zartester Schichtenbildungen, darauf folgt Zinkblende und schließlich derber, mikrokristalliner Schwespat, ebenso durch wechselnde Schichten und Gemische eines aus dem anderen sich herausentwickelnd.

Bis zum Bleiglanze exklusive hinauf könnte das Erzlager nun wohl in der erwähnten Weise durch Weglösung eines verwitternden Erzganginhaltes gebildet sein. An diesem Punkte jedoch stellt sich die erste Differenz zwischen Theorie und Erfahrung heraus. Bleierze haben erfahrungsgemäß sehr wenig Neigung, sich gänzlich weglösen zu lassen, durch Atmosphärien selbstverständlich. Wo Schwefel- und Kupferkies bei Lachtern Tiefe zersetzt und ausgelaugt wurden, findet man den Bleiglanz, allenfalls weiß oder braun überrindet, im Inneren aber meistens vollkommen unzersetzt, noch bis in die Dammerde. Oder er ist

zersetzt, zu schwefelsaurem Bleioxyd oxydiert, dann bleibt er auch in dieser Gestalt, dank der Wasserunlöslichkeit dieser Verbindung, ebenfalls an Ort und Stelle. Eine Folge hiervon ist, daß es in den harzer Erzdistrikten zwar sehr viel Vitriolwasser, aber meines Wissens kein Bleiwasser gibt; und da das auf ganz natürlichen Ursachen beruht, kann das zu devonischen Zeiten kaum anders gewesen sein. Wenn also das Rammelsberger Erzlager aus der gewöhnlichen Verwitterung und Weglösung eines Erzganges durch Regenwasser hervorgegangen wäre, könnte es keinen Bleiglanz führen. — Über dem Bleiglanz liegt Zinkblende. Das wäre eine zweite Widernatürlichkeit im Ideenkomplex jener Theorie. Zinkblende, zumal die gewöhnliche dunkle, verwittert ziemlich leicht. Wenn auf alten Halden die Bleiglanzstücke gerade erst mattgrau überzogen sind, sind die Zinkblendestücke in der Regel schon zugerundet, rissig zerfressen und mürb bis ins Innere. Wenn es also eigentlich schon unbegreiflich ist, daß Bleiglanz in den bedeutenden, im Rammelsberge vorhandenen Quantitäten durch Verwitterung in Lösung gebracht und nach dort transportiert sein soll, so ist es vollends undenkbar, daß die Zinkblende — oder auch ein beliebiges anderes Zinkerz — hierbei dem Bleierze den Vortritt überlassen haben soll. — Und schließlich nun noch der Schwerspat. Dieses Mineral ist nach meiner Erfahrung der Verwitterung nur sehr schwer zugänglich. Bei Stolberg liegt er stellenweis als alter Haldenschutt seit Jahrzehnten in den Bächen; trotzdem fehlt ihm im Wesentlichen nichts weiter, als daß er „nicht mehr ganz frisch“ aussieht; man würde ihn vielleicht neu anschlagen müssen, wollte man ihn in eine Sammlung legen, wo auch sein ursprünglicher, spezifischer Glanz zur Geltung kommen sollte. Mehr fehlt ihm, wie gesagt, nicht. An vielen Stellen treten dort seine Gänge bis unter die Dammerde, und letztere umschließt Stücke von ihm. Solche Stücke zeigen, bei völliger Frische im Innern, außen weiter keine Besonderheiten, wie einen dünnen Überzug der umgebenden roten Erde, eine zarte Anfärbung, die sich nicht abwaschen läßt. Diese Beobachtungen, die mich, nebenher bemerkt, veranlassen, tatsächlich „zerfressenen“ Schwerspat, den es ja gibt, je nach den Nebenumständen als ehemaliges Objekt von Salzlaugeaktionen, oder auch als Rückstand eines zersetzten Aggregates, z. B. von Schwerspat und Anhydrit oder anderen wasserlöslichen Mineralien, in Verdacht zu nehmen, diese Beobachtungen lehren also in jedem Falle, daß Schwerspat eine bedeutende Widerstandsfähigkeit den Atmosphärrillen gegenüber besitzt. Und wenn man nun wirklich die im Rammelsberge vorhandenen Schwerspatablagerungen anderwärts verwittert und

weggelöst sein lassen wollte — mit einer nicht zu kurzen Reihe von Jahrtausenden ließe sich die Sache vielleicht dennoch machen — dann hätte man trotzdem nichts! In Regenwasser gelöster Schwerspat würde nämlich nimmermehr im Meere wieder ausfallen, denn schwefelsaurer Baryt ist in Salzlösungen weit leichter löslich als in reinem Wasser. Der Goslarer Schwerspat ist also entweder in Form eines anderen, leichtlöslichen Baryumsalzes in das oberdevonische Meer geflossen und wäre dann dort durch Umsetzung mit dessen schwefelsauren Salzen ausgefällt, oder er ist schon als schwefelsaurer Baryt in Lösung gewesen, dann allerdings in konzentrierten Salzlauge, denn nur aus solchen kann schwefelsaurer Baryt durch Meerwasser ausgefällt werden. — Wir müssen uns für letzteres, für die Laugen entscheiden, denn wie oben auseinandergesetzt wurde, wäre Chlorbaryum, das einzige wasserlösliche Salz, welches füglich in Frage käme, nicht anders zu haben, als daß anderwärts geschwefeltes Erz zurückgeblieben wäre — also das Gegenteil von dem, was wir sehen: die Schwermetalle wurden ja ebenfalls gelöst weggeführt, sonst wären sie doch nicht gleichfalls im Rammelsberge vorhanden. Also Salzlauge, aber nicht atmosphärische Wässer waren es, welche die Auflösung und den Transport des Rammelsberger Erz- und Schwerspatlagers besorgten.

