

Vorträge.

Über das Vorkommen und die Entstehung des Weiß-Eisenerzes, eines neuen bauwürdigen Eisenrohstoffes.¹⁾

Von Herrn P. KRUSCH in Berlin.

(Mit 1 Textfigur.)

Bauwürdige Anhäufungen von bisher dem Hüttemann unbekanntem Erzen werden selten angetroffen.

Den Fundpunkt des Weiß-Eisenerzes darf ich leider nicht genauer angeben, weil die bergrechtlichen Verhältnisse noch nicht geklärt sind; ich muß mich damit begnügen, die westlichen Moore als weißeisenerzführend zu nennen.

Zum Verständnis der geologischen Position und des geologischen Alters der Lagerstätte ist

Schematisches Profil durch die Weiß-Eisenerzlagerstätte im westl. Moorgebiet.

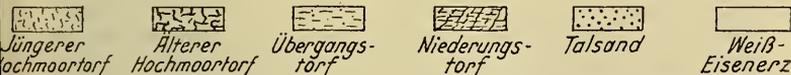
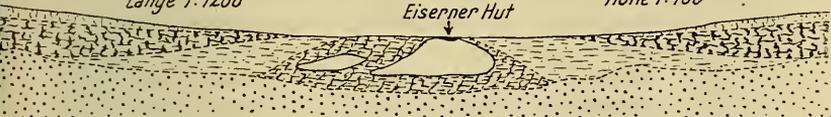
Länge 1:1200

Höhe 1:400

N

S

Eisener Hut



es erforderlich auf das Normalprofil der großen westdeutschen Moore einzugehen (siehe das Profil). Wir befinden uns in einer weiten, von flachen Rinnen durchsetzten Talsandlandschaft, die von der letzten Vereisung nicht mehr erreicht wurde und auf weite Flächen von Moor überzogen worden ist. Zunächst wurden die

¹⁾ Vortrag, gehalten auf der Hauptversammlung in der Sitzung am 29. Juli 1922.

Rinnen und Senken mit Niedermoor ausgefüllt. Dieses wurde überwuchert von Übergangsmoor, und schließlich bildete sich die weit übergreifende Hochmoordecke. Die Verbreitung der drei Moorarten ist im allgemeinen derart, daß Niedermoor- und Übergangsmoor auf die Rinnen, bzw. ihre nächste Umgebung beschränkt sind, während das Hochmoor auch flache Talsandhochflächen überzieht. Das vollständige Profil wird also nur in unmittelbarer Nähe der alten Talrinnen angetroffen, die zwischen ihnen liegenden Plateaus führen lediglich Hochmoor. Sieht man sich das Hochmoorprofil genauer an, so findet man — was schon bei der Spezialaufnahme 1:25 000 der Geol. Landesanstalt von ihren Geologen (STOLLER, TIETZE, TORNAU usw.) festgestellt wurde — eine amorphe untere Schicht, in welcher in der Regel keine Pflanzenreste mehr bestimmt werden können, und eine obere hellgefärbte jüngere, deren Pflanzenbestandteile noch heute zu erkennen sind. Es ist also im Profil eine scharfe Grenze zwischen einer älteren Hochmoorlage, die lange Zeit der Verwitterung ausgesetzt war, und einer jüngeren, welche sich erst später auf dem älteren Hochmoor ansiedelte, vorhanden.

Das geologische Alter der älteren Torfserie (Niedermoor, Übergangsmoor und älteres Hochmoor) steht nicht ganz fest, wenigstens wurde es bisher nicht durch charakteristische Pflanzenfunde belegt. Unter Berücksichtigung des Umstandes, daß das fragliche Gebiet seit der Hauptvereisung nicht mehr vereist wurde, liegt es nahe anzunehmen, daß die Vertorfung unmittelbar nach der Hauptvereisung also im folgenden Interglazial begann — ein Gedanke, dem vor mir auch andere, wie z. B. MONKE, Ausdruck gegeben haben. — Niedermoor-, Übergangsmoor- und unteres Hochmoor stellen eine fast ununterbrochene Bildung dar. Es muß dann eine langanhaltende Hinderung des Pflanzenwuchses eingetreten sein, welche die Verwitterung des unteren Hochmoors zur Folge hatte. Es liegt nahe als deren Ursache das herannahende jüngere Eis aufzufassen, das unser Gebiet zwar nicht mehr erreichte aber den Pflanzenwuchs zum Absterben brachte. Nach dem Abschmelzen des jüngeren Eises begann dann die Bildung des oberen jüngeren Hochmoors.

Da das Weiß-Eisenerz an den Niedermoorstorf gebunden ist, glaube ich berechtigt zu sein zu der Annahme, daß seine Bildung in der Interglazialzeit

unmittelbar nach dem Abschmelzen des älteren Eises begonnen hat.

Auftreten des Weiß-Eisenerzes im Niederungstorf: Im vollständigen Profil findet man unter Torf eine weiße tonige bis käsige Masse, die nach den bisherigen Schürfungen bis über 2 m mächtig festgestellt wurde und in der Regel von Torf unterlagert wird. Die Grenze zwischen dem Erz und dem Torf ist keine scharfe, es gibt beliebige Mischungen beider. Die Größe der Erstreckung der allseitig von Torf umschlossenen Nester schwankt sehr, sie können viele hunderte Meter Ausdehnung haben. Im allgemeinen sind es Linsen, die bis mehrere Meter Stärke erreichen. Man hat unwillkürlich den Eindruck, daß es sich um Torf-Wasserkissen handelt, die nach und nach von dem Weiß-Eisenerz ausgefüllt wurden.

Wo das Weiß-Eisenerz von der Torfdecke befreit wurde, ist es zu oberst 1—2 cm stark in Brauneisen umgewandelt worden. Der Übergang in dieses oxydische Erz geht sehr schnell vor sich; sticht man das Weiß-Eisenerz an, so überzieht es sich schon nach wenigen Minuten mit einer bläulichen Haut, die mutmaßlich durch Vivianit bedingt wird; kurze Zeit darauf wird der Stoß zunächst bräunlich. Schaltet man das Sonnenlicht aus, so bleibt das Erz schokoladenfarben, bei Licht dagegen nimmt es schließlich rotbraune Färbung an.

Die Feststellung der chemischen Zusammensetzung bereitete recht erhebliche Schwierigkeiten. Die mir vorgewiesenen Analysen zeigten das verschiedenste Verhältnis zwischen Eisenoxydul und Eisenoxyd. Als ich den ersten Aufschluß im frischen weißkäsigen Material sah, war mir klar, daß kaum Eisenoxyd in dem frischen Erz vorhanden sein kann. Ich ordnete deshalb an, daß nach vorsichtigster Probenahme bei möglichstem Luftabschluß die Kohlensäure- und Eisenoxydulbestimmung in neutraler Atmosphäre und zwar im Stickstoffstrom ausgeführt wurde.

