

Ein Karsttrichter ist normalerweise wasserleer. Ein Maar ist ein wassergefüllter Explosionstrichter ohne vulkanische Festprodukte, die Erklärung P.H.s widerspricht also wie das Folgende der Geologie.

Die Gebirgszonen Griechenlands sind nach Herrn P.H. von ihm, nicht von C. RENZ aufgestellt, „was letzterer anzuführen meist vergißt“. In PHILIPPSON's Peloponnes findet sich aber weder der Begriff der Trias, einer weitverbreiteten z. T. äußerst versteinierungsreichen Formation, noch der der Dyas. Auch das Karbon ist in Attika, die Unterkreide im Peloponnes von RENZ, in Attika von dem Genannten und von mir aufgefunden worden. Diese ganze Reihe von Formationen war also Herrn P.H. in Hellas unbekannt. Sollten also die Gebirgszonen P.H.s mit den RENZ'schen zusammenfallen, so hat sich ihr geologischer Inhalt — auf den es in einer geologischen Darstellung allein ankommt — von Grund aus geändert.

## 19. Hebung und Faltung im sogenannten Schollengebirge.

Von Herrn HANS STILLE.

Im Felde vor Nieuport, im Juli 1916.

### Inhalt.

- I. Die Diskussion über den „Senkungsmechanismus“.
- II. Der Begriff „Faltung“.
- III. Radiale und tangentielle Bewegung.
- IV. Kompression und sekundäre Lockerung.
- V. Bruchfaltung und Biegefaltung.
- VI. Diaklase und Paraklase.

### I. Die Diskussion über den „Senkungsmechanismus“.

Nach eingehender Diskussion über die jüngere (saxoni-sche) deutsche Gebirgsbildung war auf der Versammlung der Deutschen Geologischen Gesellschaft zu Greifswald im August 1912<sup>1)</sup> die angeblich ziemlich übereinstimmende Meinung der Teilnehmer an dieser Versammlung von dem Vor-

<sup>1)</sup> Diese Zeitschrift f. 1912, Bd. 64, Monatsber. S. 477 ff.

sitzenden F. FRECH dahin zusammengefaßt worden, daß „entgegen der Annahme einer saxonisch-kimmerischen Faltung der Gebirgsbau Mittel- und Norddeutschlands in mesozoischer und nachmesozoischer Zeit von Senkungsercheinungen, wie E. SUESS sie angenommen hatte, beherrscht wird.“ Anknüpfend an diese Verhandlungen, an denen teilzunehmen ich verhindert war, habe ich in einem „Die saxonische Faltung“<sup>1a)</sup> betitelten Aufsätze in teilweiser Wiederholung älterer Ausführungen die aus dem Boden Deutschlands klar herauszulesenden Tatsachen, die ein vernichtendes Urteil gegen die in Greifswald aufs Schild erhobene Senkungstheorie sprechen, auseinandergesetzt und dabei namentlich gezeigt, daß in den tektonischen Phasen, d. h. in denjenigen Zeiten, in denen die „Senkungen“ eingetreten sein sollen, die angeblich gesunkenen Schollen aufwärts bewegt worden sind. Ich habe in diesem Aufsätze die vertikale Bewegungsrichtung des sich in Schollen auflösenden und dabei weithin die Form von Mulden und Sätteln annehmenden Inhaltes der deutschen Sedimentationsbecken deswegen in den Mittelpunkt der Diskussion gestellt, weil hierin eben der Kern der ganzen Frage liegt; dieser Ansicht war man ja auch in Greifswald, indem man die abwärtige Bewegungsrichtung entgegen der Annahme einer „Faltung“ ins Feld führte.

Der eigentliche Wortführer der Gegnerschaft gegen die saxonische „Faltung“ war in Greifswald R. LACHMANN gewesen, der auch schon in älteren Arbeiten immer wieder mit Nachdruck den Senkungsmechanismus im SUESS'schen Sinne als das Prinzip der jüngeren deutschen Gebirgsbildung vertreten hatte. Was durch meine älteren Ausführungen gegen diesen Senkungsmechanismus<sup>2)</sup> anlässlich einer Stellungnahme zu der LACHMANN'schen Vorstellung einer „autoplasten“ Formung der Salzmassen<sup>3)</sup> nicht erreicht

1a) Diese Zeitschrift f. 1913. Bd. 65. Monatsber. S. 575 ff.

2) H. STILLE: Die Faltung des deutschen Bodens und des Salzgebirges. Zeitschr. Kali, 5. Jahrg. 1911. Heft 16/17.

3) LACHMANN nimmt jetzt mit ARRHENIUS an, daß die spezifisch leichten Salzmassen durch isostatische Kräfte passiv herausgepreßt worden sind, — meint allerdings HARBORT gegenüber (Salzauftrieb, dritte Folge, S. 80), daß er trotzdem an der Vorstellung der Autoplastie der Salzmassen festhalten müsse. Ja er meint sogar, das allgemeine Bild des Phänomens sei von ihm „bereits von Anfang an im Sinne der endgültigen ARRHENIUS'schen Lösung skizziert worden“. Ich bin aber mit HARBORT der Meinung, daß die nach LACHMANN „endgültige“ — vielleicht würde

worden war, hat nunmehr der Aufsatz über die saxonische „Faltung“ bewirkt, — denn nunmehr gibt auch LACHMANN das Aufsteigen der Schollen in den tektonischen Phasen, z. B. am Ende der Jurazeit, gegenüber seinen älteren Ausführungen über den ausschließlich wirksamen Senkungsmechanismus zu; damit wird aber der ganze Inhalt der Greifswalder Resolution gegen die saxonische „Faltung“ von ihrem eifrigsten Verfechter desavouiert.

Dies geschieht in einem Aufsätze LACHMANN's, betitelt „Zur Klärung tektonischer Grundbegriffe“.<sup>4)</sup> Er führt den Untertitel „Eine Entgegnung auf STILLE'S „Saxonische Faltung“, und doch findet sich in dieser „Entgegnung“ die Zustimmung zu dem Kernpunkte dessen, was in der „Saxonischen Faltung“ geschrieben steht. Das nördliche Randgebiet der Rheinischen Masse (Gebiet der Eggeketten) ist nämlich nunmehr auch nach LACHMANN im Ausgange der Jurazeit in Bruchstreifen emporgehoben (S. 230).<sup>5)</sup>

sich eine etwas vorsichtigeren Verwendung dieses Wortes empfehlen! — ARRHENIUS'sche Lösung so ziemlich auf das Gegenteil dessen hinauskommt, was LACHMANN früher angenommen hatte, — denn ein „Ekzem“, das durch isostatische, d. h. also tektonische Kräfte hochgepreßt wird, ist nicht, wie es früher hieß, „ohne Mitwirkung der Tektonik“ zu erklären; höchstens dürfte LACHMANN nunmehr sagen, daß außer dem tektonischen Auftriebe auch noch autoplaste Umformungen innerhalb der Salzmassen eingetreten seien, wie die thermometamorphen Vorgänge infolge zunehmender Hangendbedeckung, auf die hingewiesen zu haben ein besonderes Verdienst LACHMANN's ist.

<sup>4)</sup> Diese Zeitschrift für 1914, Bd. 66. Monatsber. S. 227 ff.

