Monatsberichte
der
Deutschen Geologischen Gesellschaft.

Nr. 4. **1910.**

Protokolle der Sitzungen der aufserordentlichen Hauptversammlung der Deutschen Geologischen Gesellschaft am 22. März 1910 in der Aula der Kgl. Bergakademie zu Berlin.

I. Protokoll der geschäftlichen Sitzung am 22. März 1910 vormittags.

Vorsitzender: Herr RAUFF.

Beginn der Sitzung um $10^1/_4$ Uhr vormittags.

Der Vorsitzende begrüßt nach Eröffnung der Sitzung die Teilnehmer und dankt den Herren Geh. Bergrat BORNHARD und Geh. Bergrat Prof. Dr. BEYSCHLAG für das Entgegenkommen, das sie der Gesellschaft durch die Überlassung der Räume für die außerordentliche Versammlung bewiesen haben.

Der Vorsitzende bespricht sodann die Entwickelung der Deutschen Geologischen Gesellschaft in den letzten Jahren und weist auf Bestrebungen hin, die der Vorstand schon lange geplant hat, zu deren Verwirklichung aber jetzt durch die Gründung der „Geologischen Vereinigung“ Stellung genommen werden muß. Über die Vorschläge des Vorstandes und Beirates wird sodann vom Vorsitzenden die Generaldiskussion eröffnet.

Herr GRÄSSNER beantragt: die Generaldiskussion ganz allgemein zu fassen und zunächst zu prüfen, ob Mängel in der Deutschen Geologischen Gesellschaft in Erscheinung getreten sind, und ob eine Modernisierung der Gesellschaft erforderlich oder wünschenswert ist. Ein dahingehender Antrag wird von den Herren JAEKEL und BEYSCHLAG unterstützt; es erhebt sich kein Widerspruch.

LIBRARY OF
DEC 16 1910

Die Diskussion eröffnet Herr JAEKEL. Er hält es für eine Pflicht der Gesellschaft, einerseits zu wichtigen Naturereignissen autoritativ in der Öffentlichkeit Stellung zu nehmen, andererseits durch referierende Besprechung wichtiger Themata in den Versammlungen die bisherige Tätigkeit der Gesellschaft zu erweitern.

Herr GRÄSSNER hält eine Ausgestaltung der Gesellschaft in populärer Richtung für wünschenswert und schlägt vor, die Gesellschaft dadurch zu modernisieren, daß nicht nur Fachgeologen, sondern auch andere Mitglieder in den Vorstand gewählt werden. Er bittet, für eine sorgfältigere Auswahl der Vorträge in den Sitzungen Sorge zu tragen, Führungen durch die Museen zu veranstalten und ähnlichen popularisierenden Aufgaben näherzutreten.

Herr BEYSCHLAG widerspricht dem Vorredner und spricht die Auffassung aus, daß die Gesellschaft ihre gesunde Weiterentwickelung nicht in einer zu großen Popularisierung suchen darf. Er tritt dagegen für die Schaffung von zusammenfassenden Literaturberichten ein.

Herr UHLIG teilt seine günstigen Erfahrungen mit, die er in Wien mit den von den Vorrednern vorgeschlagenen Modernisierungen gemacht hat.

Herr WAHNSCHAFFE weist auf die große Gefahr hin, welche der Gesellschaft durch zu große Popularisierung erwachsen würde. Die Deutsche Geologische Gesellschaft ist eine wissenschaftliche Gesellschaft und hat in erster Linie den Zweck, die Wissenschaft zu fördern. Sie muß daher eine weitgehende Popularisierung anderen Vereinen überlassen.

Zur Diskussion sprechen weiter die Herren JAEKEL (über Einschiebung einer zweiten Monatssitzung, Fachsitzungen zur Entlastung der allgemeinen Sitzungen in den Wintermonaten und Veranstaltung von populären Vorträgen in den allgemeinen Sitzungen), WAHNSCHAFFE (widerspricht entschieden allen weitgehenden Popularisierungsbestrebungen), KRUSCH (tritt für Literaturberichte und Vermehrung der Exkursionen ein), STEINMANN (empfiehlt die Annahme des vom Vorstande gemachten Vorschlages bezüglich einer Zusammenarbeit mit der Geologischen Vereinigung), GRÄSSNER (tritt nochmals für die Modernisierung ein, da die Gesellschaft durch Neugründungen auf die Dauer Schaden erleide), DREVERMANN (über die Ziele der Geologischen Vereinigung im Gegensatze zu den geologischen Lokalvereinen), SCHMIDT-Basel (empfiehlt die Herausgabe von Literaturberichten über die Geologie von Deutschland entsprechend den schweizerischen) und SCHEIBE (beantragt Schluß der Debatte).

Herr Beyschlag beantragt, über die Frage abzustimmen:

„Ist eine Umbildung oder Ergänzung der Tätigkeit der Deutschen Geologischen Gesellschaft in Sonderheit hinsichtlich ihrer Veröffentlichungen wünschenswert?“

Die Versammlung erklärt sich einstimmig für eine Umbildung.

Darauf bringt der Vorsitzende den Antrag I des Vorstandes und Beirates zur Abstimmung. Dieser Antrag lautet:

„a) Die Deutsche Geologische Gesellschaft gibt für sich allein oder in Verbindung mit Andern von jetzt ab regelmäßig erscheinende Literaturberichte heraus, und zwar hauptsächlich in Form zusammenfassender, in sich geschlossener Aufsätze, die über wichtige neue Ergebnisse geologischer Forschung unterrichten sollen.

b) Die Gesellschaft liefert ihren Mitgliedern die Berichte zu einem möglichst niedrigen (Vorzugs-) Preise.

c) Der Vorstand wird mit der Ausführung der Beschlüsse a und b beauftragt.“

Der Antrag wird ohne Debatte angenommen.

Der Vorsitzende tritt darauf für ein Zusammengehen mit der Geologischen Vereinigung zur Herausgabe von Literaturberichten ein und verliest den von den beiderseitigen Vorständen getroffenen Vereinbarungsentwurf. In der Diskussion hierüber sprechen die Herren Joh. Böhm, Beyschlag, Steinmann, Krusch und Bruhns. Die Herren Beyschlag und Steinmann treten dafür ein, daß die gemeinsame Arbeit der beiden Gesellschaften zunächst nur für eine kürzere Reihe von Jahren getroffen wird. Herr Steinmann schlägt vor, eine Abmachung vorläufig auf drei Jahre zu treffen, und hält eine dauernde Festlegung der Geologischen Vereinigung, nach der ihr nicht gestattet ist, ähnliche Vereinbarungen auch mit anderen Gesellschaften zu treffen, für untunlich.

Herr Beyschlag beantragt darauf, in die Vereinbarung mit der Geologischen Vereinigung folgenden Passus aufzunehmen:

„Die Geologische Vereinigung verpflichtet sich, während der ersten drei Jahre der Vertragschließung ohne Zustimmung der Deutschen

Geologischen Gesellschaft keinerlei weitere ähnliche oder gleiche Abmachungen mit anderen Vereinigungen oder Personen zu treffen."

Der Antrag wird angenommen.

Auf Vorschlag des Herrn GRÄSSNER wird die Wahl des Titels für die zusammenfassenden Literaturberichte dem Vorstande beider Vereine überlassen.

Der Vorsitzende stellt hierauf den zweiten Antrag des Vorstandes in der Form, wie er durch die Beschlüsse des Vorstandes und der Beiratssitzung vom 21. März d. J. abgeändert wurde, zur Diskussion. Der Antrag lautet:

„Die Gesellschaft wolle beschließen, daß in den wissenschaftlichen Sitzungen, die nach Bedürfnis zu vermehren sind, zusammenfassende Vorträge über wichtige Vorgänge und Veröffentlichungen gehalten, und daß diese Vorträge sowie entsprechende Aufsätze auf Grund von § 18 der Satzungen in Schriften der Gesellschaft veröffentlicht werden können."

In der Diskussion spricht Herr SCHEIBE den Wunsch aus, daß die Bedeutung der Worte „wichtige Vorgänge und Veröffentlichungen" nicht zu eng gefaßt werde.

An der Diskussion beteiligen sich ferner die Herren JAEKEL, BRUHNS, DREVERMANN, SCHEIBE, GRÄSSNER und der Vorsitzende.

Der Antrag wird angenommen.

Darauf übermittelt der Vorsitzende eine Einladung von Herrn TORNQUIST (z. Z. in Torbole) zur Teilnahme an der Geologischen Sektion der Versammlung Deutscher Naturforscher und Ärzte, die im September in Königsberg stattfinden wird.

Für die wissenschaftliche Sitzung am Nachmittage wird auf Vorschlag des Vorsitzenden Herr UHLIG zum Präsidenten gewählt. Zu Schriftführern der wissenschaftlichen Sitzung werden die Herren AHLBURG, RIMANN und SCHOLZ ernannt. Die Gewählten nehmen die Wahl an.

Darauf wurde um 1 Uhr die Sitzung geschlossen.

v.	w.	o.	
BLANCKENHORN.	STREMME.	RAUFF.	BÄRTLING.

II. Protokoll der wissenschaftlichen Sitzung am 22. März.

Vorsitzender: Herr Uhlig.

Beginn der Sitzung 5 Uhr 20 Min.

Der Vorsitzende eröffnet die Sitzung und macht die Mitteilung, daß die Gesellschaft seit der letzten Hauptversammlung in Hamburg drei Mitglieder durch den Tod verloren hat. Es sind verstorben:

Oberlandgerichtsdirektor a. D. Bode in Braunschweig,
Professor Dr. Konstantin Councler in Hannöv.-Münden und
Prof. Dr. Leonhard Zech in Halberstadt.

Die Anwesenden erheben sich zu Ehren der Verstorbenen von den Sitzen.

Sodann macht der Vorsitzende Mitteilung, daß der Gesellschaft folgende Herren als Mitglieder beizutreten wünschen:

Herr cand. geol. Franz Klinghardt, Frankfurt a. M., Finkenhof-Str. 44, vorgeschlagen von den Herren P. Grosch, W. Sorgel, E. Wepfer.

Herr stud. geol. Herbert Simons, Düsseldorf, König-Str. 6, vorgeschlagen von den Herren P. Grosch, W. Sorgel, S. von Bubnoff.

Herr Dr. R. van der Leeden, Assistent am Mineralogisch-Petrographischen Institut, Berlin N 4, Invalidenstr. 43, vorgeschlagen von den Herren Branca, Belowsky, Stremme.

Herr Privatdozent Dr. Hauser, Technische Hochschule in Charlottenburg, vorgeschlagen von den Herren Zimmermann, Siegert, Finckh.

Das *Geologische Institut der Universität Breslau*, vorgeschlagen von den Herren Frech, Wysogorski und Rauff.

Herr Dr. Hermann Fischer, Würzburg, Sieboldstr. 13, vorgeschlagen von den Herren Bärtling, Rauff, Eberdt.

Herr cand. geol. Walter Bucher, Heidelberg, Geol. Institut der Universität,

Herr cand. geol. Rudolf Ewald, ebenda,

Herr cand. geol. Fritz Heim, ebenda,

Lehramtspraktikant Friedrich Röhrer, Schwetzingen, Bismarck-Str. 11,

Herr ADOLF WURM, Assistent am Geologischen Institut der Universität Heidelberg,
Herr cand. geol. JOAN DINU, Heidelberg, Geologisches Institut der Universität, sämtlich vorgeschlagen von den Herren SALOMON, BOTZONG und SPITZ.

Darauf erteilt der Vorsitzende Herrn STEINMANN das Wort zu seinem Vortrage: „Über Regionalmetamorphose".

In der Diskussion spricht Herr HENKE, Herr C. SCHMIDT-Basel und der Vortragende.

Herr **O. JAEKEL** sprach sodann über **die Fußstellung und Lebensweise der großen Dinosaurier.** (Mit 3 Figuren im Text.)

Der Abguß des riesigen *Diplodocus*, den W. J. HOLLAND im Auftrage CARNEGIES europäischen Museen als fürstliches Geschenk überbrachte, hat die Frage, wie jene größten aller Landtiere, die ausgestorbenen Dinosaurier, der Trias-, Jura- und Kreideperiode lebten und aussahen, aufs neue ins Rollen gebracht. Zu den Stimmen der Amerikaner, die seinen Rumpf hoch auf senkrechten Beinen aufgerichtet hatten, gesellte sich O. ABEL, der auch anatomisch näher begründen zu können glaubte, daß *Diplodocus* ein Zehengänger gewesen sein müsse, d. h. beim Gange gewöhnlich nur mit den Spitzen seiner Zehen den Boden berührt habe, in ähnlicher Weise wie dies etwa bei dem Elefanten der Fall ist.

Der Berliner Abguß veranlaßte den Kustos am dortigen Zoologischen Museum, Prof. GUSTAV TORNIER, seine Erfahrung über Fuß- und Gelenkbildung auch auf den grandiosen Vertreter fossiler Landwirbeltiere zu übertragen und das Ergebnis dieser Studien in einem Aufsatz zu veröffentlichen. Der Verfasser kam darin zu dem Ergebnis, daß die bisherige Aufstellung des *Diplodocus* insofern falsch sein müsse, als seine Beine — nur um eine Normalstellung kann es sich bei einer solchen Rekonstruktion handeln — gestreckt aufgerichtet wurden, seine Füße digitigrad oder sogar unguligrad und im ganzen Habitus elefantenartig erschienen. Demgegenüber lehrte TORNIER, daß das Beinskelett durchaus reptilartig, die Form und Stellung der Beine etwa eidechsenartig war. Diese Berichtigung hatte nun ihre Konsequenzen für die Gesamtform des *Diplodocus*, der danach im Rumpf niedergedrückt, eben eidechsenartig war und seinen übermäßig langen Hals in S-förmiger Krümmung erhoben trug. Auch in der Beurteilung

der Gebißform und der Ernährungsweise konnte Tornier die bisherige Auffassung nicht bestätigen, die in diesen Formen Pflanzenfresser erblickte. Er zeigte erstens, was uns schon immer bedenklich erschien, daß ein Tier von diesen Dimensionen seinen Riesenkörper schwerlich durch den winzigen Kopf mit Pflanzenstoffen ernähren konnte, und machte das eigenartige Gebiß als rechenförmigen Fangapparat für kleine Wassertiere verständlich. Eine klare, wenn auch nicht gerade gefällige neue Rekonstruktion des Skelettes brachte diese Auffassungen zum deutlichen Ausdruck.

Diese Berichtigung erregte zunächst da, wo die riesigen Abgüsse eben montiert waren und stolze Bewunderung erregt hatten, großes Unbehagen und zeitigte in Paris Kritiken, die an unfreiwilliger Komik allerdings Erstaunliches leisteten. In der Hitze des Gefechtes hatte man hier z. B. für „Hals“ „Schwanz“ gelesen und machte sich darüber lustig, daß der *Diplodocus* seinen Schwanz in S-Form erhoben getragen haben sollte. Wenn die Bemerkungen, die ein dortiger Paläontologe zu dieser Sache veröffentlichen ließ, nicht in einer Zeitung, sondern in einem wissenschaftlichen Organ erschienen wären, würden sie nach vielen Richtungen zu einer scharfen Gegenkritik berechtigten Anlaß geboten haben.

Ich war zunächst auf etwas sonderbare Art mit diesen Fragen in engere Fühlung gekommen, indem ich meinem Freunde W. J. Holland zum Andenken an seinen Berliner Aufenthalt ein Scherzbild einer Gruppe von *Diplodocus* malen wollte. Bei der Rekonstruktion der Tiere in verschiedenen bewegten Stellungen erkannte ich die Unmöglichkeit, daß seine Beine wie die der Elefanten gestellt sein konnten, und nahm entsprechende Änderungen meines Bildes vor, die dem Tiere seinen Reptilhabitus zurückgeben sollten, den es in der bisherigen Rekonstruktion nahezu gänzlich verloren hatte.

Der neue Fund eines ausgezeichnet erhaltenen Dinosauriers, den ich in der obersten Trias von Halberstadt im letzten Herbst machte, gibt mir nun die Möglichkeit, die jetzt so lebhaft diskutierte Frage über die Fußform und Beinstellung der Dinosaurier aus dem Fußskelett des neuen Dinosauriers zu beurteilen. Die ganze hintere Hälfte des letzteren habe ich selbst mit allen Skeletteilen aus ihrer natürlichen Lage im Gestein herauspräpariert. Das ganze Skelett des rechten Hinterfußes ist vollständig erhalten und bildet damit den wichtigsten Fund dieser Art von älteren Dinosauriern. Seine Bedeutung erhöht sich aber insofern noch sehr wesentlich, als seine Fußform bis in auffallende Einzelheiten der Tarsalia mit denen der jüngeren

Riesenformen übereinstimmt und daher auch geeignet ist, deren Kenntnis in wichtigen Punkten zu ergänzen. Eine solche kritische Ergänzung ist auch, wie wir sehen werden, gegenüber der Besprechung von G. TORNIER notwendig, da in dieser wichtige Verhältnisse des Tarsus verkannt wurden.

TORNIER hat in einer soeben erschienenen Schrift über die Fußform von *Diplodocus*[1]) noch einmal als Ergänzung seiner ersten diesbezüglichen Schrift die Gründe eingehend erörtert, weshalb *Diplodocus* keinen unguligraden Gang gehabt haben konnte. Zunächst widerlegt er die Gründe, die OTH. ABEL für eine digitigrade, elefantenartige Fußstellung der Sauropoden betont hatte, und erläutert dann an schematischen Figuren den prinzipiellen Unterschied in der Fußgelenkbildung der Reptilien und Säugetiere: daß bei ersteren das Hauptgelenk zwischen den proximalen und distalen Tarsalien, bei den Säugetieren aber zwischen der Tibia und dem Astragalus (Talus) liegt, und daß *Diplodocus* sich auch in dieser wichtigen Hinsicht durchaus dem Typus der Reptilien unterordne. Seine ganze Fußhaltung könne nur plantigrad gewesen sein, und seine Füße müssen mit ihren großen Krallen typische Scharrfüsse gewesen sein.

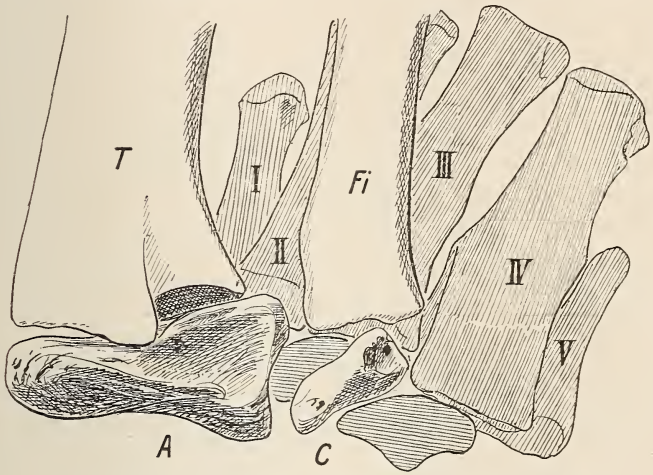
Bezüglich der Hinterbeine kann ich TORNIER nur zustimmen und seine von *Diplodocus* hergeleiteten Gründe auch aus der Organisation des mir jetzt vorliegenden vollständigen Dinosaurierfußes bestätigen. Nun glaubte aber TORNIER sich weiter zu der Behauptung berechtigt, daß an dem *Diplodocus*-Fuß der Astragalus des rechten und linken Fußes vertauscht sei, daß mit ihm der Calcaneus verschmolzen war, und beide eine ganz andere Stellung im Fußskelett eingenommen hätten, als es die bisherige Rekonstruktion der amerikanischen Paläontologen zeigte. Das ist nicht richtig, wie sich aus dem neuen Dinosaurierfuß von Halberstadt ganz einwandfrei ergibt.

Das gesamte Fußskelett dieser Form lag fast ungestört in weichem Ton eingebettet. Ich habe es in seiner natürlichen Lage im Gestein mehrfach photographieren lassen und selbst genau gezeichnet, so daß über das Lageverhältnis der Teile, auch der Fußwurzelknochen, keinerlei Zweifel Raum finden kann. Die ursprüngliche Lage der proximalen Tarsalia im Verhältnis zur Tibia und Fibula ist aus beistehender Skizze klar zu ersehen.

---

[1]) GUSTAV TORNIER: War der *Diplodocus* elefantenfüßig? Sitz.-Ber. d. Gesellsch. Naturf. Freunde zu Berlin 1909, S. 536.

Es sind hier zwei proximale Tarsalia vorhanden, ein größeres unter der Tibia, das man als Astragalus (A) (Talus) bezeichnen muß und wohl unbedenklich mit dem Intermedium niederer Tetrapoden identifizieren kann, sowie ein kleineres unter der Fibula (C), das dem Fibulare anderer Reptilien entspricht, und das man mit dem Calcaneus der Mammalia gleichsetzen kann. Unter dieser proximalen Reihe waren zwei Tarsalia der distalen Reihe von dem dritten und vierten Metatarsale erhalten. Auf diese distalen Stücke brauche ich hier nicht näher einzugehen, da es zunächst nur auf einen klärenden



T = Tibia, *F* = Fibula, *A* = Astragalus (= Intermedium), *C* = Fibulare (= Calcaneus), darunter zwei distalen Tarsalia und *I*—*V* die 5 Metatarsalia.

Fig. 1.
Die Fersenregion des rechten Hinterfußes des Halberstädter Plateosauriden von hinten gesehen.

Vergleich mit *Diplodocus* ankommt, wo bisher nur ein einziges proximales Stück bekannt geworden ist. Dieses große Stück stimmt nun ganz überraschend genau überein mit dem Astragalus unserer Form, so daß über die volle Identität beider kein Zweifel obwalten kann. Ja, es geht aus der großen Übereinstimmung dieser sonst sehr wechselnden Gebilde hervor, daß die Bewegungsart von *Diplodocus* nicht wesentlich anders gewesen sein kann als bei der wesentlich älteren Halberstädter Form, die der Gattung *Plateosaurus* zugehören dürfte.

Da nun bei unserer Form außer dem Astragalus noch ein besonderer Calcaneus unter der Fibula vorhanden war, so ist es ganz ausgeschlossen, daß der dem unseren gleichgeformte Astragalus von *Diplodocus* gleichzeitig noch den Calcaneus enthalten habe, wie TORNIER annahm. Ganz unstatthaft ist auch die mit so großer Sicherheit vorgetragene Behauptung TORNIERS, daß der Astragalus des *Diplodocus* umgekehrt gestellt werden müsse, als ihn das Skelett bzw. der Abguß jetzt zeigt. Er steht an diesem

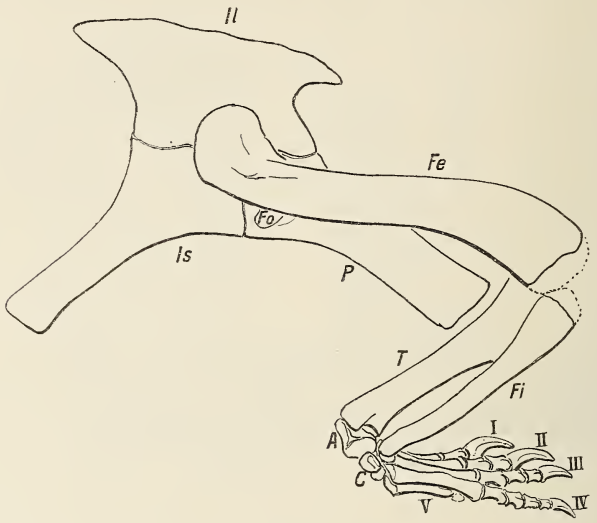


Fig. 2.
Rechtes Becken und Hinterfuß von *Plateosaurus* aus dem oberen Keuper von Halberstadt, in normaler Schrittstellung restauriert.

ganz richtig, wahrscheinlich auch hier so, wie ihn HOLLAND ausgegraben hat. Auffällig ist nur, daß der Calcaneus und die distalen Tarsalia bei dieser Riesenform nicht gefunden sind, also vielleicht knorplig persistierten. Man möchte meinen, daß sie gerade unter einer solchen Riesenlast verknöchern mußten. Daß sie ganz fehlten, ist auch deshalb unwahrscheinlich, weil die Astragali dieser und unserer Form nicht so gleich hätten bleiben können, wenn sich in der sonstigen Fußwurzel wesentliche Änderungen vollzogen hätten. Unsere Fußform wird daher auch in dieser Beziehung für *Diplodocus*

vorbildlich sein können, und ich glaube daher, auch eine Seitenansicht unserer Fußform als Prototyp geben zu dürfen, bei der die Knochen des Fußes in der durch seine Erhaltung als möglich bewiesenen Knickstellung dargestellt sind. Daß eine digitigrade Benutzung überhaupt möglich war, erscheint durchaus unwahrscheinlich, da die Zehen eine sehr große Beweglichkeit besaßen und die vier vorhandenen Krallen sehr gekrümmt waren, wie auch aus Fig. 3 hervorgeht.

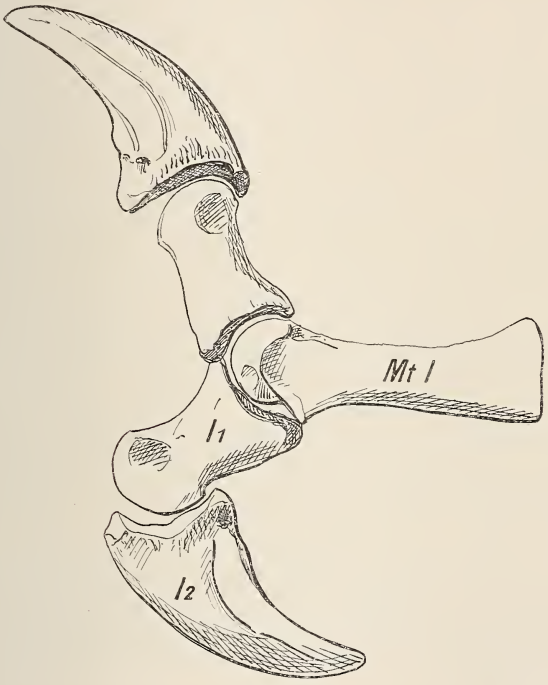


Fig. 3.
Die Bewegungsgrenzen der ersten Zehe von *Plateosaurus*.

Auch die bei unserer Form noch sehr kräftigen Krallen der ersten 4 Zehen beweisen durch ihre Formverschiedenheit, daß die beiden ersten die Hauptarbeit leisteten, und ihre Form vornehmlich in einer scharrenden Tätigkeit ihre Erklärung findet. Schon hier prägt sich also aus, was TORNIER für *Diplodocus* äußerst wahrscheinlich machte, daß die Füße beim

Scharren den Sand nach außen warfen, und daß die spezifische Spezialisierung der vorderen Zehen die äußeren bei den jüngeren Sauropoden mehr und mehr entlastete, so daß sie kleiner wurden und ihre Krallen verloren.

Auch in der Beurteilung des Gebisses kann ich den Darlegungen TORNIERS nur zustimmen. Wenn unsere Keuperform den großen Sauropoden der Jura- und Kreideformation in ihrer Bewegungsart so nahe stand, dann ist auch der Typus seines Gebisses für die Beurteilung der Ernährung der jüngeren Nachkommen nicht belanglos. Nun zeigt unsere Form spatelförmige Zähne mit gezacktem Rand in ziemlich weiten Abständen. Diese Zähne stehen zwar den carnivoren Megalosauriden und Thecodontosauriern schon ziemlich fern, sind aber in ihrer Gebißform niemals für eine herbivore Lebensweise geeignet und brauchbar gewesen. Wir können in unserer Form eine Abschwächung des Raubtiercharakters erkennen, insofern die Rückbiegung der Kronen verschwindet. Das Gebiß war einer Beute aptiert, die sich nicht mehr mit Gewalt dem Biß entziehen konnte, sondern widerstandslos gefressen wurde. TORNIER wird wohl Recht haben, wenn er *Diplodocus* eine Ernährung durch kleine Wassertiere, etwa salamanderähnliche Formen, zuschreibt, die er sich aus Wasserbecken, den Boden seihend, herausfischte. Unsere Form würde als Vorstufe für einen solchen Ernährungstypus anzusehen sein. Ich hatte kürzlich in einer Schrift über das System der Reptilien[1]) die ältere Ansicht, daß jene Riesenformen Pflanzenfresser waren, noch übernommen und muß mich in diesem Punkte also nun modifizieren.

Das Ergebnis meiner Darlegungen wäre demnach:

1. Daß die sauropoden Dinosaurier sich auf ihren Beinen nach Art der Eidechsen bewegten, daß sie ihre Beine, besonders die Hinterfüße, auch zu scharrender Tätigkeit benützten.
2. Daß die Zehen eine große Beweglichkeit an den Metapodien verraten, keinesfalls aber mit digitigrader Stellung den Körper stützen und tragen konnten.
3. Daß als proximale Tarsalia selbständige Stücke, Astragalus und Calcaneus, persistierten, und daß ursprünglich eine distale Reihe kleinerer Tarsalia vorhanden war.

[1]) Zoolog. Anzeiger 1910, Bd. **35**, Nr. 11, S. 339.

Nachträgliche Bemerkung.

Inzwischen habe ich ein neues Dinosaurierskelett in Halberstadt ausgegraben, das dieselbe Knickstellung der Hinterbeine zeigt, wie ich sie in Fig. 2 dargestellt habe, während der Arm und die vollständig erhaltene Hand wohl in erster Linie zum Greifen und Scharren und zur Stützung des Vorderkörpers bei der fischenden Arbeit des Kopfes und Halses dienten.

Ferner ist das vorstehende Thema durch zwei weitere Arbeiten behandelt worden. Hay tritt wie Tornier für die Eidechsenstellung ein, während O. Abel[1]) seine Ansicht, daß die Beine von *Diplodocus* digitigrad gestellt waren, näher zu begründen sucht und mit Hay für eine vegetarische Ernährung eintritt. Ich muß gestehen, daß mich Abels Anschauungen über die Körperform, Bewegung und Lebensweise des *Diplodocus* in keinem Punkte überzeugt haben. Der Hinterfuß von *Diplodocus* ist dem des Halberstädter Plateosauriden zu ähnlich, als daß er anders gestellt und gebraucht worden sein könnte. Der einzige Unterschied liegt in einer axialen Verkürzung der Fußfläche, die als Anpassung an eine scharrende Nebenfunktion genügend motiviert erscheint. Eine digitigrade Fußstellung scheint mir schon durch die starke Biegung der großen spitzen Krallen gänzlich ausgeschlossen zu sein. Die engen Beziehungen von *Diplodocus* zu dem triadischen *Plateosaurus* sind schon von Herrn v. Huene[2]) eingehend begründet worden. Mir scheint, daß die Verlängerung der Arme bei den Sauropoden gegenüber ihren triadischen Vorfahren auch durch eine Anpassung an die „grundelnde“ Ausbeutung starker Gewässer ihre Erklärung finden kann. Die Hand würde dabei von einer greifenden Funktion, wie sie bei den Thecopoden vorlag, zu einer mehr stützenden bei den Sauropoden übergegangen sein.

Einer solchen Lebensweise hat sich ja auch die Kopfform von *Diplodocus* insofern angepaßt, als die Nasenlöcher weit zurückgeschoben sind, was beim Eintauchen des Kopfes sicher vorteilhaft war.

Im Anschluß daran macht Herr Rauff die Mitteilung, daß eine Führung durch das Museum für Naturkunde am Mittwoch vormittag stattfinden wird, wobei Herr Tornier über: „Die Aufstellung des Diplodocus“ sprechen wird.

---

[1]) O. Abel: Die Rekonstruktion des *Diplodocus*. Abhandl. d. k. k. zool.-botan. Gesellschaft in Wien, Bd. V, Heft 3.

[2]) Frhr. v. Huene: Die Dinosaurier der europäischen Triasformation. S. 325 ff. Jena, G. Fischer, 1908.

Herr **P. RICHTER** sprach über **Nathorstiana** P. RICHTER und **Cylindrites spongioides** GOEPP.