Der Chemiker an der Geologischen Landesanstalt Herr Dr. HALLER unternahm diese Arbeit, und es ergab sich nun, daß das Erz tatsächlich aus fast reinem Eisenoxydulkarbonat besteht (s. die folgende Tabelle).

Eisen (Fe)	13,37	11,72	12,54	16,30	15,58	13,46
bzw. Eisenoxydul (FeO)	15,38	15,30	16,41	20,28	21,20	18,41
Mangan (Mn)	0,20	0,19	0,16	0,19	0,24	0,16
Tonerde (Al ₂ O ₃)	—	0,42	0,55	0,1	0,28	Spur
Kalk (CaO)	1,68	1,29	1,21	1,39	1,82	0,84
Magnesia (MgO)	—	—	—	—	—	—
Phosphor (P)	0,26	0,11	0,35	0,15	0,16	0,28
bzw. Phosphorsäure (P ₂ O ₅)	0,62	0,24	0,80	0,34	0,36	0,65
Schwefel (S)	Spur	Spur	Spur	Spur	Spur	Spur
Kohlensäure (CO ₂)	9,64	10,56	9,29	12,68	13,42	10,84
(erforderlich für gefundenes CaO und FeO)	(9,89)	(10,37)	(10,37)	(13,49)	(14,38)	(11,91)
Wasser (bei 100°)	63,19	64,57	63,44	57,51	57,26	59,49
Glühverlust (ausschließl. CO ₂ und H ₂ O bei 100°)	6,28	6,40	7,66	4,98	4,89	9,06
Rückstand	—	Spur	0,26	Spur	Spur	0,44
Fe auf wasserfreie Substanz verrechnet	36,32	33,08	34,30	38,36	36,45	33,23

Im Rösterz werden demnach 46—53% Fe errechnet.

Die wichtigsten näheren Ergebnisse der Untersuchung sind folgende:

Wasser	60—65 % trotzdem stehen die Wände der Aufschlüsse in dem weichkäsigen Material gut. In nasser Jahreszeit kann der Wassergehalt natürlich noch höher sein.
Eisenoxydul	15,3 — 21,2 %
Kohlensäure	9,29—13,42 %
Kalk	0,84—1,82 %

Kalk und Eisenoxydul sind an Kohlensäure gebunden. Schwefel und Rückstand: Spur bis einige Zehntel Prozent.

Des Interesses halber wurde berechnet, wieviel Kohlensäure für die Bindung des gefundenen Eisenoxyduls und Kalkes notwendig ist; es ergibt sich (s. die Tabelle) gute Übereinstimmung der errechneten Mengen mit den gefundenen Ergebnissen. In den meisten Fällen fehlt im Erz etwas Kohlensäure im Vergleich zur errechneten, weil eine winzige Menge des Eisenoxyduls trotz aller Vorsicht in Eisenoxyd übergegangen und eine geringe Menge des Kalkes nicht an Kohlensäure sondern an Phosphor gebunden ist.

Da der Rückstand nur bis 0,44% beträgt, handelt es sich also hier um das reinste Eisenerz, welches bisher nach meiner Kenntnis gefunden wurde.

Rechnet man den Eisengehalt auf wasserfreie Substanz um, so erhält man 33,08—38,36%. Geröstet

muß das Weiß-Eisenerz demnach ein Material mit 46—53% Eisen fast ohne Rückstand und mit außerordentlich wenig anderen Beimengungen ergeben.

Wenn man in Betracht zieht, daß wir in Deutschland Überfluß an sehr rückstandreichen, unter normalen Verhältnissen kaum verhüttbaren Eisenerzen haben, so kommt man zu dem Ergebnis, daß das Weiß-Eisenerz uns auch in bescheideneren Mengen gute Dienste bei der Mischung mit kieselsäure-reicherem Material leisten wird.

Die mikroskopische Untersuchung und namentlich diejenige mit dem Metallmikroskop ergibt, daß es sich um ein Gel handelt, in welchem in spärlicher Menge Spateisensteinkristalle auftreten. Die Beteiligung von organischen Substanzen wechselt sehr; namentlich an der Grenze des Eisenkörpers gegen Torf kommt jedes Mischungsverhältnis mit Torf vor.

VAN BEMMELEN²⁾ beschreibt schon 1900 kleine Nester von gleichem gelartigem Eisenerz im Torf von verschiedenen Stellen Hollands, die aber nur mineralogisches Interesse haben.

Die deutschen Vorräte an Weiß-Eisenerz sind zwar nicht sehr erheblich, immerhin dürften aber die bis jetzt gefundenen Erze einige hunderttausend Tonnen Rostspat ergeben, und die Arbeiten sind noch nicht abgeschlossen.

Genesis: Da es sich um Anhäufungen von reinem kohlen-sauren Eisenoxydul handelt, liegt die Vermutung der Mitwirkung von Eisenbakterien nahe. Nach den Forschungen des Bakteriologen S. WINOGRADSKY³⁾ scheiden die Eisenbakterien in ihrer Hülle Eisenoxyd mit etwas Manganoxyd aus eisenoxydulhaltigem Wasser ab. Später haben auch H. MOLISCH und R. LIESKE³⁾, diese Abscheidung von Eisenoxyd mit Sicherheit festgestellt. Im allgemeinen zeigte sich aber, daß die Eisenbakterien sehr spärlich sind; sie wurden z. B. bei der Untersuchung vieler See- und Wiesenerze nur in drei Proben nachgewiesen.

²⁾ VAN BEMMELEN, Über Siderit und Vivanit in Wiesenerzen usw., Ztschr. f. anorg. Chemie 1900, Bd. XXII.

³⁾ S. WINOGRADSKY, St. Petersburg, Botan. Ztg. 1888, Bd. 46, S. 261.

⁴⁾ H. MOLISCH, Die Pflanze in ihren Beziehungen zum Eisen. Jena 1892. — Die Eisenbakterien, Jena 1910.

R. LIESKE, Untersuchungen über die Physiologie eisenspeichernder Hyphomyceten. Jahrb. f. wissenschaft. Botanik 1911, Bd. 50, S. 348 usw.

So verlockend auch im ersten Moment die Beteiligung von Eisenbakterien bei der Anhäufung des Weiß-Eisenerzes erscheint, so unmöglich erweist sie sich im vorliegenden Fall der Anhäufung von Eisenoxydulmassen, da die Bakterien ja gerade bei ihrem Lebensprozeß Eisenoxydul in Eisenoxyd umwandeln.