Aber ein Auflösen von was? Kann es wirklich im Sinne des angeführten Zitates ein Erzgang gewesen sein, dessen Inhalt, allerdings durch Laugen, translociert wurde? Ist es denkbar, daß der Gesamtinhalt eines Erzganges in jener im Ganzen ziemlich sauber gegliederten Reihe nach No. 1, 2, 3, 4: Kiese, Bleiglanz, Blende, Schwerspat, gelöst werden konnte? Wohl schwerlich; sicherlich wäre alles so, wie es dargeboten war, gemengt in Lösung gegangen, und bei Goslar würde statt der ganz leidlich auseinandergelassenen Folge von Erzen und Schwerspat ein ziemlich gleichmäßiges Gemenge von diesen anstehen. Die Urheimat des Inhalts des Rammelsberger Erzlagers kann folglich kein Erzgang gewesen sein, wenigstens nicht einzig ein Erzgang. Wir werden also auch diese Seite jener Theorie aufgeben müssen.

Art und Folge der in dem Rammelsberger Lager deponierten Mineralien, beide zwingen uns bereits, auch das Devon als eine jener Formationen in's Auge zu fassen, in welchen sich Laugen in wesentlich derselben Weise betätigten, wie ich es früher schon für das Rotliegende dargetan habe.

Da uns nun aber Laugen allein, wie wir oben sahen, rücksichtlich der Erz- und Mineralienbildung für unsere Zwecke gar nichts nützen, sondern erst in ihrer Einwirkung auf Gesteinsmaterial, in des letzteren Halurgometamorphose, dasjenige geschieht,

was zum Entstehen von Erzlagerstätten führen kann, so haben wir uns folgerichtig nach präoberdevonischen halurgometamorphen Gesteinen umzusehen und uns wohl auch die Ursachen ihres Entstehens nach Möglichkeit klar zu machen, wenn wir mit dem Rammelsberger Erzlager völlig in's Reine kommen wollen.

Die Kernfrage ist hiernach einfach diese: Gibt es im Prä-Oberdevon halurgometamorphe Gesteine? eventl. gar wohl solche, welche in Folge genügender Konzentration der einwirkenden Laugen durch wasserfreies Eisenoxyd pigmentiert, also rot sind und welche diese ihre Umwandlung selbstverständlich nicht erst zu interpermischen, sondern schon zu präoberdevonischen Zeiten erlitten haben?

Ich stehe nicht an, diese Frage im vollen Umfange zu bejahen. Für das außerharzische Devon — und dieses spielt hier höchstwahrscheinlich die Hauptrolle — muß ich mich zwar auf Berichte verlassen, doch glaube ich auf Grund derselben vor allem den Old Red Sandstone, rot, resp. bunt wie er ist, samt den zugehörigen nichtsandigen Gesteinen — bezeichnender Weise auch mit einer wunderbar erhaltenen, sicherlich sterilisiert, i. e. in Laugen begrabenen Fischfanna versehen — für eine Arbeitsstätte der Laugen anzusprechen zu dürfen. — Aber auch im Harze selber gibt es sicherlich devonisch-halurgometamorphe Gesteine. Zum vorläufigen Beweis will ich nur ein paar Tatsachen mitteilen, Detaillierteres für später vorbehaltend, denn einstweilen bin ich noch mit weiteren Untersuchungen in dieser durch das Hineingreifen der interpermischen Halurgometamorphose höchst verwickelt gestalteten Sache beschäftigt.

Am klarsten scheinen noch die betreffenden Dinge im Oberharze zu liegen. Dort sind zumal die roten Gesteine, eventl. Roteisensteine, des sog. Devonzuges mit hoher Wahrscheinlichkeit als devonisch-halurgometamorph anzusprechen. Sie streichen in gutem Zusammenhange quer durch das ganze Gebirge. Das ist an sich schon auffallend. Als Teil einer interpermisch-halurgometamorphen Oberflächenzone, wenn sie das wären, sollten sie über dem Gebirgsrücken, wo sie ihn queren, fehlen, entweder infolge der Abtragung, oder weil ihr ursprüngliches Gesteinsmaterial dort den interpermischen Laugensumpf überragt haben kann. Denn in anderen Teilen des Gebirges sieht man, außer in vereinzelt Partien, welche permischen Spalten ihr Dasein verdanken, an analogen Stellen nichts von Halurgometamorphose. Auf diesem Zuge setzen nun diese roten Gesteine, soweit die Einschnitte, sowie Nachrichten aus der Abbauperiode zu beurteilen gestatten, in sehr große Tiefen. Ja, bei Claustal hat man diese selben roten Gesteine vor 90 Jahren auf der Grube