Die beiden Pflanzengattungen, welche ich besprechen will, stammen aus dem Quedlinburger Neocom; ich habe sie in Teil II der Flora der unteren Kreide Quedlinburgs[1]) bereits beschrieben.

Die erste von ihnen, welche ich zu Ehren des berühmten Paläobotanikers NATHORST *Nathorstiana* genannt habe, dürfte eine Verwandte von *Pleuromeia Sternbergi* CORDA, also wohl eine Verwandte der Sigillarien, sein.

Der Stamm von *Pleuromeia*, einer Pflanze des oberen Buntsandsteins, verzweigt sich unten dichotom in zwei mal zwei schräg nach oben verlaufende Wurzelstumpfe, deren oberste Enden sich manchmal hornartig gekrümmt dem Stamme nähern. Sie sind dicht mit Narben bedeckt, die den Wurzelnarben der Stigmarien durchaus gleichen; auch die von ihnen ausgehenden einfachen Wurzeln gleichen durchaus den Appendices der Sigillarien.

Bei *Nathorstiana* ist von diesen freistehenden Hörnern wenig übriggeblieben; statt der stark hervortretenden 4 Wurzelstumpfe findet man nur ein knollenförmiges Rhizom von höchstens 5 cm Durchmesser mit sehr flachen, meridianartigen Wülsten und meridianartigen Vertiefungen; auch diese verschwinden bei kleinen Exemplaren oft ganz; ihre Zahl ist bei *Nathorstiana gracilis* (der kleineren Art) 2—4, bei *Nathorstiana arborea* 8—16. Die Knolle der ersteren besitzt anscheinend eine kurze Hauptwurzel, die sich bald in zahlreiche einfache Wurzeln auflöst; sie besitzt daher auch keine Wurzelnarben; *Nathorstiana arborea* dagegen zeigt sie stets. Sie stehen wie bei *Sigillaria* und *Pleuromeia* in schwach aufsteigenden Spiralen. Die von diesen Narben ausgehenden Wurzeln sind meist unverzweigt, zylindrisch oder flach gedrückt (?) und lassen sich in letzterem Falle von den immer nur schlecht erhaltenen Blättern nicht unterscheiden, verhalten sich also ganz wie die Appendices der Sigillarien.

Da sämtliche *Nathorstiana*-Reste von aufrecht stehenden, lebendig begrabenen Pflanzen stammen, so konnten ihre dicht gedrängt stehenden Blätter nur schlecht erhalten werden, und zwar leidlich immer nur die Abdrücke der Oberseite. Adern der Unterseite konnte ich an keinem der dem Stamme an-

---

[1]) P. RICHTER: Flora der unteren Kreide Quedlinburgs. Verlag von WILHELM ENGELMANN, Leipzig 1909.

sitzenden Blätter erkennen; dagegen zeigen einige am Boden liegende Blattrestchen, die wohl zu *Nathorstiana* gehören, deutlich parallele Nerven.

Die Blätter standen dicht gedrängt, scheinbar in Quirlen, an unverzweigten, bis zu 14 cm langen Stämmchen; da aber die Wurzelnarben der Knolle in schwach aufsteigenden Spiralen stehen, so wird dasselbe wohl auch von den Blättern gelten. Sie waren bei *Nathorstiana gracilis* anscheinend bis zum Grunde linear, bei *Nathorstiana arborea* aber am Grunde stark verbreitert (siehe Tafel VIII, Fig. 1 meiner Abhandlung). Auch an *Pleuromeia* wollen Germar und Spieker, wenn auch sehr selten, Blätter gefunden haben; Graf Solms aber bezweifelt das. Auch in seinen Abbildungen und Beschreibungen fossiler Pflanzenreste, Lieferung II, 38, weiß Potonié von solchen nichts zu sagen, mir aber erscheint ihre Existenz wahrscheinlich, wenn wirklich *Pleuromeia* und *Nathorstiana* verwandte Pflanzen sind.

Außer diesen Resten finden sich auch solche, deren Stämme und Knollen ganz den oben besprochenen gleichen, die aber im übrigen statt der Blätter kurze breite Schuppen tragen; ich vermute aber, daß die letzteren als fertile Formen zu den ersteren, die wohl steril sein dürften, gehören. Allerdings ist es in diesem Falle, wie ich in meiner Abhandlung gezeigt habe, schwierig, die einen der *Nathorstiana gracilis* mit Hauptwurzel und bis zum Grunde linearen Blättern, die anderen der *Nathorstiana arborea* mit Wurzelnarben und am Grunde stark verbreiterten Blättern zuzuweisen. Die Schuppen lassen sich nur in seltenen Fällen von benachbarten sondern; sie sind breit elliptisch mit schwach angedeuteter Spitze. Ihre Form ist etwa die der geflügelten Früchte, welche Graf Solms in seiner Abhandlung über das Genus *Pleuromeia* in Tafel VIII, Fig. 12 abbildet; doch sitzt das Sporangium an der breiten Seite und diese am Stamme. Die zarten Linien des Samens oder Sporangiums konnte ich nur in einem Falle wahrnehmen. Die Schuppen selbst erscheinen wie aus 3—5 linearen Blättern verwachsen, das Sporangium zeigt in der Mitte eine von unten nach oben gehende schwache Vertiefung.

Die Knolle von *Nathorstiana* ist im allgemeinen dicker als der unverzweigte Stamm. Dieser nimmt meist von unten nach oben hin an Stärke ab, doch ist er bisweilen nach oben hin stark trichterförmig erweitert (s. a. a. O. Taf. IX, Fig. 2, 5, 7), in anderen Fällen ist er bauchig, etwa wie bei *Lepidodendron tylodendroides* (so in Tafel VIII, Fig. 6 und Tafel IX, Fig. 3).

Er besaß vermutlich ein zentrales Gefäßbündel; denn in wenigen Fällen sieht man in dem sonst weißen Sandstein, der das Stämmchen erfüllt, eine feine, aufsteigende, dunkle Linie aus dem Inneren nach einem Blattgrunde aufsteigen. Ausnahmsweise läßt sich der Stamm in der Knolle fast bis zu deren Grunde verfolgen (so in Tafel X, Fig. 3), so daß er wie von einer dicken Zwiebelschale gedeckt erscheint.

In seiner Abhandlung über das Genus *Pleuromeia* spricht Graf SOLMS über die rätselhafte Art, in der sich *Sigillaria* und *Pleuromeia* am Grunde vergrößern, denn man finde stets bestimmt geformte, ringsum mit Wurzeln besetzte Flächen; eine Abschuppung wie bei *Isoetes* sei daher nicht denkbar.

Hier nun findet in der Tat eine Abschuppung, also eine weitere Annäherung von *Sigillaria* über *Pleuromeia* in der Richtung *Isoetes* hin, statt. Zunächst habe ich mehrfach namentlich kleinere Knollen gefunden, deren unterer Teil (manchmal ein Drittel) bei geringem Anstoß zerfiel; merkwürdigerweise blieb dann aber eine unbeschädigte Knolle übrig. Ferner fielen bei großen Knollen mit Wurzelnarben zu unterst etwa 2 mm dicke Flächenstücke ab; der Knollenrest aber zeigte dann unten eine braune unbeschädigte Fläche mit meridianartigen Vertiefungen, aber ohne Wurzelnarben (den oberen Teil aber ungeändert). Diese Abblätterung erfolgte dann später wohl auch oben, denn andere Zwiebeln zeigen unten sehr deutliche; oben nur dürftige Narben. Vielleicht läßt sich Ähnliches auch bei *Sigillaria* und *Pleuromeia* nachweisen.

Dieser Umstand ermöglicht vielleicht auch noch die Vereinigung der beiden *Nathorstiana*-Arten zu einer; denn vielleicht ist die Hauptwurzel von *Nathorstiana gracilis* nur der untere absterbende Teil der Knolle, von dem nur die Gefäßbündel als oberste Wurzelteile erhalten blieben?

Ferner zeigte ein großer Knollenrest, der inwendig ganz mit weißem Sandstein erfüllt erschien, im Bruche eine feine dunkele Linie, die ich für die Spur eines Gefäßbündels hielt. Als ich es aber freilegen wollte, zeigte es sich, daß diese Linie der Querschnitt einer fast horizontalen, bräunlichen Fläche war, welche mehr als die Hälfte der Knolle von der unteren schied, also wohl die Trennung beider Knollenteile einleitete. Über dieser Trennungsfläche steigen im oberen Drittel röhrenförmige Gänge unten von der Mitte zum obersten Rand der Zwiebel auf. Auch an anderen Zwiebeln fand ich Leitbündel, die von der Achse nach oben oder unten hin verliefen. Sie entsprechen wohl den umfangreichen Hohlräumen,

die Graf Solms in der Knolle von *Pleuromeia* fand, von denen aus zahlreiche Leitbündel nach den Narben der Knolle verlaufen. Auch in den großen Knollen von *Nathorstiana* finden sich größere Hohlräume; vielleicht sind einige schlecht erhaltene ebenso zu deuten wie die erwähnten von *Pleuromeia*, doch konnte ich an diesen abgehende Leitbündel bisher nicht sicher auffinden. Die gut erhaltenen sind aber nicht unregelmäßig wie bei *Pleuromeia*, sondern ellipsoidisch, und ihre Wandung ist zum großen Teil glatt; sie sind zu mehreren fast im Kreise um die Achse geordnet. Einer dieser Hohlräume zeigt am oberen Ende zahlreiche zarte Linien, die bei genauer Untersuchung nicht Leitbündel nach den Wurzelnarben hin, sondern die Querschnitte zarter Blättchen sind. Hiernach dürfte diese Höhlung wohl eine Brutknospe eingeschlossen haben.

Trotz mancher nicht unerheblichen Verschiedenheiten scheint mir die Gattung *Nathorstiana* mit *Pleuromeia* verwandt zu sein. Sie dürfte von *Pleuromeia* etwa ebenso weit abstehen wie diese von den typischen Sigillarien. Doppelt interessant aber ist sie dadurch, daß sie gegen *Pleuromeia* nicht nur eine erhebliche Annäherung an *Isoetes* (Abblättern) aufweist, sondern eine starke Annäherung an die Zwiebel unserer Monokotylen. Doch habe ich schon in meiner Abhandlung bemerkt, daß ich aus einer benachbarten, wohl(?) gleichaltrigen Schicht ein Fossil besitze, das äußerlich ganz die Form unserer jetzigen Zwiebeln besitzt, innerlich zeigt es eine kräftige innere Knolle, umgeben von einer oder mehreren zarten Zwiebelschalen. Hiernach kann *Nathorstiana* wohl nicht als Stammform aller Zwiebelgewächse angesehen werden. — Sie entstammt dem Horizont der echten Weichselien, in dem hier (abgesehen von der erwähnten Zwiebelknolle) weder monokotyle noch diskotyle Pflanzenreste bisher gefunden wurden. Von der Fauna ist leider nichts zu sagen.

Ich komme jetzt zur Beschreibung von *Cylindrites spongioides*, einem Fossil, das Göppert 1834 in Form von gestielten Knollen erhielt und deshalb mit Cycadeenfrüchten verglich; später erhielt er es in Form von knollenförmig aufgetriebenen Stengeln und stellte es darauf in seiner „Fossilien-Flora der Quadersandsteinformation in Schlesien“ als *Cylindrites spongioides* zu den Fucoiden; die Erhabenheiten der Oberfläche des Fossils deutete er als Fruktifikationen, doch nahm er 1847 diese letztere Deutung zurück. Im Gegensatz zu ihm nahm Geinitz das Fossil als *Spongia saxonica* für die Fauna in Anspruch, und Otto, der es 1852 beschrieb, scheint sich auch

der letzteren Meinung anzuschließen. Seitdem sind alle drei entschlafen, ohne daß der langjährige Streit zugunsten des einen oder des anderen entschieden wurde.

Ich fand dies Fossil nicht selten im Neocom des Quedlinburger Hinterklei, beachtete es aber wegen seiner schlechten Erhaltung um so weniger, als ich nur Pflanzenreste suchte und es wie GEINITZ für eine Spongie hielt. Als ich dann aber später im Blankenburger Senon nach Crednerienblättern suchte, fand ich in einer schnecken- und muschelreichen Schicht den auf Tafel XI, Figur 2 meiner Abhandlung abgebildeten Rest. Er sieht Resten von *Lepidodendron tylodendroides* POTONIÉ aus dem Silur nicht unähnlich und zeigte meiner Meinung nach im frischen Bruche lange Nadeln, die mit der Zeit verschwanden, in der Photographie aber wieder matt hervortreten. Bei seinem Anblick erinnerte ich mich, daß ich früher aus dem Hinterklei einen kegelförmigen Astrest von 5 cm Länge erhalten hatte, der unten 3 cm, oben $1^1/_2$ cm Durchmesser hatte und dicht mit langen anliegenden Nadeln bedeckt war. Leider war er bei einem Umzuge verloren gegangen. Da mir gleichzeitig die Arbeiten von GÖPPERT über dies Fossil in die Hände kamen, so ist es erklärlich, daß ich alles daran setzte, diesen alten Streit zu entscheiden. Nie aber fand ich solch einen Rest wieder, ebenso jahrelang keine Knolle mit Nadeln oder auch nur eine solche, die statt des Sandes Holzreste zeigte, obgleich die ganze Schicht voll von *Cylindrites*-Resten war. Nach langem Suchen fand ich endlich einige durch Färbung des Sandes angedeutete Stengelreste mit schwachen Abdrücken von Nadelresten. Doch war die Zugehörigkeit von Zweig und Nadel sowie die von Stengel und Knolle, um so mehr die von Nadel und Knolle unsicher. Erst, als ein lehmhaltigerer Sandstein abgebaut wurde, erhielt ich wenige kleine Zweige mit langen Nadeln, auch holzhaltige Äste und endlich nach mehr als zehnjährigem Suchen ein paar Knollen mit deutlichen Holzresten. Schließlich auch Knollen mit lockerer Füllung und an diesen Reste langer Nadeln. Damit aber war der Streit zugunsten von GÖPPERT entschieden.

Nach meinen Untersuchungen finden sich *Cylindrites*-Reste nur mit Resten von Meerestieren vereint, hier z. B. mit *Crioceras capricornu*. Es waren also Pflanzen, die in der Nähe des Strandes und vermutlich wie *Isoetes* unter Wasser lebten. Ihre knollenförmigen Stengelreste erinnern an *Tylodendron*, mehr aber an *Lepidodendron Veltheimi* STERNBERG, und zwar in der Knorrien-Form die POTONIÉ als *Lepidodendron tylodendroides* beschrieben hat. (Man vergleiche die Abbildungen

in Potonié: Abbildungen und Beschreibungen fossiler Pflanzenreste, Lief. III, Nr. 50, mit Göpperts und meinen Tafeln.) Die spiralig angeordneten Erhabenheiten sind bei hiesigen Resten nur sehr dürftig erhalten, und zwar auch dann, wenn die Nadeln bis zur Knolle gehen. Ob die daselbst manchmal nicht seltenen kleinen Kohlenrestchen als Sporangienreste zu deuten sind, konnte ich nicht entscheiden. Wurzeln habe ich von den *Cylindrites*-Resten sowenig wie Otto beobachtet, vermutlich aber gehören zu ihnen eigenartige kräftige Rhizome, an denen auch *Cylindrites*-Nadeln sitzen. Diese sind lange nadelartige Blätter mit meist stark umgebogenen Rändern und deshalb leicht zu erkennen. Der Stengel selbst ist in günstigen Fällen als Hohlzylinder mit einem ebensolchen inneren manchmal stark exzentrischen Zylinder erhalten und dieser anscheinend mit Längsstreifen ähnlich wie bei *Equisetum* versehen. Die Deutung der Knolle ist nichts weniger als einfach, bisweilen ist das ganze Innere bis auf eine starke mittlere Knospe (?) gleichförmig mit festem Holz erfüllt, in anderen Fällen ähnlich wie bei den gewöhnlichen Ästen aber mit Komplikationen. Früchte, die bestimmt dazu gehören, habe ich nie gefunden. Dagegen finden sich außerordenlich häufig Fruktifikationsorgane mitten unter *Cylindrites*-Nadeln, so in einem Falle 12 Stück auf einer Platte. Der Form nach sind sie länglich-ellipsoidisch bis turbanartig. In letzterem Falle erinnern sie sehr an *Callitris Makleyana*, im anderen auch an Reste, die Heer aus der fossilen Flora Grönlands als *Zamites globuliferus* beschreibt. Entfernter erinnern sie endlich an einen Pflanzenrest des Devons, den Potonié (a. a. O. S. 23) als Bulbille von *Lepidodendron* zu deuten geneigt ist. Diese Reste kommen zwar in großer Zahl vor, leider aber in den bei weitem meisten Fällen ohne allen Zusammenhang mit anderen Pflanzenteilen. Liegen sie aber an solchen, so kann man das in der Regel auch als Zufall deuten, weil immer nur in wenigen Fällen die Art der scheinbaren Befestigung die gleiche ist. Ihre Zugehörigkeit zu *Cylindrites* scheint mir trotzdem sicher; dann aber ist nicht gut möglich, *Cylindrites* etwa zu *Callitris* oder zu anderen Coniferen zu stellen. Es kämen dann noch die Cycadeen in Betracht, die ja ähnliche Fruktifikationsorgane besitzen, deren Blätter aber gefiedert sind; ihre Fiederchen können allerdings (wie die rezenten von *Encephalartos cycadifolius* Lehm.) den *Cylindrites*-Nadeln sehr ähnlich sein.

Da mir außerdem mehrere, bisher unbekannte, merkwürdig geformte Pflanzenreste vorliegen, deren Zugehörigkeit zu *Cylindrites* nicht unmöglich ist, so ist es schwierig, *Cylindrites* den

richtigen Platz im Pflanzenreiche zuzuweisen; am leichtesten dürfte das nach den bisherigen Funden wohl bei *Lepidodendron Veltheimianum* var. *tylodendroides* möglich sein (Nadeln, Knorriazustand, Bulbillen, Markzylinder). Hier freilich liegt höchstens eine Möglichkeit vor, während der Nachweis der Verwandtschaft von *Nathorstiana* und *Pleuromeia* wohl nicht viel zu wünschen übrig läßt. Mit diesen Resultaten kann ich aber sehr zufrieden sein; denn zwei Paläontologen ersten Ranges haben sich jahrzehntelang vergeblich bemüht, sicher festzustellen, ob *Cylindrites* dem Tier- oder Pflanzenreiche angehört, während ich gefunden habe, daß es eine Pflanze mit langen nadelförmigen Blättern ist, deren Stämme und Stellung der Blattspuren bzw. Blattpolster an *Lepidodendron tylodendroides* POTONIÉ aus dem Silur erinnern, sich dichotom oder abwechselnd verzweigen; die Pflanze selbst lebte in der Nähe des Strandes, vermutlich im Meereswasser. Sie ist als Leitfossil in diesem Sinne für die ganze obere und untere Kreide von hohem Werte, da sie daselbst, in Deutschland wenigstens, an zahlreichen Stellen aufgefunden wurde, und zwar nur in diesen Schichten[1]).

Wichtiger freilich dürfte für den Botaniker in phyllogenetischer Beziehung die Entdeckung von *Nathorstiana* sein.

An der Diskussion beteiligen sich Herr POTONIÉ und der Vortragende.

Sodann folgen die beiden Vorträge des Herrn RIMANN[2]): „Der geologische Bau des Isergebirges und seines nördlichen Vorlandes“ und „Magmatische Ausscheidung von Zinkblende im Granit des Riesengebirges“.

An der Diskussion beteiligen sich die Herren DATHE, MICHAEL und der Vortragende.

Herr **L. FINCKH** trägt dann vor über **eine vereinfachte graphische Darstellung der chemischen Gesteinszusammensetzung unter Benützung der Osannschen Analysenwerte.** (Mit 4 Textfiguren.)

Bei der Bearbeitung der Gesteine des Kiwuseegebietes wurde ich durch meinen Mitarbeiter, Herrn Dr. HAUSER, darauf hingewiesen, daß die OSANNsche Projektionsmethode für die

[1]) GEINITZ: Das Quadersteingebirge oder Kreidegebirge in Deutschland. 1850, S. 264.

[2]) Eine ausführliche Abhandlung über den Gegenstand der Vorträge wird im Jahrb. d. Kgl. Preuß. Geol. Landesanstalt erscheinen.

Darstellung der Gesteinsanalysenwerte in Chemikerkreisen vielfach nicht befriedige, zumal da das Verhältnis zwischen farblosen und farbigen Gemengteilen nicht besonders deutlich zum Ausdruck komme, und da von den ein Gestein aufbauenden einfachen Stoffen nur ein, wenn auch wichtiger Teil, vor allem aber nicht die Kieselsäure berücksichtigt sei.

Um eine Übersicht der chemischen Zusammensetzung der Kiwuseegesteine zu geben und sie mit verwandten Gesteinen zu vergleichen, habe ich zunächst versucht, die von F. BECKE[1])

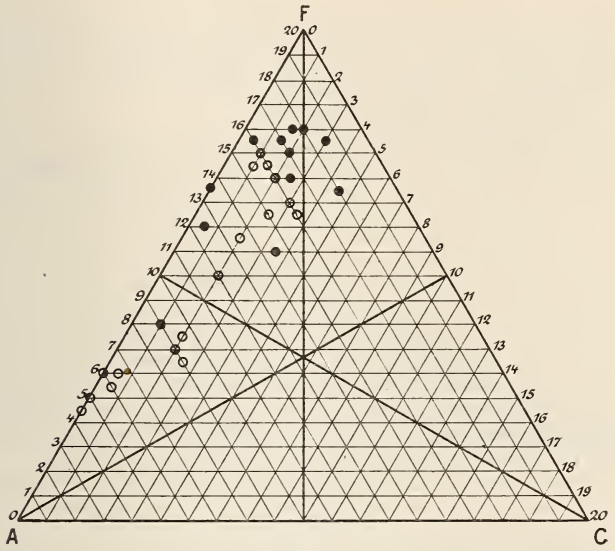


Fig. 1.
Darstellung der Analysenresultate nach OSANN.

bei dem Vergleich der Gesteine des böhmischen Mittelgebirges mit den Andengesteinen verwendete Darstellung zu benützen, da sie vor der OSANNschen Dreiecksprojektion den großen Vorzug hat, daß auch die Kieselsäure Berücksichtigung findet. BECKE legt seine Vertikalebene nicht wie OSANN durch die Ecke A des gleichseitigen Dreiecks und dessen Mittelpunkt, sondern durch die Linie A F.

---

[1]) F. BECKE: Die Eruptivgesteine des böhmischen Mittelgebirges und der amerikanischen Andes. Atlantische und pazifische Sippe der Eruptivgesteine. TSCHERMAKS min. petr. Mitt., Bd. XXII, 1903, S. 209.

Die Einheiten der Abszissen sind dann proportional a — f, und der 0-Punkt der Abszissen liegt in der Mitte des unteren Randes der Vertikalebene. Dadurch ist es BECKE ermöglicht, unter Wahrung enger Beziehung zum OSANNschen Dreieck die Si-Ordinaten zur Darstellung zu bringen, indem er auf den Ordinaten die Werte c und Si aufträgt. Zu bemerken ist noch, daß BECKE dem Wert Si die auf 100 berechneten Atomzahlen, OSANN dagegen seinem Wert s die auf 100 berechneten Molekularzahlen zu Grunde legt.

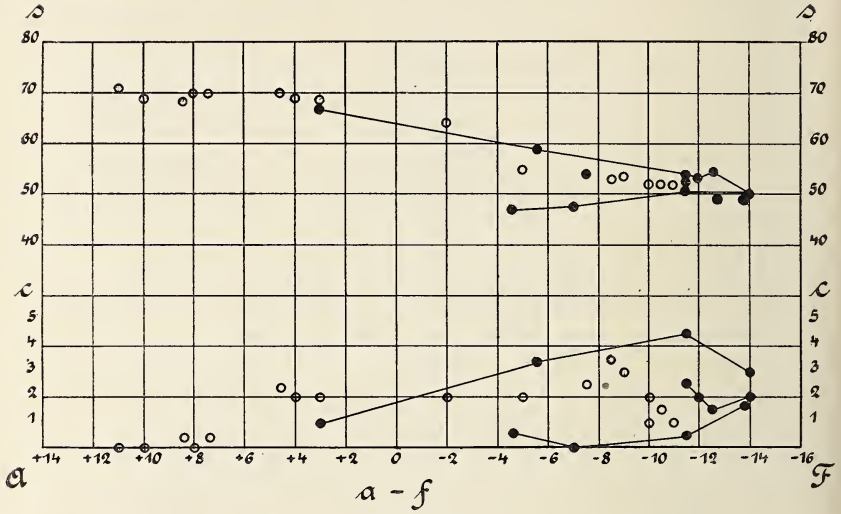


Fig. 2.
Graphische Darstellung von Analysenergebnissen nach F. BECKE.

Da bei der BECKEschen Methode die Einheiten der Abszissen proportional a — f sind, so wird der Analysenort eines Gesteines, für das der Wert c verhältnismäßig hoch ist, gegen F hin verschoben. So würde z. B. der Analysenort eines Gesteines mit a 5 c 5 f 10 auf der Ordinate über Punkt — 5 der Abszissenaxe liegen (siehe Fig. 2). Ein derartiges Gestein ist aber petrographisch dadurch gekennzeichnet, daß es annähernd gleiche Mengen farbloser und gefärbter Gemengteile enthält, vorausgesetzt, daß nicht ein erheblicher Kieselsäureüberschuß vorhanden ist. Auf derselben Ordinate würde der Analysenort eines Gesteines mit a 7,5 c 0 f 12,5 liegen. Ein derartiges Gestein ist aber bereits durch verhältnismäßig hohen Gehalt an gefärbten Gemengteilen ausgezeichnet. Da bei der Klassifikation der

Eruptivgesteine gerade auf das relative Verhältnis zwischen farblosen und gefärbten Gemengteilen ein großer Wert gelegt wird, so hat die BECKEsche Darstellung trotz ihrer großen Vorzüge den Nachteil, daß dieses relative Verhältnis zwischen salischen und femischen Gemengteilen nur dann zum Ausdruck kommen kann, wenn der Wert für c sehr klein oder gleich 0 ist.

Ich habe nun versucht, unter völliger Loslösung vom OSANNschen Dreieck, eine graphische Darstellung der OSANNschen Größen a, c, f und s im rechtwinkligen Koordinatensystem zu

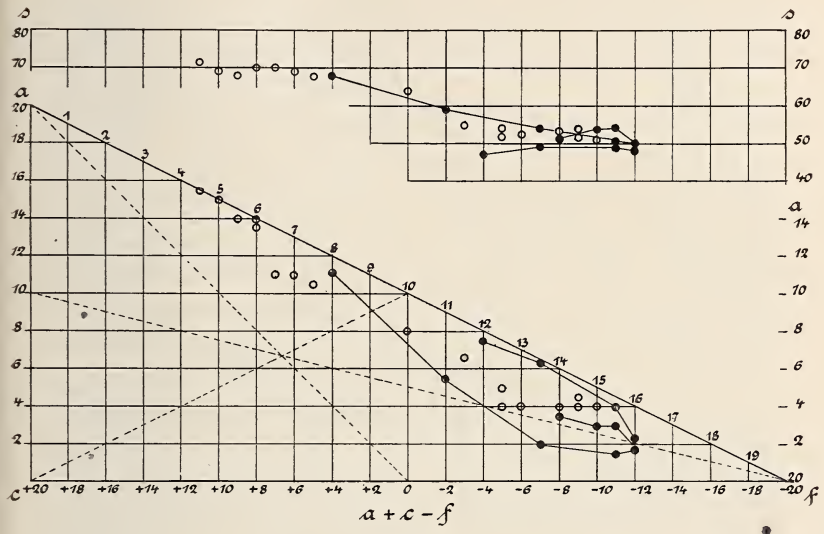


Fig. 3.
Vereinfachte graphische Darstellung.

geben. Die von mir gewählten Einheiten der Abszissen sind proportional a + c — f. Auf der Ordinatenaxe liegen nun die Analysenörter derjenigen Gesteine, für die a + c — f gleich 0 ist, also solcher Gesteine, die annähernd gleiche Mengen farbloser und gefärbter Gemengteile enthalten. Auf den Ordinaten habe ich die Werte für a und s aufgetragen. Auf der Abszissenaxe liegen also die Analysenörter von Gesteinen, für die der Wert a gleich 0 ist. Auf dem Punkt — 20 der Abszissenaxe liegt der Analysenort eines Gesteines mit a 0 c 0 f 20 und auf dem Punkt + 20 der eines Gesteines mit a 0 c 20 f 0. Die beiden Enden der Abszissenaxe wurden daher mit c und f bezeichnet (siehe Fig. 3). Auf der Ordinate über dem Punkt + 20 der

Abszissenaxe liegen die Analysenörter von Gesteinen mit steigendem a, für die aber der Wert f gleich 0 bleibt. Die Länge der Ordinaten beträgt 20 Einheiten, so daß am oberen Ende der Ordinate über Punkt + 20 der Abszissenaxe der Analysenort eines Gesteines mit a 20 c 0 f 0 liegen würde. Zieht man die Diagonale in diesem Koordinatensystem vom oberen Ende der Ordinate über Punkt + 20 bis Punkt — 20 der Abszissenaxe, so erhält man ein rechtwinkliges Dreieck, in dem wie im OSANNschen Dreieck alle Verhältnisse von a : c : f durch Analysenörter zum Ausdruck gebracht werden können. Da die Diagonale die Sättigungslinie für Tonerde ist, so entspricht die auf der Ordinate gemessene Entfernung zwischen dem Analysenort und dem Schnittpunkt der betr. Ordinate mit der Diagonale dem Wert c, die Entfernung von diesem Schnittpunkt bis zum oberen Ende der Ordinate dem Wert f. Aus praktischen Gründen sind die Ordinaten nur bis zur Diagonale gezeichnet worden, und die Werte für f, die von f 0 bis f 20 stetig gleichmäßig zunehmen, sind an den Schnittpunkten von Diagonale und Ordinaten fortlaufend angeschrieben. Auf diese Weise läßt sich für jeden Analysenort das Verhältnis a : c : f und, da auf derselben Ordinate der Wert s aufgetragen ist, auch dieser rasch ablesen. Dadurch ist es möglich, sich bei Vergleichen mit anderen Gesteinen einen raschen Überblick zu verschaffen.

Auf der Diagonale liegen die Analysenörter aller Gesteine, bei denen c gleich 0, also die Tonerde schon durch die Alkalien gesättigt ist. Die Spaltungsprodukte eines Magmas, dem ein derartiges Gestein entspricht, müssen ihre Analysenörter ebenfalls auf der Diagonale haben. Andere Möglichkeiten bestehen in einem solchen Falle nicht. Von der Ecke f des rechtwinkligen Dreiecks bis zur Mitte der kleineren Kathete wurde eine Hilfslinie gezogen. Auf dieser Hilfslinie liegen alle Analysenörter von Gesteinen, bei denen a gleich c ist. Diese Hilfslinie entspricht also der Höhenlinie über der Seite A C des OSANNschen Dreiecks. Der Höhenlinie über A F entspricht eine Hilfslinie, die von der Mitte der Diagonale (Hypothenuse des Dreiecks) bis zur Ecke c, und der Höhenlinie über C F eine solche, die vom 0-Punkt der Abszissenaxe bis zum oberen Ende der Ordinate über c, also bis zur Ecke a, gezogen wurde. Auf dem Schnittpunkt der drei Hilfslinien liegt der Analysenort eines Gesteines, dessen Magma sich theoretisch in drei Teilmagmen spalten könnte, die den Formeln a 20 c 0 f 0, a 0 c 20 f 0 und a 0 c 0 f 20 entsprechen würden. Nur beiläufig mag bemerkt werden, daß der Analysenort eines von OSANN berechneten Tonalits nahe diesem Schnittpunkte der Hilfslinien liegt.