Näher liegt die Abscheidung von Eisenerz mit Hilfe von Humussäure. OSSIAN ASCHAN⁵⁾ in Helsingfors hat diesen Prozeß genauer untersucht. Die Humussäure befördert die chemische Zerstörung der Gesteine und nimmt Eisenoxydul auf, zuerst lösliches Ferrihumat bildend, welches nach und nach in Ferrihumat übergeht. Dieses scheidet sich sofort ab und läßt die dünnen irisierenden Oberflächenhäutchen entstehen, durch die sich morastiges Wasser häufiger auszeichnet. Zum Teil bleibt Ferrihumat in kolloidaler Lösung von hellerer oder dunklerer Farbe, später fällt es aber aus. Der in den Wasserläufen enthaltene Sauerstoff genügt völlig, um das lösliche Ferrihumat in lösliches Ferrihumat zu verwandeln. Durch die Zerstörung des Ferrihumats entstand dann nach und nach Eisenoxyd. Auch dieser Prozeß ist also nur bei oxydischen Eisenerzen zu gebrauchen, kann aber nicht der Erklärung größerer Anhäufung von Eisenoxydulkarbonat dienen.

VAN BEMMELEN denkt sich die ihm bekannten kleinen Anhäufungen von gelartigem Eisenoxydulkarbonat als sekundär aus Oxyd durch reduzierende Wirkung der Organismen entstanden.

Nach meinen Beobachtungen und den von meinem Kollegen Dr. BEHREND bereitwilligst ausgeführten Untersuchungen halte ich diese Erklärung für nicht stichhaltig. Die BEHRENDschen Versuche ergaben zunächst, daß das Eisenoxydulkarbonat-Gel nicht reversibel ist. Ich entnahm an Ort und Stelle aus frisch ausgehobenen Gruben zwei Wasserproben und zwar eine mit und eine ohne Suspension. Nach Beseitigung der Suspension erwiesen sich beide Proben als kolloidale Lösungen, in denen das Eisen in Form von Eisenoxydulkarbonat enthalten ist. Beim Filtrieren bildete sich beständig wieder kolloidale Lösung, und zwar bei Gegenwart des Sauerstoffs in oxydischer Form. Vor der Ultrafiltration und nach der Beseitigung der Sus-

⁵⁾ OSSIAN ASCHAN, Die Humusstoffe usw. und ihre Bedeutung für die Bildung der Seerze Helsingfors 1906. — Auszug in Zeitschr. f. prakt. Geologie 1907, S. 56—62.

pension ergab die eine Probe 79, die zweite 72 mg FeO im Liter. Das Ultrafiltrat, in dem keine kolloidale Verbindung mehr nachweisbar war, enthielt noch Spuren von FeO.

Es wurde der Beweis geliefert, daß das unbeständige FeO als Kolloid im Wasser enthalten ist und sich auch trotz verhältnismäßig langer Berührung mit der Luft nachweisen läßt. Während bei weitem die Hauptmasse als kolloidales Ferrobikarbonat (Fe CO_3 , H_2O , CO_2) gelöst war, zeigte der geringe Eisengehalt im Ultrafiltrat die Anwesenheit von molekularem (kristallinem) Eisenoxydulbikarbonat. Seine ursprüngliche Menge dürfte noch größer gewesen sein, da es schon beim Filtrieren zum großen Teil in den kolloidalen Zustand übergeht.

Das in Lösung befindliche Ferrobikarbonat wird an der Luft zu Ferrihydroxyd zersetzt.

Für die Genesis der Weiß-Eisenerzlagerstätten ist nach diesen Untersuchungen wichtig, daß sich in den fraglichen Lösungen Eisenoxydulkarbonat vorzugsweise in kolloidaler, untergeordnet in molekularer Form findet. Es steht weiter fest, daß die molekulare Form schon beim geringsten Anlaß in die kolloidale übergeht. Meine wiederholt geäußerte Auffassung, daß die natürlichen Lösungen Gemenge von molekularen und kolloidalen sind, besteht also auch hier zu Recht. Selbst wenn sich zunächst eine rein molekulare Lösung gebildet hätte, würde sie sich schnell, wenigstens teilweise in die kolloidale umwandeln. Es genügt vermutlich hierfür schon die Bewegung der Lösung und ihre Reibung am Gestein.

Die Beteiligung von Humussäure bei den Verwitterungsprozessen kann als sicher angenommen werden; sie begünstigt die Bildung von kolloidalen Eisenoxydullösungen. Zerstörend wirkt hier die Durchlüftung mit Sauerstoff; es wird nicht nur die Kohlensäure ausgetrieben und das Hydrat gebildet, sondern auch die lösliche Humusferroverbindung geht in die Ferriverbindung über.

Daß das Eisen in den Verwitterungslösungen zunächst oxydulisch auftritt, kann als feststehende Tatsache gelten, deckt sich auch durchaus mit den vorliegenden Untersuchungsergebnissen. Die Annahme VAN BEMMELENS, daß die Bildung von Eisenoxydulkarbonat-Gel durch Reduktion einer oxydischen Lösung durch organische Reste stattfinden müsse, halte ich also nicht für zutreffend. Notwendig ist aber möglichste Abhaltung des Sauerstoffs der Durchlüftungszone, weil die eisenoxydulische Lösung

sich nur kurze Zeit in der Sauerstoffatmosphäre hält. Tritt sie nun aber, wie in unserm Fall bald in Humusbildungen ein, um die Wasserkissen im Niedermoor auszufüllen, so wird sie vor der Einwirkung des Sauerstoffs geschützt und die Möglichkeit zur Bildung größerer Mengen von Eisenoxydulkarbonat ist gegeben. Der molekulare Teil der Eisenoxydullösung wird, je länger ihr Weg ist, immer kleiner zugunsten des kolloidalen Teils, so daß schließlich in der fast nur aus Eisenoxydulkarbonat-Gel bestehenden Lagerstätte lediglich vereinzelte Spateisensteinkristalle als Absatzprodukte des letzten Restes molekularer Eisenoxydulkarbonatlösung liegen.

Wegen der leichten Zerstorbarkeit des gelförmigen Eisenoxydulkarbonats durch den Sauerstoff der Luft nimmt es nicht wunder, daß an den Stellen, wo das Gel-Eisenerz durch Beseitigung der Torfdecke angeschnitten ist, ein einige Dezimeter starker eiserner Hut entsteht. Das fälschlich bisher als Raseneisenerz bezeichnete Material unterscheidet sich von diesem durch eine pulverige Form, welche es für den Hüttenmann in der Regel schwer verwendbar macht.