„König Wilhelm“ in 440 m Tiefe angetroffen<sup>1)</sup>, wohin sie nach Lage der dortigen Verhältnisse gewiß nur durch Faltung, als Liegendes des Kulms dort, vor Ablagerung des letzteren bereits metamorphosiert, gelangt sein können, während das Niederdringen noch oxydationsbefähigter interpermischer Laugen in diese großen Tiefen, wo ringsherum der Reduktionsvorgang der Erzabscheidung im vollsten Gange war; und gerade auf dieses einzige Meter Devonfalte los, als Ding der Unmöglichkeit erscheint. — Ferner sind diese selben Gesteine am Nordende des ganzen Zuges, im obersten Einhänge des Kleinen Trogtales bei Harzburg (der „Spitzenberg“ der einschlägigen Literatur) auch noch der Granitkontaktmetamorphose anheimgefallen und in Magneteisenstein u. s. w. umgewandelt. Nach allem, was bis jetzt über das Alter der Granitgesteine des Harzes bekannt geworden, konnte das nur präpermisch-halurgometamorphen Gesteinen widerfahren. — Sodann gibt es in der weiteren Umgebung von Goslar rote, bezw. violettrote oberdevonische Schiefer, die sowohl ihrer Lagerung nach, wie nach ihrer Verbindung mit dem Liegenden und Hangenden zu urteilen, wahrscheinlich nicht halurgometamorph, sondern ein durch wasserfreies Eisenoxyd ursprünglich pigmentiertes Sediment darstellen dürften, hervorgegangen aus der Zerstörung älterer roter Gesteine, etwa so, wie die roten Alluvialbildungen des Südharzes und der goldenen Aue entstanden, ihrerseits also präoberdevonische rote, daher wahrscheinlich halurgometamorphe Gesteine zur Voraussetzung haben mußten. — Das mag hier vorläufig genügen. Von der mutmaßlichen Ursache, welche im Devon, speziell im Harzer, Laugen entstehen ließ, wird weiter unten die Rede sein.

Wir haben also auch im Devon eine Periode der Laugen. Nunmehr wird die eingehendste Deutung des Rammelsberger Lagers, die volle Aufklärung seiner Entstehung, keinerlei Schwierigkeiten mehr bieten: Es entstand aus dem Zusammentritt von metallhaltigen Salzlaugen mit Ozeanwasser; rein chemisch betrachtet also genau so, wie das Kupferschieferflöz. Aber wenn es bei dem Kupferschieferflöz infolge außergewöhnlicher Niveauverschiedenheiten geschah, daß der Ozean in die Laugen floß<sup>2)</sup>, so geschah hier das Umgekehrte, aber eigentlich Natürlichere: die metallhaltigen Salzlaugen flossen von einem höher gelegenen Festlande in den Ozean hinunter. Anfangs spärlich und intermittierend, wie der Kupferkniest, siehe oben, beweist, flossen sie später in so starkem und andauerndem Strome, daß Zwischen-

<sup>1)</sup> CHR. ZIMMERMANN, Das Harzgebirge. S. 201.

<sup>2)</sup> Verf., Regionalmet. S. 104 u. ff.

lagerungen von Schiefer nicht mehr entstanden, wenigstens nicht in nennenswerten Dimensionen. Übrigens ist es möglich, daß der Metallaugenzufluß, wenn auch in so geringen Mengen, daß eigentliche Erzabsätze nicht zu entstehen vermochten, schon früher erfolgte, und dieses die Ursache war, daß die guten Anläufe, welche die Entwicklung der devonischen Fauna im Spiriferensandstein und in den Caleolaschichten genommen, bald zu Ende kamen, und die spätere Metallaugenfülle in dem bereits vergifteten Meeresteile keine zur Konservierung geeigneten Organismen mehr vorfand. An Plankton, welches die Erze zu reduzieren vermochte, hat es natürlich trotzdem nicht gefehlt, denn solches wird ständig von den Meeresströmungen passiv zugeführt. Die tiefe dunkle Farbe der Schieferzwischenlagen im Kupferknist beweist ja auch, daß es trotz gelegentlicher Metallaugenergüsse immer und immer wieder da war. In diesem Plankton nun werden wir das Reduktionsmittel der Metallaugen zu erblicken haben, und die Reduktion zu Schwefelmetallen erfolgte natürlich auch in diesem Falle unter Beihilfe der schwefelsauren Alkalien und Erdalkalien in der oben auseinandergesetzten Weise, denn die Schwermetalle wurden auch hier, infolge der Umsetzung ihrer Salze gemäß ihren ehemisehen Affinitätsverhältnissen, hauptsächlich als Chloride zugeführt.

Die sonderbare Erzfolge des Rammelsberger Lagers, im Großen zunächst, ist wohl nur die natürliche Folge des Umstandes, daß man es, wie überall, wo Salzlaugen als Agens in Frage kommen, mit Salzsümpfen, -tümpeln oder allenfalls mit Salzseen zu tun hat, aber nicht mit einem einzigen großen, tiefen Becken. Solches besäße ja wahrscheinlich schon aus Sauerstoffmangel bei seiner relativ geringen Oberfläche nicht die Fähigkeit zur Durchführung der halurgometamorphischen Gesteinszersetzungen, die allein imstande zu sein scheinen, die Schwermetalle wie auch das Baryum in erheblicheren Mengen in Lösung zu bringen. Laugensümpfe und dergl. aber sind Einzeldinge, zwischen deren Inhalt ein Austausch nicht leicht erfolgt. Und ihre ursprüngliche Füllung, der nicht kristallisierende Verdampfungsrückstand des Ozeanwassers, findet über dem Untergrunde Gelegenheit, sich je nach dessen Gesteinsmaterial mit Metallsalzen und anderen Verbindungen zu beladen. Finden nun Hebungen statt, oder möglichenfalls auch Senkungen von ihr Hinterland wallartig überragenden und abdämmenden Küstengebieten, so entleeren sich diese Salzsümpfe in den Ozean, wo ihr Inhalt, soweit er fällbar ist, in der Reihenfolge, in der er zugeführt wird, ausgefällt wird. Fällbar sind nun vor allem die Schwermetalle (durch Reduktion ihrer Salze zu Sulfiden) und der schwefelsaure Baryt

(durch Verdünnung seiner Solution); nicht oder nur schwer resp. erst im Laufe der Zeit fällbar sind alle auch in Meerwasser außer in Laugen und in den bei der Oxydation des Planktons entstehenden Säuren löslichen Verbindungen. Auf diese Weise bewährte sich die Erzlagerbildung im Anschluß an die vorausgegangene Metalextraktion als ein hydrochemisches Konzentrationsverfahren von bewundernswerter Vollkommenheit, wenn man berücksichtigt, daß das ursprüngliche Rohmaterial, das Gestein vor seiner Halurgometamorphose, all jenen gewaltigen Metallreichtum in Hundertsteln und Tausendsteln eines Prozents, höchstens, meistens aber in noch viel geringeren Mengen enthielt.