<sup>5)</sup> Dieses sagt LACHMANN in einer Diskussion gegen meine Auffassung, daß das Gebiet der Eggefalten nicht nur gegenüber dem ozeanischen Spiegel, sondern auch gegenüber der Rheinischen Masse bei der kimmerischen Faltung herausgehoben worden sei. In dieser Diskussion gegen mich beruft sich LACHMANN — auf mich selbst, und zwar auf eine Bemerkung in der 1905 erschienenen Arbeit über „Dislokationen. Schichtenabtragungen und Transgressionen im jüngsten Jura und der Kreide Westfalens“ (Jahrb. preuß. geol. Landesanst. 1905. Bd. XXVI. S. 111). Die damals geäußerte Ansicht von der relativen Senkung des Vorlandes der Rheinischen Masse gegenüber der letzteren ist nur dann aufrecht zu halten, wenn man nicht nur die orogenetischen, sondern auch die epirogenetischen Bewegungen ins Auge faßt. Tut man das, so ist natürlich die Rheinische Masse stärker gehoben als das nördlich liegende Vorland, denn in ihr liegt altes Gebirge und im nördlichen Vorlande, dazu noch im tieferen Niveau, weit jüngeres; betrachtet man aber nur die Bewegungen der orogenetischen Phase im Ausgange der Jurazeit, so habe ich in meiner älteren

und aus den differenziellen Senkungsfeldern der älteren LACHMANN'schen Arbeiten sind nunmehr Gebiete differenzieller Senkung oder Hebung (S. 243) geworden. Wenn nun LACHMANN auch, wie er zitiert, im Jahre 1910 einmal gesagt hat, daß die geologische Bildung von Mittel- und Norddeutschland, die paläozoischen Gebirgskerne ausgenommen, nur unter der Annahme ausschließlich aufwärts und abwärts wirkender, also vertikaler Kräfte interpretiert werden könne, so hat er bei den Hebungen nur solche kontinentaler Art im Auge gehabt, die speziell bei der Ausgestaltung des Schollengebirges nicht in Frage kommen, und gerade in der jetzt von ihm zitierten Arbeit über den „Salzauftrieb“ (erste und zweite Serie, S. 88) jede Möglichkeit differenzieller Aufwärtsbewegungen, — angeblich in Übereinstimmung mit „der großen Mehrzahl der heutigen Theoretiker“ —, nachdrücklich verneint.

Vielleicht nimmt nun im Interesse der Klärung der Meinungen ein anderer der Verteidiger der Senkungshypothese einmal das Wort. Bedeutungsvoll genug ist doch schließlich die ganze Frage für die Auffassung des Baues des außeralpinen Mitteleuropas und überhaupt des „Schollengebirges“, und eriedigt ist sie auch nicht in Greifswald. — hat doch auch der in Greifswald eifrigste Verteidiger der Senkungshypothese seine Meinung geändert, wenn; das auch etwas versteckt bleibt unter andersartigen und teilweise sehr persönlich gehaltenen Ausführungen.

So fällt LACHMANN schon in den einleitenden Sätzen das Urteil, daß ich in meinen zusammenfassenden Schriften seit

---

Arbeit und so hat LACHMANN, indem er sich auf diese beruft, Unrecht. Von präexistierenden Schwellen in ihrem Gegensatz zu großen, säkular sinkenden Räumen, überhaupt von epirogenetischen und orogenetischen Bewegungen und im Zusammenhange damit von dem Auf und Ab der Massen in den Geosynklinalbezirken und Schwellen war aber damals in der Geologie Deutschlands noch keine Rede gewesen, und es ergab sich nun in der nur von den orogenetischen Bewegungen ausgehenden alten Auffassung die Schwierigkeit, zu erklären, daß vermeintlich gesunkene Gebiete, die dazu schon vorher vom Meere eingenommen waren, nun nach der Senkung die festländisch-limnische Fazies des Wealden aufwiesen. Diese Sachlage mußte damals zu der Annahme führen, daß das Nordgebiet (Vorland der Rheinischen Masse) zwar gegenüber dem Südgebiete (Rheinische Masse) gesunken, beide zusammen aber gehoben seien.

Heute stellt sich die Sachlage anders und viel ungezwungener dar: Das Nordgebiet war eben schon vor der kimmerischen Faltung gesunken und während derselben wurde es, wie überhaupt die Faltungszonen gegenüber ihren Rahmen, hochbewegt, während der Rahmen seine Lage zum ozeanischen Spiegel im wesentlichen beibehielt (vgl. Saxonische „Faltung“. I. c. S. 585).

1909 „eine wenig glückliche Hand“ gehabt habe, denn ich hätte 1.) die tektonischen Grundbegriffe, z. B. Faltung, Senkung und Zerrung nicht „mit der notwendigen begrifflichen Schärfe“ angewandt, 2.) bestimmte Hypothesen (Kontraktionstheorie) zu „Deduktionen auf bestimmte Verhältnisse des deutschen Bodens ausgewertet und in mißbräuchlicher Weise aus Hypothesen Folgerungen gezogen“ und 3.) meine tektonischen Auffassungen auf dem Gegensatz zwischen orogenetischen und epirogenetischen Zeiten aufgebaut.

Zu 1.) Inwiefern ich mich gegen die Begriffe Senkung und Zerrung vergangen haben könnte, ist mir unbekannt. Über „Zerrung“ mich nachdrücklich zu äußern, habe ich bisher wohl kaum Gelegenheit gehabt. — ich habe hier im Felde meine Arbeiten natürlich nicht alle zur Hand. — und von „Senkung“ habe ich gesprochen, wenn sich etwas abwärts bewegt. Und was nun den Begriff „Faltung“ anlangt, so komme ich nachher noch auf LACHMANN's Begriffsumschreibung gegenüber einer von mir gelegentlich gegebenen Definition zurück.

Zu 2.) Wie in früheren Arbeiten, habe ich auch in der „Saxonischen Faltung“ als Basis für die Betrachtung der Hebungen und Senkungen den ozeanischen Spiegel der vergangenen geologischen Perioden benutzt und zunächst gezeigt, daß, bezogen auf diese Basis, die LACHMANN'schen „Senkstreifen“ in den orogenetischen Phasen gehoben worden sind. Alsdann habe ich erörtert, wie sich die Hebung relativ zum ozeanischen Spiegel 1.) bei Annahme eines einigermaßen konstanten ozeanischen Spiegels, wie ihn LACHMANN unter Zugrundelegung der isostatischen Theorie voraussetzt, und 2.) unter Annahme eines sich zentripetal bewegenden ozeanischen Spiegels (Kontraktionstheorie!) darstellt. Im Sinne der isostatischen Theorie ist natürlich die relative Hebung und Senkung gegenüber dem Ozean auch eine absolute. — und es ist, wie ich damals ausführte, im Lichte einfacher Tatsachen ein Unding, daß in ein und derselben Brust, wie in derjenigen LACHMANN's, zwei Vorstellungen nebeneinander wohnen, nämlich erstens diejenige von der Konstanz des ozeanischen Spiegels durch lange Perioden der Erdgeschichte und speziell auch während der Phasen der Gebirgsbildung und zweitens diejenige vom Senkungsmechanismus. — das hat ja LACHMANN inzwischen auch eingesehen. Sodann habe ich, z. T. unter Benutzung von Skizzen, die etwas kompliziertere Bewertung der „relativen“ Hebung unter dem Gesichtspunkte der Kontraktionstheorie auseinandergesetzt. Aber alles das ist ohne persönliche Stellungnahme zu der einen oder anderen Theorie geschehen.

Wenn man aus klar erkannten Tatsachen bestimmte Folgerungen zieht und diese Folgerungen danach in ihrer Anwendung auf die eine oder andere Hypothese betrachtet, so zieht man doch nicht die Folgerungen „in mißbräuchlicher Weise“ aus Hypothesen!

Zu 3.) Die scharfe Unterscheidung orogenetischer und epirogenetischer Zeiten ist nach LACHMANN deshalb unzulässig, weil es „nach den bis heute vorliegenden Tatsachen wahrscheinlicher ist, daß die Bruchbildung auch während der Sedimentationsperioden angedauert hat“. Es wäre interessant, eine dieser bis heute vorliegenden „Tatsachen“ kennen zu lernen. Was LACHMANN bisher gelegentlich z. B. über triadische Gebirgsbildungen im subhercynischen Becken oder in Hessen behauptet hat, besitzt keinerlei beweisende Kraft, um Grunderfahrungen der Tektonik umstürzen zu können.