Ich komme also zu dem Ergebnis, daß es sich bei dem Weiß-Eisenerz um ein neues bauwürdiges Erz handelt, welches aus fast reinem Eisenoxydulkarbonat in Gelform besteht. Der kristalline Doppelgänger, der Spateisenstein, kommt in ihm nur in kleinen Mengen vor; das Weiß-Eisenerz lieferte ein ideales Rösterz mit 46—53% Eisen. Wenn die Weiß-Eisenerzmengen auch beschränkt sind, so können sie doch immerhin nach unserer bisherigen Kenntnis Material für einige hunderttausend Tonnen Rösterz liefern.

Interessant ist das Verhältnis des Weiß-Eisenerzes zum Raseneisenstein. Der Raseneisenstein ist ein oxydisches, in der Regel sehr rückstandsreiches Erz, das Weiß-Eisenerz fast chemisch-reines Eisenoxydulkarbonat mit meist nur Spuren von Rückstand. Beide haben aber völlig verschiedene Zusammensetzung.

Die ursprünglichen Lösungen waren bei beiden die gleichen; während sie sich aber beim Raseneisenerz in Gegenwart des Sauerstoffgehalts der Luft in flache Senken ergossen und ihr Eisengehalt in Form von Eisenhydrat ausflockte, wurden sie bei der Ausfüllung der Wasserkissen mit Weiß-Eisenerz durch die organischen Substanzen des Torfs vor der Einwirkung des Sauerstoffs geschützt,

so daß sich reines Eisenoxydkarbonat in Gelform erhalten und absetzen konnte:

Eine Diskussionsbemerkung des Herrn KOSSMAT veranlaßt mich, auf das Verhältnis des Weiß-Eisenerzes zu den Kohleneisensteinlagerstätten einzugehen. Ich habe in dem Vortrag den naheliegenden Vergleich mit Absicht vermieden, um bei der Industrie keine überschwenglichen Hoffnungen zu erwecken. Wenn auch das Weiß-Eisenerz sich in bezug auf die Ausdehnung seiner Vorkommen in keiner Weise vergleichen läßt mit den über ganze Verwaltungsbezirke ausgedehnten Kohleneisenlagerstätten, so ist die Genesis doch genau die gleiche. In einem amtlichen Bericht über das Weiß-Eisenerz habe ich auf diese Gleichheit ganz besonders hingewiesen und dem Gedanken Ausdruck gegeben, daß sich das Weiß-Eisenerz zu den Kohleneisensteinlagerstätten wie der Torf zu den Steinkohlenflözen verhält. Bei beiden ist die in der Natur beobachtete beliebige Vertretung des Eisenerzes durch Humusgestein im Profil in der Genesis bedingt.

Zusammenfassung: Das Weiß-Eisenerz ist fast reines Eisenoxydul-Gel und stellt Wasserkissenausfüllungen im Torf dar. Es hat also ganz verschiedene Genesis vom Raseneisenerz und ist gleichsam diluvialer bis rezenter Kohleneisenstein.

Normaltektonik, Salztektonik und Vulkanismus.

Vortrag, gehalten auf der Hauptversammlung der Deutschen Geologischen Gesellschaft zu Breslau am 29. Juli 1923

von Herrn H. STILLE in Göttingen.

Zum ersten Verhandlungsgegenstande unserer diesjährigen Tagung, den „wechselseitigen tektonischen Beziehungen zwischen Intrusivmassen und ihrer Umgebung“, nehme ich, entsprechend einer Bitte unseres Geschäftsführers, des Herrn CLOOS, gerade hier in Breslau mit umso größerer Freude das Wort, als unser Breslauer Kollege nicht nur die tiefenvulkanischen Probleme durch sehr exakte und originelle

Arbeitsmethoden in ein neues Licht gerückt, sondern dadurch auch der allgemeinen Erkenntnis tektonischer Probleme einen starken Antrieb gegeben hat¹⁾. Er hat uns vor allem gelehrt, die Aufzeichnungen, die der tektonische Druck im erstarrten Glutfluß hinterlassen hat, zu erkennen und zu deuten.

Wie in früheren Arbeiten, so möchte ich auch bei meinen heutigen Ausführungen die Zeitlichkeit des geologischen Geschehens weitgehend zugrunde legen.

Unter Verwertung der Meeresbewegungen als der besonders feinen Indikatoren der Bewegungen des festen Erdgerüsts kommt man zu der Vorstellung, daß die Epirogenese Intensitätsschwankungen von z. T. weltweiter Bedeutung zeigt, und man kommt damit zu einer „epirogenetischen Gleichzeitigkeitsregel“, die eben besagt, daß die Veränderungen im Gange der epirogenetischen Bewegung in den verschiedensten Erdgebieten erhebliche gleichzeitige Gleichsinnigkeiten aufweisen. „Plio-epirogenetische“ Zeiten sind solche, in denen die Festländer im allgemeinen verstärkt und in erweitertem Umfange aufsteigen, während die Meere sich einengen; in den „mio-epirogenetischen“ Zeiten tritt dagegen ein stärkerer Ausgleich der Reliefverhältnisse, begleitet von einer Erweiterung der Ozeane auf Kosten der Festländer, ein.

Wie ich an anderer Stelle ausgeführt habe, suche ich, ohne andersartige Bewegungsursachen gänzlich ablehnen zu wollen, die Hauptursache sowohl der kurzfristigen orogentischen, wie der langandauernden epirogenetischen Vorgänge in Stauungsvorgängen in der Erdkruste, und zwar treten die Orogenesen bei starker, die Epirogenesen bei schwacher Stauung ein. Aber auch der „schwache“ epirogenetische Stauungsdruck, der zwar größere Einheiten unter schwacher Verbiegung derselben hebt oder senkt, aber noch nicht zu Gefügeveränderungen des Bodens führt, zeigt noch Intensitätsunterschiede, die nun in den allgemeinen Meeresbewegungen der epirogenetischen Zeiten zum Ausdruck kommen.

¹⁾ Vgl. H. Cloos: „Über die Raumbildung tektonischer Massen“, Diese Monatsber. 1918, S. 1.

„Geologie der Schollen in schlesischen Tiefengesteinen“, Abh. Pr. Geol. Landesanst., N. F., 81, 1920.

„Der Mechanismus tiefvulk. Vorgänge“, Samml. Vieweg, Heft 57, Braunschweig 1921.