Um das daher in aller wünschenswerten Unzweideutigkeit zu wiederholen: ich betrachte die Rammelsberger Erzfolge: Kiese, Bleiglanz, Zinkblende mit dem Schwerspattflöze darüber, als Ausdruck dessen, daß dorthin der flüssige Inhalt nicht eines, sondern mehrerer Laugenbecken oder Laugenterritorien nach einander zum Erguß kam; Laugen verschiedener Distrikte, welche sich, entsprechend der petrographischen Verschiedenheit ihres Untergrundes, je vorzugsweis mit Eisen und Kupfer, Blei, Zink und Baryum beladen mußten. Daneben, wie oben schon erwähnt, natürlich auch mit mancherlei Anderem noch, was aber im Seewasser nicht oder nicht sofort wieder ausgefällt werden konnte, weshalb es bei Goslar nicht oder nur unbedeutend vertreten ist, während es in den aus ganz ähnlichen, wenn auch weit jüngeren Laugen hervorgegangenen harzer Erzgangfüllungen als Gangarten etc. eine z. T. sehr wesentliche Rolle spielt. Die Laugen der einzelnen Distrikte beluden sich also vorzugsweis je mit Eisen, Kupfer, Blei u. s. w., aber nicht ausschließlich. Denn daß das in Frage kommende Rohmaterial, der jedesmal gewiß nach vielen Quadratmeilen zu berechnende Untergrund der einzelnen Salzlaugenterritorien, je nur ein einziges Schwermetall enthalten und geliefert hätte, ist nicht vorauszusetzen. Daher konnten schon aus diesem Grunde die Goslarer Erze nicht absolut rein resp. separiert sein. Ein anderer Grund ist der, daß noch während des Entleerens der Laugenbecken Vermischungen stattfinden mußten durch teilweises Ineinanderfließen sowohl, als vielleicht auch dadurch, daß der Inhalt eines später zur Entleerung kommenden Beckens seinen Weg durch ein bereits entleertes nahm und hierbei die dort zurückgebliebenen Reste anderer Metalllaugen in sich aufnahm. Dieses gilt, wie gesagt, für das große Allgemeine der dortigen Erz- und Mineralverhältnisse. Sehen wir uns aber die Erze genau an, eventl. durch ein Vergrößerungsglas, so bemerken wir, daß ihre Mischungsqualität, mit der sie etwa für den Hüttenmann in Frage kommen, in sehr hohem

Maße aus einem überaus feinen und sauberen Schichtenaufbau hervorgeht, in welchem die verschiedenen, an sich scheinbar recht reinen Erze mit einander abwechseln, wobei, je nach dem Horizonte des Gesamtlagers, hier die einen, dort die anderen Erze mehr oder weniger überwiegen. Oft bemerkt man dabei, daß sich einzelne Lagen vollständig auskeilen, daß sie also eigentlich wohl flache Linsen, aber keine aushaltenden Schichten oder Lagen bilden. — Diese Mikrostruktur des Lagers verlangt eine besondere Erklärung, denn ein tausendfältiges Alternieren der Metallaugenergüsse ist ebensowenig denkbar, wie das Getrenntbleiben ihrer Sulfidniederschläge im offenen Meere. — Ich führe diese Erscheinung auf zwei Ursachen zurück. Zunächst auf eine sog. fraktionierte Fällung: je nach dem Quantum der zugeführten organischen Substanz, des Planktons, und je nach dem Stadium der Zersetzung, in welchem es sich jeweilig während seiner Reduktionstätigkeit befand, vielleicht auch je nach seiner Natur, ob es mehr animalischer oder mehr vegetabilischer Herkunft war, muß es auch ein verschiedenes starkes Reduktionsvermögen besessen haben, demzufolge es bald mehr die einen, bald auch die anderen Metallsalze reduzierte, je nach der größeren oder geringeren chemischen Affinität, welche deren Metalle zum Sauerstoff und demnächst zum Schwefel hatten. Dann aber dürften auch noch im fertigen Erzniederschlage gewisse Umsetzungen stattgefunden haben, indem sich beispielsweise Schwefeleisen und Schwefelkupfer noch nachträglich zu Kupferkies vereinigten, wobei ein Überschuß vom einen oder vom anderen, falls er vorhanden war, natürlich unbenutzt, also für sich bleiben mußte und gesonderte Lagen bilden mochte. Daß das möglich war, daß molekulare Wanderungen und Umlagerungen im Rammelsberger Erzlager tatsächlich verliefen, lehrt schon eine oberflächliche Betrachtung seines Erzinhaltens: ehemals sicherlich nichts anderes wie ein schwarzer, amorpher Niederschlag, ist er heute, wenn auch fein, so doch deutlich krystallinisch. Wo Platz dazu wurde, auf Spalten und Klüften, kristallisierten die Erze auch später noch zu teilweise recht anschaulichen Kristallen oder zu grobkristallinischen Aggregaten.