Und dann ist LACHMANN nicht damit einverstanden, daß ich von orogenetischen und epirogenetischen Phasen spreche, wo doch die ursprüngliche Bedeutung von „orogenic“ und „epirogenic movements“ sich bei GILBERT nicht auf zeitliche Phasen, sondern auf regionale Verschiedenheiten bezog. Die regionalen Verschiedenheiten sind das Ergebnis verschiedenartiger Vorgänge, — auch GILBERT hat diese Vorgänge im Auge gehabt, denn sonst hätte er nicht die Bezeichnungen epirogenetisch und orogenetisch gebraucht, — und wenn sich nun bei weiteren Untersuchungen über epirogenetische und orogenetische Vorgänge in solchen Gebieten, in denen genauere Zeitbestimmungen möglich sind, zeigt, daß die Vorgänge, die zu der einen und der anderen Art regionaler Verschiedenheit führen, sich zeitlich scharf sondern, so ist es nur selbstverständlich, auch von orogenetischen und epirogenetischen Zeiten zu sprechen.

## II. Der Begriff „Faltung.“

Speziell hinsichtlich des Begriffes „Faltung“ habe ich, so behauptet LACHMANN, „keine Akribie walten lassen.“

Dazu bemerke ich zunächst, daß ich in Anwendung auf die Verhältnisse der deutschen Mittelgebirge das Wesen der Faltung nicht, wie LACHMANN sagt, kurz hin als „die Heraushebung bestimmter Erdzonen gegenüber ihren Nachbarzonen,“ sondern nachdrücklich als die „unter tektonischer Umformung und speziell unter Ausbildung von Mulden und Sätteln, mögen sie auch noch so flach sein, sich vollziehende Heraushebung bestimmter Erdzonen gegenüber ihren Nachbargebieten“ definiert habe. Indem LACHMANN den auch in der Originalarbeit (Saxonische „Faltung“, S. 590) gesperrt gedruckten Zusatz fortläßt, erhält er eine allerdings leicht angreifbare Definition. Gerade im Gegensatze zu den Faltungen habe ich z. B. doch immer wieder von epirogenetischen Hebungen gesprochen, also habe ich gewiß nicht Hebung gleich Faltung gesetzt. Die Bildung der

Sättel und Mulden ist der Ausdruck der orogenetischen Kompression des herausgehobenen Erdstreifens, und so sagt obige Definition eben, daß Faltung eine orogenetische Heraushebung unter Kompression ist. Die Heraushebung habe ich in meinen Ausführungen gegen die in der Greifswalder Versammlung vertretene SUESS'sche Senkungstheorie aber deswegen dem Sinne nach vorangestellt, weil sie eben am schlagendsten die Unrichtigkeit dieser Theorie beweist. Sonst wird man den Kausalnexus zwischen Hebung und Kompression wohl besser zum Ausdruck bringen, wenn man statt von „Heraushebung unter Kompression“ von „orogenetischer Kompression unter Heraushebung“ spricht, — und noch kürzer mag man die Faltung, da mit der Kompression die Heraushebung ja ursächlich verknüpft ist, als die „**orogenetische Kompression gewisser Erdzonen**“ bezeichnen. Gewiß ist diese Fassung recht weitgehend, denn sie schließt auch Formen ein, die von dem normalen Bilde der wellenförmig auf- und absteigenden Linie recht abweichen, — im Falle der saxonischen Faltung z. B. so extreme Formen, wie die Gräben Niederhessens. Um aber bei diesem Beispiele zu bleiben, so sind diese Gräben, wie ich an anderer Stelle noch zeigen werde, durch räumliche und formale Übergänge derartig mit den Mulden, wie wir sie z. B. in Südhannover finden, verknüpft, daß sich das logische Gefühl dagegen wehrt, in der langen Reihe der ineinander übergehenden tektonischen Gebilde irgendwo den Schnitt zu ziehen zwischen dem, was noch als „Falte“ durchgehen kann, und der nächsten kaum abweichenden Form, die nun plötzlich nicht mehr eine Falte sein soll. Sind die Hilsmulde, die Gronauer Kreidemulde, der Süntel usw. „Mulden“, so kann diese Bezeichnung auch den hessischen und westthüringischen Gräben nicht vorenthalten werden.

Neben der orogenetischen Kompression gibt es im Sinne der von mir an anderen Stellen vertretenen Auffassung, daß auch die epirogenetische Gebirgsbildung auf einen Faltenwurf, wenn auch einen solchen größter Spannweiten („Undation“), hinauskommt, auch eine epirogenetische Kompression. Wenn ich diese nicht unter den Begriff der „Faltung“ stelle, sondern diesen Begriff auf die **orogenetische Kompression**<sup>6)</sup> (Undulation) beschränkt sein lasse,

---

<sup>6)</sup> An der Entstehung durch orogenetische Kompression ändern auch etwaige sekundäre Auflockerungen der Faltenzonen (s. unten) nichts.

so geschieht das nicht nur, um möglichst im Rahmen der üblichen Abgrenzungsart der Begriffe zu bleiben, sondern auch deswegen, weil die epirogenetischen Vorgänge, mögen sie hinsichtlich der Ursachen nach meiner Auffassung auch den orogenetischen verwandt sein, von diesen doch in ihrer ganzen Erscheinungsart und ferner auch als säkuläre Ereignisse scharf unterschieden sind.

Nach LACHMANN ist nun Faltung in erster Linie ein „fixierbarer mechanischer Begriff“, und zwar zu charakterisieren als „dasjenige Bild, welches eine horizontal wirkende Kraft auf einer elastischen Schicht hervorruft.“ Selbstverständlich kann es den Fortschritt unserer Wissenschaft nur fördern, wenn man die Ergebnisse der Mechanik für die geologischen Anschauungen weit mehr als bisher nutzbar macht, — aber man muß sich dabei der Grenzen der Anwendbarkeit der an sozusagen idealen Materialien ermittelten Resultate auf die verwickelten Verhältnisse unserer so hochgradig dishomogenen Erdkruste bewußt bleiben.

SMOLUCHOWSKI leitete das Faltenprofil, das allein nach LACHMANN eine echte Faltung charakterisieren kann, nämlich eine der Sinuslinie nahestehende Kurve, für eine homogene elastische Platte auf flüssiger Unterlage ab, und nur für eine solche gelten seine Resultate, — aber wie ganz anders schaut die Erdkruste aus! LACHMANN sagte (s. oben), daß Faltung dasjenige Bild ist, welches eine horizontal wirkende Kraft von gewisser Mindeststärke auf einer elastischen Schicht hervorruft, — ich meine aber, daß Faltung dasjenige Bild ist, welches eine horizontal wirkende Kraft von gewisser Mindeststärke speziell in der Erdkruste hervorruft, — und wie dieses Bild ausfallen muß, das kann bei all den ungeklärten Verhältnissen der Erdkruste und bei ihrer großen Dishomogenität kein Physiker theoretisch ermitteln, — dieses Bild kann man eben nur feststellen, indem man es sich ansieht. Das Problem ist nicht damit erledigt, daß man sagt, eine Falte muß „als Phänomen der mechanischen Elastizitätslehre“ die und die Form zeigen und tut sie das nicht, so ist sie eben als Falte abzutun, sondern es kommt zunächst einmal auf den Versuch an, das geologische Gebilde in seiner Eigenheit aus den besonderen Verhältnissen, aus denen heraus es entstanden ist und die zum wesentlichen Teil wieder das Ergebnis der vorangegangenen Evolution sind, zu erklären. Wäre es doch nach der LACHMANN'schen Definition auch ungeheuerlich, in weitesten Teilen der Alpen



von einer „Faltung“ zu sprechen, denn das, was wir dort sehen, entfernt sich von der vorschrittmäßigen Faltungskurve noch ganz anders, wie etwa die saxonischen Gebilde Südhannovers. Eine Definition für den Begriff der Faltung, die sehr viele der nie als „echt“ bestrittenen Falten nicht umfaßt, ist aber nicht nur für die praktische Anwendung unbrauchbar, sondern kann auch unmöglich dem Wesen der Sache entsprechen, — mag man auch in Einzelfällen, wie in dem des Aachener Steinkohlengebirges, mit einigem gutem Willen die verlangte Kurve zur Not angedeutet finden. „Die Geologie muß sich daran gewöhnen,“ so schreibt LACHMANN ihr vor, „unter Faltung ein wohl definierbares Phänomen der mechanischen Elastizitätslehre zu verstehen“, — dann muß aber die Definition zunächst einmal so gegeben werden, daß sie gegenüber den Faltungserscheinungen in der Erdkrinde stichfest ist.