Unter „Normaltektonik“ verstehe ich die Tektonik der Gesteine von „normaler“ Mobilität im Gegensatz zu den Lageveränderungen der hochgradig mobilen Massen. Schon sie zeigt sehr erhebliche qualitative und quantitative Unterschiede im Zusammenhang mit der Art des betroffenen Materials, insbesondere dem Grade seiner Mobilität, wobei ich die Mobilität wieder als die „Gefügigkeit gegen den tektonischen Druck“ definiere. Wir müssen m. E. sogar, wie ich früher zu zeigen versucht habe²⁾, die Verschiedenheit der tektonischen Formen — von dem einen Extrem, dem Blockgebirge, bis zum anderen Extrem, dem Deckengebirge — nicht etwa durch Verschiedenartigkeit, kaum auch durch Verschiedengradigkeit der wirkenden Kräfte, sondern durch die Verschiedenartigkeit des betroffenen Materials erklären. Nicht verschiedene Kräfte haben gewirkt, sondern die gleichen Kräfte haben verschieden gewirkt, verschieden infolge der Verschiedenheit des Materials; „die Art der Gebirgsbildung ist in erster Linie die Funktion der Mobilitätsverhältnisse des betroffenen Bodens“ (l. c. S. 31), die Bruchbildung ist die Fortsetzung der Faltung des inzwischen andersartig gewordenen Materials. Ich befinde mich hier in Übereinstimmung mit Cloos, der auf ganz andern Wege wie ich zu der Auffassung gekommen ist, daß Faltung und Bruchbildung nicht eigefülich grundsätzlich verschiedene Dinge sind, sondern daß, wie er sagt, die Bruchbildung eine „Fortsetzung der Faltung mit andern Mitteln“ ist (Cloos, 1921, S. 33), — mit andern Mitteln, weil eben das Material jetzt andersartig ist (ebenda, S. 63). Ich verweise auch auf die Bezeichnung der Bruchbildung durch MACHATSCHEK³⁾ als einer „intentionellen“ Faltung.

Wir können nun eine Mobilitätsreihe der Stoffe bzw. Stoffkomplexe aufstellen; an dem einen Pole (Stabilitätspol) steht das kristalline oder durch Faltung und erstarrte Intrusionen versteifte Massiv, am andern Pole (Mobilitätspol) der Glutbrei.

Der Vulkanismus ist für Cloos eine „Tektonik mit hochmobilem Material“. Im erstarrten Gestein, so zeigt

²⁾ „Über Hauptformen der Orogenese und ihre Verknüpfung“, Nachr. Kgl. Ges. d. Wiss., Göttingen, Math.-Phys. Kl., 1918, Sep.-Abdr., S. 20 ff.

³⁾ F. MACHATSCHEK: „Über epirogenetische Bewegungen“, PENCK-Festschrift, 1918, S. 11.

uns Cloos in seinen Schriften, sind die Wirkungen der gleichen Kräfte aufgezeichnet, die auch die weniger mobilen Massen bewegt haben.

Wie ordnet sich diese Tektonik des hochgradig mobilen Materials nun den Erfahrungen über die Zeitlichkeit des tektonischen Geschehens, wie ordnet sie sich der Einteilung der tektonischen Vorgänge in Orogenesen und Epirogenesen ein?

Vom Vulkanismus nehmen wir zunächst mit Cloos die aus Gasspannung sich entwickelnden reinen Explosionserscheinungen aus. Es bleibt der Vulkanismus der Tiefen, der im Sinne von Cloos an tektonische Vorgänge, an Faltung und Zerspaltung der Erdkruste, anschließt; es bleiben auch die gewaltigen Massenergüsse, deren Empordringen hinsichtlich der Art der treibenden Kräfte mit den Tiefenintrusionen in Parallele zu setzen ist. „Bei seinem Vortrieb gegen die Oberfläche steht das Magma unter Seitendruck“ (Cloos, 1921, S. 71).

Wie weit sind diese Vorgänge an die „gebirgsbildenden“ (orogenetischen), d. h. an jene relativ kurzen Zeiten gebunden, in denen in der „Normaltektonik“ die Gefügeveränderungen (Faltungen, Überschiebungen, Verwerfungen usw.) zustande kommen?

Für eine Reihe von hochbedeutsamen tiefenvulkanischen Vorgängen ist das zeitliche Zusammenfallen mit Orogenesen oder doch ihr Erfolgen im unmittelbaren Anschluß an diese erweisbar. Ich denke z. B. an die gewaltigen Intrusionen im Anschluß an die große jungjurassische Faltung des pazifischen Nordamerikas und an die gleichzeitigen lakkolischen Intrusionen in der Krim; ich denke ferner z. B. an die „jüngeren“ Granite Schottlands, die die jüngst-silurisch entstandenen kaledonischen Falten durchsetzen und andererseits als Gerölle bereits im tiefsten Old Red enthalten sind. Aber nur in Ausnahmefällen ist eine wirklich genaue Altersbestimmung der Intrusivvorgänge ausführbar und damit ihr zeitliches Gebundensein an orogenetische Phasen nachzuweisen. Diskordante Serien, deren wir uns zur Altersfestsetzung geologischer Vorgänge zu bedienen haben, pflegen erst nach längerer Zeit auf den intrudierten Massen, nämlich erst nach deren Bloßlegung, zum Absatz zu kommen, und so liegt im allgemeinen ein erhebliches Zeitintervall zwischen dem jüngsten noch von der Intrusion betroffenen Formationsgliede und den über der Intrusion

transgredierenden Deckschichten; in denen die Intrusiva oder ihre Kontaktprodukte als Gerölle auftreten. So ist z. B. hinsichtlich der Zeitlichkeit der granitischen Intrusionen des Harzes nur zu sagen, daß sie jünger sind als Culm und die nachculmische Faltung und älter als das jüngere Oberkarbon, während das ältere Oberkarbon im Harzgebiete keine Vertretung hat, und damit könnten sie im Ausgange der sudetischen Faltung (zwischen Culm und unterem Oberkarbon) oder in der asturischen Faltungsphase (zwischen Saarbrücker und Ottweiler Schichten), aber schließlich auch in der anorogenetischen Zwischenzeit zwischen der sudetischen und der asturischen Phase eingetreten sein. Der Auffassung des zeitlichen Zusammenhanges von Faltungen und Intrusionen widerspricht natürlich nicht, daß viele große Faltungen von magmatischen Intrusionen nicht begleitet gewesen sind, — wenigstens soweit der Faltenbau unserer Beobachtung zugänglich geworden ist. Das trifft z. B. für die Alpenfaltung zu, worauf ALBERT HEIM ganz besonders hingewiesen hat, und hier mag, wie HEIM annimmt, die „horizontale Zusammenstauung, wie sie in den Alpen gewirkt und die Erdrinde vermehrfacht hat“, dem Magma den Aufstieg verwehrt haben⁴⁾. Auch in den älteren Phasen der saxonischen Gebirgsbildung Mitteldeutschlands kennen wir, wie überhaupt im mitteldeutschen Mesozoikum, keinerlei vulkanische Vorgänge. Häufig mag in den Faltengebirgszonen die Sachlage die sein, daß in einer ersten orogenetischen Phase Faltung ohne stärkere Intrusionen, in einer späteren Phase aber eine niedrigere Form der Gebirgsbildung, begleitet von Intrusionen, eintritt. Wir halten jedenfalls fest, daß die zeitliche Zugehörigkeit zu orogenetischen Phasen wenigstens für manche hochbedeutsame Intrusionsvorgänge erweisbar, für viele andere wahrscheinlich ist.