Um die Brauchbarkeit der von mir vorgeschlagenen Darstellungsweise zu zeigen, habe ich die Analysenwerte von Gesteinen des Kiwuseegebietes und zum Vergleich mit diesen Gesteine aus Süditalien und zwar des Vesuvs, Ischias und der Phlegräischen Felder, im OSANNschen Dreieck (Fig. 1), nach der BECKEschen Methode (Fig. 2) und in dem rechtwinkligen Dreieck nach meiner Darstellung (Fig. 3) eingetragen. Die Besprechung des Vergleiches dieser Gesteine wird an anderer Stelle erfolgen.

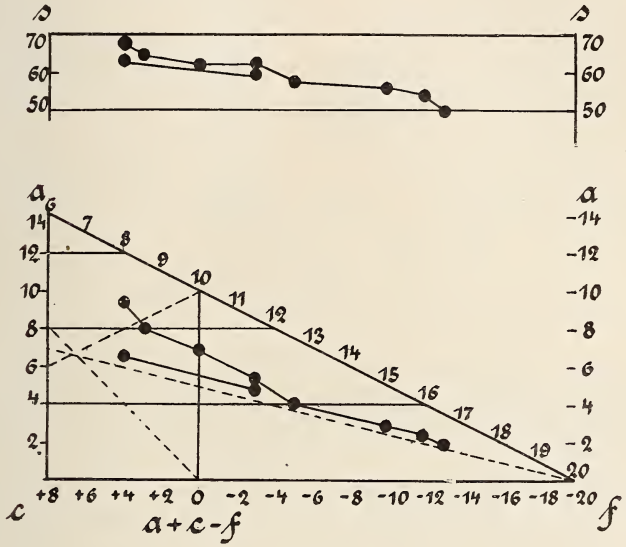


Fig. 4.
Vergleich verwandter Gesteine in einem kleinen Teil des Koordinatensystems.

Ein weiterer Vorteil meiner Methode ist der, daß für nur wenige Analysen verwandter Gesteine nicht das ganze Koordinatennetz gegeben werden muß. Es kann daher eine Textfigur, mit der die Analysenwerte dargestellt werden sollen, auf beliebige Größe gebracht werden, ohne daß die Übersicht leidet. In Fig. 4 sind die Analysenörter der OSANNschen Typen für die Gesteine der Absarokit-Shoshonit-Banakitreihe des Yellowstone National Parks in dieser Weise in einem Teil des Koordinatennetzes eingetragen.

In den als Anhang gegebenen Tabellen sind die Osann-schen Analysenwerte für die in den Darstellungen eingetragenen Gesteine aufgeführt.

Kiwuseegesteine. (•)

	s	a	c	f	n
1. Trachyt, Karissimbi	68,09	11	1	8	4,7
2. Trachydolerit, Karissimbi	59,41	5,5	3,5	11	5,5
3. Leucitbasanit, Kisi	48,78	3	1,5	15,5	5,6
4. Leucitbasanit, Muhawura	54,47	3	1,5	15,5	4,5
5. Leucitbasanit, Namlagira	51,87	3,5	2,5	14	5,7
6. Leucitbasanit, Nawigawoberg . . .	54,06	2	4,5	13,5	6,4
7. Leucitbasanit, Lavafeld Mukira . .	53,82	3	2	15	6,5
8. Limburgit, Adolf Friedrich-Kegel .	50,40	1,5	3	15,5	7,9
9. Limburgit, Adolf Friedrich-Kegel .	50,14	2	2	16	8,1
10. Leucitnephelinit, Niragongo . . .	47,29	7,5	0,5	12	7,5
11. Leucitijolith, Niragongo	47,41	6,5	0	13,5	6,2
12. Leucitit, Wissoke	49,44	2,2	1,8	16	4,0
13. Leucitbasalt, Mikeno	50,90	4	0,5	15,5	5,6

Gesteine der süditalienischen Eruptionsgebiete. (°)

	s	a	c	f	n
15. Sodalithtrachyt, Scarrupata, Ischia .	70,87	15,5	0	4,5	6,6
16. Ponzatrachyt, Monte Nuovo, Phlegräische Felder	69,05	15	0	5	6,0
17. Ponzatrachyt, Monte Rotaro, Ischia	70,25	13,5	0,5	6	5,4
18. Trachyt, Marecocco, Ischia . . .	70,31	14	0	6	6,1
19. Trachyt, Cumae, Phlegräische Felder	68,40	14	0,5	5,5	5,9
20. Trachyt, Monte Vetta, Ischia . . .	69,16	11	2	7	5,4
21. Trachyt, Punta della Cima, Ischia .	70,17	11	2,5	6,5	4,5
22. Trachyt, Monte dell'Imperatore, Ischia	68,26	10,5	2	7,5	6,3
23. Arsotrachyt, Arsostrom, Ischia . .	64,21	8	2	10	4,3
24. Leucitbasanit, Vesuvlava, Granatello von 1631	51,95	4	1	15	3,9
25. Leucitbasanit, Vesuvlava, Croce del Salvatore 1834	53,92	4,5	1	14,5	3,7
26. Leucitbasanit, Vesuvlava, Piano delle Ginestre 1810	52,28	4	1,5	14,5	3,6
27. Leucitbasanit, Vesuvlava 1760 . .	52,20	4	2	14	3,5
28. Leucitbasanit, Vesuvlava, Atrio del Cavallo 1891—1893	55,19	6,5	2	11,5	3,5
29. Leucitbasanit, Vesuvlava, Canale dell' arena 1850	54,12	5	2,5	12,5	3,5
30. Leucitbasanit, Vesuvlava, La Crocella 1871	53,56	4	3	13	3,3
31. Leucitbasanit, Vesuvlava 3. März 1881	53,28	4	3,5	12,5	3,8

Absarokit-Shoshonit-Banakitreihe.

	s	a	c	f
Absarokit, Typus Cache Creek . . .	56	3	2	15
Absarokit, Typus Clark's Fork . . .	54	2,5	1,5	16
Leucitabsarokit, Typus Ishawooa Canyon	50	2	1,5	16,5
Quarzbanakit, Typus Stinkingwater River I	69	9,5	2,5	8
Banakit, Typus Stinkingwater River II	61	7	3	10
Shoshonit, Typus Indian Peak . . .	61	5,5	3	11,5
Quarzbanakit, Typus Stinkingwater River III	65,5	8	3,5	8,5
Shoshonit, Typus Beaverdam	60	5	3,5	11,5
Shoshonit, Typus Lamar River . . .	58	4	3,5	12,5
Shoshonit Two Ocean Pass	64,57	6,5	5,5	8

Darauf tritt eine Pause ein.

Nach der Pause machen zunächst die Herren MENZEL, WAHNSCHAFFE und BEYSCHLAG einige kurze geschäftliche Mitteilungen über die Exkursionen nach Phöben, Rüdersdorf und Staßfurt am 23. und 24. März.

Dann erhält Herr **FRICKE**-Bremen das Wort zu seinem auf Wunsch des Vorstandes erstatteten: „**Bericht über die Arbeiten des Deutschen Ausschusses für den mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterricht**".

Anknüpfend an seine früheren Ausführungen auf der 53. Hauptversammlung der Deutschen Geologischen Gesellschaft zu Dresden[1]) berichtet der Vortragende über den Fortgang der Arbeiten des Deutschen Ausschusses, die sich auf alle Schulgattungen, neben den höheren Schulen in neuerer Zeit auch auf die Volksschulen und Volksschullehrerseminare, erstrecken. Insbesondere teilt er mit, daß am gestrigen Tage in dem gleichzeitig in Berlin tagenden Deutschen Ausschuß für den mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterricht auch über die Frage der wissenschaftlichen Ausbildung der Lehramtskandidaten in Geologie und Mineralogie verhandelt sei, und zwar ganz in dem Sinne der Vorschläge, die von der ehemaligen Unterrichtskommission der Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte ausgearbeitet wurden. Danach wird verlangt, daß Mineralogie und Geologie nicht wie bisher als Anhängsel der

[1]) Vgl. diese Zeitschr. 60, 1908, Monatsber., Nr. 8/10, S. *212* u. f.

Chemie, sondern ebenso wie Botanik und Zoologie als selbständiges Prüfungsfach behandelt werden. Daneben ist auch eine Verbindung der Erdkunde mit den naturwissenschaftlichen Studien in hohem Grade erstrebenswert, wie sie ja auch in dem Dresdener Bericht der Unterrichtskommission empfohlen wird; aber eine Verknüpfung der Geologie mit der Geographie zu einem Prüfungsfach ist nicht zu empfehlen, weil sonst die Möglichkeit bestände, dieses Fach einseitig mit den philologisch-historischen zu verbinden und somit die Geologie von den übrigen Naturwissenschaften zu isolieren. Ein erfolgreicher Betrieb der Geologie an unsern Schulen ist nur im Rahmen des naturwissenschaftlichen Unterrichts denkbar, da die Geologie zu ihrem Verständnis nicht nur Physik und Chemie, sondern vor allem auch mineralogische, botanische und zoologische Kenntnisse voraussetzt und als Paläontologie die biologischen Fächer zu einer verständnisvollen Naturgeschichte ergänzt.

An der Diskussion über diesen Vortrag beteiligen sich die Herren WAGNER, FRICKE, STEINMANN und RAUFF. Die Herren FRICKE und RAUFF schlagen nachstehende Resolution vor, die einstimmig angenommen wird:

> „Im Anschluß an die Resolution von 1908 erklärt die Deutsche Geologische Gesellschaft sich auch heute mit den Bestrebungen des Deutschen Ausschusses für den mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterricht einverstanden; insbesondere unterstützt sie den Wunsch, der Geologie eine selbständige Behandlung im Rahmen des naturwissenschaftlichen Unterrichts unserer höheren Schulen zu sichern. Sie befürwortet, die Geologie in Verbindung mit der Mineralogie zu einem selbständigen Prüfungsfache in der Lehramtsprüfung in der Weise zu erheben, daß dieses Prüfungsfach gemeinsam mit der Chemie und den biologischen Fächern eine volle Lehrbefähigung ausmacht."

Sodann erhält das Wort Herr **RECK** zu einem Vortrage: **„Über Erhebungskratere."**

Es mag in dieser Zeit des Streites über die selbständige Kraft des Vulkanismus nicht ganz uninteressant sein, darauf zu verweisen, daß schon in der Philosophie Griechenlands

diese Frage angeschnitten war[1]). ANAXIMENES[2]) vertrat diesbezüglich eine Einsturztheorie und glaubte, die Erdbeben und vulkanischen Erscheinungen als Folgen von Spaltungen der Erdkruste, die durch Regen und Wärme verursacht waren, deuten zu sollen. ANAXAGORAS[3]) und seine Schule dagegen stellten eine Explosionstheorie auf, nach der die im Erdinnern eingeschlossenen Dämpfe sich oft unter heftigen Erschütterungen des Bodens einen Weg zur Oberfläche bahnten. So brachte man damals schon Vulkane und Erdbeben in ursächlichen Zusammenhang, was als erster PLATO[4]) deutlich aussprach, während seine Vorgänger offenbar mehr seismische Vorgänge im Auge hatten und diese unbewußt durch ihre Erklärungsversuche mit dem Vulkanismus in Verbindung setzten.

Auch die eigentliche Idee der Erhebungskratere reicht bis ins Altertum zurück. So schreibt schon ARISTOTELES[5]) über den im 3. Jahrh. v. Chr. entstandenen Vulkanberg bei Methone am Hermionischen Meerbusen: „Das Erbeben der Erde hört nicht eher auf, als bis jener Wind, der die Erschütterung verursacht, aus der Erdrinde ausgebrochen ist. So ist es vor kurzem zu Heraklea im Pontus geschehen und vormals in Hiera, einer der äolischen Inseln. Auf dieser nämlich ist ein Teil der Erde aufgeschwollen und hat sich mit Getöse zu einem Hügel erhoben, so lange, bis der mächtig treibende Hauch einen Ausweg fand und Funken und Asche ausstieß". — Auch STRABO[6]) folgt dem gleichen Gedankengang bei seiner Schilderung der Entstehung des Ätna, und ähnlich beschreibt OVID[7]) den gleichen Vorgang: Da schwillt durch der eingezwängten Dämpfe Kraft der sich dehnende Boden wie eine luftgefüllte Blase empor, er schwillt wie das Fell eines zweigehörnten Bockes. —

Auch PLINIUS[8]) läßt die Inseln Ischia und Procida durch vulkanische Prozesse aus der Tiefe des Kampanischen Golfes emporgehoben sein.

---

[1]) Vergleiche hierüber: F. RAMSAUER: Die antike Vulkankunde. Programm des Kgl. humanist. Gymnasiums Burghausen 1905/06, sowie Weltall und Menschheit I, K. SAPPER.

[2]) SENECA: Quest. nat. VI, 10. — Ferner ARISTOTELES: Meteor. II, 7.

[3]) SENECA: a. a. O. VI, 9.

[4]) PLATO: Phädon 113. — Ferner GALEN: Hist. phil. 86.

[5]) ARISTOTELES: Meteor. II, 8.

[6]) STRABO: VI, 1, 6.

[7]) OVID: Metamorphosen, Buch XV, 296—306.

[8]) PLINIUS: II, 88; vgl. auch III, 6, 2; XXXI, 2, 5; XXXVII, 11, 53.

Leopold von Buch (1774—1853)[1]) war es vorbehalten, diese mehr naiv empfundenen philosophischen Ansichten des Altertums in das Gewand moderner Naturwissenschaft zu kleiden. Angeregt durch die Vorlesungen Huttons, der die Entstehung der Gebirge durch die gewaltige Kraft des sich ausdehnenden glutflüssigen Magmas im Innern der Erde lehrte, stellte er im Anschluß an seine großen Reisen in den ersten Jahren des vorigen Jahrhunderts (1798 Vesuv, 1802 Auvergne, 1815 Canaren) seine berühmte Theorie der Erhebungskratere[2]) auf, die zunächst in glänzendem Siegeslauf zu allgemeiner Anerkennung gelangte. Leop. v. Buch selbst war, ebenso wie sein Freund Alex. v. Humboldt[3]), nur zögernd zu der Anschauung von der selbsttätig wirkenden Kraft des Vulkanismus in größtem Maßstabe gelangt, denn beide waren ja Schüler der neptunistischen Lehre Werners, die der vulkanischen Betätigung nur geringfügige Bedeutung beilegte, und ihre Ursache lokalen Erdbränden zuschrieb. — Aber die Natur schien gerade zu jener Zeit ihre Theorie durch die plötzliche Entstehung des Mt. Nuovo in den phlegräischen Feldern, wie auch durch die des Vulkans Jorullo in Mexiko glänzend bestätigen zu wollen. —

Erst lange Kämpfe brachten nach Buchs Tod seine einst in seltener Einstimmigkeit angenommene Theorie zu Fall. Nun folgte auf diese Geologie der Gewaltakte in der Natur als Reaktion die vornehmlich durch Scrope[4]) und Lyell[5]) vertretene Lehre der ausschließlichen langsamen Akkumulation, des allmählichen Wachsens der Vulkanberge durch oberflächliche Aufschüttung und der allmählichen Umgestaltung der ganzen Erdoberfläche. Die Vulkane ließ man nun samt und sonders auf Spalten auftreten, indem man dadurch die eigenartige, meist zonare Anordnung der größten Vulkangebiete der Erde zu erklären suchte. So sank der Vulkanismus zur Rolle einer nebensächlichen Begleiterscheinung tektonischer Bewegungen herab, während die genialen Darlegungen und Gedanken

---

[1]) Sapper: Aus Weltall und Menschheit I. Herausgeg. v. H. Krämer.

[2]) Leop. v. Buch: U. a.: Über Erhebungskrater und Vulkane. Berlin 1835; ferner auch Physikalische Beschreibung der Canarischen Inseln. Berlin 1825.

[3]) Alex. v. Humboldt: Über Bau und Wirkung der Vulkane. Berlin 1824; auch Kosmos I.

[4]) Poulett Scrope: Considerations on Volcanoes. London 1825. — Volcanoes of Central France. London 1858. — Volcanoes. II. Ausg. London 1872.

[5]) Lyell: Principles of Geology London. Vergl. auch Hartung: Über Erhebungskratere. Leipzig 1862.

Buchs und Humboldts nur mehr historisches Interesse zu haben schienen, bis durch die aufsehenerregenden Arbeiten Brancas[1]), Löwls[2]), Geikies[3]) zum ersten Male wieder energisch auf die dem Magma innewohnende eigene Kraft hingewiesen wurde, wonach Vulkane sehr wohl auch ohne Spalten aufzutreten vermögen. Branca wies dies zunächst unwiderleglich für die Vulkanembryonen der Schwäbischen Alb nach, Geikie besonders für eine große Zahl von Vulkanen in Schottland. Seitdem haben sich zahlreiche Beobachter diesen Ansichten angeschlossen und neue bestätigende Tatsachen aus anderen Gebieten gesammelt[4]). —

Soweit die historische Entwicklung des Vulkanismus bis zum heutigen Tage. —

Alle neueren Arbeiten über die Unabhängigkeit desselben von der Tektonik suchen diese jedoch nur durch die Beziehungen der Lage der Vulkane zu Spalten zu beweisen. In dieser Beziehung wird man heute zugeben müssen, daß es, nach den Lagever-

---

[1]) W. Branca: Als besonders wichtig seien erwähnt: Schwabens 125 Vulkanembryonen. Stuttgart. Jahresh. d. Vereins für Vaterl. Naturkunde 1894/95. — Über die Entstehung der vulkanischen Durchbohrungskanäle im Gebiete von Urach. Ebenda. 1897. — Neue Beweise für die Unabhängigkeit von Vulkanen von präexistierenden Spalten. N. Jahrb. Min. 1898. — Zur Spaltenfrage der Vulkane. Sitz.-Ber. Math.-Physik. Klasse d. Preuß. Akad. d. Wiss. Berlin 1903, Bd. **36**. — Die Griesbreccien des Vorrieses als von Spalten unabhängige früheste Stadien embryonaler Vulkanbildung. Ebenda 1903. — Vulkane und Spalten. Mexiko 1907.

[2]) Löwl: Spalten und Vulkane. Jahrb. d. k. k. geolog. Reichsanstalt Wien 1886, Bd. **36**.

[3]) A. Geikie: On the Carboniferous volcanic rocks of the basin of the Firth of Forth. Transact. Roy. Geolog. Soc. Edinburgh 1879, Vol. II. — Ancient Volcanoes of Great Britain. London 1897. (2 Bd.). — Textbook of Geology. 1903.

[4]) Ich möchte hier nur einige wenige solcher Forschungen als Beispiele anführen: E. Fraas: Begleitworte zu Blatt Kirchheim der geologischen Karte von Württemberg. — Bücking: Über die vulkanischen Durchbrüche in der Röhn und am Rande des Vogelsberges. Beiträge zur Geophysik von Gerland, Bd. VI, 1903. — M. Bauer: Zur Spaltenfrage der Vulkane. Sitz.-Ber. der mathem.-physik. Kl. d. Kgl. Preuß. Akademie d. Wissensch. Berlin 1900. — E. Zimmermann: Der Bau der Gegend von Goldberg. Jahrb. Kgl. Preuß. Landesanst. für 1902, Bd. XXIII, 1905. — A. Stübel: Die Vulkanberge von Ecuador. Berlin 1897. — E. Böse: Sobre la independencia de los volcanes de grietas preexistentes. Memorias de la Soc. „Alzate“ Mexiko, Bd. XIV. — Volz: Sumatra. Sitz.-Ber. Kgl. Preuß. Akademie d. Wissensch., Math.-Physikal. Kl. Berlin 1907. — Burckhard: Profiles geologiques transversaux de la Cordillère Argentino-Chilienne. Anales del Museo de La Plata 1900. — H. Reck: Isländische Masseneruptionen. Kokens geolog. u. paläontolog. Abhandlungen 1910. (Im Druck.)

hältnissen zu urteilen, zwei große Gruppen von Vulkanen gibt, einmal die auf Spalten gelegenen und dann die mit keiner Spalte in Zusammenhang stehenden[1]). Auch BUCH und HUMBOLDT hatten schon eine Einteilung der Vulkane nach ihrer Lage gegeben, indem sie die beiden Gruppen der Reihenvulkane und der Zentralvulkane aufstellten, wenngleich diese Einteilungsweise mit der zuerst angeführten durchaus nicht ganz ident ist, d. h. es mag sehr wohl Zentralvulkane geben, die auf einer Spalte aufsitzen, während andererseits auch manche Vulkanreihe sich als von tektonischen Spalten unabhängig erweisen mag.

Jedenfalls war dieser Weg des Nachweises nicht der von LEOPOLD VON BUCH gewiesene. Nach ihm hatte das Magma nicht nur die Kraft, sich selbst zur Oberfläche Bahn zu brechen, vielmehr sollte es befähigt sein, die überlastenden Sedimente emporzuwölben und wegzusprengen. So entstanden bekanntlich seine Erhebungskratere[2]) „die Reste einer großen Kraftäußerung aus dem Inneren, die ganze Quadratmeilen große Inseln auf ansehnliche Höhe erheben kann und erhoben hat". Er unterscheidet sie scharf von Vulkanen, „die fortdauernde Essen sind und die Verbindungskanäle des Inneren mit der Atmosphäre darstellen". — Die Art der Aufwölbung wurde mit einer Blase verglichen, die schließlich platzt, HUMBOLDT hat sie auch mit einem vom Wind geblähten Segel verglichen[3]). Aber diese Vergleiche kennzeichnen sich doch wohl selbst als nebensächliche Veranschaulichung eines gewaltigen Vorganges, was schon ihre Verschiedenartigkeit beweist[4]). Sie gehören also zweifellos nicht zum Wesen der BUCHschen Theorie, so daß es meines Erachtens für diese völlig gleichgültig ist, ob nun diese Hebung durch ein langsames oder plötzliches Aufheben, durch geringe oder starke

---

[1]) In einer kleinen Arbeit habe ich als eines der Ergebnisse meiner Island-Expedition 1908 einen großen Massenvulkan (Schildvulkan) beschrieben, der nachweislich, auf Grund von Beobachtung, noch 300—400 m tief unter die Basis seiner Lavadecken, die ihrerseits wiederum 500—600 m mächtig sind, von jeder Spalte unabhängig zur Oberfläche durchgedrungen ist. (H. RECK: Ein Beitrag zur Spaltenfrage der Vulkane. Zentralbl. Min. 1910, Nr. 6.)

[2]) L. v. BUCH: Über Erhebungskratere und Vulkane. Gesammelte Schriften S. 272 und POGGENDORFFs Annalen der Physik u. Chemie 1836, Bd. **37**.

[3]) A. v. HUMBOLDT: Kosmos I.

[4]) Dies erwähnten schon BRANCA u. FRAAS in: Das vulkanische Ries bei Nördlingen. Abhandl. der Kgl. Preuß. Akad. d. Wissensch. 1901.

Neigung der Schichten, an regelmäßigen oder unregelmäßigen Flexuren, schließlich auch an Flexuren oder an Verwerfungslinien geschah.

Den Kern der Theorie sehe ich vielmehr in den beiden wichtigen Punkten:

1. Dem Schmelzfluß wohnt die Kraft inne, ohne tektonische Hilfe emporzudringen.

2. Der Schmelzfluß kann die überlastenden Gesteinsdecken, unter periklinaler Aufrichtung der Schichten um den Durchbohrungspunkt, durchbrechen.

Daß letzteres nicht in allen Fällen geschah, war LEOPOLD v. BUCH nicht unbekannt; denn er kannte sehr wohl die von den Durchschußröhren der Maare glatt abgeschnittenen Sedimentdecken; doch hielt er diese, indem er sie mit Pistolenschüssen verglich, für unbedeutende Äußerungen der vulkanischen Kraft. Bei stärkerer Kraftentfaltung hielt er jedoch die Entstehung eines Erhebungskraters für die Regel. —

Während der erste Punkt durch das Studium der Lagebeziehungen der Vulkane in den obenerwähnten Arbeiten als richtig nachgewiesen wurde, wurde der zweite Punkt nur ganz vereinzelt und mit Vorbehalt in der neueren Literatur anerkannt.

Tatsächlich ist er auch in seiner verallgemeinernden Form unseren heutigen Kenntnissen widersprechend, aber auch nur in dieser Verallgemeinerung liegt sein Fehler; denn es gibt tatsächlich Erhebungskratere und Gebilde, die solchen sehr nahe stehen, wie Ihnen meine folgenden eigenen Beobachtungen und einige Beispiele aus der Literatur zeigen mögen; doch scheinen Erhebungskratere nur in besonderen, bis heute noch zu wenig beachteten und studierten Fällen vorzukommen, während sie BUCH als allgemeine Regel betrachtete. —

Ich kann keine Beschreibung dieser Erscheinungen geben, ohne vorher eine mit ihnen aufs engste verwandte Bildung kurz zu besprechen. Dies sind die **Lakkolithe** (λακκός = Zisterne; λίθος = Stein). Die Lakkolithe sind keineswegs ein besonderer Typ vulkanischer Wirksamkeit; es sind einfach steckengebliebene, unfertige oder „unvollkommene“[1]) Vulkane.

---

[1]) So genannt von GILBERT und CROSS. — V. DE DERWIES nennt sie „verkümmerte“ Vulkane. (Recherches géologiques et petrographiques sur les laccolithes des environs de Piatigorsk. Genf 1905.)

Sie beweisen dies aufs beste durch die zahlreichen Übergangsformen, durch die sie mit den extrusiven Formen des Vulkanismus verbunden sind.

Eine Beschreibung der Erhebungskratere setzt also aus entwickelungsgeschichtlichen Gründen eine diesbezügliche Betrachtung der Lakkolithe voraus.

Der erste, der die Natur der Lakkolithe erkannte und beschrieb, und der damit gleichzeitig die selbständige, hebende Kraft der vulkanischen Massen neuerdings wieder betonte, war GILBERT[1]). Er zeigte, daß der Schmelzfluß in großen linsen- bis kuchenförmigen, symmetrischen oder asymmetrischen Massen in die Erdkruste eindringe und diese selbst emporwölbe, so daß die Lakkolithberge von einem Schichtmantel überdacht erscheinen, der an den Seiten periklinal geneigt ist, auf der Höhe der Erhebung dagegen horizontal lagert. Die verschiedenen Denudationsstadien dieser regellos angeordneten, kuppenförmigen Erhebungen, bei denen teilweise auch die intrusiven Kerne bloßgelegt sind, lassen aufs klarste die Richtigkeit der GILBERTschen Erklärung erkennen, die ja heute auch im Prinzip wohl ziemlich allgemeine Annahme gefunden hat[2]). Vor allem bezweifelte zunächst wohl nur noch REYER[3]) das jüngere Alter der Intrusivgesteine im Verhältnis zu den umgebenden Sedimentgesteinen. SÜSS[4]) dagegen, der die intrusiven Vorgänge samt und sonders auf das Vorhandensein von Spalten zurückführt, will auch in diesem Fall die Hohlräume, in die der Schmelzfluß eindrang, tektonisch angelegt sein lassen, indem durch Gebirgsdruck Faltungen und Schichtaufblätterungen hervorgerufen würden. — Die Unmöglichkeit dieser Anschauung wurde bereits aufs schärfste von J. E. WOLLF[5]) dargetan, der auf Grund seiner Untersuchungen in den Crazy Mountains zu einem mit GILBERT diesbezüglich völlig übereinstimmenden Resultat gelangte. Auch BRANCA und FRAAS[6]) sprachen sich auf Grund ihrer

---

[1]) GILBERT: Geology of the Henry Mountains. Washington 1877.

[2]) Ich verweise nur auf: LÖWL: Eine Hebung durch intrusive Granitkerne. Verhandl. d. k. k. geolog. Reichsanstalt Wien 1884. — Besonders auch SALOMON: Über die Granitkerne der Alpen. Sitzungsbericht der Königl. Preuß. Akademie d. Wissensch., Mathem.-Physik. Klasse 1900. — Vgl. auch NEUMAYR: Erdgeschichte I. Leipzig 1887. S. 180.

[3]) REYER: Theoretische Geologie. Stuttgart 1888. S. 135.

[4]) SÜSS: Antlitz der Erde I. S. 218.

[5]) J. E. WOLLF: The Geology of the Crazy Mountains, Montana. Bull. geolog. Soc. America 1892, Bd. III.

[6]) BRANCA und FRAAS: a. a. O., S. 22. (Hier sind auch die von WOLLF angegebenen Gründe für seine Ansicht zusammengefaßt.)

Untersuchungen am Nördlinger Ries, wie auch auf Grund des Nachweises zweifellos spaltenlos zur Oberfläche durchgedrungener Vulkane[1]), gegen die SÜSSsche Hypothese aus. —

Vor allem scheint mir aber die SÜSSsche Ansicht durch die Formen der Lakkolithberge und ihre Lage widerlegt zu werden. Würden sie nämlich tektonischen Linien folgen, so müßten sie doch, wenn auch nicht auf Spalten, so doch auf Schwächezonen, wie etwa zahlreiche Vulkane, auftreten. Dies kommt zweifellos vor, ist aber durchaus nicht die Regel; so liegen sie gerade in Amerika vornehmlich auf den den Gebirgen vorgelagerten, ungestörten Plateaus, aus denen sie als kuppelförmige Aufwölbungen des Bodens hervortreten. Dies zeigt nicht nur das von GILBERT[2]) untersuchte Gebiet, sondern seinen Arbeiten folgte in rascher Folge eine Zahl von Untersuchungen damals noch nicht bekannter Gebiete, die genau analoge Verhältnisse aufweisen. So die Arbeiten von CROSS[3]), WOLLF[4]), WEED[5]), JAGGAR[6]) und anderen sowie eine Reihe von Experimenten von HOWE[7]) und Kartierungen anderer amerikanischer Survey-Geologen in den letzten Jahren[8]). Auf letztere werde ich noch zurückkommen, da die von ihnen für die Theorie der Erhebungskratere beobachteten und in die Karten eingetragenen Tatsachen meines Wissens noch nicht verarbeitet wurden. — Die Experimente von HOWE[7]), die keinerlei Störungen durch irgendwelche tektonische Vorgänge berücksichtigten, brachten sämtliche Erscheinungsformen der Lakkolithe zum Ausdruck. Dies ist zum mindesten beweisend dafür, daß solche Störungen zur Erklärung der gegebenen Erscheinungen nicht als notwendig vorausgesetzt werden müssen.

---

[1]) BRANCA: Vulkanembryonen.

[2]) GILBERT: a. a. O.

[3]) W. CROSS: The laccolithic Mountain Groups of Colorado, Utah and Arizona. U. St. Annual Rep. 1892—93, S. 165—242.

[4]) WOLLF: a. a. O.

[5]) W. H. WEED und L. V. PIRSSON: Geology and Mineral Resources of the Judith Mountain of Montana. U. St. Geol. Surv. Annual Rep. III, 1898, S. 137. — Dieselben: Geology of the Little Belt Mountains, accompanied by a record on the petrography of the igneous rocks of the district. U. St. Geol. Surv. IX, 1900, S. 387.

[6]) T. A. JAGGAR: The laccoliths of the Black Hills. U. St. Geol. Surv. 1899—1900, III.

[7]) HOWE: U. St. Geol. Surv. 1899—1900.

[8]) Es sei mir hier gestattet, meinem Kollegen, Herrn Dr. VON STAFF, herzlichst für den Hinweis auf zahlreiche Literaturangaben und Kartierungen zu danken.