Fragen wir nun jetzt nach der letzten Ursache auch der devonischen Laugenentstehung, so ist die Antwort im Wesentlichen dieselbe, wie bei der interpermischen: die Ursache war in der Bodenkonfiguration gegeben. Allerdings, so eine gewaltsame Einebenung, wie sie die Rotliegendenüberschüttung darstellt, fehlt hier. Die Sache kam auf etwas andere Weise zustande. Wir haben uns nur die harzer Sedimente recht genau anzusehen, um zu erfahren, wie.

Das ganze harzer Schiefergebirge mißt in seiner Längsausdehnung rund 90 km. Das ist verhältnismäßig recht wenig. Aber dennoch: welche abwechslungsreiche Fülle von Gesteinen auf diesem kleinen Raume! Und nicht etwa, daß hier viele Formationen vertreten wären; im Gegenteil: das Schiefergebirge bietet uns bloß eine Schichtenfolge dar von mutmaßlichem Obersilur bis zum Kulm. Aber welche Mannigfaltigkeit trotzdem in deren Ausbildung je nach der Lokalität, und welcher oft beinahe rätselhafte Wechsel in allerlei Einlagerungen! — Das verbreitetste Gestein ist Schiefer. Wer den Harz nicht näher kennt, mag leicht annehmen, daß die Beschaffenheit dieses Sedimentes im Wesentlichen von seinem geologischen Alter abhängt, im Übrigen aber ziemlich einheitlich sei. Leider ist das nicht der Fall. Nicht allein, daß ihrem Alter nach weit von einander abstehende Schiefer in manchen ihrer Abarten sich bis zur völligen Ununterscheidbarkeit ähneln, sondern auch Schiefer einerlei Alters variiert in seiner Ausbildung, in seiner petrographischen Erscheinung je nach der Gegend derartig, daß er aus sich selber heraus nimmermehr zu identifizieren wäre. So zumal der Wieder Schiefer.

Letzteres Gestein ganz besonders führt die mannigfaltigsten Einlagerungen; Diabas, Kieselschiefer, Grauwacke, Quarzit, Kalk sind die wichtigsten, und diese, wie sie zur Altersbestimmung der Schiefer gedient haben, so werden sie auch uns noch einige Hinweise zukommen lassen, aus denen wir für unsere spezielle Aufgabe profitieren wollen.

Zunächst lehren uns diese Einlagerungen, weshalb die Schiefer einerlei Alters oft so verschiedenartig sind: wo solche Einlagerungen entstehen konnten, konnte es natürlich auch vorkommen, daß deren Material knapp genug war, um sofort mit in das Schiefermaterial hineingenommen zu werden. Auf solche Art entstanden dann grünliche Schiefer, spröde Schiefer, sandige, quarzitishe, kalkige Schiefer in kaum überblickbarer Mannigfaltigkeit. Die Einlagerungen selber aber sind meistens von recht bescheidenen, z. T. sogar von geradezu minimalen Dimensionen. Die Kieselschiefer-Einlagerungen messen quer in der Regel kaum ein paar Schritte; wenn man unterwegs ihr Knirschen bemerkt — hierdurch verraten sie sich, auf Wegen zumal, sehr leicht — hat man sie auch schon meist hinter sich. Grauwacke wird stellenweis im Steinbruchbetrieb abgebaut; sie bildet aber öfter noch isolierte Bänke von nur einem oder wenigen Dezimetern Mächtigkeit. Kalklager, die einen bescheidenen Abbau für längere Zeit sicherstellen, sind im ganzen Ostharze große Seltenheiten. Blöcke, oder besser: diekbauehige Linsen von

einem halben Kubikmeter Inhalt etwa, kommen öfter vor. Aber oft bilden die Kalklager auch ganz vereinzelte oder zu kleinen Lagerzügen vereinigte Linsen von so kleinen Dimensionen, daß man sie bequem als Handstücke mitnehmen kann. Und das sind keineswegs gelegentliche, zufällige Ausscheidungen in mehr chemischem Sinne, sondern echte, Versteinerungen führende Lager. — Aber selbst die bedeutendsten Kalklager des ganzen Gebirges, die mittelharzer von Rübeland und Elbingerode, sind verhältnismäßig doch nur recht bescheidene Gebilde; z. B. unseren mesozoischen Kalkablagerungen gegenüber kommen sie ja, was horizontale Ausdehnung betrifft, kaum in Betracht. Auch sie sind eigentlich nichts weiter, wie Einlagerungen nach Art der vorerwähnten. Schon in geringen Entfernungen findet man sie unter dem Hangenden nicht mehr, oder eben nur noch in den vorerwähnten Miniaturformaten. — Ähnlich liegen die Verhältnisse auch bei den sonstigen Sedimentärgebilden des Harzes. Der Spiriferensandstein, am Nordwestharze von imponierender Erscheinung, kann ja wohl nach West oder Süd, die dortigen jüngeren Gesteine unterlagernd, fortsetzen. In östlicher, resp. südöstlicher Richtung tut er das jedoch bestimmt nicht. In weniger als zwei Wegstunden Entfernung tritt dort ein anderes Gestein auf, der Bruchbergquarzit, der möglicherweise sein Äquivalent ist, aber in seinem ganzen Habitus auf wesentlich andere Entstehungsbedingungen zurückzuschließen zwingt. Dasselbe gilt von den äquivalenten Quarziten der noch östlicheren Gebiete. Sie gleichen durchschnittlich dem Spiriferensandsteine nicht und auch nicht dem Bruchbergquarzite und zeigen selber, je nach der Gegend, recht mannigfaltige Abänderungen. — Oder — um gleich am Hangendsten die selbst ganze Formationen überdauernde Beständigkeit dieser sonderbaren Verhältnisse zu beweisen — die Elbingeröder Grauwacke: nicht einmal die vollkommen gleichalterigen Gesteine der Stiege-Ilfelder und der Selkemuhe, beide nur 20 km von einander und auf derselben Seite des Hauptsattels gelegen, über genau den gleichen Gesteinsbildungen beide Male aufgeschüttet, gleichen sich: beide massiv und von ansehnlicher Mächtigkeit, ist die Grauwacke der Stieger Mulde grobkörnig, stellenweis grob konglomeratisch sogar, während diejenige der Selkemuhe meistens äußerst feinkörnig ist, sodaß man sie leicht für aphanitischen Diabas halten kann, der ja im Harze sehr häufig vorkommt; denn wie ihr Stieger Äquivalent ist auch sie chlorithaltig und daher oft ziemlich lebhaft grün. Daß aber selbst dieses so feinkörnige Gestein trotz seiner Mächtigkeit nur eine Ablagerung aus seichem Wasser darstellt, dessen Bildung daher durch säkulares Niedersinken