Andererseits kennen wir aber in großer Zahl vulkanische Vorgänge aus anorogenetischen Zeiten, und zwar keineswegs nur solche, die als Explosionserscheinungen infolge von Gasspannungen erklärt werden könnten, sondern auch solche, die hinsichtlich ihrer Ursachen an den Tiefenvulkanismus anzuschließen sind.

Um bei den mitteldeutschen Verhältnissen zu bleiben, so haben wir hier ja einen ganz besonders starken Vulkanis-

⁴⁾ ALBERT HEIM: „Geologie der Schweiz“, Bd. II, S. 965.

mus in der Rotliegendzeit, und es ist nun wichtig, daß er sich nicht oder doch höchstens ausnahmsweise an der Grenze von Unter- und Oberrotliegend, d. h. zur Zeit der saalischen Faltung, sondern fast ausschließlich und jedenfalls am allerkräftigsten in der anorogenetischen Zeit des Unterrotliegenden (Unter- und Mittelrotliegend im Sinne der sächsischen Gliederung) ereignet hat. Ich denke z. B. an die gewaltigen Ergüsse der Halleschen Gebiete oder diejenigen des Südharzes. Auch die basaltischen Ergüsse Mitteldeutschlands sind, soweit ihre genaue Altersfeststellung möglich ist, wenigstens in der Hauptsache nicht in den orogenetischen Phasen, sondern in den anorogenetischen Zeiten, die zwischen diesen Phasen liegen, eingetreten. Ganz augenscheinlich sind aber die plio-epirogenetischen Zeiten von den Intrusionen und Massenergüssen gegenüber den mio-epirogenetischen bevorzugt. Ein besonders gutes Beispiel bietet in diesem Sinne wieder die ältere Dyas, die schon durch die große Einschränkung der damaligen Meere sich als plio-epirogenetisch erweist.

Es wird nicht ganz leicht sein, für Tiefengesteinsintrusionen den sicheren Beweis ihres Gebundenseins an epirogenetische Zeiten zu erbringen, wie allerdings auch der Beweis des Gegenteils nur in Ausnahmefällen sicher zu führen ist. Über die Schwierigkeiten derartiger Beweisführungen wurde ja schon oben gesprochen. Sollte aber dieser Nachweis einmal möglich sein und sollte man auch in solchen Granitmassiven jene Erscheinungen beobachten, die wir mit Cloos als die Auswirkungen seitlichen Druckes vor, während und nach der Erstarrung des Magmas anzusprechen haben, so würde sich dadurch eine neue Stütze der von mir vertretenen Auffassung, daß auch in den Zeiten der Epirogenese seitlicher Druck geherrscht hat, ergeben. In den Ergußgesteinen machen sich natürlich derartige Druckwirkungen im allgemeinen nicht bemerkbar. Aber schon ihr Hervorquellen ist im Sinne der Cloos'schen Gedankengänge eine Folge von Druckwirkungen im Untergrunde, und damit liegt im Sinne dieser Gedankengänge auch schon im Auftreten großer Eruptivdecken in anorogenetischen Zeiten ein Hinweis auf damalige Druckwirkungen.

Wie nun der seitliche Druck das Hauptmotiv, gewiß aber nicht das einzige Motiv beim Zustandekommen tektonischer Vorgänge ist, so mögen auch bei der Aufwärtsbewegung der magmatischen Massen andere Motive, z. B. solche isostatischer Art, in Einzelfällen mitsprechen.

Hinsichtlich der „Tektonik“ des mobilsten Materials, des Glutbreies, versagt also unsere Unterscheidung von Orogenese und Epirogenese. Nicht nur der starke Druck der orogenetischen Zeiten, sondern auch schon der schwächere der epirogenetischen Zeiten, — insbesondere, wie es scheint, der plio-epirogenetischen, — vermag Lageveränderungen des Magmas hervorzurufen, die wir unter Zugrundelegung der Definition für Oro- und Epirogenese (Strukturveränderungen des Bodens!) als orogenetische zu klassifizieren haben würden.

Es schlägt sich nun von der Normaltektonik zum Vulkanismus, wie hinsichtlich der Phänomene, so auch hinsichtlich der Zeitverhältnisse und damit der unzureichenden Unterscheidbarkeit von Orogenese und Epirogenese eine Brücke über die Salztektionik.

Was die Phänomene anlangt, so finden wir ja schon im nichtsalinaren Gebirge Übergangsformen zu vulkanischen Intrusionen. Ich erinnere an ZIMMERMANN⁵⁾ „eruptives Röt“, — d. h. sein Auftreten „mehr ähnlich dem eines Eruptivstockes als eines Horstes“, oder an Ausführungen von CLOOS über das Anschwellen mobiler Gesteinskomplexe in Faltenköpfen nach Art der vulkanischen „Phakolithen“ HARKERS. Ich selbst habe vor einigen Jahren von „injektiven“ Faltungen gesprochen⁶⁾, indem ich zwischen dem tektonischen Vorschub von gewissen relativ mobilen Gesteinsmassen und vulkanischen Injektionen die Parallele zog; ich führte aus, daß sie bald abwärtig („dejektiv“), bald aufwärtig („ejektiv“) erfolgen, dabei immer im Sinne des Druckgefälles, d. h. aus den mobileren und deshalb stärker gestauten Zonen in die resistenteren und deshalb weniger gestauten, also in die Zonen relativer Dehnung, wie ich damals sagte; ich verweise im Anschluß hieran an die Ausführungen von CLOOS über die Intrusion der vulkanischen Massen in Dehnungszonen. Noch ganz anders besteht hinsichtlich der Phänomene Ähnlichkeit zwischen Vulkanismus und Salz.

HARBORT⁷⁾ sprach vom Aufsteigen des Salzbreies nach

⁵⁾ E. ZIMMERMANN: Wissensch. Bericht über Aufnahmen auf den Blättern Stadtilm und Plauen, Jahrb. Preuß. Geol. Landesanst., 1889, S. LIV.

⁶⁾ H. STILLE: Injektivfaltung und damit zusammenhängende Erscheinungen, Geol. Rundsch., Bd. VIII, S. 89 ff.

⁷⁾ Vgl. u. a. E. HARBORT: Zur Geologie der nordhannoverschen Salzhorste, Diese Monatsber., 1910, S. 330 und 331.