Betrachten wir nun die nicht aus völlig ungestörtem Grund herausgehobenen Lakkolithberge, so zeigt sich, daß auch diese keineswegs Spalten oder Bruchzonen folgen; wenn sie dagegen überhaupt zonar auftreten, so läßt sich beobachten, daß sie mit Vorliebe Schichtantiklinalen folgen, also Zonen, in denen ein Teil des Gewölbedrucks der Sedimentdecken durch die Auffaltung ausgelöst war, so daß diese Zonen für eine unterirdische Injektion besonders geeignet waren. Dies ist im großen das Prinzip, dem auch die Intrusion im kleinen folgt. Stock- oder linsenartige Ausbreitung des Intrusivgesteins findet mit Vorliebe in weichen, leichter nachgiebigen Gesteinen statt, während in spröden, harten Gesteinen (Sandstein, Kalk) das Intrusionsmaterial entweder sich deckenartig zwischen den Schichtflächen verbreitet oder die Gesteinsdecke durchbricht. — In beiden Fällen aber steht der Schmelzfluß in keinerlei notwendigen Beziehungen zu Spalten; er wählt naturgemäß nur diejenige Richtung zum Vorwärtsdringen, in der er dem geringsten Widerstand begegnet; solche Stellen sind die Antiklinalen, zu denen der Schmelzfluß aus eigener Kraft emporsteigt, gleichgültig, ob Spalten vorhanden sind oder nicht. Die geringe Rolle, die Spalten für sein Emporsteigen spielen, zeigt die Tatsache, daß in absolut ungestörten Gebieten die Intrusionen ebenso häufig sind wie in gefalteten, ferner auch der Umstand, daß der Schmelzfluß trotz des Vorhandenseins naher, vermutlich tiefgreifender Verwerfungsspalten sehr oft neben diesen emporddrang. Häufig steht dann der Lakkolith auf einer Antiklinale; aber auch dies ist nicht notwendig, wie zahlreiche Beispiele demonstrieren[1]). Da aber Lakkolithe nur unvollkommene Vulkane darstellen, sei es mir gestattet, darauf zu verweisen, daß auch viele der großen Stratovulkane der Erde, z. B. eine ganze Anzahl der gewaltigen mexikanischen Vulkane sowie zahlreiche Vulkane der Andenkette, weit abseits von den Hauptbruchspalten des Gebietes auf den Schichtantiklinalen des unterlagernden Gebirges auftreten.

Jedoch sprechen nicht nur Lage und Verteilung der Lakkolithe, auch nicht nur theoretische Erwägungen über den Vorgang der Intrusion (Wollf), gegen die Süssche Anschauung der tektonischen Vorbildung von Hohlräumen, die dann nur passiv vom Schmelzfluß ausgefüllt wurden, sondern vor allem spricht dagegen die Form der Lakkolithberge

[1]) Ich verweise hierüber auf die Karten der oben zitierten Werke.

selbst. Wenn ich von den möglicherweise mit Spalten oder vorhergehenden Auffaltungen zusammenhängenden, stark nach einer Richtung gestreckten Vorkommnissen von Lakkolithen absehe, so ist die charakteristische Form eines Lakkolithberges durch die kuppelförmige Aufwölbung der Schichten über einer rundlichen Basis gekennzeichnet[1]).

Eine kreisrund erhobene Geländeform ist aber eine für tektonische Kräfte unmögliche Form. Sie läßt sich weder aus Verwerfungen noch aus Faltungen ableiten. Süss[2]) selbst hat diesbezüglich gesagt: „daß durchaus keine Kraft bekannt sei, die imstande wäre, zahlreiche kleine und große Gebirgsstücke einzeln und zwischen glatten Flächen

Fig. 1.
Bear Lodge Mountain.

Fig. 2.
Scheep Mountain.

Fig. 3.
Bald Mountain.

Lakkolithische Intrusionen als Beispiele sowohl bruchloser Aufwölbung als auch der Emportragung an Verwerfungslinien.
Wyoming, South Dakota.

emporzutragen und im Gegensatz zur Schwerkraft dauernd in dieser Stellung festzuhalten.“ Da nun aber tatsächlich durch Lakkolithe solche Geländeformen geschaffen wurden (vgl. Fig. 2), so dürfte man den Süssschen Ausspruch dahin modifizieren: „daß durchaus keine tektonische Kraft bekannt sei . . .“, die dazu imstande wäre.

---

[1]) Wenn auch die Lage der Magmazufuhrwege dieser Lakkolithe eine in den meisten Fällen durchaus hypothetische ist, so muß sie doch bei kreisrunden symmetrischen Lavakuchen nach mechanischen Prinzipien zentral unter der höchsten Höhe der Aufwölbung vermutet werden.

[2]) E. Süss: Antlitz der Erde I, 741.

Ob nun aber die Lakkolithe die ihnen überlagernden Schichten nur aufwölben oder an Verwerfungslinien emportragen, ist lediglich ein gradueller Unterschied, der wohl bis zu einem gewissen Grade von der Sprödigkeit des umgebenden Gesteins abhängt, keinesfalls aber ausschließlich, wie die sich unter gleicher Sedimentdecke verschieden verhaltenden Lakkolithe in Wyoming[1]) deutlich hervortreten lassen. Der bestimmende Einfluß muß hier im Magma gelegen haben. Die beigegebenen Figuren lassen dies deutlich erkennen[2]).

Sie zeigen alle drei lakkolithische Intrusionen unter die fast gänzlich ungestörten, flach gelagerten, nur schwach einseitig fallenden Schichten des Carbons. Während aber in Fig. 3 nur eine schwache Emporwölbung der Schichten das Resultat einer verhältnismäßig geringen Intrusion war, ist die Aufbiegung durch den größeren Lakkolith in Fig. 1 sehr viel stärker. Hier ist der intrusive Kern durch die starke Denudation freigelegt. Zum System dieser Bear lodge Mountain-Intrusion gehört auch die rundliche Steilkuppe des unmittelbar benachbarten Sheep Mountain (Fig. 2).

Diese Intrusion muß unter bedeutender Kraftentfaltung vor sich gegangen sein. Sie bog die Schichten nicht nur an ihren Rändern scharf empor, sondern sie verwarf die ganze zentrale Partie des Berges um etwa 500 m an nahezu senkrechten Bruchflächen. — Die Brüche sind im O, W und S des Berges deutlich sichtbar, im N gehen sie in eine steile Flexur über. — Die Denudation hat den intrusiven Kern noch nicht bloßgelegt, doch verrät er sein Dasein durch das an zwei Stellen beobachtete gang- und deckenförmige Vorkommen intrusiven Gesteines an seinem südlichen Fuße. Hier ist also ein etwa kreisrundes Gebirgsstück an senkrechten Bruchrändern etwa 500 m hoch, entgegen der Schwerkraft, emporgehoben und in dieser Lage gehalten worden. —

Ein diesen erst in den letzten Jahren kartierten Vorkommnissen analoges Beispiel wurde bereits vorher von Branca und Fraas[3]) aus Deutschland beschrieben, wenn-

[1]) N. H. Darton: Wyoming, South Dakota. Sundance folio (Nr. 127). — N. H. Darton und C. C. O'Harra: Wyoming, South Dakota, Montana. Aladin folio (Nr. 128).

[2]) Diese Figuren sind unter Weglassung unwichtiger Details den oben zitierten Kartenblättern entnommen. Es sei besonders betont, daß sie die natürlichen Verhältnisse des geologischen Baues darstellen und keineswegs schematische Zeichnungen sind, mit Ausnahme der Lage der Magmakanäle, die natürlich hypothetisch ist.

[3]) Branca und Fraas: Das Nördlinger Ries. a. a. O

gleich hier durch nachträgliche Versenkung die Scholle sich tatsächlich nicht dauernd entgegen der Schwerkraft auf ihrer Höhenlage halten konnte. Auch im Nördlinger Ries wurde ein kreisrunder zentraler Gebirgsteil durch die Gewalt eines eindringenden Lakkolithen an peripheren Brüchen emporgetragen und rutschte auf das flachlagernde Vorland ab, so zu periklinal um den Rieskessel angeordneten Überschiebungen Anlaß gebend.

Da wir nunmehr das zweifellose tatsächliche Vorkommen von mehr oder minder senkrechten Emporhebungen der Erdkruste in kreisrunder Form an einigen Beispielen kennen gelernt haben, und da solche Erscheinungen sich durch die Kräfte der Tektonik nicht erklären lassen, da sie ferner sehr oft von tektonischen Linien gänzlich unabhängig auftreten, müssen wir die treibende Kraft dieser Bildung in anderen Ursachen zu finden suchen; und diese Ursache kann nur im Magma selbst liegen und muß von diesem ausgehen. — Da aber in gleichem Material unter gleichen Vorbedingungen tiefe Brüche eine weitergehende Störung des Materials zum Grunde haben als Flexuren, so ist schon aus diesem Grunde die bruchlose Schichtaufwölbung im Umkreis der Lakkolithkerne auf dieselbe Ursache zurückzuführen. — Dazu kommen noch die zahlreichen, bereits von anderer Seite geltend gemachten Gründe (a. a. O.).

Die Schichtaufwölbungen und Verwerfungen im Umkreis der Lakkolithe sind also keinesfalls notwendig — und sind in den meisten Fällen tatsächlich nicht — durch tektonische Kräfte vorbereitet, sondern wurden vom Magma aus eigener Kraft erst geschaffen. — Dabei soll es hier unentschieden bleiben, ob wir die Ursache der Aufwölbung im wesentlichen in der aktiven Kraft des Magmas selbst zu suchen haben oder etwa in einer Erwärmung und Volumenzunahme der überlagernden Gesteine. —

Eine Übertragung der hier ausgeführten Verhältnisse auf die Oberfläche der Erde würde uns einen vollständigen Erhebungskrater vor Augen führen. Es ist daher zunächst wichtig, festzustellen, in welcher Weise Intrusionen auch zur Eruption gelangt sind. Doch möchte ich hierbei die Spaltenfrage der Vulkane nicht weiter berühren, da einerseits bei dem soeben erbrachten Beweis der Möglichkeit des selbständigen Eindringens der Intrusion, auch die schließliche Ex-

trusion naturgemäß ohne Spalten vor sich gehen kann, und da andererseits gerade hier soche Eruptionen vielfach natürlich auf Spalten stattfinden würden, die nicht die Tektonik, sondern der empordringende Lakkolith aufgerissen hat. Insofern scheinen mir diese Verhältnisse zur Erörterung der Spaltenfrage an sich nicht besonders geeignet. —

Für die Kenntnis der Verknüpfung von Intrusion und darauffolgender Eruption haben nun die Forschungen des letzten Jahrzehnts eine Reihe von Beobachtungen geliefert, deren wichtigste ich kurz zusammenfassend hier aufführen möchte.

Als erste wiesen auf diesen Zusammenhang und auf die Analogie der Verhältnisse mit den BUCHschen Erhebungskrateren BRANCA und FRAAS[1]) gelegentlich ihrer Bearbeitung des Nördlinger Rieses hin. Dort folgte nach dem Empordringen des Lakkolithen, also nach der fertigen Ausbildung der Überschiebungen, die Eruption loser Massen (Vulkanembryonen), ohne daß es zum Austritt von geflossener Lava kam. Die Eruptionspunkte liegen kranzförmig um den Kessel des Rieses herum. — Jedoch haben diese eruptiven Vorgänge keine Veränderung in der Lagerung der von ihnen durchbrochenen Schichten verursacht. —

Anders liegen die Verhältnisse in den Lakkolithgebieten Amerikas. Dort kam es zu bedeutenderer eruptiver Tätigkeit, durch die stellenweise die den Vulkanschlot umlagernden Schichten wesentlich disloziert wurden. Sehr klar zeigt diese Verhältnisse z. B. der nordöstlich der Crazy Mountains gelegene Castle Mountain[2]). Dort stehen gewaltige Ergüsse von Strömen und den Schichten eingelagerte Tufflagen in Verbindung mit dem intrusiven Kern des Gebirgsstockes. Die vulkanischen Vorgänge dauerten vom Anfang bis zum Ende des Tertiärs mit schwankender Heftigkeit fort. Doch hier könnte man immerhin noch die periklinale Aufrichtung des Nebengesteins auf die ausschließliche Wirkung der Intrusion zurückführen. Ausgeschlossen erscheint diese Deutung jedoch bei Betrachtung des hier beigegebenen Profils, das ich der Karte HILLS'[3]) entnehme. Die Intrusionen der Spanish Peaks gehören, ebenso wie die extrusiven Vorgänge, langen Zeiträumen an, die gleichzeitig mit der allgemeinen Hebung des Landes im Anschluß an die Kreidezeit einsetzen, und bis ins jüngere Tertiär ausgehalten haben. Auf die Intrusion eines gewaltigen Stockes unter die

---

[1]) BRANCA und FRAAS: a. a. O.
[2]) W. H. WEED: Montana, Little Belt Mountains folio (Nr. 56) 1899.
[3]) R. C. HILLS: Colorado, Spanish Peaks folio (Nr. 71) 1901.

mesozoischen Schichten des West Peaks folgte dessen Aufreißen an einer 5—6 km langen und ca. 1 km breiten Spalte, auf der die vulkanischen Massen zur Oberfläche gehoben wurden. Als Resultat dieser Eruptionen finden wir eine periklinale Stellung der Eocänschichten um den Ausbruchsspalt. Die Aufrichtung der am Kontakt metamorphen Schichten steigt stellenweise bis zu 40°, ist also eine recht bedeutende. Das Profil läßt jedoch noch eine zweite vulkanische Aufrichtung der Schichten erkennen. Diese zeigt sich am East Spanish Peak. Dort hob unter erneuten intrusiven und extrusiven Vorgängen die Kraft des Magmas die Gesteine des Peaks zwischen U-förmigen Brüchen stellenweise bis über 1500 m (5000') empor.

Fig. 4.
Verknüpfung intrusiver und extrusiver Erscheinungen mit periklinaler Aufwölbung der Sedimente.
West und East Spanish Peak, Colorado.

An den Bruchrändern und im Vorlande ist noch weithin die Aufbiegung der Schichten an diesen rein vulkanischen Brüchen zu beobachten[1]). Durch diese zweite Aufwölbung wurde auch naturgemäß die ältere periklinale Lagerung des Eocäns um den West Peak entsprechend modifiziert, d. h. nach der dem East Peak zugewendeten Seite vermindert. All diese von einem zentralen Punkt ausstrahlenden Schichtstörungen der sonst im weiten Umkreis ungestörten[2]) und bruchlosen, fast horizontalen Kreide- und Tertiärschichten, weisen so auffällig auf die rein vulkanische Natur dieser Aufwölbungen hin, daß Hills[3]) selbst in seinen Begleitworten zur Karte nachdrücklich hervorhebt, daß hier die vulkanischen Kräfte die bestimmenden und markanten Züge im Bau des Gebietes geschaffen haben,

[1]) Es sei besonders darauf hingewiesen, daß dieses Profil in keiner Weise schematisiert ist, sondern die Lagerungsverhältnisse der Schichten in der Weise wiedergibt, wie sie sich aus der im Maßstab 1 : 125000 veröffentlichten Karte ablesen lassen.

[2]) Abgesehen von einigen anderen ebenfalls lakkolithischen, kreisrunden Störungszentren hauptsächlich im Westen.

[3]) Hills: a. a. O.

nicht die tektonischen. Da es sich aber hier um eruptive Vorgänge handelt, haben wir an diesem Beispiel einen reinen Erhebungskrater vor uns, ein Eruptionszentrum in engstem Zusammenhang mit gewaltigen intrusiven Kernen. Aber trotzdem tritt gerade hier die Beeinflussung der Sedimente durch die Eruption klar hervor. Dieses Beispiel schließt in seiner genannten doppelten Eigenschaft die Kette zwischen den rein intrusiven Vorgängen der Lakkolithe und den rein extrusiven der Vulkane bzw. Erhebungskratere[1]).

Die eruptiven Kanäle des Magmas verhielten sich in ihrer Wirkung auf die Sedimente genau analog den intrusiven Kernen: Sie veränderten dieselben am Kontakt und bogen sie periklinal um bedeutende Beträge nach oben, ohne daß hierbei tektonische Faktoren in Betracht gekommen wären.

Dieses Beispiel führt uns hinüber zu den **Erhebungskrateren**. Auch hier sei es mir gestattet, zunächst einen Blick auf die Literatur zu werfen, bevor ich zur Mitteilung meiner eigenen Beobachtungen schreite. — Aus der neueren Literatur kenne ich nur eine Arbeit von Volz, die sich klar und unzweideutig in diesem Sinne äußert. Auf sie werde ich sogleich zurückkommen, doch möchte ich erst einige Beispiele, die mir aus kartographischen Darstellungen bekannt sind, erwähnen[2]).

---

[1]) Nach Buch sind die Erhebungskratere keineswegs notwendig mit eruptiver Tätigkeit verbunden, z. B. Palma. Diese ist hierfür vielmehr eine nebensächliche Erscheinung und führt zu den Vulkanen hinüber.

[2]) Ich nehme hier absichtlich Abstand davon, die allgemein bekannten späteren Hebungen, die aus zahlreichen vulkanischen Gebieten bekannt sind, und die oftmals Tuffe mit marinen Fossilien über den Meeresspiegel erhoben haben (Süditalien), zu erwähnen, da ihre Beziehungen zu den allgemeinen Hebungen der Küste einerseits und ihr Einfluß auf die benachbarten Sedimente andererseits noch zu wenig bekannt sind, um jetzt schon auf die hier dargelegten Ideen bedeutungsvolles Licht werfen zu können. Ich lasse vielmehr absichtlich alle unklaren und hypothetischen Verhältnisse nach Möglichkeit beiseite und beschränke mich hier auf die Mitteilung einiger weniger, aber unantastbarer Tatsachen.

Aus dem gleichen Grunde lasse ich auch die zahlreichen bekannten Hebungen, oft großer einzelner Schollen, unerwähnt, die der Schmelzfluß in der Tiefe losgerissen und emporgetragen haben muß. Es sei mir nur in dieser Anmerkung gestattet, auf die Existenz solcher Vorkommnisse zu verweisen. Vergleiche hierüber z. B. die am Kontakt veränderte tithonische Scholle von Fontana Fredda in den Euganeen (Süss, Antlitz der Erde I. S. 195) oder die gewaltige Jurascholle des Kaiserstuhlvulkans im Breisgau (H. Reck: Die kainozoischen Vulkane Deutschlands und unsere Vulkantheorien. Naturwissensch. Wochenschrift 1908, Nr. 49; ferner Knop: Der Kaiserstuhl im Breisgau, und Gräff: Zur Geologie des Kaiserstuhlgebirges).

In der großen flachen Carbonmulde Südschottlands, die wieder in sich selbst mehrfach gefältelt ist, treten carbone Vulkane nach GEIKIES[1]) Schilderung in typischer Weise unabhängig von der Tektonik auf; um so merkwürdiger berührt daher die Tatsache bei einer Durchsicht der zahlreichen von ihm publizierten Profile, daß eine große Zahl derselben eine deutliche Emporwölbung der Sedimente mit den konkordant eingelagerten Tufflagen rechts und links des eruptiven Schlotes erkennen läßt. Man könnte sonach höchstens annehmen, daß alle diese Vulkane auf Antiklinalen lägen, wenn man eine Emporhebung der Schichten durch das Magma nicht zugeben will. Dies wäre allerdings eine Parallelerscheinung zu der schon erwähnten Lageverteilung anderer Vulkanketten und zonar angeordneter Lakkolithberge und mag für manche Fälle zutreffen. Immerhin hat diese Annahme, wenigstens auf alle hier in Betracht kommenden Fälle angewandt, wenig Wahrscheinlichkeit, weil einerseits gerade von diesen Vulkanen die Unabhängigkeit von der Tektonik von GEIKIE und den Geologen der schottischen Survey ausdrücklich betont wird, andererseits gibt GEIKIE auch Profile aus benachbarten Gebieten in O—W sowohl wie in N—S-Orientierung (leider sind jedoch nicht alle Profile orientiert!), die genau analoge Verhältnisse aufweisen. Diese Erscheinungen werden in ihrer Bedeutung keineswegs beeinträchtigt durch die besonders GEIKIE aufgefallene Eigentümlichkeit des Einsinkens der Schichten gegen den Vulkanschlot, das stets nur in dessen unmittelbarer Nachbarschaft stattfindet — eine Erscheinung, der wir hauptsächlich die zahlreichen Profile durch diese „necks“ verdanken[2]). Dies sind offenbar nur nachträgliche posteruptive Nachsackungen in den Vulkanschlot hinein, während die Erhebung der umgebenden Schichten einen viel bedeutenderen Umkreis erfaßt und regelmäßiger ist.

Nach diesen Darlegungen scheint es mir sehr wahrscheinlich, daß wenigstens manche dieser necks Erhebungskratere darstellen, mit periklinal um den Eruptionskanal auf-

---

[1]) A. GEIKIE: Textbook of Geology. London 1885. S. 544. „As a rule they seem to be independant of the structure of the crust, through which they rise.“

[2]) Ich möchte als Beispiele von necks mit aufgerichteten seitlichen Schichten nennen: Binn of Burntisland, Largo Law, Saline Hill, Hill of Beath, Arthurs Seat, u. a. m.

Vergleiche hierzu: A. GEIKIE: The Scenery of Scotland. London 1901; derselbe: Ancient Volcanoes of Great Britain I. London 1897; derselbe: On the carboniferous volcanic rocks of the basin of the Firth of Forth. Transact. Roy. Geolog. Soc. Edinborough 1879.

gewölbten Schichten. Leider kann ich diese Vermutung nicht mit Exaktheit beweisen, da mir das hierzu nötige Detailkartenmaterial fehlt, und ich andererseits leider bei meiner Bereisung Schottlands im Jahre 1905 diese Lagerungsverhältnisse in den Kreis meiner geologischen Untersuchungen einzubeziehen versäumt habe[1]). —

Ich wende mich daher einem anderen vulkanischen Gebiete zu, in dem diese Erscheinungen aus den vorliegenden Karten sich ohne Zweifel als notwendig ergeben. Zunächst Java. Von dort verdanken wir den vorzüglichen Kartierungen von VERBEEK und FENNEMA[2]) die Kenntnis einiger Vulkane, die als vulkanische Erhebungen anzusprechen sind.

Ein Beispiel zeigt Ihnen das beigegebene Kärtchen[3]). Die Schichten des jüngeren Miocäns, die leicht gegen die Küste zu einfallen, sind hell gelassen. Der dunkle Kern der Karte stellt einen Eruptivschlot dar, der mit Pyroxenandesit erfüllt ist; zwischen ihn und das jüngere Miocän schiebt sich ein Kranz älteren Miocäns ein, das den Kern von allen Seiten umschließt, ein Lagerungsverhältnis, das nur durch die vulkanische, emportreibende Kraft des zentralen Kernes erklärt werden kann. Diese Tatsache bleibt auch dann zu Recht bestehen, wenn dieser Vulkankern mit seinem sedimentären Schichtenkranz nur einen Teil einer Antiklinale bildet, wie dies hier tatsächlich der Fall zu sein scheint, da zwei gleichartige Vorkommnisse von Pyroxenandesit in einer Reihe nach NO sich anschließen. Diese beiden Vorkommnisse liegen völlig im älteren Miocän, das südliche nahe an der Überlagerungsgrenze desselben vom jüngeren Miocän; dort hat dasselbe eine deutliche Ausbuchtung der angedeuteten flachen Antiklinale, d. h. eine lokale Aufwölbung derselben, bedingt. —

---

[1]) Nicht unerwähnt möchte ich lassen, daß A. GEIKIE in seiner: „History of Volcanic Action during the Tertiary Period in the British Isles“ (Transactions, Vol. XXXV, Part II) einige Beispiele gibt, welche die Lakkolithen eigentümliche Aufwölbung der überlastenden Sedimente auch bei unter der Oberfläche stecken gebliebenen Gängen deutlich erkennen läßt. So zeigt der Cleveland Dyke in einem Steinbruch bei Cockfield nicht nur schwache metamorphe Einflüsse auf das Nachbargestein an, sondern die Carbonschichten sind über dem Kopfe des Ganges emporgewölbt. Ähnlich verhält sich der Cleveland Dyke bei Ayton, wo er jurassische Schichten über seinem Kopf emporwölbt (vergl. E. BARROW: Memoirs of the geolog Survey, Geology of Cleveland).

[2]) VERBEEK und FENNEMA: Description geologique de Java et Madoura (mit Atlas), Amsterdam 1896.

[3]) Von Kartenblatt C VII, D VII der großen geolog. Karte von Java kopiert.

Es sei nebenbei erwähnt, daß ich trotz der deutlichen Reihenordnung dieser drei Andesitvorkommen weder auf der Karte noch im erklärenden Text eine Andeutung oder Erwähnung einer Spalte gefunden habe; ich vermute lediglich nach den Angaben auf der Karte die Lage der Vulkane auf einer Antiklinalen. Aber selbst das Vorhandensein einer Spalte würde meinen Schluß nicht beeinträchtigen, daß hier das Magma die Ursache der lokalen rundlichen Aufwölbungen des Geländes war, keineswegs die Tektonik. Auf letztere ist möglicherweise eine flache Antiklinale zurückzuführen (oder

Hell: Jüngeres Miocän. Mittel: Älteres Miocän. Dunkel: Pyroxenandesit.

Fig. 5.
Eine vulkanische Erhebung an der Südküste von Java. 1 : 200000.

sollte erst das empordringende Magma diese Antiklinale geschaffen haben?), die jedenfalls durch den Aufstieg des Magmas lokal modifiziert, d. h. ausgebuchtet, bzw. emporgewölbt wurde[1]).

[1]) Es sei hier auch erwähnt, daß unter gleichen Lagerungsverhältnissen an einer anderen Stelle nahe der Südküste von Java (Geolog. Karte, Blatt D VIII) der Schmelzfluß nicht zum Durchbruch kam, sondern lediglich eine kuppenförmige Aufwölbung der überlagernden Schichten bewirkte. Als Resultat der Denudation sehen wir

Die Lage der Vulkane auf Antiklinalen ist für ganz Java sehr bezeichnend. Hier möchte ich jedoch nur noch ein Beispiel einer vulkanischen Erhebung anführen, die offenbar in keinerlei Zusammenhang mit der Tektonik des Gebietes steht.

Es folgen an der Nordküste drei große erloschene Andesitvulkane hintereinander in südlicher Richtung. Die Größe derselben nimmt nach Süden zu ab. Der nördlichste, der Ngargopoero ist der gewaltigste; es sind noch Reste seines Kraters vorhanden. Zwischen ihm und dem Poetjak, der nach Süden unmittelbar sich anschließt, ist nach VERBEEK[1]) eine kleine Mulde tertiären Gesteins aufgeschlossen. Es scheint mir jedoch wahrscheinlicher, daß es sich hier nicht um eine Einmuldung einer wurzellosen Scholle, sondern um ein in die Tiefe setzendes Stück Tertiär handele. Jedenfalls aber liegt dieser kleine tertiäre Schichtkomplex, der auf allen Seiten von Eruptivgestein umgeben ist, in einem auffallend viel höheren Niveau als die gleichalterigen Schichten der unmittelbaren Vulkanumgebung. Ich kann den Grund dieser Niveauverschiebungen nur in der vulkanischen Hebung dieses Gebirgsstückes sehen, da eine so starke tektonische Aufwölbung in dieser Gegend gänzlich überraschend wäre. — Die den Vulkanen angelagerten Schichten liegen nämlich durchweg flach, bis auf eine breite Antikline, die, von Osten heranlaufend, gegen das Vulkanmassiv zu sich verliert. Noch rätselhafter aber gestalten sich die Lagerungsverhältnisse bei dem kleinsten und südlichsten dieser Vulkane, dem Boetak, ohne die Zuhilfenahme vulkanischer Kräfte. — Dort müssen sie auch VERBEEK, der an eine vulkanische Hebung nicht gedacht zu haben scheint — wenigstens die Möglichkeit einer solchen nirgends erwähnt —, aufgefallen sein, denn er trug glücklicherweise auf einen großen Teil der Umgebung des Berges die Fallzeichen der Schichten ein. Diese Fallzeichen umfassen einen Winkel von ca. 200° und fallen sämtlich radial vom Berge weg. Es ist dies, zumal bei der schon vorher erwähnten Tektonik des Gebietes, ein deutlicher Beweis der periklinalen Hebung der

---

ein der oben gegebenen Karte ganz ähnliches Bild auf der Karte vor uns. Das umlagernde flache Miocän wird von einem runden Fleck älteren Miocäns unterbrochen, dem allerdings der zentrale vulkanische Kern noch fehlt, da derselbe noch nicht bloßgelegt ist. Auch hier also wieder eine kreisrunde, gehobene Geländeform, die sich nach tektonischen Prinzipien nicht erklären läßt, sondern vulkanische Kräfte voraussetzt. Zudem tritt diese Kuppe offenbar in völlig selbständiger Lagerung auf; wenigstens ist in ihrer Umgebung von Spalten und Antiklinalen nichts zu beobachten.

[1]) Geolog. Karte von Java und Madoura. Blatt B VII.

Sedimente durch den Vulkanberg selbst. Der Vulkan Boetak stellt also einen echten Erhebungskrater dar. —

Ich komme nun noch auf das Vulkangebiet von Borneo zu sprechen. Hooze[1]) war es bei seinen Untersuchungen nicht entgangen, daß die eocänen Schichten um die Eruptionspunkte häufig aufgerichtet waren, jedoch suchte er den Grund hierfür hauptsächlich in der Anlagerung des Eocäns an die Eruptivgesteine. Die Unmöglichkeit dieser Annahme hat Volz[2]) hervorgehoben und gleichzeitig darauf hingewiesen, daß eine befriedigende und alle Verhältnisse berücksichtigende Erklärung nur durch eine vulkanische Hebung gegeben werden könne. Hooze selbst scheint schon gelegentlich den Gedanken vulkanischer Einflüsse auf die Hebung gehabt zu haben, wie mir aus einigen von Volz zitierten Stellen hervorzugehen scheint. Er schreibt: „Bei dieser Hebung . . . bildete die Linie, wo die großen Tiefen in der Makassarstraße beginnen, wieder die Hauptdrehungsachse . . . Sicher fanden partielle und lokale Drehungen um andere Achsen und Durchbrüche von jüngeren Eruptivgesteinen statt.“ An einer anderen Stelle spricht er sich ähnlich aus: „Die Tatsache, daß auf einigen Punkten die Lagen vertikal, ja selbst überkippt sind, kann allein durch starke Faltungen, vermutlich, obschon nicht absolut notwendig, zusammen mit Eruptionen nach oder während der Absetzung der eocänen Formation erklärt werden.“

Jedenfalls liegt in diesen Worten eine bedeutende Unterschätzung der vulkanischen Einflüsse auf den tektonischen Bau der Insel. Diese erkannte als erster Volz in ihrer ganzen Bedeutung. Er betonte an der Hand von Profilen und Kartenskizzen scharf die Unmöglichkeit der Schichtaufwölbungen im Anschluß an die Tektonik und zeigte die enge Anschmiegung der Fallrichtungen der Eocänschichten an die Diabaszüge der Insel, deren hebende und aufwölbende Beeinflussung er darlegte. — Wenn es sich hierbei vermutlich auch um Massenergüsse über Spalten handelt, so ist damit doch das Entstehungsprinzip, wenn auch nicht die äußere Form eines Erhebungskraters gegeben, denn die aktive Kraft des Magmas betätigte sich in offenkundiger Weise durch die Aufwölbung der Sedimente im Umkreis der Eruptionsspalte. —

---

[1]) Hooze: Jaarboek van het Mijnzwezen van Nederlandsch Ost-Indie 1883 II.

[2]) W. Volz: Die Insel Palo Laut bei SO-Borneo als Beispiel einer Hebung durch einen Massenerguß. N. Jahrb. Min, Beil.-Bd. XX, 1905.

Volz kommt nun freilich zu dem Resultat, daß nur große Masseneruptionen unter geeigneten Umständen imstande seien, lokale Hebungen und Dislozierungen zu verursachen. Ich werde nunmehr an der Hand meiner Beobachtungen auf Island zu zeigen versuchen, daß dazu keineswegs große vulkanische Massen notwendig sind, sondern daß schon Vulkanembryonen imstande sind, dieselben Erscheinungen hervorzurufen. —

Wie bei den Vulkanen, so haben wir auch bei den vulkanischen Erhebungsgebilden die große Zweiteilung der von Spalten abhängigen und der von Spalten unabhängigen Bildungen zu unterscheiden.