seines Untergrundes ermöglicht sein muß, bezugten die prachtvollen Wellenfurchen, die 1902 im Steinbruche nordöstlich vom Hirschteiche bei Ballenstedt in größeren Flächen bloßgelegt waren.

Auf diese Weise machen die sämtlichen Sedimente des Harzes, selbst noch das jüngste, einen stark an Wattenmeere gemahnenden Eindruck; Absätze eines Gewässers, von welchem Niemand so recht zu sagen gewußt hätte, wo es eigentlich seine Grenzen hat, und auf der einen Seite nun das wirkliche Meer, auf der anderen das wirkliche Land anfängt; ein Gebiet, in welchem Ebbe und Flut und Stürme Rinnen einrissen und hierbei Schlämmarbeiten verrichteten, Diabastuff- und Diabaskristalltufflager zerschnitten und umlagerten, sodaß außer horizontal nebeneinanderliegenden Lagern, Lagerzügen, auch die so sonderbaren nach dem Hangenden zu dicht gedrängt wiederholten Lager, die Lagerschwärme entstanden, die in manchen Diabasgebenden, zumal auf dem östlichen Harze, so häufig sind und nicht überall aus Spezialfaltungen oder wiederholten Eruptionen erklärbar erscheinen. Ebenso bildeten sich Tümpel und Kolke, in denen eine kümmerliche Fauna, bedrängt von Konzentrationschwankungen, diabasischen Metallgiften und Fäulnis ein meistens recht kurzes Dasein führte, dabei von Lokalität zu Lokalität, vom einen Tümpel zum anderen im höchsten Maße variierte, je nach den Larven oder der Brut, die aus dem fernen Ozean in diesen oder in jenen Kolk geriet und sich unter den erwähnten wechsellvollen Lebensbedingungen mit größerem oder geringerem Erfolge ihren Leidensgefährten gegenüber zu behaupten vermochte.

Daß es den Lebewesen zeitweis und stellenweis, im mittelhärzer Oberdevon z. B., besser erging, zeigt uns, welche reiche Lebenstätigkeit dort allenthalben und immer möglich gewesen wäre, wären die äußeren Umstände in der dargelegten Art nicht eben gar zu widrig gewesen.

Diese eigentümlichen Wattenbildungen beherrschen aber nicht bloß das kleine Harzgebiet, sondern wahrscheinlich noch recht weite Territorien draußen. Das lehren die Devon- und Karbonformationen anderer Länder, welche sich im Wesentlichen gleichartig ausgebildet zeigen.

So ein Wattengebiet, von entsprechend großer Ausdehnung selbstverständlich und unter den erforderlichen klimatischen Bedingungen, war nun aber auch zugleich der bestgeeignete Ort, um Salzlaugen entstehen zu lassen. Eine geringe Hebung weit da draußen an der Hochseegrenze oder schon ein bescheidener Dünenwall, wie er bei günstigem Wetter und Wind meilenweit in kurzer Zeit aufgeschüttet zu werden vermag, und weite Gebiete dahinter sind dem Versalzen, der Verlaugung, der Halurgometa-

morphose überliefert. Dieser Vorgang kann sich mehrfach wiederholen, wenn gelegentlich das Wasser wieder Zutritt bekommt und später wieder abgesperrt wird; kann in verschiedenen Gegenden zu verschiedenen Zeiten eintreten; kann aber auch infolge voraufgegangener transgredierender Überlagerungen wie partieller Erosionen — von dem besonderen Falle der Hinüberführung der Laugen über echtes Festland infolge von Hebungen hier ganz abgesehen — Ablagerungen ziemlich verschiedenen Alters treffen, sodaß die Erscheinung, als ob mehrere Halurgometamorphosen zu verschiedenen Zeiten funktioniert hätten, nur ein Trugbild ist, welches natürlich um so schwieriger zu entwirren sein wird, je mehr die betreffenden Schichten nachträglich verfaltet, überschoben oder transgredierend überlagert wurden, zumal nach voraufgegangener partieller Erosion.

Also aus den geographischen Verhältnissen heraus, aus den Beziehungen, in welchen Land und Meer, zur Devonzeit speziell, zu einander standen, erfolgte die Bildung von Laugen und demnächst von bunten, extrahierten Gesteinen, Erzlagerstätten und bunten Sedimenten sekundärer Entstehung.