Art eines Glutbreies, RINNE⁸⁾ von „Injektionen“ und „Injektionshorsten“ von Salz, und ich selbst habe diesen Gedanken weiter zu entwickeln versucht und dabei die Bezeichnung „Salzstock“ im Vergleich mit dem Eruptivstock gebraucht („Injektivfaltung usw.“ I. c. S. 136).

Lockerungszonen werden kompensiert, so führt Cloos aus, teils von unten durch Intrusion, teils von oben durch Einbruch, und so spricht Cloos von der „plutonischen und tektonischen Lösung eines Raumproblems“. In dem viel behandelten „Allertalgraben“ steckt ein Streifen mächtigen Salzgebirges unter versenkten jüngeren Schichten. Das Salz ist von unten aufgepreßt, die Grabenschichten kamen von oben. Hier haben wir also eine Kombination von salinärer und normaltektonischer Lösung eines Raumproblems⁹⁾.

Ich habe in früheren Jahren mit Nachdruck die Auffassung vertreten, daß sich das Salzgebirge hinsichtlich der Zeitlichkeit seiner tektonischen Umformung und insbesondere seiner Aufwärtsbewegung wie die übrigen Gesteine des deutschen Bodens verhalten hat. Die Zeitlichkeit der tektonischen Vorgänge bestimmen wir ja mit Hilfe der Diskordanzen, — und ich machte geltend, daß wir in den Salzzonen über und neben dem Salz keine anderen Diskordanzen, wie im nichtsalinen Gebirge, finden. Im Gegensatz zu dieser Vorstellung der wie bei den übrigen Gesteinen episodischen Aufwärtsbewegung des Salzes in bestimmten tektonischen Phasen ist zwar vielfach, so besonders von HARBORT, die Aufwärtsbewegung des Salzes als kontinuierlich aufgefaßt worden. Ich habe aber die Forderung erhoben, daß zur Stütze dieser Auffassung zunächst einmal nachgewiesen werden müßte, daß sich Diskordanzen über oder neben dem Salz finden, die sonst fehlen. Diese Forderung ist bis 1920 nicht erfüllt worden, und bis dahin waren damit alle Behauptungen über die Bewegung der Salzmasse außerhalb der orogenetischen Phasen oder gar über die Kontinuität der Aufwärtsbewegung

⁸⁾ F. RINNE: „Metamorphosen von Salzen und Silikatgesteinen“, 7. Jahresber., Niedersächs. Geol. Ver., 1914.

Derselbe: „Die geothermischen Metamorphosen und die Dislokationen der deutschen Kalisalzlagerstätten“, Fortschritte der Mineralogie, Bd. 6, 1920, S. 122.

⁹⁾ Vgl. G. BRINCKMEIER: Geologische Studien am Allertalgraben. Kurzes Referat im Jahrb. d. Philos. Fakult. Göttingen, 1921, II. Teil, Nr. 17. Die Arbeit erscheint in Volldruck im Jahrbuch der Preuß. Geol. Landesanstalt.

des Salzes unbewiesen. Aber nunmehr kommt K. GRIPP das Verdienst zu, für die Salzpfiler von Lüneburg und Hamburg Bewegungen nachgewiesen zu haben, die außerhalb der bis dahin angenommenen orogenetischen Phasen liegen¹⁰⁾.

GRIPP beruft sich hinsichtlich der Zahl der saxonischen Bewegungsphasen auf meine älteren Ausführungen; aber diese bedürfen der Ergänzung und sind von anderen und mir zum Teil auch schon dahin ergänzt worden, daß die Zahl der Bewegungsphasen größer ist, als es vor 10 bis 20 Jahren geschienen hat, als es galt, zunächst überhaupt einmal ältere Gebirgsbildungen neben den nach früherer Auffassung einzig eingetretenen jungtertiären zu Ansehen zu bringen. So sind, was für die von GRIPP behandelten Fälle zu berücksichtigen ist, jetzt nicht nur vor- und nach-miocäne, sondern auch intramiocäne Orogenesen bekannt, und auch im Diluvium gibt es mindestens eine Phase mit echten orogenetischen Vorgängen, wie solche auch in den von GRIPP hervorgehobenen quartären Aufpressungen der Gipsberge von Lüneburg und Segeberg zum Ausdruck kommen. Aber trotzdem bleiben Aufwärtsbewegungen der erwähnten Salzpfiler auch in solchen Zeiten bestehen, die in der Normaltektonik sich überall als anorogenetisch zu erweisen scheinen, z. B. im Verlauf des jüngeren Miocäns.

Ich kann hinsichtlich der Schlußfolgerungen aber nicht so weit gehen, wie GRIPP. Ich halte auch für die jüngere Zeit die Kontinuität der Aufwärtsbewegung des Salzes noch nicht für erwiesen, wenn ich auch als grundsätzlich wichtiges und neues Ergebnis der GRIPPSchen Arbeiten anerkenne, daß das Salz auch in Zeiten, die wir für die nichtsalinaren Gesteine als anorogenetisch auffassen müssen, unter besonderen Verhältnissen disloziert und aufwärtsbewegt worden ist, und wenn ich auch schließlich zugeben will, daß sich eine solche salzaufreibende „Episode“ einmal etwas länger hingezogen haben könnte, als für die „normaltektonischen“ Orogenesen anzunehmen ist. Die erwähnten Sonderverhältnisse liegen wohl in der ganz ungewöhnlich großen Mächtigkeit des Deckgebirges, die dem in seiner Hauptmasse entsprechend tief versenkten Salze einen besonders hohen Grad von

¹⁰⁾ K. GRIPP: Steigt das Salz zu Lüneburg, Langenfelde und Segeberg episodisch oder kontinuierlich auf? 13. Jahresber. Niedersächs. geol. Ver., 1920, S. 1 ff.

Mobilität gab. Sind doch auch nach GRIPP erst in jüngerer Zeit die „anormalen“ Verhältnisse eingetreten, d. h. in Zeiten, in denen das Salz infolge der weit fortgeschrittenen Sedimentationen des Niederdeutschen Beckens besonders tief versenkt war, während für ihn, wie auch für HARBORT, die älteren Bewegungen der Salzmassen im Sinne der von mir vertretenen Auffassungen noch an die orogenetischen Phasen der saxonischen Faltung gebunden sind.