Ich möchte Ihnen von jedem dieser Typen ein Beispiel vorführen. —

Zwei auf einer der größten offenkundigen Vulkanspalten Islands gelegene erhebungskraterähnliche Gebilde finden wir in der Gegend von Laki (südl. Island, am W-Rande des Vatna Jökull). Diese Kratere liegen in der Reihe der vulkanischen Bildungen der gewaltigen Spalteneruption von 1783, wobei auch sie entstanden sind. Eine eingehende Schilderung dieser Gegend wie auch der Eruption selbst habe ich in meinen schon erwähnten „Isländischen Masseneruptionen“ gegeben; ich beschränke mich daher hier auf die Beschreibung der beiden in Betracht kommenden Punkte.

Die Unterlage dieser Spalteneruption besteht aus Palagonittuff, der fast allenthalben unter den Massenergüssen der Eruption verdeckt ist und nur an wenigen Punkten der Spalte (Berg Laki, östliche und westliche Vorhügel desselben) hervortritt. Gerade im Zentrum der östlichen Spaltenhälfte, im Zentrum stärkster eruptiver Kraftentfaltung, tritt, scharf kontrastierend gegen die Umgebung sowie auch gegen die übrigen über oder an der Spalte aufgebauten Bildungen der Eruption, ein langgestrecktes, fast explosionsgrabenähnliches Gebilde hervor. Dasselbe fällt mit steilen Wänden gegen das Innere ab, während nach außen der mit Lapillis und Schlacken besäte Hang flach zur Ebene hinabstreicht und sich schließlich unter der Lava verliert. Dieser Hang besteht in seiner Unterlage aus anstehendem Gestein; denn er kontrastiert vor allem schon durch seine flache Neigung von allen anderen vulkanischen losen Bildungen in der Umgebung der Spalte und kann daher unmöglich aus losen Aufschüttungen aufgebaut sein. Ein Blick in den Krater bestätigt dies vollkommen. Man sieht an den steilen Innenwänden, an denen die Schlacken meist abgerutscht sind, den Tuff der Unterlage frei zutage treten. Noch dazu

läßt derselbe stellenweise eine Art Schichtung erkennen, die ein deutliches Fallen nach außen anzeigt. Das Profil, Fig. 6, veranschaulicht diese Verhältnisse. Hier ist die Emporhebung der Schichten selbstredend nur auf die Wirkung der Eruption selbst zurückzuführen; doch ist die Aufrichtung hier entsprechend der Spaltennatur des Gebildes keine periklinale, sondern eine antiklinale, eine Aufwölbung zu beiden Seiten der zu einem Lavasee erweiterten Lakispalte, die gerade an dieser Stelle keine Lavamassen ergossen hat.

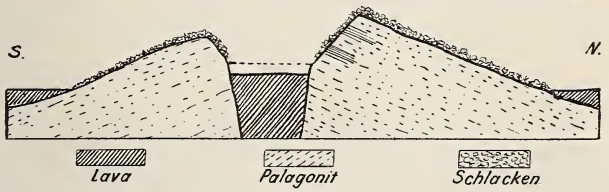


Fig. 6.
Schematisches Profil einer vulkanischen Erhebung an der Lakispalte (Island).

Sehr schön veranschaulicht diese Verhältnisse die von Sapper[1]) veröffentlichte Karte eines Teiles der Spalte. Allerdings sehen wir dort die Heraushebung des Tuffuntergrundes aus dem rezenten Lavafeld auf eine beträchtliche Erstreckung des Spaltenverlaufes hin. Ich konnte dieselbe nur an dem explosionsgrabenartigen Gebilde am O-Ende seiner Karte beobachten, nicht aber auch auf der Strecke nach W gegen den Berg Laki zu — an jener Stelle im Osten aber in klarster und unzweideutigster Weise. —

Ein völliges Analogon zu diesem vulkanisch erhobenen Gebilde tritt auch im Eruptionszentrum der westlichen Spaltenhälfte auf, das ich bei der vollkommenen Gleichartigkeit der Erscheinung nicht näher zu beschreiben brauche. —

Als Resultat dieser Schilderung ergibt sich, daß der Schmelzfluß auch bei Spalteneruptionen befähigt ist, an den Stellen stärkster eruptiver Kraftentfaltung den Untergrund zu dislozieren und eigenmächtig emporzuheben.

Wenden wir uns nun noch kurz dem zentralisländischen Hochplateau zu. Dort erhebt sich aus einer viele Quadrat-

[1]) Sapper: Über einige isländische Vulkanspalten und Vulkanreihen. N. Jahrb. Min., Beil.-Bd. XXVI, 1908.

meilen großen, völlig flachen Ebene ein auffallender, steilwandiger, runder Berg, Hrossaborg genannt. (Fig. 7.)

Ich habe den Berg umgangen und erstiegen und konnte keinerlei Zusammenhang desselben mit einer Spalte konstatieren. Die nächsten großen Vulkanspalten und Verwerfungslinien lagen einige Kilometer nach Osten oder Westen. In der Umgebung des Berges fand ich nur einige unbedeutende Erdbebenspalten, wie sie in ungeheurer Anzahl das ganze Plateau durchziehen, ohne Einfluß auf die vulkanischen Erscheinungen zu gewinnen.

Fig. 7.
Das Landschaftsbild des Erhebungskraters Hrossaborg, Zentral-Island. (Im Hintergrunde Herdubreid und Dyngjufjöll.)
(Nach photographischer Originalaufnahme gezeichnet.)

Es sind dies offenbar nur Oberflächenerscheinungen, zum großen Teil nachweislich mit und nach den Eruptionen der nächstgelegenen Ausbruchstellen entstanden. — Aber gerade in der unmittelbarsten Umgebung des Berges fand ich nicht einmal diese.

Für diesen Vulkan, denn ein solcher ist der Berg, ist also die Lage auf einer Spalte nicht nachweisbar; da er noch dazu als einzige markante Erscheinung auf einem weiten, ebenen Plateau auftritt und also auch aus seiner Umgebung sich keinerlei Hinweis auf eine Abhängigkeit desselben von einer tieferliegenden Spalte erkennen läßt, nehme ich an, daß es sich hier um einen selbständigen, ohne Spalte entstandenen Vulkan handelt. Dafür spricht nicht zum mindesten sein Aufbau und seine Natur. Er stellt nämlich ein Gasmaar dar, einen Vulkanembryo von recht bedeutenden Dimensionen. Aber gerade solche Gasmaare pflegen mit Vorliebe in Unabhängigkeit von Spalten aufzutreten.

Blicken wir nach dem Aufstieg über die steilen Außenwände, die in zahlreiche einzelne Schollen zerlegt sind, in das Innere des Kraters hinab, so sehen wir in ca. 40 m Tiefe einen ebenen, sandverwehten Kraterboden im Niveau der äußeren Umgebung des Vulkanberges. Derselbe ist noch sehr jung, wie seine frischen Formen zwingend beweisen, die gerade hier auf dem exponierten Hochlande einer besonders raschen Denudation bzw. Deflation ausgesetzt sind. So lag auch der Kraterboden vor einigen Jahren noch wesentlich tiefer, wie mir ein

Fig. 8.
Die Westseite der Hrossaborg.
(Nach photographischer Originalaufnahme gezeichnet.)

isländischer Bauer versicherte, da die Leute damals durch die einzige im Osten gelegene Unterbrechung des Kraterwalles ihre Schafe in den Kessel hinabtrieben. Die Eingangsstelle aber bildete eine Barriere, die man mit einigen Brettern den Schafen leicht unzugänglich machen konnte, so daß der Krater als Schafstall sehr beliebt war. Man darf das Maß der Kraterauffüllung aber deshalb nicht überschätzen; denn jedenfalls wurde ihrerseits auch die abschließende Barriere durch Deflation seither stark erniedrigt. Doch scheint die Tatsache festzustehen, daß in unmittelbarer Folge der Eruption der Kraterboden tiefer lag als das Niveau der umgebenden Ebene.

Die auffallende Erscheinung dieses Vulkans, dessen Krater, am oberen Rande des Kraterwalles gemessen, einen Durch-

messer von etwa 800 m haben mag[1]) [diese Zahl beruht auf Schätzung], liegt jedoch im Bau dieses Walles. Auf der Oberfläche zerstreut liegen auf seiner Höhe wie an seinen Gehängen, besonders nach außen hin, und ebenso auf dem Vorlande in der Umgebung des Berges zahlreiche und oft sehr ansehnliche kantige Bruchstücke einer hellen, älteren, doleritischen Lava, wie sie im ganzen umgebenden Gebiet unter einer dünnen Schicht von Flugsand ansteht, soweit nicht rezente Ergüsse sie lokal überschüttet haben. Unter dieser Lava, die hier meist nur wenig mächtig ist, folgt normalerweise Palagonittuff. Diese normale Lagerung zeigte sich an verschiedenen durch Erdbebenspalten gebildeten kleinen Verwerfungen und Spalten in der weiteren Umgebung des Berges auch für diese zutreffend.

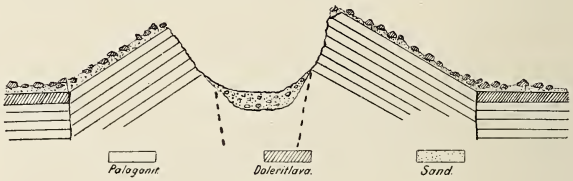


Fig. 9.
Schematisches Profil des Erhebungskraters Hrossaborg, Zentral-Island.

Dabei fand ich stets Tuff und Lava horizontal gelagert, wie ja Faltungen diesem Gebiet überhaupt fremd sind. Ganz entsprechend lagen auch die Doleritblöcke der Gehänge des Kraterwalles (von einer eigentlichen Doleritdecke konnte an keiner Stelle mehr die Rede sein) auf dem Palagonit, der die Hauptmasse der Umwallung ausmacht. Aber der deutlich geschichtete Palagonit war an keiner Stelle mehr horizontal gelagert. Die eine Stelle, an der der Kraterwall unterbrochen ist, habe ich schon erwähnt; an allen anderen Stellen fällt der Palagonittuff, in einzelne große Schollen zerbrochen, periklinal vom Eruptionszentrum mit Winkeln von durch-

[1]) Diese Größenverhältnisse mögen darauf hinweisen, daß die Hrossaborg keineswegs als sekundäres, oberflächliches Explosionsprodukt gedeutet werden darf. Dagegen spricht auch die Selbständigkeit ihrer Lage und ihre Unabhängigkeit von jeglicher anderen vulkanischen Bildung. Da aber der Sitz des eruptionsfähigen Magmas für Island keinesfalls unter 4000 m Tiefe angenommen werden darf (vgl. hierüber v. Knebel: Über Lavavulkane auf Island. Diese Zeitschr. 1906), so haben die hier emporgedrungenen Gase den Widerstand einer Gesteinsschicht von mindestens dieser Mächtigkeit eigenmächtig zu überwinden vermocht.

schnittlich ca. 15—30° nach außen. Nur noch eine Stelle macht eine Ausnahme. Auf der Westseite der Umwallung, welche die nach Photographien hergestellte Zeichnung wiedergibt, ist eine Scholle mit entgegengesetztem Fallen zu beobachten. Ob dieselbe überkippt oder nur zum Krater hin zurückgesunken ist, mag dahingestellt bleiben.

Vulkanisches Material findet sich in der ganzen Umgebung des Kraters auch nicht in Spuren, ebensowenig fremdartige Gesteinsauswürflinge des tieferen Untergrundes (Basalt). Lediglich die großen Stücke heller Doleritlava, die Reste der einstigen in die Luft gesprengten Doleritlavadecke des Palagonits, liegen, mit Palagonitstücken vermischt, auf der Oberfläche umher. Es ist wohl klar, daß diese Trümmermassen sich nur aus der durch einen Gasausbruch zersprengten Decke der überlastenden Schichten herleiten lassen. Die Fig. 9 möge diese Angaben veranschaulichen.

Diese Verhältnisse führen uns zu dem **Resultat**:

1. Die spaltenlos erfolgte Explosion des Berges Hrossaborg, die dabei erfolgte periklinale Aufrichtung der Schichten des Untergrundes um den zentralen Mittelpunkt, die radiale Zerreißung dieser Schichten in einzelne große Schollen vereinigen sich zu dem Bilde eines typischen Erhebungskraters in ganz der Art, wie Leopold von Buch ihn sich vorstellte.

2. Die Hrossaborg ist somit ebenso wie die erhebungskraterähnlichen Gebilde der Lakispalte nicht nur eine glänzende Bestätigung der Theorie, die das selbständige Wirken des Vulkanismus aus den Lageverhältnissen der Vulkane zu Spalten ableitet, sondern auch ein selbständiger Beweis für die Vorstellung der aktiven Beeinflussung und Umformung der Lagerung der die Eruptionsstellen umgebenden Gesteinsschichten durch die selbständige Kraft des Magmas.

3. Ein Vergleich der geologischen Verhältnisse an der Hrossaborg mit denen der Lakispalte aber lehrt ferner die selbständig hebende Kraft des Vulkanismus in vollster Unabhängigkeit von der Spaltenfrage der Vulkane selbst. Dies gilt aber nicht nur für die Hebungserscheinungen der Vulkane an der Erdoberfläche, sondern ebensowohl für die Hebungen lakkolithischer Intrusionen, die nichts weiter als steckengebliebene Vulkane und mit diesen durch zahlreiche Übergänge verbunden sind. Doch findet eine

Aufwölbung der Schichten durch die vulkanischen Kräfte nur unter ganz bestimmten Bedingungen statt, die zu erörtern über den Rahmen dieses Vortrages hinausgeht. Jedenfalls aber wird durch die isländischen Vorkommnisse wie auch durch andere Beispiele aufs klarste gezeigt, daß sie keinesfalls an die Eruption großer Massen gebunden sind.

4. Sowohl die aus Island von mir beschriebenen wie auch die aus der Literatur angeführten Beispiele zeigen endlich, daß stets der geologische Bau einer, wenn auch meist nur kleinen Gebirgserhebung mit rundlicher Basis nicht durch die Tektonik, sondern ausschließlich durch vulkanische Kraftentfaltung bedingt wird.

An der Diskussion beteiligen sich die Herren Scheibe, Uhlig, Finckh und der Vortragende.

Herr **R. LACHMANN** sprach über **die Natur des Everdingschen deszendenten Hauptsalzkonglomerats.**

Gegen die Everdingsche Deutung des konglomeratischen Carnallits, des Hauptvertreters der Kalisalze auf unseren permischen Salzlagerstätten, als „deszendente", vor Ablagerung des Salztons auf mechanischem Wege umgelagerte Gerölle eines ursprünglich bankigen carnallitischen Mutterlagers (Hauptsalz)[1]), wie gegen die Auffassung von der allochthonen Natur der Kalilager überhaupt lassen sich folgende Einwendungen erheben:

1. Wenn die fraglichen Carnallite durch Erosionstransport fertig gebildeter Hauptsalzlager entstanden wären, so müßten auch aus deren Liegendem sich Konglomerate gebildet haben, um so eher, als das schwerer lösliche Steinsalz von Transportwässern weniger leicht angegriffen und in Lösung fortgeführt werden kann. Das gänzliche Fehlen von reinen Steinsalzkonglomeraten bei uns in Norddeutschland spricht gegen die Möglichkeit jeglicher interpermischen Erosionstransporte.

2. Werden Mischungen von leicht und schwer löslichen Salzen, wie sie die Hauptsalzlager darstellen, erodiert und transportiert, so nehmen die schwerer löslichen Salze auf Kosten der leichter löslichen zu, sei es durch Fortlösen der letzteren, sei es durch Einstreuen von Erosionsschotter aus dem

[1]) Zur Geologie der deutschen Zechsteinsalze. Abh. Kgl. Preuß. Geol. Landesanst. Neue Folge **52**, 1907, Kap. 8 u. 9.

Steinsalzliegenden in die „deszendenten“ Konglomeratmassen. Tatsächlich ist aber der Durchschnittsgehalt an Carnallit bei den angeblich transportierten Konglomeraten um einige Prozent höher als derjenige der Mutterlager.

3. Die Konglomerate sind in der Regel nicht etwa diskordant, sondern konkordant dem Liegenden aufgelagert. Gar häufig beobachtet man, daß die Konglomeratmassen durch allmächlihe Übergänge mit dem Liegenden verbunden sind. Auf „Beienrode“ und auch anderswo ist zwischen liegendem Steinsalz und carnallitischem Konglomerat eine Übergangszone zwischengelagert, in welcher zuerst kompakte Steinsalzbänke mit dünnen Schnüren von kieseritischem Carnallit wechsellagern, weiter im Hangenden hier und da Steinsalzbänkchen im Streichen durch Carnallit verdrängt erscheinen, wobei sich die Steinsalzbänkchen aber noch ganz gut verfolgen lassen, und schließlich nur noch Bröckchen und typische Blöcke von Steinsalz und Kieserit in der carnallitischen Grundmasse hervortreten. Der EVERDINGsche Begriff des „metamorphen Grenzsalzes“ (S. 93 f.) kommt hier um deswillen nicht in Betracht, weil naturgemäß nur Transportlaugen mit höherer oder höchstens gleicher Tension ihre Unterlage anätzen können. Auch EVERDING führt nur Fälle für „Grenzzonen“ an, wo Steinsalz auf Steinsalz oder auf Hauptsalz, oder aber Hartsalz auf Hauptsalz lagert.

Ferner wird viel beobachtet, daß der liegende Teil sehr mächtiger Carnallitmassen mit konglomeratischem Gefüge vorwiegend durch Steinsalz und Kieserit, der hangende durch Salzton und Anhydrit verunreinigt ist. Derart erscheint z. B. auf „Siegfried I“ das Konglomerat gleichsam organisch mit seinem Liegenden und seinem Hangenden verwachsen. Vielfach macht man endlich die Erfahrung, daß der Chlorkaliumgehalt der Konglomeratmassen nach dem Hangenden zu sich steigert.

4. Wäre der konglomeratische Carnallit durch Zerstörung von Mutterlagern entstanden, so müßte das Prozentverhältnis in der Gesamtheit unserer Kalilagerstätten etwa das folgende sein: einen aliquoten Teil, etwa 60 Proz., macht das normale Mutterlager aus, 20 Proz. sind durch Erosion zerstört, so daß der Salzton direkt auf dem älteren Steinsalz liegt, und 20 Proz. der Fläche sind durch Transportgerölle beschottert. Statt dessen beobachten wir das pure Steinsalz unter dem Salzton so gut wie gar nicht, es sei denn, daß spätere Auflösungen durch Grundwasser stattgefunden haben, oder daß überhaupt dort keine Kalisalze ausgefällt sind. Dies läßt sich allerdings nicht

immer sicher feststellen, weil solche Gebiete naturgemäß vom Bergbau gemieden werden. Jedenfalls kommt das normale Mutterlager nur bei Staßfurt vor, und die Fläche, welche es im Verhältnis bedeckt, ist wohl mit 1 v. H. noch zu hoch angeschlagen. Die übrigen 99 Proz., abgesehen von den fraglichen kalifreien Flächen, werden von Hartsalzen und überwiegend von Konglomeraten bedeckt, „Deszendenzbildung“ also, von denen man nicht recht angeben kann, woher sie gekommen sein mögen.

5. Auch der Transportvorgang selbst ist schwer vorstellbar. Die Konglomerate enthalten Blöcke von einer Größe, daß sie nur durch reißende Wildbäche transportabel wären. Zum mindesten müßten sehr beträchtliche Niveauverschiedenheiten, also Hebungen, ihrer Ausbildung vorangegangen sein. Die normale Ausbildung wäre aber dann: auf den Höhen: Steinsalz, später durch Salzton bedeckt, andererseits in den Niederungen: unten Steinsalz, dann Mutterlager, dann Konglomerate. Dies letztere normale Profil kommt m. W. überhaupt nicht vor. Um die gewöhnliche Lagerung: Konglomerate direkt auf Steinsalz, zu erzielen, müßten dann nochmals sich die Niederungen gehoben und die Höhen sich gesenkt haben, so daß nun wieder die Konglomerate auf das erodierte Steinsalz hinübergeschwemmt werden. Daß dies überall eingetreten ist, dürfte zu den geologischen Unmöglichkeiten gehören. Mindestens ebenso unwahrscheinlich ist, daß bei dieser zweimaligen Erosion der Schnitt immer gerade die Grenze von Kalilager und liegendem Steinsalz einhielt, so daß die Ausbildung von Steinsalzschottern und die Herabsetzung des Chlorkaliumgehalts verhindert wurde.

Everding deutet zur Erklärung das Eintreten katastrophaler Meereseinbrüche über die Ochseniussche Barre an. Dann wäre ein allmähliches Ansteigen des Grundwasserspiegels (Grundlaugenspiegels) diesseits der in diesem Falle als Deich wirkenden Barre vorausgegangen, und die Fluten könnten nach Beobachtungen an Deichbrüchen nur in unmittelbarer Nähe der Durchbruchstelle erodierend wirken. Daß sie noch in Hunderten von Kilometern Entfernung von der Barre nicht nur 50 m tief die carnallitischen Salzsedimente abheben, sondern auch zu Konglomeraten abrollen und weitfort wieder absetzen konnten, widerspricht jeder sonstigen geologischen Erfahrung selbst bei den gewaltigsten Abrasionen.

Süßwassereinbrüche in Kalisalzbergwerken pflegen sich dadurch kenntlich zu machen, daß die Stöße an Strecken und Firsten durch die eingedrungenen Wässer ausgelaugt werden,

und nach Eintritt von Sättigung Aufnahme von Carnallit und Chlormagnesium aus den Stößen und Neuausscheidung von Chlornatriumkrystallen in einer mehr oder weniger mächtigen Lage auf der Sohle stattfindet. Keins von beiden ist auf der angeblichen Transgressionsfläche beobachtet worden, auf welcher die Carnallitkonglomerate auflagern. Außerdem müßte auch im Falle eines Meereseinbruchs die natürliche Lagerung sein: Steinsalz, Mutterlager, Konglomerat oder abradiertes Steinsalz unter Salzton, und ebenso bleiben die Einwendungen unter 1—4 bestehen. Hinzu kommt noch die Schwierigkeit, um nicht zu sagen Unmöglichkeit, zu erklären, warum nicht bei Einbruch des Meeres wenigstens die Kalisalze wieder aufgelöst und durch Diffusion dem Ozean zurückgegeben wurden.

Da nach dem allen die allochthone Theorie für die carnallitischen Konglomerate unannehmbar erscheint, möchte der Vortragende vorschlagen, sich die topographischen Bedingungen für den Absatz der verschiedenen Kalisalze am Schlusse des OCHSENIUSschen bzw. WALTHERschen Einengungsprozesses nach Art unserer heutigen Nordsee-Wattengebiete vorzustellen. In den Untiefen oder Sandbänken kommen unter dem Einfluß der Wasserbewegung die carnallitischen Salzgemenge als eine Art von Konkretionen zur Ausfällung, in den tieferen Wannen oder Prielen zwischen den Sandbänken aus Konkretionen bilden sich je nach der Tiefe entweder bankiges Mutterlager oder, in den flacheren Wannen und in Untiefen, Hartsalze und Sylvinite mit unterlagernden Steinsalzschichten.

Die vorgeschlagene Deutung würde eine gewisse Annäherung darstellen an die WALTHERsche Vorstellung isolierter Wüstensalzpfannen. Ihr Hauptvorzug ist der, daß die Hypothese von Schaukelbewegungen innerhalb des Zechsteinsalzbusens vor Ablagerung des Salztons entbehrlich würde, und man mit der Annahme einer kontinuierlichen kontinentalen Bodensenkung auskäme.

An der Diskussion beteiligt sich Herr BEYSCHLAG.

Darauf wurde um 9 Uhr 30 Min. die Sitzung geschlossen.

v. w. o.

UHLIG. RIMANN. AHLBURG. SCHOLZ.

Protokoll der Sitzung vom 7. April 1910.

Vorsitzender: Herr BEYSCHLAG.

Der Vorsitzende eröffnet die Sitzung und widmet dem jüngst in Assuan verstorbenen Mitgliede der Gesellschaft, Herrn Prof. Dr. E. PHILIPPI, wärmste Worte des Andenkens. Die Anwesenden erheben sich zu Ehren des Verstorbenen von den Plätzen.

Von der von den Schülern des Herrn ZIRKEL gestifteten Plakette dieses Forschers ist der Gesellschaft ein Exemplar geschenkt worden, das der Versammlung vorgelegt wird.

Als neues Mitglied wünscht der Gesellschaft beizutreten:

Das *Königliche Oberbergamt in Halle a. d. Saale*, vorgeschlagen von den Herren BEYSCHLAG, EBERDT und RAUFF.

Sodann erteilt der Vorsitzende dem Schriftführer das Wort zur Verlesung des Protokolls der letzten Sitzung. Das Protokoll der letzten Sitzung wird verlesen und genehmigt.

Nachdem die eingegangenen Druckschriften besprochen und vorgelegt sind, erhält Herr GAGEL das Wort.

Herr **C. GAGEL** sprach über **interglaziale Verwitterungszonen in Schleswig-Holstein** und legte Proben der besprochenen Profile vor.

Es ist eine sehr auffallende Tatsache, daß, während in dem ganzen Gebiet zwischen der Osteee und dem Außenrand des baltischen Höhenrückens die Verwitterung des Glazialdiluviums nur etwa $1\,^1/_4$ bis $1\,^1/_2$ m, höchstens 2 m im Geschiebemergel und 2 bis höchstens 3 m im Sand beträgt, im äußersten Westen Schleswig-Holsteins plötzlich Moränen auftreten, die völlig, d. h. bis zum Grunde, bis auf 10 m, 20 m, ja bis auf 27 m Tiefe entkalkt und verwittert sind.

Es ist ferner noch auffälliger, daß zwischen den geringmächtigen Verwitterungszonen auf dem baltischen Höhenrücken und diesen außerordentlich tiefgehenden im Westen keine allmählichen Übergänge bestehen, sondern daß die Mächtigkeit der Verwitterungsrinde ganz unvermittelt von höchstens 2 m auf über 10 m, 20 m, ja bis 27 m springt in Moränen, die dicht beieinanderliegen unter denselben äußeren Umständen.

So liegt die bis 20 m Tiefe verwitterte Moräne des roten Kliffs nur 23 km von der ganz frischen, großenteils noch blaugrauen Moräne des Emmerheffkliffs mit kaum $1\,^1/_2$ m Verwitterungsrinde; so liegen im Dorfe Süderstapel völlig, d. h. bis zu ihrem Liegenden, 10 m tief, verwitterte und verlehmte Moränen $1\,^1/_2$ km entfernt von der ganz frischen, mächtigen Moräne, die auf der Höhe des Rückens von Stapelholm durch den gewaltigen Eisenbahneinschnitt aufgeschlossen ist und auch nur etwa $1\,^1/_2$ m Verwitterungsrinde aufweist, größtenteils aber noch blaugrau und völlig intakt ist.

Bei Elmshorn in Holstein endlich fanden sich in einer Anzahl dicht beieinanderliegender Bohrungen z. T. ganz normales frisches Diluvium mit ganz geringer Verwitterungsrinde, bei dem in 2,5 bis 3,1 m Tiefe schon frische Moränen lagen, z. T. solches, das bis zu 37 m Tiefe völlig kalkfrei und z. T. stark eisenschüssig verwittert ist, und zwar ist es hier bis 19, ja bis 27 m Tiefe verwitterter Geschiebelehm, der in zahlreichen Bohrungen erbohrt ist, während die anderen, bis zu noch größerer Tiefe verwitterten Schichten aus Sand und Kies bestehen, und endlich fand sich hier eine dritte Gruppe Bohrungen, die bis 21 m mächtige, kalkfreie Verwitterungszonen unter dem normalen, frischen Diluvium mit geringer Verwitterungsrinde antrafen.

Hier in diesen Bohrungen bei Elmshorn fanden sich denn nun auch die ersten Beweise, daß diese so auffallend tief herunterreichenden Verwitterungszonen in Verbindung stehen mit humosen Schichten, mit Faultorf und Lebertorf, also mit extraglazialen bzw. interglazialen Bildungen, ja eine dieser Bohrungen zeigte über diesen kalkfreien, verwitterten Sanden mit der Lebertorfeinlagerung und nichtarktischen Pflanzen jüngere Moränenbänke, die noch völlig frisch und unverwittert waren und nur unter wenig mächtigen, oberflächlich verwitterten Sanden lagen.

Das deutet mit zwingender Gewalt darauf hin, daß diese beiden so verschieden mächtigen Verwitterungszonen, die oberflächliche und die tiefgründige, nicht demselben zeitlichen Vorgang ihre Entstehung verdanken, sondern daß das tiefgründig verwitterte Diluvium, das z. T. unter frischem Diluvium liegt, durch einen früheren, sehr viel längeren und intensiveren Verwitterungsvorgang in einer Interglazialzeit entstanden sein muß.

Nun mehren sich allmählich die Stellen, an denen wir nicht nur neben den frischen Moränen ein außerordentlich tief verwittertes Diluvium finden, sondern unter ihnen ebenfalls dieselbe Erscheinung beobachten.

So wurde in dem Eisenbahneinschnitt bei St. Georgsberg-Ratzeburg unter 5—7 m völlig frischem, z. T. blaugrauem Geschiebemergel und unterlagernden frischen, kalkhaltigen Sanden ein 12—13 m tief völlig verwittertes und entkalktes Diluvium angetroffen mit einer völlig zersetzten, eisenschüssigen Kiesbank, und in geringer Entfernung davon traf eine Bohrung unter dem frischen Geschiebemergel kalkfreie Sande und humose Schichten. Ebenso liegt bei Krüzen intakter Oberer Geschiebemergel auf kalkfreien, z. T. humusstreifigen älteren Schichten, die über 20 m mächtig werden.

Endlich zeigen neuerdings die Bohrungen und Aufschlußarbeiten am Kaiser-Wilhelms-Kanal bei Holtenau-Kiel unter einem 18—24 m mächtigen, frischen, großenteils blaugrauen Geschiebemergel mehrfach kalkfreie und eisenschüssig verwitterte Schichten, z. T. noch mit Zwischenlagerung frischer Vorschüttungssande, und auch ein erhebliches Torflager in demselben kalkfreien bzw. auffällig kalkarmen Horizont unter diesem mächtigen Geschiebemergel, und dieselbe Erscheinung scheint bei Sehestedt aufzutreten.

Ebenso zeigten die Arbeiten bei der Vollendung des vorerwähnten Eisenbahneinschnitts von Süderstapel unter der mächtigen, bis 19 m starken, völlig frischen, blaugrauen oberen Moräne wieder bis 19 m mächtige kalkfreie und zum erheblichen Teil eisenschüssige Sande und grobe Kiese; ja an einer Stelle lagen unter der frischen Moräne noch völlig frische, kalkhaltige, grobe Kiese und diese mit ganz scharfer Grenze auf ebenso groben aber völlig verwitterten und zersetzten, kalkfreien Kiesen mit ganz zersetzten Gneisen und massenhaften, faustgroßen Flintgeröllen.

Daß derartige grobe Kiese mit 20—25 Proz. ursprünglichem Kalkgehalt, die mit scharfer Grenze, ohne Zwischenschicht, unter frischen kalkhaltigen Kiesen liegen, nicht durch zirkulierendes, eisenhaltiges Grundwasser zersetzt und entkalkt sein können, bedarf keines Beweises, besonders da daneben auch ganz helle, aber völlig kalkfreie Kiese vorkommen; zum Überfluß wurde auch hier in geringer Entfernung in demselben Horizont kalkfreier Sande ein kleines Torflager erbohrt, von dem zwar nur eine sehr schlechte Probe vorliegt, ohne Beweise, daß es direkt wärmeliebende Pflanzen enthält, das aber durch seine Existenz allein eine eisfreie Zeit anzeigt, in der es gebildet sein muß.

Endlich zeigten die neuen Arbeiten am Kaiser-Wilhelm-Kanal am Grünenthaler Rücken unter den schon von Weber beschriebenen interglazialen Torfen mit gemäßigter Flora, die

neuerdings auch die paläolithischen Artefakte geliefert haben, ebenfalls solche kalkfreien und z. T. intensiv eisenschüssig verwitterten Kiese, während sie selbst noch von frischen, kalkhaltigen Sanden und Geschiebesanden mit geschliffenen Geschieben überlagert sind, und diese verwitterten oxydierten Kiese werden im Fortstreichen noch von wenig mächtiger und entkalkter, aber noch blaugrauer bis gelbgrauer Oberer Moräne überlagert.