Ob es übrigens wohl auch devonisch-halurgogene Erzgänge auf dem Harze geben mag? Eigentlich sollte man das erwarten. Sicherlich werden sie aber nie aus sich selber heraus von ihren interpermischen Nachfolgern unterschieden werden können, so wenig wie die bezüglichen halurgometamorphen Gesteine an sich selber von einander zu unterscheiden stehen. Denn verdampfendes Meerwasser lieferte zu allen Zeiten *ceteris paribus* die gleichen Laugen, und die chemischen Affinitäten der Grundstoffe wie ihrer Verbindungen bleiben unveränderlich die gleichen durch alle Zeiträume hindurch. — Vielleicht haben wir gewisse Magnetkiesgänge als durch den Granit kontaktmetamorphisch veränderte devonische Erzgänge anzusprechen.

Woran erkennt man nun, ob eine Erzlagerstätte halurgogen ist oder nicht? Unter Umständen schon an ihrem Nebengesteine. Falls letzteres ein hinreichendes Absorptionsvermögen für Kali besaß, also ähnlich unserer Ackererde reich genug war an den geeigneten Aluminiumverbindungen in geeigneter Form, und die Laugen einen noch genügend hohen Kaligehalt hatten, wurde jenes Nebengestein mit Kali angereichert, sogar in so auffallend hohem Maße, wie es oben angeführt werden konnte. Das wird aber wohl nur bei Erzgängen vorkommen können. Bei der Bildung von Erzlagern ist derartiges nicht zu erwarten. Einmal fragt es sich schon, ob unterseeischer, schwimmend nasser Schlamm ebenso zur Kaliabsorption befähigt ist, wie trockener Schiefer, wenn die Laugen ankommen. Sodann kam der be-

treffende Meeresschlamm, das spätere Liegende und Hangende des Erzlagers, niemals mit konzentrierten, sondern nur mit verdünnten Laugen in Berührung, denn der Fällungsprozeß der Schwefelmetalle setzt ja schon voraus, daß die Laugen verdünnt wurden, anders hätten ihnen ja die Kohlenstoffverbindungen nicht eingemischt werden können, welche die Desoxydation der Metallsalze besorgen. Drittens brauchten die Sedimente überhaupt nicht mit den löslichen Laugenteilen in Berührung zu kommen. Es ist ganz wohl denkbar, daß die aus der Mischung von Laugen und Meerwasser entstandenen Niederschläge: Schwefelmetalle und schwefelsaurer Baryt, allein zu Boden fielen, während das hierbei stark verdünnte Gelöstgebliebene oben weiterfloß, ohne dem Boden nur nahe zu kommen. — Hiernach besitzen wir, was die Lager betrifft, auch dieses einzige Kriterium nicht einmal, welches uns das Nebengestein bieten könnte; wir werden also versuchen müssen, die oben gestellte Frage aus den Erzlagerstätten selber heraus zu beantworten. Denn das Vorhandensein halurgogener oder halurgometamorpher Gesteine in größerer oder geringer Entfernung, so sehr es geeignet sein mag, die Aufmerksamkeit auf allerlei Erscheinungen zu lenken, die möglicherweise mit ihm in Verbindung stehen können, folglich auch auf halurgogene Erzgänge, beweist dennoch im Einzelfalle garnichts, da ja die Möglichkeit bestehen bleibt, daß die betreffende Gegend vor oder nach der Laugenperiode auch anderen Erzbildungsprozessen noch als Schauplatz gedient haben kann.

Ich habe wiederholt darauf hingewiesen, daß schwefelsaurer Baryt in größeren Mengen nur durch konzentrierte Salzlaugen entstehen, d. h. aus Silicaten herausgeholt und sodann transportiert werden konnte. Das Rammelsberger Lager lehrt ihn außerdem als ein durch Meerwasser aus Laugen ausgefälltes Sediment kennen, zeigt also ebenfalls, wie das Werden, Sein und Wirken dieses Mineralen mit Laugen, und zwar auch hier ursprünglich mit konzentrierten, eng verknüpft ist. Man wird daher den Schwerspat, vorausgesetzt, wie gesagt, daß er in größeren Mengen auftritt, als eins der sichersten Kennzeichen ehemaliger Laugenarbeit ansprechen dürfen. Aber im Harze lernen wir zugleich, daß der Schwerspat nicht überall zu sein braucht, wo Salzlaugen geschafft haben, sondern daß er eigenartig lokalisiert ist, so auf dem Osthharze nur in dessen halurgometamorphem Südrande, aber nirgends in der eigentlichen Erzregion; auf dem Westharze zwar in letzterer, aber nur auf den südlicheren Gängen derselben, am Rammelsberge nur in den jüngeren und jüngsten Horizonten des Lagers, aber noch nicht in den älteren, trotz der zweifellos gleichartigen Entstehungsweise auch dieser. Das

Fehlen des Schwerspates kann daher nicht ohne weiteres als Gegenbeweis gegen die Halurgogenität anderer hierhergehörender Phänomene angesehen werden; denn das Beladen der Laugen mit Baryum wie die Wiederabscheidung des letzteren als Schwerspat hängt von Vorbedingungen und Nebenumständen ab, welche mit der Laugarbeit an sich nicht untrennbar verknüpft sind.