Ich sage also nach wie vor, daß eine Kontinuität der Aufwärtsbewegung der nordhannoverschen Salzpfiler, geschweige denn der weit weniger versenkten Salzmassen Mitteldeutschlands, nicht erwiesen ist, wie ja auch CLOOS die Kontinuität des magmatischen Aufstiegs ablehnt. Zugeben kann ich nur das Aufsteigen des Salzes auch in Zeiten, die sich im Normalgestein als anorogenetisch erweisen. Es handelt sich um Ausnahmerecheinungen, die uns aber verständlich werden, wenn wir das Salz als Mittelglied zwischen Normalgestein und Magma betrachten. Der epirogenetische Druck, der zu schwach ist, um in den stabileren „Normalgesteinen“ Lageveränderungen von orogenetischer Art hervorzurufen, vermag den Glutbrei hochzutreiben. Er vermag dieses, wenn er entsprechend gesteigert ist, ohne aber schon das Stadium des orogenetischen Druckes erreicht zu haben, in Ausnahmefällen auch schon mit dem Salz zu tun, nämlich dann, wenn dem Salzgestein ein selbst für die Salzverhältnisse besonders hohes Maß von Mobilität zukommt. Und wenn dann der für diesen Salzauftrieb erforderliche Druck einmal etwas länger anhält, so mag sich auch schließlich eine solche Aufstiegperiode einmal etwas verlängern. Rein theoretisch wäre wohl anzunehmen, daß, wie für den Glutbrei, so auch für den Salzbrei insbesondere in den plio-epirogenetischen Zeiten ein anorogenetischer Aufstieg in Frage kommen müßte. Leider ist die Identifizierung des marinen Miocäns Nordhannovers mit dem limnischen jüngeren Miocän Hessens noch nicht ausreichend durchführbar, und so ist die interessante Frage einstweilen nicht zu beantworten, ob jene anormalen jungtertiären Salzaufstiege in Nordhannover etwa zeitlich zusammenfielen mit großen Basaltaufstiegen in Hessen, ob also eine gleichzeitige Drucksteigerung die mobilen Massen in Mittel- und Norddeutschland — hier das Magma, dort das Salz — hochtrieb.

Vor etwa $2\frac{3}{4}$ Jahren habe ich in einem Vortrage vor der Deutschen Geologischen Gesellschaft die Verwirrung

zu beheben versucht, die hinsichtlich der Begriffe Orogenese und Epirogenese besteht¹¹⁾. In weitgehender Anlehnung an G. K. GILBERT, den Autor des Begriffes Epirogenese, aber im starken Gegensatz zu HAUG und den vielen, die ihm folgen, habe ich definiert

die Orogenese als die episodischen Gefügeveränderungen,
die Epirogenese als die säkulären, weitspannigen Bewegungen, die das Gefüge sozusagen intakt lassen.

Eine Doppeldefinition wurde also gegeben, und zwar

- a) nach Zeit bzw. Zeitdauer (episodisch bzw. säkular),
- b) nach Vorgangsart (Gefügeveränderungen bzw. Beibehaltung des tektonischen Gefüges).

Diese Doppeldefinition gilt aber, wie wir nunmehr gesehen haben, nur für die Normaltektonik, nicht aber auch für die Bewegungen der hochmobilen Massen (Magma und zum Teil auch Salz).

Die Grenze zwischen der Orogenese und der Epirogenese verschwimmt schon etwas bei den sehr stabilen Erdeinheiten, indem diese in den orogenetischen Zeiten zum Teil nach mehr epirogenetischer Art bewegt werden, während Gefügeveränderungen (Dislokationen) immer mehr zurücktreten. Solche Bewegungen von epirogenetischer Art in orogenetischen Zeiten, die einen Grenzfall bilden in der langen Formenreihe der Orogenesen, habe ich als „synorogenetisch“ (l. c. S. 205) bezeichnet.

Hinsichtlich der mobilsten Stoffe ist eine grundsätzliche Unterscheidung ihres Verhaltens in orogenetischen und epirogenetischen Zeiten, wie wir gesehen haben, nicht zu machen, denn in beiden wird das Magma hochbewegt.

Auch das Salz zeigt, wie wir sahen, in für die Normaltektonik anorogenetischen Zeiten — besonders wohl in den plio-epirogenetischen — unter gewissen Verhältnissen schon Vorgänge von orogenetischer Art.

Wie die „synorogenetischen“ Vorgänge solche von epirogenetischer Art in orogenetischen Zeiten sind, so könnte man vielleicht in bezug auf die hochmobilen Stoffe des

¹¹⁾ H. STILLE: Die Begriffe Orogenese und Epirogenese. Diese Zeitschr., 1919, Bd. 71, S. 164—208.

Erdkörpers von „synepirogenetischen“ Vorgängen sprechen, d. h. von Vorgängen von orogenetischer Art in epirogenetischen Zeiten¹²⁾.

Wir sprachen oben von einer Mobilitätsreihe, — an dem einen Pol steht das versteifte Grundgebirge, an dem anderen der Glutbrei.

An dem einen Pol vermag noch nicht einmal der orogenetische Druck nennenswerte orogenetische Reaktionen zu schaffen, am anderen vermag dieses schon der epirogenetische oder wenigstens der plio-epirogenetische.

Für diese Endglieder der Mobilitätsreihe gilt nicht mehr die Definition der Begriffe Orogenese und Epirogenese nach Zeitlichkeit und nach Art, vielmehr ergeben sich Mittelformen, die zeitlich mit der einen, artlich mit der anderen der beiden großen Kategorien tektonischen Geschehens zusammenfallen.

Dabei steht die „Synepirogenese“ der Orogenese näher, als der Epirogenese, denn

1. sie stimmt mit ihr artlich überein (Gefügeveränderungen),
2. sie ist gleich der Orogenese ein episodischer — wenn vielleicht auch einmal ein verlängert episodischer — Vorgang, nur ist die Zahl der Bewegungsepisoden größer als die Zahl der normaltektonischen Orogenesen, denn hinzu kommen Zeiten, die in der Normaltektonik als anorogenetisch gelten müssen.

Was für den Glutbrei und in beschränkter Weise auch für das Salz zuzugeben ist, nämlich die Bewegung nach orogenetischer Art auch zu Zeiten, die sich in Gesteinen von „normaler“ Mobilität als nur epirogenetisch erweisen, kann natürlich auch für andere Massen von ungewöhnlich großer Mobilität nicht in Abrede gestellt werden. Darin liegt, daß das orogenetische Zeitgesetz für sehr tiefe und deshalb hochmobile Erdzonen nur noch eine bedingte und schließlich in noch tieferen Zonen überhaupt keine Gültigkeit mehr besitzt, indem dort auch in den sonst „anorogenetischen“ Zeiten das Lagegefüge sich verändert.

¹²⁾ „Syn“ wird in den Bezeichnungen syn orogenetisch und syn epirogenetisch gebraucht im Sinne von „gleichzeitig mit“.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft](#)

Jahr/Year: 1922

Band/Volume: [74](#)

Autor(en)/Author(s): Krusch Paul, Stille Hans

Artikel/Article: [Vorträge 207-226](#)