Dieselbe Erscheinung fand sich aber nicht nur hier auf der Höhe des Grünenthaler Rückens sondern auch noch 7 km westlich bei Hochdonn, wo ebenfalls noch eine dünne, hier stellenweise aber noch völlig intakte, kalkige Partie von blaugrauem Oberen Geschiebemergel ebenfalls auf älterem, kalkfreiem und z. T. eisenschüssig verwittertem Diluvium liegt.

Bei Holtenau in den mächtigen Gruben für die neuen Kanalschleusen und auch bei Steinrade fand sich ferner die auch schon früher bei Elmshorn beobachtete Erscheinung, daß mitten im normalen, kalkhaltigen, blaugrauen Geschiebemergel plötzlich große, ringsum abgeschlossene Schlieren und Linsen von kalkfreien, eisenschüssig verwitterten Spatsanden liegen, die offenbar als gefrorene Schollen von dem älteren, interglazial verwitterten Untergrund in die intakte frische Moräne aufgenommen sein müssen, ebenso wie die Schollen von Eocäntonen, Braunkohlentonen, miocänen Quarzsanden und Interglazialtorfen mit interglazialen Baumstubben, die sich ebenfalls dort im Geschiebemergel fanden. Hier in den gewaltigen Aufschlüssen war die Schollennatur dieser älteren, verwitterten Sand-Schlieren, die ohne jede Verbindung mit Oberfläche oder Untergrund mitten in der intakten Moräne steckten, ohne weiteres ersichtlich; in situ, mitten in der blaugrauen, festen, undurchlässigen Moräne können diese Schlieren nicht verwittert und oxydiert sein.

Die Obere frische Moräne liegt also in Schleswig-Holstein von Osten nach Westen in 22 bis 2,5 m Mächtigkeit da, wo die Aufschlüsse tief genug sind, immer über älteren entkalkten und stark verwitterten, oft sehr eisenschüssigen, oxydierten Schichten, die nachweisbar bis zu 21 m Mächtigkeit zersetzt sind und öfter in Verbindung mit pflanzenführenden Interglazialschichten stehen, wodurch der Nachweis, daß die so außerordentlich, bis über 20 m, ja 27 m gehende, tiefgründige Verwitterung der oberflächenbildenden Moränen im äußersten Westen ebenfalls auf interglaziale Verwitterung zurückzuführen ist, und daß der äußerste Westen Schleswig-Holsteins z. T. schon nicht mehr von der letzten Vereisung überschritten

wurde, m. E. schlüssig wird. Die speziellen Nachweise dieser Erscheinungen mit genauen Profilzeichnungen werden demnächst in einer besonderen Arbeit im Jahrbuch d. Preuß. Geol. Landesanst. veröffentlicht werden.

Anmerkung. Hiernach erledigt sich die Kritik, die neuerdings Herr LEPSIUS[1]) an einer früheren diesbezüglichen Notiz von mir geübt hat, eigentlich von selbst. Es scheint Herrn LEPSIUS unbekannt geblieben zu sein, daß über die fraglichen Verhältnisse auf Sylt bereits eine wichtige und umfangreiche Literatur vorliegt, und daß meine kleine Notiz „Über den Grenzpunkt der letzten Vereisung in Schleswig-Holstein" nur den beweisenden Schlußstein in einer langen Kette von Beweisführungen bildet, die für jeden mit den örtlichen Verhältnissen Vertrauten ohnehin schon zureichend war. Nur daß dicht neben der schon lange bekannten, stark verwitterten und seit 20 Jahren als ältere Moräne gedeuteten bzw. anerkannten Hauptmoräne des Roten Kliff noch ganz frische Moräne sich findet, war das Neue und Wichtige an meiner kleinen Notiz, die im wesentlichen nur ein Argument für die so weit nach Westen reichende Verbreitung des Oberen Diluviums geben sollte.

Eine Diskussion findet nicht statt.

Herr **E. HARBORT** sprach über das Thema **zur Geologie der nordhannoverschen Salzhorste.** (Mit 2 Textfiguren.)

Bekanntlich sind bereits seit etwa 40 Jahren einige wenige Zechsteinsalzvorkommen mit Kalisalzeinlagerungen im nordwestdeutschen Flachlande durch Salinenbohrungen und Kalisalzschächte aufgeschlossen, so bei Jessenitz-Lübtheen und Lüneburg. Aber erst etwa in den letzten 10 Jahren wurden durch Hunderte von Bohrungen, welche den Untergrund des nordhannoverschen Flachlandes siebartig durchlöchern, zahlreiche horstartige Vorkommen von Zechsteinsalz erbohrt. Es ist allgemein bekannt, daß das salzführende Gebirge hier entweder direkt unter dem Diluvium oder unter tertiären und obercretacischen Schichten angetroffen wurde.

Den horstartigen Charakter aller dieser Salzvorkommen hat wohl zuerst H. MONKE erkannt und seitdem wiederholt betont. Indes sind des näheren über den geologischen Aufbau dieser Salzhorste bislang in der Literatur nur wenige Mitteilungen gemacht worden. Die einzige zusammenfassende Schilderung

[1]) LEPSIUS: Geologie von Deutschland II, S. 505—507.

hat Herr Beyschlag[1]) in der geologischen Einleitung zur Festschrift des 10. Deutschen Bergmannstages („Deutschlands Kalibergbau") gegeben. Er hat bereits darauf anfmerksam gemacht, daß alle die Zechsteinsalzvorkommen in der Lüneburger Heide in tektonischer Hinsicht einen besonderen Typus darstellen, insofern, als sie pfeilerartig, in sich stark gefaltet und gestört, aus jüngeren, mesozoischen Schichten hervorragen. Es sind vorwiegend Schichten der Kreideformation, an denen die Salzhorste mit steil einfallenden Verwerfungen absetzen. Über die Richtung und Anordnung der verschiedenen Salzvorkommen konnte jedoch damals noch keine Gesetzmäßigkeit festgestellt werden, wenngleich auch schon die Begrenzungsspalten einiger Horste die Hauptstreichungsrichtungen unserer mitteldeutschen Gebirge, nämlich die hercynische, südost-nordwestliche, und die rheinische, nord-südliche, erkennen ließen.

Durch die zahlreichen Bohrungen, welche in den Jahren 1906—1908 niedergebracht worden sind, insbesondere aber auch durch mehrere Schachtaufschlüsse, wissen wir heute etwas mehr über die Geologie dieser nördlichen Salzhorste. Trotzdem sind unsere Kenntnisse von ihrem geologischen Aufbau auch jetzt noch sehr mangelhaft, da sie sich vorwiegend auf Bohrprofile gründen, die noch dazu in den meisten Fällen sehr spärlich und lückenhaft vorliegen. Gleichwohl will ich versuchen, einen Überblick über die wichtigsten Lagerungsverhältnisse und gewisse Gesetzmäßigkeiten der nordhannoverschen Salzhorste zu geben, die sowohl bergwirtschaftliches als geologisches Interesse besitzen dürften.

Die beigefügte Skizze gibt die wichtigsten bis jetzt in Nordwestdeutschland erbohrten Zechsteinsalzvorkommen an. Sie wurde nach einer von mehreren Kollegen zusammengestellten Übersichtskarte auf Grund der im Archiv der Geologischen Landesanstalt vorhandenen Bohr- und Schachtprofile angefertigt und mir von dem Herrn Direktor der Geologischen Landesanstalt freundlichst zur Verfügung gestellt. Betrachten wir die geographische Lage der Salzhorste, so fällt zunächst auf, daß sie sich in langgestreckten Hebungslinien scharen und anordnen, die vorwiegend nordwest-südöstliches, aber auch nord-südliches Streichen besitzen und wenigstens z. T. ganz offensichtlich die Fortsetzung der Hebungsachsen und Triassättel des südlich angrenzenden Gebirgslandes bilden.

---

[1]) F. Beyschlag und H. Everding: Geologie der Deutschen Zechsteinsalze. Abhandl. d. Kgl. Preuß. Geol. Landesanst. 1907, N.F. Heft 52, S. 18—19.

Besonders ausgeprägt ist die lange Kette von Salzhorsten, die sich von Bremen über Verden, Ahnebergen, dem Allertal folgend über Rethem (Gew. Aller Nordstern), Wietze (Gew. Steinförde, Prinz Adalbert), Weyhausen, Rothenfelde, Hehlingen, Burbach bis zum paläozoischen Flechtinger Höhenzuge, dem sogenannten Magdeburger Uferrande, hin erstreckt. Ich will diese Hebungsachse die Allertallinie nennen.

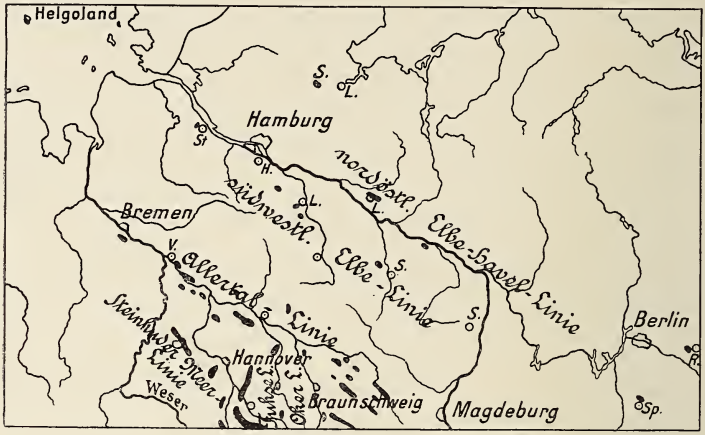


Fig. 1.
Schematische Übersicht der Hebungsaxen im nordwestdeutschen Flachlande, längs derer Salz- und Triashorste aus der Bedeckung jüngerer Sedimente herausgepreßt worden sind.

Eine zweite hercynisch streichende Hebungslinie von Salzhorsten ist durch Stilles[1]) und meine[2]) eignen Untersuchungen von Brokeloh durch das Steinhuder Meer hindurch über den Tienberg bei Wunstorf bis zum Benther Höhenzuge verfolgt worden.

Auffällig ist ferner, daß sich die Punkte Helgoland, Stade, Harburg, Pattensen bei Winsen a. L., Lüneburg und Wustrow bei Salzwedel (Gew. Teutonia) in hercynischer Richtung anordnen, wenngleich ich natürlich weit davon entfernt bin, diese

[1]) H. Stille: Marines Oberoligocän westlich Hannover. 2. Jahresber. d. niedersächsischen geol. Ver. Hannover 1909, S. 69 ff.

[2]) E. Harbort: Über die Verbreitung von Jura, Kreide und Tertiär im Untergrunde des Diluviums der Umgebung von Neustadt a. Rbg. und Nienburg a. W. Jahrb. d. Kgl. Preuß. Geol. Landesanst. f. 1910, Teil I, S. 1 ff.

Punkte miteinander zu verbinden, solange nicht weitere Beobachtungsreihen zwischen den weit voneinander entfernt liegenden Vorkommnissen vorliegen. Das gleiche gilt von der Linie, auf welcher die Salzvorkommen von Lübtheen-Jessenitz, Lenzen und Sperenberg bei Berlin liegen. Ich will die beiden Linien vorläufig als die südwestliche Elbe- und die nordöstliche Elbe-Havellinie bezeichnen.

In nord-südlicher Richtung dagegen ordnen sich an die Salzvorkommen von Sarstedt bis Lehrte der Gewerkschaften Hohenfels, Friedrichshall, Hugo usw. Eine andere nord-südliche Hebungslinie scheinen die Vorkommen von Grasdorf, Groß-Ilsede, Oedesse, Ölheim (Fuhse Linie), eine fernere die Salzvorkommen von Hedwigsburg, Hillerse und Habighorst-Höfer anzudeuten (Oker Linie).

Das Charakteristische für alle die Hebungsachsen, auf denen diese Salzhorste aufsetzen, ist die Tatsache, daß zwischen ihnen unter dem Diluvium weite, tafelförmige Gebiete liegen, die aus wenig gestörten und meist flach gelagerten jungmesozoischen Schichten bestehen. In dem südlichen Teil Nordhannovers, welcher unmittelbar an das Gebirgsland angrenzt, sind es vorwiegend Schichten der unteren Kreide, denen hier und da noch größere Reste einer ehemalig zusammenhängenden Decke von transgredierenden Senonschichten aufgelagert sind.

Weiter im Norden, etwa nördlich der Linie Celle—Salzwedel wird das Gebiet zwischen den Salzhorsten vorwiegend von Schichten der oberen Kreide eingenommen, die hier mit ihren sämtlichen Stufen ausgebildet ist und sich konkordant auf die ältere Kreideformation auflegt. Je weiter wir nach Norden gehen, um so mächtigere jüngere Sedimente treffen wir unter dem Diluvium an; Miocän, Oligocän und Eocän in außerordentlicher Mächtigkeit und darunter vielfach dann die Serie der Kreideschichten. In den Bohrungen bei Fintel, Kr. Rotenburg, wurde das Tertiär (Miocän, Oligocän und ? Eocän) bei 790 m noch nicht durchsunken. Die Bohrung Hansahlen bei Schneverdingen stand bei 408 m noch im Oligocän, desgleichen die Bohrung Kirchwalsede bei 370 m. Ich erinnere ferner daran, daß nach GAGEL[1]) in der Bohrung Breetze bei Lüneburg 622 m Tertiär und darunter erst das Senon bei 812 m erbohrt wurde und daß ferner gewaltige Mächtigkeiten des Tertiärs von Heide i. H. und anderen Orten bekannt geworden sind.

---

[1]) C. GAGEL: Über die untereocänen Tuffschichten und die paläocäne Transgression in Norddeutschland. Jahrb. d. Kgl. Preuß. Geol. Landesanst. 1907, S. 157—158.

Tertiär, oberoligocäne Grünsande und Grüntone sind zwar auch in der südlichen Zone vielfach erbohrt worden an solchen Stellen, wo es, in jungtertiären Grabenversenkungen eingebrochen, vor späterer Abtragung geschützt war.

Es bleibt nun eine ganz auffällige Tatsache, daß in allen diesen horstartigen Zechsteinvorkommnissen nur das Salzgebirge erbohrt worden ist, während ältere, mesozoische Schichten, Buntsandstein, Muschelkalk, Keuper usw. mit Ausnahme von wenigen Stellen, die ich kurz besprechen will, nicht festgestellt werden konnten. Eine solche Ausnahme bilden einmal die Triasschichten der Insel Helgoland und sodann der Triashorst von Lüneburg, aus dem wir Zechstein, Röt, Muschelkalk und Keuper durch die Arbeiten G. MÜLLERS und neuerdings durch die ausgezeichnete Monographie von GAGEL[1]) kennen. Im übrigen sind mir nur noch wenige Stellen aus Nordhannover bekannt geworden, wo Triasgesteine mit dem Salz in die Höhe gepreßt worden sind. Es ist einmal der Fall an dem Horst von Hope-Lindwedel, wo ich an der westlichen Randspalte in den Bohrungen bei Esperke steil aufgerichtete Gipskeuperschichten nachweisen konnte. Die Profile dieser Bohrungen lauten:

I. Bohrung Esperke III. 600 m nordwestlich Station Hope.

0 — 21 m	grandiger Sand	Diluvium
24 — 31,5 -	Geschiebemergel	Diluvium
31,5— 40 -	glaukonitischer Sand	Tertiär
40 —435 -	graue und grünlichgraue, z. T. blutrot gefleckte und geflammte dolomitische Mergel und Steinmergel, wechsellagernd mit roten Letten. Vereinzelt finden sich bis 50 cm dicke Gipsschichten, auch Schichtflächen in den Mergeln, bedeckt mit Schuppen und Knochenresten. (Bonebed.) Die Schichten sind stark gestört und gepreßt; von Harnischen und Klüften durchsetzt. Das Einfallen wechselt von flacher Lagerung bis zu 90°.[2])	mittlerer Keuper.

II. Bohrung Warmeloh III. 950 m westlich Station Hope.

0 — 24 m	grandiger Sand	Diluvium
24 — 35,5 -	Mergel	obere Kreide
35,5—209 -	graublaue Schiefertone mit Toneisensteinen und Belemnitenresten	untere Kreide
		Verwerfung?!
209 —344 -	graue und grünlichgraue, dolomitische Mergel mit Gipsschichten und Anhydritknollen	Gipskeuper?

[1]) C. GAGEL: Beiträge zur Kenntnis des Untergrundes von Lüneburg. Jahrb. d. Kgl. Preuß. Geol. Landesanst. f. 1909, Teil I, S. 165 ff.

[2]) Von 247—435 m lagen fortlaufende Kernproben vor.

Gipskeuper ist auch am Salzhorst von Wietze-Steinförde bekannt und neuerdings hier wieder durch STOLLER in verschiedenen Bohrungen (Bohrung Hansa I und Bergfrei, Steinförde) nachgewiesen. Auch am Ölheimer Horst scheint mittlerer Keuper erbohrt worden zu sein, sicher aber Juraschichten, Lias und Dogger[1]). Brauner Jura, Schichten mit *Parkinsonia Parkinsoni* usw. sind auch seit längerer Zeit von Wietze bekannt[2]). Im übrigen haben aber ganz allgemein die nichtfündigen Bohrungen jüngere mesozoische Schichten, Tertiär, obere Kreide, untere Kreide, vereinzelt auch Jura angetroffen, die fündigen meist direkt unter dem Diluvium, oft aber auch erst unter einer tertiären oder obercretacischen Decke das Salzgebirge, das überall einen sekundären Gips- oder Anhydrithut besaß.

Die Tatsache, daß also mit wenigen Ausnahmen überall nur das Salzgebirge emporgepreßt worden ist, ist zweifellos außerordentlich auffallend und hat neuerdings auch zu ganz eigenartigen Vorstellungen Veranlassung gegeben. TORNQUIST hat in einer Arbeit: „Anschauungen über die Bildung der Kalisalzlagerstätten Deutschlands[3])“ die Ansicht vertreten, daß der Muschelkalk und der obere Buntsandstein in der Heide nur wenig mächtig sei, der mittlere und untere Buntsandstein dagegen in salziger Facies vorhanden wären. Während also einerseits nach dem altbekannten Vorkommen von Muschelkalk und Röt bei Lüneburg das Vorhandensein dieser Triasglieder in der Heide nicht zu leugnen ist, so glaubte doch andererseits TORNQUIST, anscheinend wohl aus der Tatsache, daß bislang in Nordhannover mittlerer und unterer Buntsandstein in Bohrungen niemals angetroffen ist, schließen zu dürfen, daß die Salzausscheidung im nördlichen Niedersachsen bis in die mittlere Buntsandsteinzeit fortgedauert habe. Es sei der zentrale, uferferne Teil des ehemaligen, der Verdunstung ausgesetzten Meeresbeckens, in dem die Ausscheidung der Salze bereits zur oberen Zechsteinzeit begann, aber hier länger andauerte, als in den peripheren Teilen des Binnenmeeres. Er unterschied drei ungefähr 200 km breite Zonen nördlich einer

---

[1]) A. FREYSTEDT: Ölheim, Ein Beitrag zur Kenntnis des Erdölvorkommens in Norddeutschland. Beiträge zur Geol. u. Paläont. d. Herzogt. Braunschweig, Heft 1, 1894, S. 1—94.

[2]) Nach Mitteilungen von H. MONKE.

[3]) Industrie 1906, Beilage, Nr. 14, S. 93—97. — Ders.: Ausbildung und Ausdehnung der deutschen Kalisalzlager. Zeitschr. f. pr. Geologie, Bd. XIV, 1906, S. 263—265. (Im wesentlichen ein Auszug aus der oben zitierten Arbeit.)

etwa im Gebiet der heutigen bayrischen Hochebene gelegenen Landbarre nach folgendem Schema:

	oberer Zechstein	unterer und mittlerer Buntsandstein
Norddeutschland . . .	salzig	salzig
Mitteldeutschland . . .	salzig	sandig
Süddeutschland	sandig	sandig

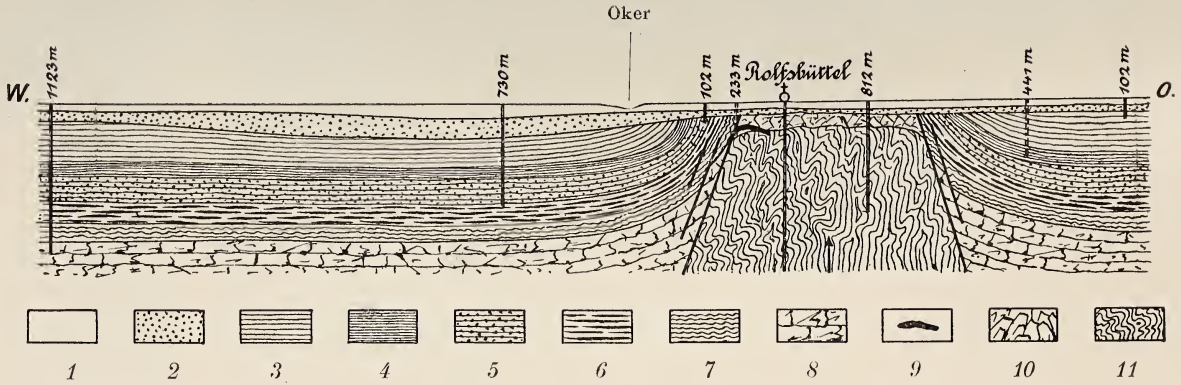
Diese Schlußfolgerungen TORNQUISTs mußten von vornherein Befremden erregen, da sowohl der Buntsandstein an den nördlichen Ausläufern, an denen er uns am Tienberge bei Bokeloh, am Dorm, Rieseberge, Asse, Oesel usw. bekannt ist, durchaus normale Ausbildung zeigt, als auch vom Röt und dem Muschelkalk und Keuperschichten bei Lüneburg bekannt ist, daß sie geradezu in auffälliger Weise mit den entsprechenden Schichten in Thüringen und an anderen Orten sowohl in petrographischer als auch in faunistischer Beziehung identifiziert werden können.

Hier lassen sich sogar selbst viele der von E. ZIMMERMANN und anderen Autoren gemachten detaillierten Gliederungen in den verschiedenen Triasstufen wiedererkennen. Ich glaube, die merkwürdigen Erscheinungen, daß verschiedene Formationen der Trias, insbesondere der Buntsandstein in Nordhannover vollständig zu fehlen scheinen, auf einfachere Weise erklären zu können.

Zu diesem Zwecke ist es notwendig, daß wir uns mit dem geologischen Aufbau einiger dieser Salzhorste ein wenig genauer beschäftigen. Ich greife einzelne derselben aus dem südlichen Teil des hannoverschen Flachlandes heraus, deren Bau durch besonders zahlreiche Bohrungen hinreichend aufgeklärt ist.

Die beiden Salzhorste von Rolfsbüttel und Ölheim, südlich der Bahnlinie Lehrte—Stendal, links und rechts der Oker gelegen, werden getrennt durch eine etwa 20 km breite, nahezu horizontal gelagerte Platte aus unterer Kreide. Über ihr liegt eine bald dünne, bald mächtigere Senondecke, die auch stellenweise über die Salzhorste selbst zu transgredieren scheint. Mehrere Bohrungen auf dem etwa $1^1/_2$ km breiten Rolfsbütteler Salzhorst trafen nämlich das Salzgebirge unter einer 20—30 m mächtigen Decke senoner Kreide an, wie ich an anderer Stelle bereits ausgeführt habe[1]). Erst in der Nähe der Salzhorste fällt die Untere Kreide steil ein, und hier zeigt sich, daß die Schichten nach oben geschleppt sind, so daß beispielsweise

[1]) E. HARBORT: Beitrag zur Kenntnis präoligocäner und cretacischer Gebirgsstörungen in Braunschweig und Nordhannover. Diese Zeitschr. Bd. **61**, 1909, Monatsber., S. *388*.



1 Diluvium und Alluvium. *2* Senon. *3* Albien. *4* Aptien. *5* Barrêmien. *6* Hauterivien. *7* Valanginien. *8* Wealden. *9* Basalt. *10* Gips- und Anhydrithut. *11* Salzgebirge, Steinsalz mit Letten- und Anhydriteinlagerungen sowie Kalisalzlagern.

Fig. 2.

Querprofil durch die Untere Kreide an der Oker bei Hillerse, Wipshausen, Adenbüttel und den Aufpressungshorst von Zechstein-Salzgebirge von Rolfsbüttel.

Maßstab für Längen und Höhen gleich, etwa 1 : 100 000.

die Sandsteine der unteren Kreide unmittelbar die Randspalten des Rolfsbütteler Horstes begrenzen. Die untere Kreide selbst ist hier über 1000 m mächtig und wurde z. B. in der Bohrung IV bei Horst, wo die Schichten vollkommen ungestört und horizontal gelagert sind, bei 1123,5 m noch nicht durchbohrt.

Ganz die gleichen Verhältnisse finden wir in der Kreide an der östlichen Randspalte des nur $1^1/_2$ km breiten Salzhorstes. Der Verlauf des Salzhorstes und die Ausbildung der Schichten in ihm ist ebenfalls durch zahlreiche Bohrungen geklärt. Sämtliche Bohrungen haben zunächst einen annähernd horizontal gelagerten Hut des Salzgebirges aus Anhydrit und in den oberen Schichten aus Gips erbohrt. Darunter traf man steil aufgerichtete und gefaltete Kalisalz-, Steinsalz- und Anhydritschichten an, in einigen Bohrungen auch mit Einlagerungen von roten Letten (sog. „roter Salzton"), Schichten, die derartig gestört, gefaltet, gepreßt und zerknittert waren, daß die Profile selbst unmittelbar benachbarter Bohrungen nicht in Einklang miteinander gebracht werden konnten. Ganz ähnlich liegen die Verhältnisse nach FREYSTEDTs[1]) Schilderung bei Ölheim und z. B. auch bei Brokehoh am Steinhuder Meer. Da nun zwischen dem Rolfsbütteler und Ölheimer Horst, aber auch bei Brokeloh die untere Kreide so außerordentlich mächtig ist, bei Rolfsbüttel jedenfalls über 1000 m, und andererseits die untere Kreide in diesen Gegenden konkordant auf den Juraschichten lagert, so sind wir gezwungen, anzunehmen, daß das Salz hier aus gewaltigen Tiefen, jedenfalls über 2000 m, heraufgepreßt sein muß. Ich möchte daher diese Salzhorste, die ja im engeren, eigentlichen Sinne geologische Horste nicht sind, lieber als Aufpressungshorste innerhalb tektonischer Hebungslinien bezeichnen. Es wäre ja auch eine unmögliche Vorstellung, anzunehmen, daß die viele Quadratmeilen umfassenden Schollen und Tafeln von mesozoischem Gebirge an den nur relativ kleinen, oft winzigen Salzhorsten abgesunken sein sollten, und ebenso auffällig wäre es auch, daß alle diese Salzvorkommen eine derartig steile Schichtenstellung mit den erwähnten Störungserscheinungen zeigen.

Ich nehme nun an, daß diese Hebungslinien zu gleicher Zeit entstanden sind, als die Triassättel und kuppelartigen Aufwölbungen am Dorm, Elm, Asse, Hildesheimer Wald, Leinetal usw., die ja ihre natürliche Fortsetzung bilden. Die gebirgsbildenden Kräfte mögen jedoch hier im Norden nicht derartig intensiv gewirkt haben, oder es wird vielleicht infolge der

[1]) FREYSTEDT: a. a. O.

außerordentlich großen Mächtigkeit der jüngeren mesozoischen Bedeckung nicht bis zur Herauswölbung von Triassätteln gekommen sein. Vielmehr ist nur das relativ plastische Salzgebirge, dessen plastische Eigenschaften wir ja nach den Untersuchungen von RINNE[1]) und v. KOENEN[2]) hinreichend kennen, auf diesen Störungslinien überall da, wo sich engere oder weitere Spalten bildeten, gewissermaßen wie ein flüssiges Magma unter dem Druck der gebirgsbildenden Faltungskräfte herausgepreßt worden. Daher die steile Stellung, daher die intensive Fältelung und Störung aller dieser Salzpfeiler. So dürfte es auch zu erklären sein, daß fast niemals die spröderen Buntsandstein- und Muschelkalkschichten mit emporgepreßt worden sind, sondern in der Regel nur das plastische Salzgestein. Wo dieses aber dennoch einmal geschehen ist, wie in dem Horst von Lüneburg, da finden wir auch diese Gesteine in steiler Stellung vollständig zerquetscht, gepreßt und auseinandergewalzt, wie es GAGEL[3]) kürzlich von Lüneburg so anschaulich geschildert hat.

Die außerordentlich komplizierten Lagerungsverhältnisse der Salzhorste mit ihren vielfach gefalteten, gebogenen, ausgewalzten und an anderen Stellen erweiterten Kalilagern sind aber auch durch die bis jetzt in Norddeutschland gemachten Grubenaufschlüsse vollkommen nachgewiesen. NETTEKOVEN und GEINITZ[4]) haben ein ausgezeichnetes Beispiel von den Verquetschungen, Fältelungen und Pressungserscheinungen der steil aufgerichteten Salzschichten des Jessenitzer Salzhorstes eingehend beschrieben, und ich verweise auf die von ihnen gegebenen Profile, die Faltenverschiebungen und Zerrungen noch in einer Teufe von über 1200 m erkennen lassen. Das Generalstreichen dieses Horstes ist ein nordwestliches, indes bilden die Sattellinien der einzelnen Falten mancherlei Schleifen, wurmartige Krümmungen und Knickungen.

H. EVERDING[5]) gibt ebenfalls (Taf. 6 u. 9) solche Profile aus den Schächten Siegmundshall, Weetzen und Ronnenberg wieder, welche die steile Stellung der Salzlagerstätten Nord-

---

[1]) F. RINNE: Plastische Umformung von Steinsalz und Sylvin unter allseitigem Druck. N. Jahrb. f. Min. 1904, Bd. I, S. 114 ff.

[2]) v. KOENEN: Über Wirkungen des Gebirgsdruckes im Untergrunde in tiefen Salzbergwerken. Nachr. Kgl. Ges. d. Wiss. Göttingen, Math.-Phys. Kl. 1905, S. 1 ff.

[3]) C. GAGEL: a. a. O.

[4]) NETTEKOVEN und GEINITZ: Die Salzlagerstätten von Jessenitz in Mecklenburg. Mitt. Großherzogl. Mecklenb. Geol. Landesanst. Rostock 1905, S. 1—17.

[5]) EVERDING: a. a. O.

hannovers mit ihren mäandrischen Faltungs- und Stauchungserscheinungen, Auswalzungen usw. recht charakteristisch erkennen lassen. Ich erinnere ferner an die Profile von Siegmundshall, welche in der Industrie veröffentlicht sind, sowie an die komplizierten tektonischen Verhältnisse, welche neuerdings durch die Schächte Riedel, Aller Nordstern u. a. bekannt geworden sind.

Solche und ähnliche verworrene und zerrüttete Lagerungsverhältnisse aber zeigen sämtliche Salzhorste in Nordhannover, so daß der Bergbau vielfach ein recht beschwerlicher und ständigen Überraschungen ausgesetzter sein wird. Dementsprechend sind naturgemäß auch die für Aus- und Vorrichtungsarbeiten aufzuwendenden Mittel im allgemeinen entsprechend größer, als in den Bergwerksbetrieben Mitteldeutschlands mit weniger kompliziertem und leichter erkennbarem Gebirgsbau. Andererseits aber ist es in dem gefalteten Salzgebirge hier und da auch zu bedeutenden Anschwellungen und Ausweitungen der Kalisalzlager gekommen, zwischen denen ausgewalzte Partien liegen, oder zur Auffaltung paralleler, dicht nebeneinander liegender Falten und Sättel der Kalisalzflöze, also zu mechanischen Anreicherungen, die den Bergbau außerordentlich erleichtern. Ganz allgemein aber werden die steilen Lagerungsverhältnisse für den Abbau insofern günstig sein, als man den rationelleren Firstenbau wird anwenden können gegenüber dem Kammerbau bei flacher Lagerung.