Außer dem Querprofile durch die saxonischen Sättel und Mulden ist nun nach LACHMANN auch noch ihre horizontale Verteilung ein Beweis gegen ihre Faltennatur, — und nun wird uns in Fig. 6 der LACHMANN'schen Schrift ein Bild vorgeführt, wie eine echte Faltung des Niederdeutschen Beckens „aus mechanischen wie geologischen Gründen“ ausschauen müßte. Der Trugschluß LACHMANN's hinsichtlich des mechanisch notwendigen Profiles der Falten war der gewesen, daß er die Voraussetzung, daß sich die Faltung der Erde in gleicher Weise vollzieht, wie die einer elastischen Platte auf flüssiger Unterlage, „vom geologischen Standpunkte aus mit gewissen Kautelen als zulässig“ erklärt hatte (S. 232), und auf derselben trügerischen Voraussetzung basieren nun auch die Ausführungen über das erforderliche Bild der Faltenanordnung. Was also über die sehr bedingte Anwendbarkeit der an einer homogenen elastischen Platte auf flüssiger Unterlage ermittelten Resultate auf die Deutung der realen Verhältnisse in der Erdkruste hinsichtlich des Profiles der Falten gesagt ist, gilt so ziemlich auch hinsichtlich der Abstände und überhaupt der Verteilung der Falten, und z. B. mit der „mechanisch notwendigen“ Faltungsamplitude von so und so viel Kilometer verhält es sich nicht viel anders wie mit der „mechanisch notwendigen“ Form der „modifizierten Sinusoide“. Gewiß ist zutreffend, daß bei ungebrochenem Uferlande die Bildung der Faltenwellen parallel den Uferlinien zu erwarten ist; das sagt uns auch ohne große Ableitungen und ohne Zuhilfenahme der BAILEY WILLIS'schen

Vorstellungen über Eintritt der Faltung unter „kompetent-  
strukture“ die einfachste Überlegung über das Zustandekommen der Faltung in den Randzonen resistenterer und mobilerer Erdgebiete. Aber LACHMANN berücksichtigt nun bei Entwurf seines Bildes nur das Niedersächsische Ufer, d. h. eine Uferlinie, die in Südhannover erst im Jura und damit nicht allzulange vor der kimmerischen Hauptphase der saxo-  
nischen Faltung erscheint. Das vom Niedersächsischen Ufer nach Süden begrenzte Niederdeutsche Becken ist aber doch nur der Rest eines einst viel größeren Geosynklinalgebietes, das auch die Hessische Senke in der langen Zeit von der oberen Dyas bis in den Jura hinein umfaßte. Auch in der Hessischen Senke lag, als die saxo-  
nische Faltung einsetzte, recht mächtiges Sediment vor dem Ostrande der Rheinischen Masse. Aber statt nord-südlich gerichteter Begleitfalten zu diesem Ostrande, der schon zur Zechsteinzeit erkennbar war, verlangt LACHMANN, indem er in Niederhessen-Südhannover das zur Zeit der Faltung noch recht jugendliche Niedersächsische Ufer als allein faltungsbestimmend gelten läßt, ost-westlich gerichtete Falten und Überschiebungen.

Auf die angebliche Gesetzlosigkeit der saxo-  
nischen Faltung weist LACHMANN gegenüber den Gesetzmäßigkeiten, die herrschen müßten, wieder hin. Aber sie ist durchaus nicht derart, wie LACHMANN annimmt, und ich habe mich auch gar nicht, wie er sagt, bemüht, eine „Gesetzlosigkeit“, sondern nur die Abweichungen vom Bilde normaler Biegfaltung zu erklären. Komplikationen und Eigenartigkeiten, wie sie im Gegensatze zu einer Faltung in freierer Bahn und in einem Boden mit relativ gefügiger Struktur bei der Faltung eines wideretzlicheren Untergrundes zwischen starrerem Schwellen, — nicht zum wenigsten infolge Vergitterung der Faltungsrichtungen—, zustande kommen, sind noch keine „Gesetzlosigkeiten“, nur sind die Gesetze nicht immer leicht erkennbar. Daß z. B. im Untergrunde der Lüneburger Heide und ihrer Randgebiete die tektonischen Erscheinungen durchaus nicht so gesetzlos sind, wie es früher geschienen haben könnte, glaube ich doch gezeigt zu haben,<sup>7)</sup> und daß das südlich davon liegende Bergland ganz ähnliche Gesetzmäßigkeiten aufweist, würde, wenn der Krieg nicht ausgebrochen wäre, an Hand einer neuen, mit Unterstützung der Kgl. Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen herauszugebenden tektonischen Karte in der geplant ge-

---

<sup>7)</sup> H. STILLE: Der Untergrund der Lüneburger Heide etc. 1. Jahresber. d. Niedersächs. geol. Vereins, 1911, S. 225 ff.

wesenen Versammlung der Deutschen Geologischen Gesellschaft zu Hannover im August 1914 ausgeführt worden sein.

Anlässlich seiner Einwendungen gegen die saxonische „Faltung“ aus der Faltenanordnung erklärt LACHMANN sodann die „Achsen“ des Teutoburger Waldes für „willkürlich kombinierte Hochlinien“ (l. c. S. 238). Er sollte einmal Schritt für Schritt die Querprofile durch die Achsenzonen legen, dann würde er schon bestätigt finden, daß die „Achsen“ die Punkte der jeweilig höchsten Heraushebung des Untergrundes ebenso verbinden, wie es die Sattellinien des normalen Faltengebirges tun. Daß man in einem Einzelfalle einmal verschiedener Meinung über die Fortsetzung und über die Zusammenhänge der Falten sein kann, gilt ebenso für das mitteldeutsche sogenannte Schollen-, wie für das „echte“ Faltengebirge. „Man beachte den gewunden-unregelmäßigen Verlauf der angeblichen Faltung und ihre Abhängigkeit von den Bruchlinien in Richtung und Entstehung“, so sagt LACHMANN. Bei einer Bruchfaltung sind die Bruchlinien in der Richtung abhängig von der Faltung, das liegt nun einmal im Wesen der Bruchfaltung, — aber mit der Abhängigkeit hinsichtlich der Entstehung dürfte die Sache sich wohl umgekehrt verhalten: nicht die Brüche bedingen die saxonische Faltung, sondern die saxonische Faltung bedingt die Brüche. Mit dem „gewunden-unregelmäßigen“ Verlaufe der Falten ist's nicht so schlimm, und wo sich derartiges zeigt, da erscheint die Faltung meist durch Spannungsauslösungen quer zum Streichen, wie sie sich bei der normalen Faltung etwa in den Sigmoiden ausdrücken können, beeinflußt. Man betrachte vergleichsweise das MÜHLBERG'sche Bild des Verlaufes der Sattelachsen im Schweizer Jura, dem Urbilde aller Faltengebirge, und man wird an dem „gewunden-unregelmäßigen“ Verlaufe der Eggefalten kaum noch Anstoß nehmen. Die Osning-Achse in ihrem Verlaufe östlich der Stadt Horn dürfte LACHMANN wohl besonders im Auge haben, aber gerade hier vollzieht sich die Umbiegung des Teutoburger Waldes aus der Nordrichtung (Egge-Gebirge) in die Nordwest-Richtung (Osning). Die Einzelheiten sind auf den Blättern Horn-Sandebeck und Steinheim der geologischen Spezialkarte von Preußen etc. ersichtlich. Gerade hier sind transversale Zerreibungen und Verschiebungen der Faltenzonen ohne weiteres erklärt, ja sogar nach gewissen Erfahrungen in den Faltengebirgen (z. B. Appalachen, Alpen) zu erwarten. Neuerdings hat KOSSMAT<sup>8)</sup> noch wieder Knickungen der Falten und transversale Verwerfungen und Überschiebungen aus dem alpino-dinarischen Grenzgebiete beschrieben und sie geradezu als integrierenden Bestandteil des tektonischen Bildes dort, wo starke Bogenkrümmungen vorliegen, bezeichnet.