Die anderen Gangarten spiegeln zwar die oben geschilderten Prozesse der Erzbildung sowohl, als auch die chemische Zusammensetzung der hierbei in Funktion gewesenen Laugen im Ganzen ebenfalls recht gut wieder: Reduktion durch Kohlenstoffverbindungen = Kohlensäureerzeugung; Desoxydation der schwefelsauren Alkalien = Sulphydrate; Zersetzung der letzteren durch Kohlensäure = kohlensaure Alkalien; deren Umsetzung mit Chlorcalcium, Chlormagnesium der Laugen = Kalkspat, Dolomit (Perlspat); Reduktion der schwefelsauren Erdalkalien + Kohlensäure = dieselben nochmals; Einwirkung der kohlensauren Alkalien auf Silikate = kohlensaure Oxyde + quarzfähige Laugen; letztere entstehen außerdem, vielleicht noch leichter, mit Hilfe der Sulphydrate, da diese noch alkalischer als die entsprechenden kohlensauren Salze sind und obenein weit löslicher; Reduktion der Eisenoxysalze + kohlensaure Alkalien = Spateisenstein; u. s. w., u. s. w. Indessen, all dieses, so zwanglos es sich in das große Gesamtbild der halurgischen Vorgänge einfügen mag, ja, in ihm eigentlich erst so recht zu seiner Geltung kommt: an sich ist es als Beweismittel so gut wie wertlos für unsere Zwecke. Alle diese anderen Gangarten lassen sich auch aus reinem Wasser, welches etwas Kohlensäure enthält und der atmosphärischen Oxydation entzogen wäre, entstanden denken, resp. umquartiert; denn ihr Material selber wäre im Harze allenthalben reichlich vorhanden gewesen. Aber sie kommen ja eben nicht für sich allein vor, sondern sie sind Begleiter anderer. Und da diese anderen die Laugen zu ihrer Entstehung nötig hatten, haben die Laugen auch die Entstehung jener bewirkt. Jedoch selber ein Kriterium der halurgogenen Entstehung ihrer Lagerstätten sind sie, wie gesagt, nicht.

Ähnlich liegt die Sache bei den geschwefelten Erzen. Ist auch für die harzer Erze die Möglichkeit einer Entstehung aus gewöhnlichem, nichtsalinischem Wasser gemäß des Obigen kaum vorzusetzen, sobald wir zumal einzelne von ihnen ins Auge fassen, so brauchten sie deshalb noch immer nicht halurgogen zu sein. Wenn wir aus Erfahrung wissen, unter wie grundverschiedenen Bedingungen sich so subtile Atomgruppierungen wie Indigoblau, Alizarin und zahllose andre einerseits in Pflanzen, andererseits in unseren chemischen Fabriken zusammenfinden,

werden wir nicht zweifeln dürfen, daß den vergleichsweise robusten chemischen Affinitäten des Eisens, Kupfers, Bleies, Schwefels etc. zu ihrer gegenseitigen Sättigung ebenfalls der Wege mancherlei offen stehen. Tatsächlich sehen wir denn auch unsere wohlbekannten harzer Metallsulfide in anderen Gegenden mit Zinnkies, Zinnstein, Silikaten etc. etc. verknüpft, die alle auf den betreffenden harzer Erzlagerstätten noch nie gefunden wurden und auch an sich schon auf einen ganz anderen Bildungsprozeß zu schließen verlangen; oder wir finden sie eingesprenkt in kristallinen Gesteinen, wo sie ebensowenig als halurgogen angesprochen werden können. Eine Sache, die sich so weit von selbst versteht, als ja die Erze der halurgogenen Erzlagerstätten, soweit sie nicht früher als Silikate vorhanden gewesen, aus der Zersetzung und Extraktion auch wieder von Schwefelmetallen, aber älterer Bildungen und auch vielfach anderer Entstehung, ursprünglich hergeleitet werden müssen. Hieraus folgt dann die Unbrauchbarkeit auch der Schwefelmetalle als allein entscheidender Kriterien für halurgische Vorgänge, und es bleibt daher, vorläufig wenigstens, die Berücksichtigung der Gesamtheit der geologischen, petrographischen und mineralogischen Erscheinungen in Frage kommender Gegenden das Einzige, was ein zutreffendes Urtheil über die Entstehung ihrer Erz- etc.-Lagerstätten ermöglicht.

Empfehlen dürfte es sich in jedem Falle, den bunten Gesteinen, welche ja außerhalb unseres Kontinentes noch in anderen Formationen, als bei uns, auftreten, erhöhte Aufmerksamkeit zuzuwenden. Abgesehen von der hohen wissenschaftlichen Bedeutung des Gegenstandes, würden auch eminent praktische Gründe nicht weniger hierzu anregen können. Ist doch nichts leichter, als das Auffinden bunter Gesteine, die ja nicht allein an den Orten ihrer Verbreitung eine ungewöhnlich auffällige Erscheinung bilden, sondern sich oft schon meilenweit unterhalb im Lande durch rote Alluvialbildungen ankündigen. Würden sie allgemein als Erzbringer erkannt, so würde das Aufsuchen von Erzen, in ihrem Liegenden wie in ihrem Hangenden, z. T. auch in ihnen selber, eine einigermaßen systematisch verrichtbare und darum sicherere, erfolversprechendere Arbeit werden, als das ohne jeden Anhalt der Fall sein könnte. Dem, was man „Zufall“ nennt im guten wie im schlimmen Sinne, bliebe trotzdem noch ein recht weiter Spielraum. Noch gibt es bekannte Erzlagerstätten genug und daher wohl auch unbekanntere dergleichen, deren Dasein noch gänzlich beziehungslos erscheint. Und auch die halurgogenen hatten Gangspalten, hatten Meeresbecken, hatten so mancherlei Anderes noch zu ihrem Werden nötig, dessen Wo und Wie Gesetzen folgte, die wir einstweilen noch zu suchen haben.