Erscheinungen der Druckschieferung, Verruschelung, Breccienstrukturen, Gleitflächen (nach 110) in Steinsalzkrystallen u. dgl. findet man in den Salzhorsten außerordentlich häufig und weit verbreitet.

Daß an den drei oben genannten Stellen gerade mittlerer Keuper an den Randspalten der Salzhorste mit emporgepreßt worden ist, erklärt sich wohl, wenn man bedenkt, daß diese Gesteine aus dolomitischen Mergeln bestehen, die in bergfeuchtem Zustande ein ziemlich plastisches Material darstellen. Gleichwohl ist auch dieses Gestein vielfach brecciös zerstückelt, und die einzelnen Risse und Spalten darin sind sekundär durch Anhydritausscheidungen verheilt.

Wir werden nach allem den Vorgang der Aufpressung des Salzgebirges am besten vergleichen können mit dem auf Gangspalten aufsteigenden eruptiven Magma*). Es sind ge-

*) Das Auftreten solcher durchaus isolierten pfeilerartigen Gipshorste, wie das von Segeberg i. Holstein u. a. dürfte wohl auch die Veranlassung gewesen sein, weshalb der Gips von alten, angesehenen Geologen ehemals für eruptiv erklärt wurde.

waltige Spalten in der Sattelaufreißung von langausgedehnten, aber in der Anlage unterdrückten Antiklinalaufwölbungen, auf denen das Salz gewissermaßen herausgeflossen sein muß. Hierauf deutet insbesondere die Struktur des Salzgebirges hin. Daß nun das Salzgebirge nicht geschlossen in der ganzen Hebungslinie, sondern hier und da unterbrochen als Durchragungen, Durchspießungen oder mehr oder weniger eckig oder rechtwinklig begrenzte Aufpressungshorste auftritt, scheint mir nicht besonders auffällig zu sein. Es ist von vornherein wahrscheinlich, daß derartig langgestreckte Hebungsachsen nicht durchaus geradlinig verlaufen, sondern hier und da an Querverwerfungen absetzen und abgelenkt sein werden, wie dies ja auch von den großen hercynischen Hebungslinien unserer mitteldeutschen Gebirge vielfach beschrieben worden ist. Solche Querspalten sind aber nach MONKE und BEYSCHLAG[1]) gerade oft die Bringer des Erdöles, das in ihnen aufsteigen und von hier die porösen Schichten imprägnieren kann, so z. B. bei Wietze. Ich nehme nun an, daß das Salzgebirge besonders an den Stellen herausgepresst wurde, wo sich die Spalten erweiterten, daß an anderen Stellen dagegen die mesozoischen Schichten, z. B. die Kreide, aber auch unmittelbar an dem Spaltenzuge zusammenstoßen mögen. Vielfach ist aber das Fehlen oder Vorhandensein eines Zusammenhanges zwischen den heute bekannten Salzhorsten noch nicht nachgewiesen, da entweder die Bohrungen dazwischen fehlen, oder aber zu früh in der oberen, transgredierenden Kreide eingestellt sein mögen und darum resultatlos blieben. Herr BEYSCHLAG hat kürzlich in einem Vortrage analoge Verhältnisse geschildert, indem er darauf hinwies, daß auch die in großen Spaltenzügen in Mitteldeutschland aufsetzenden Basaltgänge nicht geschlossen auftreten, und das Basaltmagma in der Regel nur an den Erweiterungen der Gänge aufgestiegen ist.

Ich zweifle nicht daran, daß durch künftige Bohrungen weitere Gesetzmäßigkeiten in der Anordnung der Salzhorste in Norddeutschland sich erweisen lassen, und glaube, daß bei Beachtung der schon jetzt erkennbaren Linien das Abbohren der norddeutschen Tiefebene auf Kalisalze systematischer erfolgen kann, als es bislang geschehen ist. Vom volkswirtschaftlichen Standpunkt aus möchte ich endlich bemerken, daß die in Nordhannover unter dem Deckgebirge vorhandenen abbauwürdigen Kalisalzfelder wohl längst nicht die Ausdehnung be-

[1]) H. MONKE und F. BEYSCHLAG: Über das Vorkommen des Erdöls. Zeitschr. f. pr. Geologie 1905, Heft 1, 2 und 12.

sitzen, wie OCHSENIUS und viele bergmännisch interessierte Kreise anzunehmen geneigt sind.

In dem bei weitem größten Areal Nordhannovers dürften die Kalisalze in einer für den Bergbau unerreichbaren Teufe von 2000 – 3000 m liegen.

Immerhin steht zu hoffen, daß noch manche Kalisalzfelder in Norddeutschland unter dem Diluvium erbohrt werden und insbesondere auch unter jungcretacischer Decke an solchen Stellen, wo man sie früher nicht vermutet hat.

Mit wenigen Worten will ich noch auf den Gips- bzw. Anhydrithut zu sprechen kommen, der anscheinend überall nahezu horizontal gelagert auf den Schichtenköpfen der Salzformation liegt. Auffällig ist, daß er vielfach als Anhydrit und nicht als Gips ausgebildet ist. Ich möchte diese Erscheinung darauf zurückführen, das der Anhydrit teils aus Residuen des ursprünglich in dem Salzgebirge enthaltenen Anhydrits besteht, teils darauf, daß diese Residuen vielfach durch Anhydritmasse verkittet wurden und nicht durch Gips, weil sich aus den konzentrierten chlornatrium- und chlormagnesiahaltigen Laugen das Calciumsulfat als Anhydrit ausgeschieden hat. Dies mag vielfach submarin geschehen sein, z. B. wo die Transgression des Senonmeeres einen Teil der bereits abgelagerten mesozoischen Schichten zerstörte und mit diesen die sie gewissermaßen gangartig durchsetzenden Salzvorkommen. Diese Anhydrite des Salzhutes besitzen allerdings meist eine mehr oder weniger grob krystallinische Struktur im Gegensatz zu den meisten primären oder deszendenten Anhydritschichten im Salz.

Im übrigen aber ist die Struktur des Hutanhydrits über den verschiedenen Salzhorsten anscheinend außerordentlich mannigfaltig. Der vielfach zerklüftete, oft von Schlottenbildungen und Sandadern durchzogene Anhydrit- und Gipshut bildet bekanntlich für den Bergbau eine sehr große Gefahr, da es die Schichten sind, die beim Abteufen der Schächte häufig nicht zu bewältigende Wassermassen gebracht haben, so daß die Bergwerksanlagen zum Ersaufen kamen.

Auf die diskordante Überlagerung des nahezu horizontal gelagerten Gipshutes im Gegensatz zu den steiler aufgerichteten Salzschichten, die bei sämtlichen Salzhorsten in Nordhannover beobachtet wurde, hat übrigens SCHMIERER[1]) bereits aufmerksam gemacht.

---

[1]) TH. SCHMIERER: Zur Tektonik des oberen Allertals und der benachbarten Höhenzüge. Diese Zeitschr., Bd. **61**, 1909, Monatsber., S. *512* ff.

Während der Drucklegung dieses Vortrages ist eine Arbeit von R. LACHMANN[1]) erschienen, in welcher der Verfasser nachzuweisen sucht, daß die Ursachen der bedeutenden Deformationen unserer norddeutschen Salzlagerstätten nicht auf tektonische Vorgänge, sondern auf molekulare Umsetzungen chemisch-physikalischer Art innerhalb der Salzlager zurückzuführen seien. Wenn auch zugegeben werden mag, daß Fältelungen und Deformationen der Salzschichten im kleinsten Maßstabe hier und da durch molekulare Umwandlungen und Krystallisationskräfte, z. B. Umwandlungen von Anhydrit in Gips, bei bedeutender Volumvermehrung oder durch metasomatische Vorgänge herbeigeführt worden sind, so erscheinen mir die Schlußfolgerungen LACHMANNS angesichts der gewaltigen tektonischen Vorgänge, wie sie oben beschrieben wurden, geradezu ungeheuerlich. Insbesondere möchte ich seiner Theorie vom Salzauftrieb, „der Pegosmose", entgegentreten, worunter er „einen passiven Rekrystallisationsvorgang nach der hangenden Salzauflösungsfläche" versteht, den er wie folgt näher erläutert. „Die merkwürdigsten Einwirkungen hat der Salzauftrieb auf die äußere Form der Salzlagerstätten hervorgerufen. Er verursacht die Ausbildung eines sogenannten „Salzspiegels", womit zunächst nur die Erscheinung bezeichnet wurde, daß in vielen getrennten Gebieten das Steinsalz durch Bohrungen immer in derselben absoluten Teufe, welche weitaus in den meisten Fällen zwischen 100 und 200 m unter N. N. liegt, angetroffen wird. Der Salzspiegel bedeutet vom chemisch-physikalischen Standpunkt aus eine Gleichgewichtsebene, in welcher sich Salzauflösung und Salzauftrieb die Wage hält. Der Salzspiegel kann sich in seiner absoluten Höhe halten, auch wenn das Gebiet von einer kontinentalen Senkung betroffen wird."

Nach meinen obigen Ausführungen ist dieser „Salzspiegel" eben weiter nichts als der natürliche Ausbiß der Salzlagerstätten bzw. deren Gips- und Anhydrithut unter dem Diluvium bzw. dünner Kreide- und Tertiärdecke. Was nun die angebliche Horizontbeständigkeit dieses „Salzspiegels" unter N. N. anlangt, so muß ich bemerken, daß dieselbe doch erhebliche Niveaudifferenzen aufweist. Es sind, um ein LACHMANNsches Bild weiter auszuführen, diese Hutzonen von Anhydrit und Gips keine Ekzeme, sondern gewissermaßen die Vernarbungs-

[1]) R. LACHMANN: Über autoplaste (nicht tektonische) Formelemente im Bau der Salzlagerstätten Norddeutschlands. Diese Zeitschr. 1910, S. *113* ff.

stellen im Antlitz des vordiluvialen Untergrundes Norddeutschlands. Der Gehalt an schwerer löslichem Calciumsulfat in den aus den Erdrissen herausgequollenen Salzmassen bildete das Serum, welches die Wunden verheilen ließ und die Salzlagerstätten vor weiterer Auflösung durch die Tagewässer schützte.

Endlich möchte ich noch ein interessantes Gestein erwähnen, dessen eruptive Natur Herr E. ZIMMERMANN zuerst erkannte. Es handelt sich um das Auftreten von Basalt in zwei Bohrungen an der westlichen Randspalte des Rolfsbütteler Salzhorstes. Der Basalt liegt hier anscheinend gangartig im Anhydrit bzw. Gipsgebirge. Den Herren SCHEIBE und BERG verdanke ich eine mikroskopische Bestimmung des Vorkommens, nach der es sich um ein basaltisches Gestein handelt. Es ist bereits ziemlich stark zersetzt, doch sind im Dünnschliff Augite noch stellenweise frisch vorhanden zu beobachten, Olivin ist in deutlichen, sechsseitigen Umrissen erkennbar, jedoch überall bereits in Serpentin übergeführt. Auffallend ist in dem Vorkommen aus der einen Bohrung ein ziemlich hoher Gehalt an Biotitglimmer. Das Gestein besitzt also nach seinem ganzen petrographischen Habitus den Charakter eines Gangbasaltes. Es mag dahingestellt bleiben, ob das Empordringen dieses Basaltganges, der, beiläufig bemerkt, das nördlichste bis jetzt bekanntgewordene Basaltvorkommen in Deutschland repräsentiert, in ursächlichem Zusammenhange mit der Emporpressung des Salzgebirges steht. Ich halte es für unwahrscheinlich und nehme an, daß der Basalt zu späterer Zeit emporgedrungen ist, weil er anscheinend nicht auf der Randspalte des Horstes aufsetzt. Die beiden Bohrungen, in denen der Basalt annähernd in gleicher Teufe angetroffen wurde, liegen vielmehr in südost-nordwestlicher Richtung. Der Basaltgang, falls wir es wirklich mit einem Gang zu tun haben, scheint also quer zur nördlichen Streichrichtung des Horstes zu verlaufen.

Der Basalt wurde angetroffen in der Bohrung Rolfsbüttel XIII als Einlagerung im Gips bzw. Anhydrit in der Teufe von 160—233 m. Die aus dieser Bohrung stammenden Kernstücke zeigen noch deutlich die Verwachsung des Gipses mit dem ihn durchbrechenden Basalt. Die Bohrung liegt unmittelbar an der westlichen Randspalte des Horstes. In der Bohrung Rolfsbüttel XI wurde der Basalt in der Tiefe 200,25—220,5 m erbohrt, und zwar an der Grenze zwischen Gips und Steinsalz. Verbindet man diese beiden Bohrungen, so ergibt sich, daß der Basaltgang etwa südost-nordwestlich streichen müßte, während die Randspalten im Streichen des Horstes nord-südlich verlaufen. Danach aber scheint der Basaltgang den Horst

quer zu durchbrechen und jedenfalls in keinerlei Beziehung zur Aufpressung desselben zu stehen.

An der Diskussion zu diesem Vortrage beteiligten sich die Herren Beyschlag, Haack, Zimmermann, Blanckenhorn, Haarmann, Berg, Naumann, Mestwerdt und der Vortragende.

Herr **BLANCKENHORN** führte aus:

Die interessanten Ausführungen des Herrn Harbort über die aufgepreßten Zechstein-Salzhorste haben mich an zweierlei Vorkommnisse erinnert.

Zunächst die in Thüringen, Kurhessen und Rhöngebiet nicht seltenen längeren schmalen Streifen oder kurzen Schollen von Zechsteingebirge zwischen Schichten der Trias, wie sie namentlich Bücking[1]) in zwei Arbeiten beschrieben hat. Losgetrennte, d. h. nicht mehr mit den Tiefenmassen direkt verbundene Schollen von Letten und Dolomit des Oberen Zechsteines erscheinen hier oft steil aufgerichtet neben Triasschichten eingeklemmt zwischen zwei Verwerfungsflächen, die, wie Bücking 1880 nachwies und in Profilen zur Darstellung brachte, auffälligerweise manchmal nach unten deutlich konvergieren, so daß die Zechsteinscholle sich nach unten keilförmig zuschärft und endigt.

Westlich von Urspringen auf Blatt Sondheim v. d. Rhön liegt nach Bückings und meinen eigenen Aufnahmen eine im ganzen etwa elliptische Scholle von Plattendolomit des oberen Zechsteins von 5—20 Schritt Breite und 60 Schritt Länge in einer SO—NW gerichteten Verwerfungsspalte zwischen Unterem Buntsandstein und Oberem Wellenkalk, und in ganz ähnlicher Weise ist gleich nördlich an einer Parallelspalte zwischen Mittlerem Muschelkalk etwas Röt heraufgepreßt. Derartige Verhältnisse habe ich wiederholt in anderen Teilen der Rhön und Hessens vorgefunden und bin bei der Erklärung der beobachteten Erscheinungen ohne die Hilfenahme einer gewissen Hebung oder Aufpressung nicht immer ausgekommen. Die Verwerfungen, um die es sich da handelt, dürften der Miocänperiode zufallen und dem Hauptausbruch der Basalte vorangehen.

Bezüglich der äußeren Erscheinungsform der aufgetriebenen Salzhorste Hannovers und ihres Zusammenvorkommens mit

[1]) Gebirgsstörungen und Erosionserscheinungen südwestlich vom Thüringer Wald. Jahrb. d. Kgl. Preuß. Geol. Landesanst. 1880, S. 60, Taf. II—III. — Über einige merkwürdige Vorkommen von Zechstein und Muschelkalk in der Rhön. Könen-Festschrift 1907.

Eruptivgesteinen möchte ich zum Vergleich auf die eigentümlichen Gips- und Salzlager Algeriens aufmerksam machen, welche mit der Eruption der propylitischen Gesteine tatsächlich in ursächlicher Beziehung stehen, sich aber auch an andere Eruptivgesteine wie Basalt, Dolerit anschließen können. Dieselben zeigen sich zerstreut in der Talregion in Nordalgerien wie in den Hochplateaus des Atlas überall mit den nämlichen Charakteren als mehr oder weniger umfangreiche ungeschichtete Massen, welche das Kreidegebirge, seltener den Jura und das Tertiär nach Art von Eruptivgängen durchbrechen. Mitten darin kommen an vielen Punkten Bruchstücke oder ein größerer Kern von pyrogenem Gestein vor.

Diese Erscheinungen sind vollkommen analog dem Auftreten von Gips und Steinsalz im Gefolge der Ophite in den Pyrenäen und lassen sich durch zwei Hypothesen erklären, die allerdings auf unsere besprochenen norddeutschen Verhältnisse nicht passen. Entweder bzw. teilweise sind es selbständige Ausscheidungen aus den bei und nach der Eruption aufsteigenden schwefel- und kochsalzhaltigen Thermen, oder aber, was jedenfalls bei den Gipsen wahrscheinlicher ist, sie entstanden einfach durch Metamorphose der von den Gangspalten durchbrochenen Kalke[1]). Letztere, seit dem Aufreißen der Spalte eine Zeitlang der Einwirkung von heißen Dämpfen und Thermen ausgesetzt, wurden allmählich in Anhydrit und Gips umgewandelt. Die Gipse sind gewöhnlich nicht rein, sondern enthalten regellos Trümmer der umgebenden Gesteine, wie Kalkbruchstücke, die der Metamorphose zum Teil widerstanden haben. Die mit der Umwandlung des gewöhnlich zuerst gebildeten Anhydrits in Gips verbundene bedeutende Volumvermehrung hatte ein derartiges Aufblühen der Gipsmasse unter oder an der Erdoberfläche zur Folge, daß dies ganz den äußeren Schein von Eruption erweckt. So konnte der Gips aus tieferen Lagen mit kalkiger Umgebung, in der er sich bildete, emporsteigen zwischen tonige, nicht metamorphosierte Schichten, auf deren Kosten er früher nicht entstanden sein konnte. Zum Teil ist der Kalk auch in Dolomit, Marmor oder Zuckerkalk umgewandelt, wie im Harrachtale und bei Aumale. Vereinzelte, oberflächlich auffallende Dolomitbildungen zwischen rein kalkiger Umgebung lassen oft auf Gegenwart von Gips in gewisser Tiefe schließen, den sie wie ein Mantel verdecken.

---

[1]) Pomel: Description et carte géolog. du Massif de Milianah. Public. de la Soc. de Climatologie d'Alger. Paris 1875.

Pomel ist geneigt, die Entstehung dieser unregelmäßigen Gipsmassen speziell im Norden der Provinz Alger an die Eruptionsperiode zwischen seinem Sahélien und dem Quaternär also gegen Ende des Tertiärs zu knüpfen. Die Gipsvorkommnisse im marinen Miocän und Pliocän und im altquartären Süßwasserkalk von Oran und Alger (z. B. am Qued Mélah und an der Tafna) werden jedenfalls pliocän-diluvialen Alters sein und mit der Eruption doleritischer Massen zusammenhängen[1]).

Herr **ERNST NAUMANN** macht im Anschluß an den Harbortschen Vortrag eine vorläufige Mitteilung über ein von ihm am 11. März 1910 besuchtes **Basaltvorkommen im Salzlager des Schachtes der Gewerkschaft Heldburg** bei Leimbach unweit Salzungen.

Hier wurde im Frühjahr 1910 auf der 320 m-Sohle auf einer west-östlichen, nach Osten geneigten Strecke in einer Entfernung von 68 m vom Schacht im Steinsalz ein 0,52 m mächtiger Basaltgang angefahren. Das Ausgehende desselben Ganges war schon früher auf einer anderen, über der genannten ost-westlichen in gleicher Richtung verlaufenden horizontalen Strecke angetroffen worden, und es besteht kein Zweifel, daß es sich um ein und denselben Gang handelt, da beide Vorkommen das Streichen von 21°30′ zeigen. An seinem oberen Ende, das in der oberen Strecke beim Besuch des Verfassers deutlich aufgeschlossen ist, besitzt der Gang am Südstoß eine im allgemeinen abgerundete, auf der einen Seite etwas zackige Endigung; am Nordstoß ist er oben abgerundet und von eckigen Bruchstücken zerspratzten, schlackigen Basaltes umgeben. Nach Süden verschmälert sich der Gang, bis er schließlich ganz auskeilt: Eine südliche Parallelstrecke zeigt den Gang nur noch 2—4 cm mächtig, und eine noch südlichere zeigt an Stelle des Ganges eine aus einem rosafarbenen Salz bestehende Kluftausfüllung, die das gleiche Streichen hat wie der Gang selbst.

Das Gestein ist seiner petrographischen Zusammensetzung nach als ein Feldspatbasalt zu bezeichnen; Einsprenglinge sind Augite und auf Klüften stark serpentinisierte Olivine; die Grundmasse bilden Plagioklasleisten, Augitprismen, Magnetitkörnchen

---

[1]) Blanckenhorn: Die geognostischen Verhältnisse von Afrika. I. Teil: Der Atlas der nordafrikanischen Faltengebirge. Ergänzungsheft 90 zu Petermanns Geogr. Mitt., Gotha 1888, S. 48, 57, 58.

und eine stellenweise reichliche Glasbasis. Ferner findet sich Kalkspat und als schon makroskopisch wahrnehmbarer Einschluß im Gestein Steinsalz, das mandelartig kleinste Hohlräume ausfüllt. Laugt man daher das Gestein mit Wasser aus, so bleibt ein mehr oder weniger schlackiger Basalt übrig.

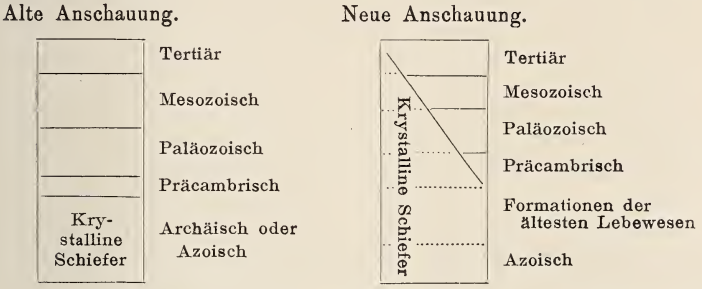
Der Kontakt des Salzes mit dem Basalt bietet keine auffälligen Erscheinungen dar, mit Ausnahme der außerordentlich starken Anreicherung des Salzes mit Kohlensäure. Diese erfüllt das Salz in feinster Verteilung in Form mikroskopisch kleiner Gasbläschen, die unter Druck stehen; denn beim Auflösen des Salzes in Wasser entweicht das Gas mit wahrnehmbaren kleinen Detonationen. Auch bemerkt man beim Auflösen in Wasser einen eigentümlichen Geruch, der auf die Anwesenheit eines Kohlenwasserstoffes schließen läßt.

Dieses Basaltvorkommen liegt mit den beiden Basaltkuppen am Hundskopf bei Hohleborn auf einer geraden Linie, und diese streicht wie unser Gang etwa 21°. Der große Kohlensäurereichtum der Leimbacher Salze wurde schon früher auf basaltische Kohlensäure zurückgeführt, und man vermutete einen Zusammenhang mit dem Basaltausbruch des Hundskopfes. Durch unser Basaltvorkommen erhält diese Ansicht eine wesentliche Stütze. Zugleich ist hiermit erwiesen, daß der Basalt von Leimbach auf einer Kluft empordringend im Salz stecken geblieben ist, und es wird anderseits wahrscheinlich, daß die Basalte am Hundskopf, die die Erdoberfläche erreicht haben, auf derselben nordnordöstlich streichenden Kluft emporgedrungen sind. Es sei hier noch bemerkt, daß ungefähr gleichzeitig Herr Geheimrat Beyschlag im Kalischacht Unterbreizbach ein, wie sich auch durch Begehung über Tage nachweisen ließ, gangförmiges Basaltvorkommen befahren hat, das ebenfalls eine enorme Anreicherung des Salzes mit Kohlensäure aufweist, und daß Herr Dr. Finckh in diesem Basalt Salzeinschlüsse beobachtet hat.

Herr G. BERG sprach dann über **die Entstehung der Orthogneise.**

Die Entstehung der krystallinen Schiefer bildet schon seit langem eines der interessantesten Probleme der petrogenetischen Geologie. Während man früher meist annahm, daß in ihnen die Sedimente der ältesten Epochen unserer Erdgeschichte, der archäischen Zeit, vorliegen, hat sich neuerdings mehr und mehr die Ansicht Bahn gebrochen, daß die krystallinen Schiefer Umwandlungsprodukte normaler Sedimente und Massengesteine sind,

und daß diese Umwandlung in der Regel nur die ältesten Schichten betroffen hat, daß aber ausnahmsweise auch sehr alte Schichten noch nicht metamorph oder sehr junge Schichten schon völlig metamorph sein können. Während man früher glaubte, daß die Grenze zwischen normalen Sedimenten und krystallinen Schiefern an der Basis des Cambriums liege, weiß man jetzt, daß sie die Reihenfolge der Formationen sozusagen schräg durchsetzt, so daß noch ein kleiner Teil des Tertiärs den krystallinen Schiefern zufällt, während von den präcambrischen Formationen nur ein kleiner Prozentsatz unmetamorph geblieben ist. Im mittleren Devon und oberen Silur halten sich metamorphe und nicht metamorphe Gesteine ungefähr die Wage, wie etwa nachstehendes Schema der Verbreitung krystalliner Schiefer zeigt.



Die interessanteste und charakteristischste Gruppe der krystallinen Schiefer, die Gneise, hat ROSENBUSCH zuerst in zwei große Gruppen geschieden: in die Paragneise, die aus der Metamorphose von Sedimenten, und die Orthogneise, die aus der Metamorphose von Massengesteinen sichgebildet haben. Letztere erkennt man an ihrem chemischen Bestand, an den endogenen und exogenen Kontakterscheinungen, die sich an ihrem Salband finden, und an der Führung von Nebengesteinseinschlüssen. Es hat sich herausgestellt, daß die granitischen Orthogneise, d. h. die parallelstruierten Modifikationen granitischer Massengesteine, eine außerordentlich weite Verbreitung haben, und über ihre Entstehung ist denn auch in den letzten Jahrzehnten vor allen Dingen der Streit der Meinungen entbrannt. Die älteste und nächstliegende Anschauung ist die, daß die Gneise durch einfache mechanische Zerquetschung aus Graniten entstehen. Dieser Vorgang findet sich in der Tat z. B. dort, wo Granite in der Nähe von Verwerfungen zu schiefrigen Modifikationen ausgewalzt sind. Derartige Verhältnisse sind unter anderen von REINISCH[1]) aus dem Gebiet der Lausitzer Hauptverwerfung beschrieben worden. Der gänzliche Mangel an Zer-

brechungserscheinungen, den das mikroskopische Bild vieler Gneise aufweist, führte zur Entstehung zweier weiterer Theorien, derjenigen einer sog. Krystallisationsschieferung, und derjenigen einer primären Streckung. Die Theorie der Krystallisationsschieferung wurde wohl zuerst von BECKE[2]) aufgestellt und durch zahlreiche Arbeiten dieses Forschers sowie von GRUBENMANN[3]) und VAN HISE[4]) theoretisch wie an praktischen Beispielen eingehend durchgearbeitet. Sie geht davon aus, daß unter der lösenden Wirkung des in jedem Gesteine kapillar oder subkapillar vorhandenen Wassers alle Mineralien einer langsamen Umkrystallisation unterliegen, und daß die dabei neu entstehenden Krystalle (oft sind es besondere, charakteristische, andere Mineralspezies als im ursprünglichen Gestein) sich mit ihren größten Flächen normal zur Richtung des stärksten Druckes einstellen, und daß dadurch eine Paralleltextur des neugebildeten Gesteines entsteht. Diese Theorie hat sich als außerordentlich fruchtbar für die ganze Petrographie der krystallinen Schiefer erwiesen. Nach den Untersuchungen BECKES, GRUBENMANNS und FRANZ EDUARD SUESS'[5]) kann es kaum einem Zweifel unterliegen, daß viele Gneise, z. B. im südlichen Teil der böhmischen Masse, auf diese Weise aus richtungslos körnigen Graniten hervorgegangen sind. Die Theorie der primären Streckung wurde besonders von GÄBERT[6]) seinen Untersuchungen an den Gneisen des Erzgebirges zugrunde gelegt. Auch er bringt Beispiele für die Richtigkeit dieser Theorie. Die Aufschlüsse an der Riesenburg zeigen z. B. einen Lagengneis von pegmatitischem Habitus, der die umschließenden Schiefer durchbrochen und injiziert hat, dessen Lagen zugleich mit dem Schiefer intensiv gefaltet sind, und der dennoch keinerlei innere Zerbrechungserscheinungen aufweist. Die überaus innige parallele Wechsellagerung, welche viele Gneise mit ihren schiefrigen Nebengesteinen verbindet, veranlaßte LEHMANN[7]) zu seiner Theorie der Injektionsgneise. Diese Theorie wurde später von französischen Forschern als Feldspatisation (der Ausdruck stammt von FOURNET[8]) und wurde von BARROIS[9]) wieder aufgenommen) in modifizierter und erweiterter Form weiter ausgebaut. In neuerer Zeit vertritt besonders KLEMM[10]) ähnliche Anschauungen. Es läßt sich in der Tat nicht leugnen, daß gewisse Arten der sogenannten Flammengneise einer vollkommenen Aufblätterung und Durchtränkung dünnblättriger Schiefer durch granitisches Magma allein oder doch fast allein ihre Entstehung verdanken. Einen mehr vermittelnden, alle Entstehungsarten berücksichtigenden Standpunkt nimmt KÜHN[11]) in seiner Untersuchung argentinischer Gneise ein.

Wir sehen also, daß für die Richtigkeit fast jeder der Theorien ein klassisches Beispiel sich anführen läßt, und müssen daraus schließen, daß jeder der angenommenen Prozesse imstande ist, ein granitisches Magma in Gneis überzuführen. Da sich aber die verschiedenen Prozesse nicht gegenseitig ausschließen, so können wir wohl annehmen, daß in der Mehrzahl der Fälle mehrere von ihnen zugleich die Umwandlung herbeigeführt haben. Aufgabe der petrographischen Untersuchung der Orthogneise wird es sein, festzustellen, welche Prozesse in jedem einzelnen Falle gewirkt haben, und inwieweit sie an der Ausbildung der Parallelstruktur als Ursache beteiligt sind.

Die Untersuchung der krystallinen Schiefer im Osten des Riesengebirges machte mich mit einem großen, an allerlei verschiedenen Gneisen sehr reichen Areal krystalliner Schiefer bekannt. Die petrographische Beschreibung aller Gesteine des Gebietes soll in einer ausführlichen Arbeit in den Abhandlungen der Geologischen Landesanstalt mit Karte, Mikrophotogrammen, Analysen usw. später zusammenfassend veröffentlicht werden. Im folgenden gebe ich nur eine kurze Darlegung der Ergebnisse bezüglich der Orthogneise und der Schlußfolgerungen, zu denen mich diese Ergebnisse führten, sozusagen als vorläufige Mitteilung.

Schon in meiner Arbeit über die Magneteisenerzlager von Schmiedeberg wies ich darauf hin, daß die Gneise jenes Gebietes als gestreckte Granite, also als Orthogneise, zu betrachten seien; dies ergiebt sich vor allem aus den häufigen Übergängen in granitisch-körnige Massen und, wie ich neuerdings nachweisen konnte, durch die Führung eckiger Nebengesteinsbruchstücke. Makroskopisch finden sich echte körnige Granite, Blauquarz-Granite, Augengneise, ebenschiefrige Lagengneise, schlierige Lagengneise (ohne wesentliche parallele Spaltbarkeit). Auch Flasergneise und langflaserige bis schiefrige Gneise treten auf, nur kurzschuppige Gneise sind so gut wie ausgeschlossen. Die mikroskopische Untersuchung einer großen Zahl von Dünnschliffen ergab die verschiedensten Texturen: Parallele und körnige Gesteine, beide teils mit, teils ohne Kataklase, lang hingestreckte Glimmerflasern und Sericithäute, und kurze $\parallel \sigma$ (der Schieferungsebene) gestreckte Glimmerputzen, einheitliche Gesteinsmassen und solche, die einen wesentlichen Wechsel ihrer Beschaffenheit an verschiedenen Stellen des Schliffes (meist in verschiedenen parallelen Lagen angeordnet) zeigten.