<sup>8)</sup> F. KOSSMAT: Adriatische Umrandung in der alpinen Faltenregion. Mitt. d. Geol. Ges. Wien 1913, VI. Band. S. 61 ff.

### III. Radiale und tangentielle Bewegung.

Nach LACHMANN bedingen reine Vertikalbewegungen — und zwar nach früherer Auffassung ausschließlich differenzielle Senkungen, neuerdings differenzielle Senkungen oder Hebungen (l. c. S. 243) — den Bau Norddeutschlands, und Vertikalbewegungen sind nach ihm „eine der Faltung ganz entgegengesetzte Kategorie“ von Vorgängen (S. 244). Diese strenge Scheidung von Vertikalbewegung und Faltung findet sich ja nun nicht nur bei LACHMANN. Bekanntlich hat E. SUËSS<sup>9)</sup> die Bewegungen in dem Felsgerüste der Erde in horizontale oder tangentielle („d. i. schiebende und faltende“) und in vertikale oder radiale („d. i. senkende“) zerlegt, und im Sinne von E. SUËSS pflegen unsere Lehrbücher „radiale“ und „tangentielle“ Vorgänge streng zu scheiden. Immer wieder wird dann, wie E. SUËSS es getan hat, unser Schollengebirge als typisches Beispiel der „radialen“ Gebirgsbildung im Gegensatz zu den „tangentialen“ Wirkungen, die in der Faltung zum Ausdruck kommen, angesprochen, — und das liegt natürlich daran, daß allein schon die ganze Erscheinung der Verwerfungen die Vorstellung der radialen Bewegungen so nahe legt. Aber darf man überhaupt Gebiete vertikaler Bewegungen und solche seitlichen Schubes so scharf scheiden, wie zu geschehen pflegt, wo doch in jeder Faltung auch eine radiale Bewegung zum Ausdruck kommt? Was heißt es denn, wenn Schichten, die vor dem Faltungsakte tausende von Metern tief unter dem Spiegel einer Geosynklinale gelegen haben, nun nach der Faltung vielleicht um ebensoviel über diesem Niveau erscheinen und also mit der Faltung außer ihrer Seitenbewegung einen radialen Weg von vielen tausend Metern vollführt haben? Faltung ist doch eine Stauchung von Gesteinsmassen auf engeren Raum, und um hier Platz zu finden, schwillt die Gesamtmasse im vertikalen Profile an. Also steht die „radiale Bewegung“ durchaus nicht in dem immer wieder hervorgehobenen Gegensatze zur „Faltung“, ist vielmehr eine selbstverständliche Begleiterscheinung derselben. Während aber bei der normalen Biegefaltung auch der horizontale Zusammenschub kräftig einzusetzen pflegt, ist er bei der schwachen saxonischen Disjunktivfaltung, die gleich-

<sup>9)</sup> Vgl. Antlitz der Erde I. Dritter Abschnitt. Auch SUËSS hat hierin schon Vorgänger gehabt.

falls Gesteinsmassen aus den Tiefen der Sedimentationsräume z. T. um tausende von Metern, und dabei differenziell, heraushebt, wenn auch vorhanden, so doch **nur relativ gering** und ganz besonders gering in so extremen Formen der saxonischen Faltung, wie wir sie z. B. in Niederhessen finden. Aber ebensowenig wie bei einer Biegefaltung ist bei einer Bruchfaltung der radiale Bewegungsvorgang die Folge eines Zuges in die Tiefe, — denn er ereignet sich im einen wie im anderen Falle gar nicht in abwärtigem, sondern in aufwärtigem Sinne. Die radial wirkende Kraft ist bei der Bruchfaltung keine andere wie diejenige, die auch die Zonen „echter“ Faltung auftreibt. (Vgl. unten.)

Den Zusammenhang zwischen der „Zerlegung in Horste und Bruchfelder“ und einer „allgemeinen Hebung“ hat auch LÖWL (Geologie, S. 159) erkannt. „Für diese Annahme spricht die starke Abtragung und die noch immer bedeutende Meereshöhe der Bruchfelder“. Aber für die Auffassung LÖWL's, daß die allgemeine Hebung vor der Zerlegung in Horste und Bruchfelder eintrat, kann ich in den so klaren und lehrreichen Verhältnissen des Niederdeutschen Beckens keinen Beweis finden. Die erste große Schollenbildung ist dort ja nach Ablagerung des Kimmeridge und vor derjenigen des Serpulits erfolgt, und in demselben Zeitintervalle ereignete sich auch die „allgemeine Hebung“. Ganz entsprechend ist die Sachlage bei den übrigen Dislokationsphasen. Soweit wir also überhaupt zu einer genaueren Zeitbestimmung der Vorgänge imstande sind, haben wir nicht erst Hebung und dann Schollenauflösung, sondern Hebung mit Schollenauflösung. Die Denudation, aus der LÖWL und ich auf die vorangegangene Hebung schließen, findet den Boden gehoben und zerstückelt vor.

Zu meinem Erstaunen lese ich in einer jüngst erschienenen Arbeit von H. CLOOS<sup>10)</sup>, daß nach meiner Auffassung

---

<sup>10)</sup> H. CLOOS: Zur Entstehung schmaler Störungszonen. Geol. Rundschau 1916, Bd. 7. S. 42 ff.

Cloos zieht in Erwägung, ob nicht die mitteldeutschen Störungszonen durch alternierende Hebung und Senkung breiter Tafeln, die bei diesem Auf und Ab „aneinander wechselweise schmale Gesteinsstreifen abgeben“, entstanden sein könnten. Dagegen ist schon geltend zu machen, daß die gleichen vertikalen Verschiebungen, die Cloos durch das Auf und Ab entlang Spalten erklärt, im Fortschreiten ohne Spalten- und Schollenbildung eingetreten sein können. Cloos glaubt auch am Egge-Gebirge für

dann in Schollen zerschlagen sei“. Ich habe aber die entgegengesetzte Auffassung, nämlich die Gleichzeitigkeit von Faltung und Bruchbildung, immer wieder vertreten.

Auch darin kann ich mich LÖWL nicht anschließen, daß diese „allgemeine Hebung“ (s. oben) „selbstverständlich“ den epirogenetischen Störungen an die Seite zu stellen sei. Sie ist kein säkulares, sondern ein episodisches Ereignis, das sich in dem kurzen

seine Vorstellung Beispiele zu finden. Hier sehen wir nun das Dislokationssystem, das für CLOOS in Frage kommt, unter der Kreide verschwinden und erkennen am Kreiderande klar, daß abgesehen von ganz schwachen Nachklängen die Bewegungen an den Spalten nur in einer einzigen, und zwar der kimmerischen (jungjurassischen) Dislokationsphase eingetreten sind; also müßte auch in dieser einzigen Phase das vielfache Auf und Ab sich ereignet haben und die „unversiegliche Quelle der Zerstückelung“, die in der Wiederbelebung vorhandener Sprünge liegen soll, könnte also nur in dieser einen kurzen Dislokationsphase geflossen sein. Wir lesen aber weiter aus den Verhältnissen am Kreiderande nichts als differentielle Schollenhebungen während der Dislokationsvorgänge heraus, und auch die sog. Senkungsfelder sind gegenüber dem Zustande vor der Gebirgsbildung gehoben, denn nach derselben unterliegen auch sie der Denudation, vor der ihre Schichten bis dahin infolge tieferer Lage geschützt waren. Und wo sind denn für diese kilometerbreiten Dislokationszonen die beiden Großschollen im Osten und Westen, die beim Auf und Nieder sich die kleineren Schollen gegenseitig abgegeben haben? Sind das etwa im Westen die äußerste Randstaffel der Rheinischen Masse und im Osten die Borgentreicher Keupermulde? Und wie steht es mit dem Willebadessener Sprungsysteme? Da müßten ja wohl das Keuper-Jura-Senkungsfeld der südlichen Egge im Westen und das Keuper-Senkungsfeld der Borgentreicher Mulde im Osten die das Schollensystem erzeugenden Auf- und Abbewegungen ausgeführt haben! Und welche Kräfte haben die mit den Senkungen alternierenden differentielle Hebungen der Großschollen bewirkt? Isostatischer Ausgleich für sinkende Nachbarschollen könnte nicht in Frage kommen, denn sinkende Nachbarschollen sind nicht da, vielmehr ist in der Phase der **Gebirgsbildung die Gesamtheit** des in Schollen sich auflösenden Egge-Gebietes gehoben worden. Letzteres hat CLOOS nicht ausreichend beachtet, sonst hätte er kaum das Bedürfnis empfunden, für Einzelhebungen kleiner Schollen eine so komplizierte Erklärung zu geben, — denn die Kraft, die das gesamte Schollengebirge hochbewegt, wird auch wohl für die Einzelhebung kleiner, besonders stark vorangeeilter Schollen, auch wenn sie in und neben Gräben auftreten, ausreichend sein. Das Problem kommt also darauf hinaus, wie ich auch CLOOS gegenüber bemerke, die differentielle Hebung des Schollengebirges in seiner Gesamtheit zu erklären.

Dazu sind dem Autor gewisse Unrichtigkeiten sachlicher

Zeitintervalle abspielt, in dem auch der orogenetische Vorgang der Schollenbildung sich ereignete, und also gleich der Schollenbildung oder richtiger zusammen mit dieser ein orogenetischer Akt; — sie ist durchaus nicht der säkulären flachen, schildförmigen Verbiegung von Fennoskandia vergleichbar, die LÖWL noch in demselben Absatze als weiteres Beispiel einer Hebung nennt.

#### IV. Kompression und sekundäre Lockerung.

Die Ansicht, die auch LACHMANN vertritt, daß Vertikalbewegungen an sich schon eine der Faltung entgegengesetzte Kategorie von Vorgängen sind, ist, wie wir sahen,

Art unterlaufen. Unrichtig ist z. B. die „bekannte Regel“ (S. 52). daß in Norddeutschland Tertiär fast nie auf Kreide, sondern meist auf älteren Formationen ruht und „daß also die Niedergebiete der Kreidezeit und der Tertiärzeit einander ausschließen oder ablösen“. Zu dieser irrtümlichen Auffassung hat wohl die Tatsache geführt, daß in einer gewissen Übergangszone zwischen hannoverschem Gebirgslande und hannoverschem Flachlande das Tertiär weithin denudiert und oft nur über dem Salzgebirge, wo es infolge Nachsinkens über dem subterran abgelaugten Salzkopfe in geschützte Lage kam, erhalten geblieben ist. Weiter nördlich findet sich aber das Tertiär ebenso gut über den weiten Kreidemulden, wie über den schmalen Zonen älterer Gesteine. Übrigens ist auch über der Kreide der Hilsmulde und der Gronauer Mulde noch etwas Tertiär erhalten geblieben. Ebenso wie dieses „Beispiel größten Stiles“ für oszillierende Hebungen und Senkungen versagt auch das Beispiel des Hilsgebietes. Das Gebiet der Hilsmulde (links der Leine) und dasjenige der Gronauer Mulde (rechts der Leine) sind sowohl in der kimmerischen, wie in jüngerer Phase der saxonischen Faltung gehoben worden, und zwar in ersterer Phase das Gebiet der Gronauer Kreidemulde, in letzterer das der Hilsmulde etwas stärker. Aber das sind doch keine oszillierenden Hebungen und Senkungen, sondern nur Hebungen! Zwischen beiden Hebungsphasen liegt natürlich die säkuläre Senkung des ganzen Niederdeutschen Beckens, die in der Sedimentation der Kreide zum Ausdruck kommt, aber diese Senkung ist für die schwebende Frage der Schollenbildung nicht heranzuziehen, denn sie ereignete sich ja nicht in Schollenform. Allerdings verwertet CLOOS an zwei Stellen auch epirogenetische Vorgänge, um ein Auf und Ab, wie es in seinem Sinne für die Erzeugung des Schollengebirges nötig ist, zu demonstrieren, auf S. 52 z. B. das angebliche Auf und Ab des Bodens während des Anwachsens der Gesteine, von dem fast jede größere Schichtenfolge erzählen soll (betr. letzterer Ansicht vgl. H. STILLE, Tekton. Evolutionen und Revolutionen, S. 7, Anm. 2). Solange man epirogenetische (säkuläre) und orogenetische (episodische) Vorgänge nicht scharf unterscheidet, kann man sehr leicht zu falschen Auffassungen über das Zustandekommen tektonischer Bilder gelangen.

abzulehnen, denn jede Faltung — vielleicht abgesehen von rein horizontalen Deckenüberfaltungen, denen aber auch eine Heraushebung der Massen vor ihrer seitlichen Verfrachtung vorangegangen war —, ist mit vertikaler Hebung verknüpft. Entscheidender ist, ob zu der vertikalen Bewegung ein horizontaler Zusammenschub hinzukommt, — und diesen stellt LACHMANN bei der saxonischen Gebirgsbildung in Abrede und berechnet sogar am Egge-Gebirge, allerdings nach einer sehr anfechtbaren Methode, eine Dilatation des Untergrundes von 6,6 %.

LACHMANN geht dabei von den zeichnerischen Profilen aus, die den von mir aufgenommenen Spezialkarten des südlichen Egge-Gebirges (Lief. 147 der geol. Spezialkarte von Preußen) beigegeben sind, — und daß diese die Vorstellung der seitlichen Pressung, die in den „Erläuterungen“ zu diesen Spezialkarten nachdrücklich vertreten ist, nicht durchweg veranschaulichen, ist richtig. Aber wer selbst einmal in Deutschland Gebiete von gestörtem Bau bis in alle Einzelheiten untersucht und geologisch aufgenommen hat, der weiß, wie selten, solange nicht etwa Tiefbohrungen vorliegen, wirklich sichere Aufschlüsse über das Einfallen der als Linien an der Tagesoberfläche zu verfolgenden Verwerfungen zu erlangen sind; wieviel glücklicher ist man in dieser Hinsicht in den Alpen bei der großen Tiefe der sichtbaren Vertikalprofile daran! Und solange es nun bei den Profildarstellungen zu den geologischen Spezialkarten üblich ist, die Dislokationen mit normalem Fallen anzugeben, soweit man sie nicht sicher als widersinnige Verwerfungen (sogenannte „Überschiebungen“) erkannt hat, und solange der Maßstab der Profile zu klein gewählt ist, um innerhalb der einzelnen Schollen die Eintragung all der vielen Spezialfältelungen zu gestatten, die den Unterschied zwischen den vor und nach der Faltung von einer Schicht eingenommenen Räumen erst so recht demonstrieren würden, solange besteht die Gefahr, daß das Profil durch ein „Schollengebirge“ den Zusammenschub des Untergrundes nicht oder nur höchst abgeschwächt zum Ausdruck bringt. Vielleicht wäre es besser gewesen, wenn ich trotz der dabei unvermeidlichen maßstäblichen Ungenauigkeiten allerlei Spezialfaltungen und -fältelungen, wie die Aufschlüsse sie so oft zeigen, in den Profilen angegeben hätte, aber der Zweck der Profilerie war ja schließlich nur, die Gruppierung des ganzen Schollensystems nach den Achsen des Egge-Osning-Bogens zu veranschaulichen. Mit der Begründung „Profile lügen!“ soll sich ja wohl E. BEYRICH früher gegen die Beigabe von Profilen zu den geologischen Spezialkarten der Preuß. Geol. Landesanstalt gewehrt haben. — und mit diesem Urteile hatte BEYRICH nicht so ganz unrecht, besonders in Bezug auf die ihm vorschwebenden Verhältnisse Mitteldeutschlands, wo Einblicke in die Tiefe nur so selten zu erhalten sind. Und