Die granitisch-körnigen Massen sind meist sehr grobkörnig. Nur selten zeigen sie u. d. M. völlig unverletzte Krystallindividuen, meist ist bereits durch mechanischen Druck eine

weitgehende Kataklase eingetreten. Diese mikroskopische Kataklase kann man den Gesteinen meist auch mit unbewaffnetem Auge schon ansehen. Ihre Struktur zeigt ein eigenartiges, wie verschwommen erscheinendes Bild, und die Quarze sind meist von intensiv blaugrauer Färbung. U. d. M. sind diese Blauquarze von Myriaden kleiner Flüssigkeitseinschlüsse durchsetzt, die in kreuz und quer das Mineral durchziehenden Ebenen (verheilten Rissen) angeordnet sind. Die Kataklase kann bis zur vollständigen Zerstückelung aller Gemengteile gehen. Meist findet sich indessen bei weitgehender Zerpressung eine andere Erscheinung, welche auf ein seitliches Ausweichen der gepreßten Massen schließen läßt. In dem feinkörnigen Splitterhaufwerk finden sich lang hingestreckte, aber dennoch beiderseits ausklingende Quetschzonen, in denen die Feldspate nicht nur zersplittert, sondern zu sericitischen Massen zermalmt sind. Meist sind diese Zonen durch die Glimmerkrystalle und Glimmerputzen des Granites verursacht; sie entsprechen aber nicht deren Lage, sondern sind sämtlich untereinander parallel und normal zur Druckrichtung orientiert. Wellenförmig schmiegen sie sich nur um die größeren, noch nicht zerstückelten Gemengteile herum, und so entstehen mehr oder weniger gestreckte Augengneise, deren Augen oft, wenn der Granit sehr grobkörnig war, bis Faustgröße erreichen. Diese Sericitsträhne, in denen auch die spärlichen zerfetzten Biotitreste liegen, sind keineswegs unabhängige einfache Dislokationsklüfte mit begleitenden Zermalmungserscheinungen, sie sind vielmehr als beiderseits in der kataklastischen Splittermasse verklingende Zonen verstärkten seitlichen Ausweichens, als Gleitflasern [REINHARD[12])], zu betrachten. Zwischen ihnen sind die Gemengteile zu langen linsenförmigen Trümmeraggregaten ausgezogen, und auch diese Trümmerlagen schmiegen sich den rundlichen Umrissen der augenförmig erhaltenen größeren Feldspate an. Eine noch weitergehende Zerquetschung des ganzen Gesteins, welche zur Ausbildung von fast reinen, nur mit feinstem Quarzstaub durchsetzten Sericitschiefern führen würde, läßt sich in unserem Gebiet nur an einzelnen Handstücken, nicht an Arealen nennenswerter Größe nachweisen. Dagegen treten uns in vielen Schliffen die deutlichsten Spuren wesentlicher Neubildungen entgegen. Die Feldspatareale und besonders die Quarzareale sind zu einheitlichen Individuen oder Gruppen solcher regeneriert. Oft passen sich die Feldspate den neuen Verhältnissen unter Umbildung zu Mikroklin, Mikroperthit und Mikroklinmikroperthit an. In den Strähnen vereinigen sich die feinschuppigen Glimmerblättchen zu neuen größer individuali-

sierten Massen. Auch der Biotit regeneriert sich, so daß an Stelle der Ausweichzonen unregelmäßig großblättrige Glimmerflasern entstehen, eine Erscheinung, auf die LEHMANN[7]) schon hinwies. Auch in den rein kataklastischen Graniten ohne Sericitsträhne finden sich deutliche Neubildungen, wie wir schon an den ausgeheilten Quersprüngen der Blauquarze erkannten. Die Feldspate zeigen bisweilen regenerierte Ränder, aber die Neubildungen bleiben doch gegen die Kataklase sehr im Hintertreffen, so daß es erklärlich ist, wenn wir Gesteine mit reiner Krystallisationsschieferung, also mit einzelnen, aber parallel gestellten Glimmerblättern, schuppige Gneise, in unserem Gebiet nicht auffinden.

Betrachten wir, wie sich bei den verschiedenen Umwandlungsprodukten des Granites die allerdings recht spärlichen Einschlüsse verhalten, so sehen wir, daß sie im Kataklasgranit noch ihre eckige Form behalten. Beim Eintreten der Quetschungszonen können wir in günstigen Fällen sehen, wie diese als Verwerfungsklüfte die Grenzen der Einschlüsse verschieben. Meist allerdings sind die Einschlüsse, die ja aufgeblätterte und abgebrochene Schieferschollen sind, schon von Natur mit ihren Längsflächen normal zur Druckrichtung, also $\| \sigma$, gelagert, so daß Verwerfungen nicht eintreten können. Geht die Quetschung noch weiter, so werden die Einschlüsse zu linsenförmigen Massen ausgewalzt, die, wenn sie, wie in unserem Falle meistens, aus Biotithornfels bestanden, als ein Chloritquarzaggregat sich darstellen. Neukrystallisation läßt sie zu Biotitquarzschiefern werden, und zwar zu flaserigen, wenn wesentlich mechanische Kräfte mitwirkten, zu kurzschuppigen, wenn vorwiegende Krystallisationsschieferung vorhanden war.

Ein großer Teil der Gesteinstypen läßt sich also erklären als durch mechanische und chemische Umwandlung aus gleichkörnig-granitischen Gesteinen entstanden. Es finden sich aber auch Gesteinsarten, die eine solche Erklärung nicht ohne weiteres zulassen. Von besonderem Interesse ist hier eine Varietät, welche besonders in den randlichen Teilen der Gneisgebiete verbreitet ist, und die ich im folgenden kurz als schlierige Gneise bezeichnen will. Diese Gesteine, im östlichen Riesengebirge meist von pegmatitischer Mineralzusammensetzung, also mit wenig und vorwiegend muscovitischem Glimmer, zeigen weder dem bewaffneten noch dem unbewaffneten Auge irgendwelche mechanische Deformationen. Auch sind die Mineralien keineswegs mit ihren Längsrichtungen gleichsinnig orientiert, und dennoch zeigen sie eine deutliche Paralleltextur. Sie wird

bedingt durch einen schon makroskopisch sichtbaren Wechsel von dünnen quarzreichen und feldspatreichen Lagen. Die Lagen sind nicht scharf begrenzt, auch findet keine deutliche schiefrige Absonderung des Gesteins nach diesen Lagen statt. Am Nebengestein gehen die Lagen stets mit der Gesteinsgrenze parallel; eckige Einschlüsse umschmiegen sie augenförmig, und als bester Beweis, daß sie nicht durch eine wieder verheilte Gleitbewegung des Gesteines entstanden sind, kann der Umstand gelten, daß die Einschlüsse völlig ungeschiefert, hornfelsartig und von kleinen Apophysen des granitischen Materiales durchsetzt sind. U. d. M. erkennt man, daß das Gestein aus einem Wechsel von kleinkörnig-feldspatreichen und etwas gröber körnigen, vorwiegend aus Quarz und Muscovit bestehenden Zonen zusammengesetzt sind. Die Mineralien der letzteren Partien stoßen mit außerordentlich zackigen, komplizierten Grenzen aneinander, und besonders sind die Muscovitquerschnitte oft von geradezu bizarrer Form, während die Biotite einfachere Umrisse aufweisen und mehr in den feldspatreichen Lagen sich finden. Die kleinste mechanische Beeinflussung müßte sich in den Quarz-Muscovitpartien durch Zerspringung der Quarze und Verschiebung der Muscovite geltend machen; daß aber keine Krystallisationsschieferung vorliegt, zeigt die Form und Lage der Mineralkörner, deren Längsflächen in allen möglichen Richtungen im Gestein liegen. Die einzig mögliche Erklärung für diese Gesteine ist meines Erachtens die, daß man sie als eine der Fluidalstruktur gewisser Porphyre analoge Fluktuationserscheinung im granitischen Magma, also als eine primäre Streckung, auffaßt. Die quarz-muscovitreichen Schlieren sind dabei als ultrasaure, pegmatitische und z. T. vielleicht halbpneumatolytische Bildungen aufzufassen, worauf besonders das Vorkommen des vielen Muscovites hinzuweisen scheint. Vergleichende Studien an den Gesteinen anderer Gneisareale führten zur Auffindung weiterer Vorkommnisse solcher schlieriger Gneise. Vor allem zeigen die zweifellos primär gestreckten „Pegmatitgneise“ der Riesenburg bei Osseg, die schon eingangs erwähnt wurden, eine ganz ähnliche Struktur. Auch der Lagergranit vom Katzenstein bei Rochlitz, eine vereinzelte Granitintrusion in dem Schiefermantel des sächsischen Granulitgebirges, zeigt ganz ähnlichen, undeutlich lagenförmigen Wechsel von quarzreichen und feldspatreichen Partien.

Es soll nun keineswegs gesagt werden, daß diese schlierigen Gneise die einzigen Abarten seien, welche unveränderte primäre Streckung aufweisen. Es wäre zum Beispiel möglich, daß manche schuppige Gneise, die sich von eugranitischen Ge-

steinen nur durch die parallele Lage der Glimmerblätter unterscheiden, primär gestreckt sind, d. h. so, wie sie jetzt vorliegen, aus dem Schmelzfluß herauskrystallisierten. Aber es ist doch immerhin noch nicht bewiesen, daß ein einseitiger Druck, ein Streß im Sinne BECKEs und GRUBENMANNs, innerhalb einer, wenn auch vielleicht sehr viskosen Flüssigkeit existieren kann, ohne sich in allseitigen hydrostatischen Druck umzusetzen. Denkbar und wahrscheinlich wäre ein einseitiger Druck nur dann, wenn er lokal wirkt und die Flüssigkeit von den Stellen stärkeren Druckes nach denen schwächeren Druckes ausquetscht. Dann entsteht aber eine Bewegung in der Flüssigkeit, und das Ergebnis muß ein den Fluidalstrukturen der Porphyre ähnliches sein, wie es zwar in einem schlierigen Lagengneis, nicht aber in einem gleichmäßig schuppigen Gneise vorliegt. In den meisten schuppigen Gneisen zeigen uns übrigens die Mineralisation (das oft reichliche Vorkommen von Granat, Mikroperthit, Myrmekit usw.) sowie gewisse Eigenheiten der Struktur (verheilte Streckrisse, verheilte Kataklasen, regenerierte Feldspate), daß sie einer starken Neukrystallisation unterlegen haben. Zuvörderst und bis zum Beweise des Gegenteils sind wir daher wohl berechtigt, von jedem schuppigen Orthogneis anzunehmen, daß er durch Krystallisationsschieferung ohne wesentliche mechanische Streckung aus granitischem Gestein hervorgegangen sei. Ähnliches wie vom schuppigen gilt vom flaserigen Gneise. Die Flasern zeigen niemals einen an Fluidalstruktur erinnernden Bau und lassen sich durch Krystallisationsschieferung unter gleichzeitigem Eintreten mechanischer Ausweichbewegung so ungezwungen erklären, daß wir, auch wenn die mineralogischen und strukturellen Anzeichen der Krystallisationsschieferung nicht nachweisbar sind, uns für berechtigt halten können, eine rein primäre Streckung zunächst nicht anzunehmen. Gneise mit lang sich hinziehenden Sericithäuten sind selbstverständlich mechanisch beeinflußt. Dasselbe könnte man von allen Gesteinen mit inneren Zerbrechungen annehmen. Diejenigen Forscher, welche der primären Streckung einen sehr weitgehenden Einfluß bei der Entstehung der Gneise einräumen, pflegen indessen solche Zerbrechungen gern als Anzeichen einer Protoklase zu betrachten. Verf. muß gestehen, daß er diesen Anschauungen recht skeptisch gegenübersteht. Der Begriff der Protoklasstruktur wurde zunächst für gewisse porphyrische Gesteine eingeführt, in denen die Gemengteile der älteren Generation nicht als wohlgebildete Krystalle oder als Resorptionsreste solcher, sondern als deutlich mechanische Bruchstücke von der normal entwickelten Grundmasse um-

schlossen werden. Der Begriff der Protoklase setzt also das Auftreten von zwei Krystallgenerationen oder doch zum mindesten von zwei in sehr streng getrennten Perioden auskrystallisierten Mineralkomponenten voraus. Man wäre wohl berechtigt, einen Granit als protoklastisch anzusprechen, wenn die Feldspate zerbrochen, die Quarze aber noch völlig intakt wären. Die außerordentlich leichte Möglichkeit einer Neubildung von Quarz aber, die sich uns auf Schritt und Tritt zeigt, läßt hier höchste Vorsicht geboten sein. Die langsame Erstarrung und die große Mineralisationskraft des Granites macht es auch recht unwahrscheinlich, daß die Feldspatbruchstücke als solche in der zuletzt sich ausscheidenden Quarzmasse erhalten bleiben; es ist vielmehr viel wahrscheinlicher, daß sie zu kleineren neuen Krystallen noch vor der Einbettung ausheilen. Ein ähnlicher Prozeß wie der eben angedeutete liegt vielleicht der Bildung der schlierigen Gneise zugrunde, indem hier ein Krystallbrei von Feldspaten während des langsamen Fließens durch die quarz- und muscovitbildenden pegmatitischen „Endlaugen“ durchtränkt und verkittet wurde.

Nachdem wir in den schlierigen Gneisen primär gestreckte Granitmodifikationen erkannten, fällt es uns nicht schwer, deren durch Zertrümmerung und Neukrystallisation entstandene Umwandlungsprodukte aufzufinden. Bei Arnsberg finden sich in unserem Gebiet nahe der Schiefergrenze Gesteine, welche noch keine deutliche Parallelabsonderung, aber dennoch eine sehr starke und feine, an Granulite erinnernde Lagenstruktur aufweisen. U. d. M. zeichnen sie sich durch sehr starke Kataklase ohne Quetschungserscheinungen aus. Wir sind wohl berechtigt, sie als dem Stadium der Blauquarzgranite entsprechende Modifikation der schlierigen Gneise zu betrachten. Ebenplattige, leicht spaltbare Schiefer mit weit ausgedehnten Sericithäuten $\parallel \sigma$ sind offenbar die Produkte weitergehender, mit Quetschung und seitlichem Ausweichen verbundener Umformung dieser Gesteine. Es ist ohne weiteres klar, daß die schlierigen Gneise vermöge ihres Aufbaues aus feldspatreicheren und quarzreicheren Lagen, also aus Lagen, die gegen Druck verschieden widerstandsfähig sind, ganz besonders leicht der mechanischen Umformung unterliegen. Hiermit stimmt es überein, daß die wohlerhaltenen schlierigen Gneise recht selten sind. Da die primäre Streckung ganz besonders in den randlichen Gebieten der Gneisareale auftritt, so kann es uns auch nicht wundern, wenn wir am Rande eine im allgemeinen viel stärkere Parallelstruktur der Gneise finden als in den mittleren Partien.

Die Zermalmung der primär gestreckten Gneise zu eigentlichen Sericitschiefern ist in unserem Gebiet nur ganz selten zu sehen. Diese Schiefer unterscheiden sich von den aus zermalmtem Granit entstandenen nur durch ihre ebenplattige Schieferung. Ähnliches gilt von den unter wesentlicher Neubildung entstandenen Äquivalenten des Flasergneises. Wir können erwarten, hier eine mehr schiefrige als flaserige Textur vorzufinden.

Produkte reiner Krystallisationsschieferung finden wir, wie schon bemerkt wurde, in unserem Gebiete nicht. Wir müßten erwarten, daß aus solchen schlierigen Graniten (bzw. Orthogneisen) Gesteine hervorgehen, welche dünnlagigen Wechsel von verschiedenen bald glimmerreicheren, bald glimmerärmeren Abarten zeigen, bei kurzschuppiger Textur und sekundärer Mineralisation (Mikroperthit, Granat, Cyanit, Andalusit usf.). Es ist sehr wahrscheinlich, daß uns solche Gesteine z. B. in den Granuliten vorliegen. Schon Credner[13]) und Gäbert[6]) wiesen auf allerlei Wahrscheinlichkeitsgründe hin, die dafür sprechen, daß die Granulite des sächsischen Mittelgebirges die primär gestreckten Randpartien eines in zentralen Teilen als Biotitgneis erhaltenen Granitmassives darstellen. Auf Grund vorstehender Betrachtung komme ich also zu demselben Ergebnis, nur, daß ich für die Granulite nicht die Ausscheidung aus dem Magma in der Form, wie sie jetzt vorliegen, voraussetze (welches Magma vermöchte feinfasrigen Mikroperthit neben Cyanit usw. auszuscheiden?), sondern weitgehende Umformung eines ursprünglichen Schlierengranites durch Krystallisationsschieferung annehme.

Betrachten wir nun den Einfluß, welchen eine weitgehende Intrusion und Aufblätterung des schiefrigen Nebengesteins, Amphimixis [Gürich[14])], auf die Ausbildung der Gneise hat. Zunächst ist klar, daß die fluidale Schlierenbildung zwischen den Schieferblättern deren Streichrichtung parallel verlaufen muß. Es entsteht also eine hochgradige Konkordanz mit auskeilender Wechsellagerung zwischen Gneis und Schiefer, die durch weitere mechanische und chemische Umsetzung nur noch verstärkt wird. Findet zugleich mit der Intrusion eine Resorption [Diapepsis, Gürich[14])] statt, so bilden sich aus den dünneren Schieferblättern basische oder saure Schlieren, die sich ebenfalls der allgemeinen Konkordanz einfügen. Da durch Diffusion die Grenzen der basischen Schlieren unscharf werden, entstehen Flammengneise im Sinne Lehmanns. Bei hinzukommender metamorpher Umformung ist dann das Endprodukt ein Flasergneis mit chemisch abweichenden Gesteinslinsen.

Verteilt sich das resorbierte Material über weite Gebiete des Granitmagmas, so kann dieses eine chemisch abweichende Randfacies erhalten. Derartige Erscheinungen lassen sich z. B. in den östlichen Gneisgebieten bei Städt. Dittersbach sehr deutlich beobachten. Der Gneis, der hier amphibolitische Gesteine durchsetzt, ist mehrfach randlich durch basische Hornblendegneise, und selbst durch Gabbroschiefern nahestehende Modifikationen vertreten.

Wenn im vorstehenden von mineralischer und mechanischer Umformung granitischer Gesteine nach deren Erstarrung die Rede war, so soll damit keineswegs gesagt sein, daß diese Prozesse völlig unabhängig von der Intrusion, sozusagen später einmal zufällig, eintreten. Wir sehen, daß Intrusionen meist mit der Auffaltung großer Gebirgssysteme verbunden sind. Es ist sehr wahrscheinlich, daß der gebirgsbildende Druck auch nach der Erstarrung des Magmas noch fortwirkt. Ebenso können wir annehmen, daß ein großer Teil der Umkrystallisationen noch unter der Nachwirkung der Erhitzung des Granites und seiner Umgebung erfolgte. Der Vorgang der Tiefenmetamorphose, der bei Sedimenten erst nach Begrabung unter gewaltigen jüngeren Schichtenkomplexen eintritt, ist also für Granite von vornherein gegeben, solange nicht durch eruptive Verbindung des Magmaherdes mit der Oberfläche starke Druckentlastung, Wärmekonvektion und Entgasung möglich ist. Hierauf beruht wohl die Häufigkeit von Orthogneisen im Gegensatz zu Sedimenten, die reine Tiefenmetamorphose, d. h. Metamorphose ohne Nachbarschaft plutonischer Gesteine, erkennen lassen.

Auch die mechanische und chemische Umformung sind keineswegs so zu denken, daß sie voneinander getrennt zu verschiedenen Zeiten wirken; sie gehen vielmehr von Anfang an Hand in Hand, und was die eine erzeugt, wird von der anderen gleichzeitig umgewandelt. Mechanische Umformung allerdings kann nur so lange wirken, als eine Kompression eventuell unter seitlichem Ausweichen der Gesteinskörper noch möglich ist. Die chemische Metamorphose ist an die wesentliche Erwärmung des okkludierten Wassers gebunden. Diese aber wird um so länger anhalten, in je größerer geothermischer Tiefe das Magma erstarrte.

Fassen wir alle Erscheinungen von der Intrusion des flüssigen Magmas bis zum Aufhören der Druckkräfte und bis zur völligen Erkaltung des Gesteines zusammen, so wird allerdings der weitaus größte Teil der Gneisentstehung in dieser Periode stattfinden (kleine Umformungen sind in jedem Gestein zu jeder Zeit im Gange). Für den Gesamtkomplex können

wir dann die von WEINSCHENK[15]) gewählte Bezeichnung Piezokrystallisation sehr wohl anwenden. Daß aber die ursprüngliche Krystallisation aus einem flüssigen Magma unter Druck (der nur ein hydrostatischer sein kann) wesentlich andere Strukturen erzeugt als unter normalen Verhältnissen, ist bisher nicht sicher erwiesen und ist eine Hypothese, deren Heranziehung, soweit man bisher die Dinge überschauen kann, nicht unbedingt nötig erscheint.

Fassen wir die verschiedenen Entstehungsarten der Orthogneise und die daraus resultierenden Strukturen in einem Schema zusammen, so ergibt sich folgendes Bild, wobei a die gleichmäßig körnig erstarrten, b die unter paralleler Schlierenbildung bzw. primärer Streckung erstarrten Gesteine umfaßt. Zwischen beiden Gruppen sind selbstverständlich Übergänge vorhanden.

→ zunehmende Krystallisationsschieferung

↓ zunehmende mechanische Auswalzung		
Urzustand	a) Granite b) Schlierige Gneise (hierher Flammengneise)	a) Schuppige Gneise b) Schuppige Lagengneise (hierher Granulite)
Zerbrechung	a) Blauquarzgranite b) Kataklastische Lagengneise	
Zerquetschung	a) Augengneise b) Serizitische Lagengneise	a) Flaserige Gneise b) Schiefrige Gneise
Zermalmung	a), b) Manche Sericitschiefer	a), b) Manche Muscovitschiefer

Zu den Bezeichnungen dieser Tabelle ist zu bemerken:

Schlierige Gneise: Bei normalen Gesteinen schlieriger Wechsel von feldspatreicheren und feldspatärmeren Partien, bei weitgehender Nebengesteinsintrusion oft mit parallelen Hornfelsblättern, bei gleichzeitiger Resorption mit parallelen sauren oder basischen Schlieren (Flammengneise).

Blauquarzgranite: Granite mit makroskopisch verwaschen erscheinender Textur, Kataklase, und meist mit Blauquarz.

Kataklastische Lagengneise: Ebenschiefrig, äußerlich oft granulitähnlich.

Augengneise: Bei prophyrartiger Ausbildung der Granite einzelne Augen in feinkörnig kataklastischer Grundmasse; bei gleichkörniger Ausbildung dichtgedrängte Augen mit wenig feinkörnigem Cement, welches, da es aus der Zerquetschung anderer den Augen an Größe nahe stehender Gemengteile hervorging, aus langen mikroskopischen Linsen von vorwiegendem Quarz oder vorwiegendem Feldspat oder aus Glimmer- bzw. Sericitflasern besteht und dadurch lagengneisartig werden kann.

Sericitische Lagengneise: Die ebenen Schieferungsflächen sind mit zusammenhängenden Sericithäuten belegt. Bei Intrusion und Resorption des Nebengesteins finden sich chemisch abweichende Lagen.

Sericitschiefer gehören nur hierher, wenn sie durch vollkommene Zermalmung der Feldspate aus Granit bzw. Orthogneis entstanden sind, im Falle a sind sie mehr schuppig, im Falle b mehr ebenschiefrig.

Schuppige Gneise: Scheinbar holokrystalline, wie der Mineralbestand und Einzelheiten der Struktur zeigen, aber holoblastische Granitgesteine, deren Glimmer sämtlich parallel gelagert sind.

Schuppige Lagengneise: Den vorigen ähnlich, aber von lagenweise wechselndem chemischen Bestand und der Mineralisation tiefenmetamorpher Gesteine. Oft mikroperthit- und granatreich mit lagenweise wechselndem Biotitgehalt (Granulite).

Flaserige Gneise: Diese Gruppe, bei deren Entstehung alle in Frage kommenden Faktoren in ungefähr gleichem Maße mitgewirkt haben, bildet die große Hauptmasse der Gneise. Sie ist mit allen anderen Klassen durch Übergänge verbunden.

Schiefrige Gneise: Nur, wenn die parallele Schlierenbildung des Ausgangsmateriales ziemlich grob war, bleibt sie als dünnblättriger Wechsel chemisch verschiedener Lagen erhalten.

Muscovitschiefer: Natürlich nur solche, die nachweislich durch die Auswalzung granitischer Massen entstanden sind.

Zusammenfassung.

Einfache Kataklase eines Granites bewirkt in den Gneisen des östlichen Riesengebirges noch keine Paralleltextur.

Sekundäre Paralleltextur wird in diesen Gesteinen erst erzeugt durch ein seitliches Ausweichen der Gesteinsmassen, Differentialbewegung auf untereinander parallel und normal zur Druckrichtung gelegenen Rutschflächen.

Während des Quetschungsprozesses, besonders aber nach Abschluß desselben findet eine Neukrystallisation unter einseitigem Druck statt, welche die Kataklase verheilt und die feinschuppigen Quetschungszonen zu großblättrigen Glimmerflasern umwandelt.

Hat die Neukrystallisation ihr Endziel erreicht, so entstehen parallelstruierte Gesteine ohne Anzeichen gewaltsamer Streckung von scheinbar holokrystallinem in Wirklichkeit aber, wie auch der Mineralbestand oft ausweist, holoblastischem Gefüge. Sie können ganz den Eindruck primär gestreckter Gesteine machen.

Es gibt im Schmiedeberger Gneisgebiet auch Orthogneise, welche eine Parallelstruktur durch primär lagenförmigen Wechsel in der relativen Beteiligung der Gemengteile aufweisen.

Diese Gesteine sind für die Entstehung einer mechanischen Umformung infolge ihrer lagenweisen wechselnden Widerstandskraft besonders empfänglich, um so mehr, als die primäre Streckung parallel der Grenzen der intrudierten Schiefer und damit senkrecht zu der zu erwartenden Druckwirkung verläuft.

Da die primäre Parallelstruktur meist in den randlichen Teilen der Intrusivmassen auftritt, so weisen die Gneismassen meist in den randlichen Partien wesentlich stärkere Schieferungserscheinungen auf, als in den oft noch granitisch- körnigen mittleren Partien.

Tritt keinerlei mechanische und chemische Deformation auf, so entstehen zentral granitische Gesteine, randlich schlierige Gneise und bei starker Intrusion und Resorption Flammengneise (Adergneise).

Beim Hinzukommen kataklastischer Zertrümmerung bilden sich zentral Blauquarzgranite, randlich kataklastische Lagengneise.

Kommt innere Zerquetschung hinzu, so entstehen zentral (neben Blauquarzgraniten) Augengneise, randlich Lagengneise mit Sericithäuten.

Bei gleichzeitiger Ausheilung und Zerquetschung durch Krystallisationsschieferung entwickeln sich zentral granitische bis flaserige, randlich schiefrige Gneise.

Überwiegende Krystallisationsschieferung erzeugt zentral schuppige bis granitisch-körnige Massen, randlich lagenförmig kurzschuppige Gesteine (Granulite und Biotitgranulite).

Literatur.

1. Reinisch: Druckprodukte aus Lausitzer Biotitgranit. Habilitationsschrift, Leipzig 1902.
2. Becke: Gneisformation des Niederösterreichischen Waldviertels. Sitz.-Ber. Wiener Akad. 1892.
   — Über die Beziehungen zwischen Dynamometamorphose und Molekularvolumen. Wiener akad. Anzeiger 1896.
   — Über Mineralbestand und Struktur der krystallinen Schiefer. Sitz.-Ber. Wiener Akad. 1903.
3. Grubenmann: Die krystallinen Schiefer I. Berlin 1904.
4. van Hise: Treatise on Metamorphism. U. S. Geol. Survey, Monographs 47.
5. F. E. Suess: Beispiele blastischer und krystalloblastischer Gesteinsumformung. Mitteil. Geol. Ges. Wien 1909.
6. Gäbert: Die Gneise des Erzgebirges und ihre Kontaktwirkungen. Diese Zeitschr. 1907, A. S. 308.
7. Lehmann: Untersuchung über die Entstehung der altkrystallinen Schiefergesteine usw. Bonn 1884.
8. Fournet: An. de Chim. et de Physique, Bd. **60**, 1835.
9. Barrois: Comptes rendus du Congrès Géologique Internat. Paris 1900. Excursion dans la Bretagne.
10. Klemm: Bericht über Untersuchungen an den sog. Gneisen usw. der Tessiner Alpen. Sitz.-Ber. Akad. d. Wissensch. Berlin 1904 und 1906.
    — Über einige typische Fälle von granitischen Injektionen. Notizbl. Ver. f. Erdk. u. d. Geol. Landesanst. Darmstadt, N. F., Heft 25.
11. Kühn: Untersuchungen an altkrystallinen Schiefergesteinen aus dem Gebiete der argentinischen Republik. N. Jahrb. Min., Beil.-Bd. VII.
12. Reinhard: Der Coziagneiszug in den rumänischen Karpathen. Inaug.-Diss. Zürich 1906.
13. Credner: Die Genesis des sächsischen Granulitgebirges. Leipzig. Renuntiationsprogramm, 1906.
14. Gürich: Granit und Gneis, ein Beitrag zur Lehre von der Entstehung der Gesteine. Himmel und Erde 1905.
15. Weinschenk: Dynamométamorphisme et Piézocrystallisation. Congrès Géologique Internat. Paris 1900, S. 326.

Zur Diskussion sprechen Herr Scheibe und der Vortragende.

v. w. o.

Beyschlag. Zimmermann. Belowsky.

Druckfehlerberichtigungen.

Seite 68 Zeile 27 von oben lies „*pilosa*“ statt „*pitosa*“.
- 83 Zeile 2 von unten lies „*T. Riepeli*“ statt „*J. Riepeli*“.
- 91 Zeile 12 von unten lies „*Plectignathi*“ statt „*Plectgnathi*“.
- 130 Zeile 7 von oben lies „*Scirpus lacustris*“ statt „*Scirpus-lacustris*“.
- 131 Zeile 21 von oben lies „Sphagneen“ statt „Sphagneenen“.
- 207 Zeile 11 von oben lies „Schichtenreihe“ statt „Schichtenreiche“.
- 256 Zeile 2 von oben lies „*parcedentata*“ statt „*percedentata*“.
- 392 Zeile 24 von oben lies „Tonna“ statt „Tonn“.
- *87* Zeile 2 von unten lies „TORNIER“ statt „TORNQUIST“.
- *145* Zeile 9 von unten lies „*Subdeltoidea*“ statt „*Suldeltoidea*“.
- *165* Zeile 16 von unten lies „Magnetitkryställchen“ statt „Magnetkryställchen“.
- *323* Zeile 3 von oben lies „Emmerleffkliffs“ statt „Emmerheffkliffs“.
- *334* Zeile 19 von oben lies „Brokeloh“ statt „Brokehoh“.
- *389* Zeile 3 von oben lies „nördlich“ statt „südlich“.
- *401* in der Erklärung zu Figur 6 und
- *402* in der Überschrift der Bohrtabellen lies „Hohe Ward“ statt „Hohe Mark“.
- *602* Fußnote lies S. *456—458* statt S. *573—574*.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft

Jahr/Year: 1910

Band/Volume: 62

Autor(en)/Author(s):

Artikel/Article: Monatsberichte der Deutschen geologischen Gesellschaft 265-358