doch können wir die Profile zur Veranschaulichung der Lagerungsformen der dislozierten Gesteinsmassen nicht gut entbehren. — aber man erwartet auch, daß wenigstens der Geologe, der sie liest oder gar zu weiteren Schlußfolgerungen benutzt, Wahrheit und Dichtung unterscheidet. LACHMANN nimmt allerdings die Profile in allen ihren Einzelheiten als bare Münze und ermittelt in einem Einzelfalle aus der unzureichenden zeichnerischen Darstellung statt der Kompression eine Dilatation, und zwar, wie schon gesagt wurde, von 6.6%. Und diese Zahl wird dann noch (l. c. S. 243 Anm.) in einer Tabelle als Wert der negativen Kompression (Zerrung) an der ganzen Egge verwertet und ich werde sogar als ihr Urheber genannt. Selbstverständlich brauchte nur ein Teil der Verwerfungen, wie nach Erfahrungen, die an anderen Stellen oft genug gemacht sind, wahrscheinlich ist (vgl. auch unten), widersinnig einzufallen und es brauchten nur die Spezialfältelungen der Schollen dargestellt zu sein, und die Rechnung wäre über den Haufen geworfen und die Kompression käme auch in dem gerade von LACHMANN benutzten Profile zum Ausdruck. Wie häufig Überschiebungen im Untergrunde Mitteldeutschlands vorhanden sind, — auch an Stellen, an denen man sie gewiß von vornherein nicht erwartete, — zeigen ja immer wieder die Tiefbohrungen,<sup>11)</sup> und sicher fällt auch ein Teil der Eggebrüche widersinnig ein. Für den „Borlinghauser Abbruch“ (vgl. Blatt Peckelsheim der geol. Spezialkarte) ließ sich das an einem sehr glücklichen neuerlichen Aufschlusse feststellen, den ich den Teilnehmern an der für August 1914 von der Deutschen Geologischen Gesellschaft geplant gewesenen, aber wegen Kriegsausbruches nicht zustande gekommenen Exkursion zum Egge-Gebirge vorzuführen gedachte. Am Osthange der Egge schiebt sich nämlich westlich von Borlinghausen, und zwar etwas südlich von der Borlinghauser Quelle, eine früher nicht feststellbar gewesene, jetzt aber aufgeschlossene kleine Scholle von Trochitenkalk zwischen die Scherfelder Staffel (Röt-Wellenkalk) und den Lias des südlichen Egge-Senkungsfeldes ein und fällt dabei widersinnig unter den Wellenkalk.

An den Borlinghauser Abbruch knüpfte sich bisher das Interesse schon deswegen, weil er erstens einer der wichtigsten Abbrüche am Nordostrande der Rheinischen Masse ist und weil sich zweitens an ihm besonders schön die diskordante Über-

<sup>11)</sup> Auf die durch Tiefbohrungen festgestellte Häufigkeit der Überschiebungen im deutschen „Schollengebirge“ hat auch O. GRUPE (diese Zeitschrift f. 1914, Monatsber. S. 361—363) hingewiesen und sich dabei gleichfalls gegen den Versuch LACHMANN's gewandt, auf die von mir gegebenen Egge-Profile Einwendungen gegen die saxonische „Faltung“ zu begründen. Sehr charakteristisch ist das von GRUPE mitgeteilte, widersinnige Einfallen der streichenden Störungen im Sattel des Hildesheimer Waldes.

deckung der Bruchzonen durch die flachliegende Untere Kreide erkennen läßt. Wenigstens an einer Stelle ist nun auch noch an ihm die Überschiebung auf das nordöstlich angrenzende „Senkungsfeld“ angedeutet.<sup>12)</sup>

Man hat ja nun die tektonischen Bilder des mitteldeutschen Schollengebirges als Erscheinungen einer Zerrung des Bodens deuten wollen, — ja oft genug ist in der Literatur jede „radiale“ Bewegung an Verwerfungen als die Folge einer Zerrung im Gegensatz zu der Faltung als der Folge einer Kompression angesprochen worden; „Folding is due to compression, faulting to tension“, — so sagte z. B. T. M. READE<sup>13)</sup> im Jahre 1903. Daß nun aber Zerrung nicht das Grundprinzip der Entstehung des deutschen Schollengebirges sein kann, ergibt sich, ganz abgesehen von all den tektonischen Formen, die auf Stauung hinweisen, schon daraus, daß sich die ganze Gebirgsbildung unter einer Aufwärtsbewegung der von ihr betroffenen Massen vollzogen hat. Daß aber trotzdem unter lokalen Verhältnissen Dilatationen vorgekommen sein mögen, ist nicht in Abrede zu stellen, und auch an der Egge gibt es inmitten der Faltungszone vielleicht einmal „Zerrungsgräben“, wie ich auch schon früher angenommen habe. Verschiedene Verhältnisse können m. E. in Frage kommen, die geeignet sind, lokale Auflockerungen und gar Dilatationen innerhalb durch Faltung hochbewegter Gesteinsmassen zu erklären, — aber in solchen Fällen ist doch die Zerrung wenigstens mittelbar das Ergebnis der Faltung. Hier möchte ich nur drei Möglichkeiten erörtern, die vielleicht gerade in der Randzone des Niederdeutschen Beckens, z. B. im Egge-

---

<sup>12)</sup> Ich nenne bei dieser Gelegenheit als weiteres Beispiel eines widersinnig einfallenden Bruches, der bisher sicher in jedem Profile mit normalem Einfallen angegeben worden wäre, den südlichen Randbruch der in der geologischen Literatur schon oft erwähnten „Kleperspalte“ bei Göttingen (vgl. Blatt Göttingen der geol. Spezialkarte von Preußen, aufgenommen von A. v. KOENEN), eines einige hundert Meter breiten, hercynisch gerichteten Streifens von Keuper inmitten von schwach sattelförmig gestelltem Muschelkalk. Ein beim „Hainholzhof“ in der Böschung der von Kriegsgefangenen neu angelegten Fahrstraße entstandener Aufschluß, den ich auf einer Urlaubsreise zu Gesicht bekam, zeigt nämlich, daß der Mittlere Muschelkalk, der den Graben im Süden begrenzt, flach (etwa unter 25°) auf den bunten Keupermergel der Kleperspalte aufgeschoben ist.

<sup>13)</sup> T. M. READE: The Evolution of Earth Structure with a Theory of Geomorphic. Changes. London 1903. S. 212.

Gebiete, eine gewisse Lockerung des Faltenbaues verursacht haben könnten.

Die erste Möglichkeit ist diejenige „supramarginaler“ (margo = Rand, Rahmen) Lockerung. Die Faltung setzt neben dem Rahmen ein, der bei der Faltung als starre Masse wirkt. Aber die Falten erheben sich mit Fortgang des Faltungsprozesses auch über das Niveau der Rahmen, und in dem Maße, wie dieses geschieht, verschwächt sich in ihnen der Druck und vermag sich unter Umständen das Gefüge der Falten, namentlich wenn die Hangendlast nicht groß ist, zu lockern. Gerade dieses darf man vielleicht nicht ganz außer acht lassen, wenn man Überlegungen über Stärke der seitlichen Kompression in einer rahmennahen Zone nach den Lagerungsverhältnissen in dieser Zone anstellt. Man wende nicht ein, daß die saxonischen Falten an der heutigen Erdoberfläche überall in dem Niveau des Rahmens und nicht über diesem liegen; das ist die Folge ihres Wiederversinkens infolge Wiederaufnahme der Evolution<sup>14)</sup> bald nach der Faltungsphase. Auf dieses baldige Wiederversinken der saxonischen Falten habe ich schon mehrfach hingewiesen, — aus einfachen Tatsachen erkennen wir es, z. B. hinsichtlich der kimmerischen Falten der Egge aus ihrer Wiederüberdeckung nach sub-aërischer oder wenigstens im Niveau des Meeresspiegels erfolgter Einebnung durch die mächtigen Sedimente der Unter- und Oberkreide, von deren einstiger Verbreitung über die vorkretacischen Falten hinweg einzelne Kreideschollen noch östlich von der Egge Zeugnis ablegen.

Daß Gesteinsmassen aus Niveaus starker seitlicher Kompression herausgehoben werden und dann in höheren Niveaus Ausweichmöglichkeiten entgegengesetzt zum Sinne des in der Tiefe herrschenden Druckes gewinnen, — wie in kleineren Verhältnissen für die Randzone der saxonischen Faltung in Erwägung zu ziehen wäre —, würde sich ja ganz allgemein bei der Entstehung einseitiger Falten in der Randzone der alten Massen zeigen, soweit sich eben zur Erklärung der Einseitigkeit ein Verschieben und Überquellen der aufwärts bewegten Falten über ihre Rahmen, wie ich das im Jahre 1913 zu veranschaulichen versucht habe, annehmen läßt, und würde sich unter der gleichen theoretischen Annahme in großartigsten Verhältnissen in

<sup>14)</sup> H. STILLE: Tekton. Evolutionen und Revolutionen in der Erdkrinde. Leipzig 1913. S. 26.

der ganzen Erscheinung der alpinen Decken, speziell in ihrer weiten Vorwärtsbewegung gegen die Richtung des Tiefendruckes nach erfolgter Herausquetschung aus ihrer Wurzelregion, ergeben. Während in der Tiefe neben den Rahmen Einengung herrscht, gewinnen die hochbewegten Falten in den supramarginalen Regionen wieder seitlichen Spielraum. Als Folgeerscheinung dessen sind sogar — zunächst rein theoretisch — lokale Zerrungserscheinungen innerhalb eines an sich schon ziemlich lockeren Systems hochbewegter Falten denkbar und rein theoretisch kann schon auf Grund dieser Möglichkeit nicht zugegeben werden, daß die scheinbar so gegensätzlichen Begriffe „Zerrung“ und „Faltung“ einander unter allen Umständen ausschließen müßten. Namentlich dann, wenn die Hangendbelastung gering ist, werden in den aufwärts bewegten Massen klaffende Risse entstehen und in diese auch Einsenkungen erfolgen können, — das wäre ein Fall von „Zerrung aus Faltung“. Und sind die Vorbedingungen für einen derartigen, zunächst rein theoretisch erörterten Fall supramarginaler Auflockerung nicht an der Egge vorhanden? Daß die Eggefalten, die wir heute als Unterlage der Kreide antreffen, einst viel höher gelegen haben, wurde schon hervorgehoben, und daß die Hangendbelastung sehr gering war, zeigt sich daran, daß an der Zusammensetzung der Falten der bei ihrer Entstehung noch unbedeckt gewesene Jura teilnimmt.

Die zweite Möglichkeit einer sekundären Lockerung innerhalb der von der Faltung betroffenen Gesteinsmassen gründet sich darauf, daß ja bestimmte Faltenzonen weit vertikal voraneilen und schließlich nicht mehr derartig durch Nachbarmassen eingeengt und eingeschlossen sind, wie in tieferer Lage; das kommt wieder besonders in Fällen der Faltung ohne nennenswerte Bedeckung in Frage.

Drittens sind, worauf schon VAN WERVEKE<sup>15)</sup> hingewiesen hat, bei der Faltung von geringmächtigen Schichttafeln, die ein schon vorher gefaltetes und deshalb starreres Grundgebirge überdecken, „die jüngeren Schichten gezwungen, sich dem sich aufwölbenden älteren Kerne anzupassen und ihre Oberfläche zu vergrößern. Das geschieht durch Zerreibungen, durch Verwerfungen . . .“

Weitere Möglichkeiten der Auflockerung oder gar Zerrung bei orogenetischen Vorgängen mögen bei anderer

---

<sup>15)</sup> VAN WERVEKE: Die Trierer Bucht und die Horsttheorie. Ber. Niederrhein. geol. Ver. 1910. S. 25.

Gelegenheit erörtert werden. Für heute genügt es, gezeigt zu haben, daß lokal einmal auftretende Dilatationen, wie LACHMANN sie, allerdings auf unzureichender Grundlage, an der Egge erkannt zu haben glaubt, an sich noch nicht der ganzen Vorstellung der Entstehung des saxonischen Schollengebirges durch seitlichen Druck den Boden entziehen könnten.

### V. Bruchfaltung und Biegfaltung.

Vergleichen wir die saxonische Disjunktivfaltung mit einer normalen bruchlosen Faltung, etwa derjenigen des Schweizer Juras, so ist zunächst folgendes festzustellen:

1. Die saxonische Faltung steht nicht zurück hinsichtlich des Ausmaßes der vertikalen Bewegungen innerhalb der gefalteten Massen, — im Gegenteil sind die gegenseitigen vertikalen Verschiebungen der einzelnen Teile vielfach ungewöhnlich groß.
2. Bei der saxonischen Faltung ist gegenüber diesen starken vertikalen Verschiebungen das Ausmaß des horizontalen Zusammenschubes recht gering.

Wenn wir nun, wie wohl richtig ist, den Faltungsgrad allein nach der Raumeinengung bezeichnen, so ist die saxonische Gebirgsbildung als Gesamtphänomen eine recht schwache Faltung, — denn bei bruchloser Faltungsform hätte sich die gleiche Einengung durch eine schwache Wellung von viel geringerer Faltenhöhe erzielen lassen. Sie ist eine Faltungsart, die relativ geringe Leistungen in horizontalem (einengendem) Sinne, um so größere hinsichtlich vertikaler Verschiebungen vollbringt. Statt der einfacheren bruchlosen Verbiegung scheint nun aber die mit so starken Schollenverschiebungen verknüpfte disjunktive Faltungsform deswegen eingetreten zu sein, weil die Widerstände in dem relativ spröden Boden gegen Verbiegung recht stark, gegen Schollenbildung und Schollenverschiebung relativ gering waren.

Aus dem erheblichen Faltungswiderstande des Untergrundes ergibt sich aber nicht nur 1.) die Wahl derjenigen Faltungsform, die möglichst wenig Verbiegungsarbeit erfordert, sondern auch 2.) der geringe Grad der Faltung. Der die weitesten Teile des westlichen und mittleren Europas umfassende große variscische Rahmen der alpinen Faltungs-

region war eben trotz der stellenweise tief eingesunkenen und etwas mobileren Spezialbecken<sup>16)</sup>, innerhalb deren die saxonische Faltung sich in der Hauptsache abgespielt hat, in seiner Gesamtheit doch von relativ großer Resistenz geblieben.

Sehen wir ab von magmatischen Auftreibungen, über deren Bedeutung die Meinungen noch sehr geteilt sind, so sind als Haupttypen von Hebungsvorgängen zu unterscheiden:

1. epirogenetische Hebungen („Schwellenhebungen“), d. h. die säkulären Hebungen größerer Einheiten, als deren typische Beispiele der Jetztzeit und Vergangenheit der Baltische und der Kanadische Schild genannt sein mögen;
2. orogenetische Hebungen („Faltungshebungen“, „Schollenhebungen“), die sich in den orogenetischen Phasen ereignen.

Die epirogenetischen Hebungen sind „kontinentaler“, die orogenetischen differenzieller Art. Unter die orogenetischen Hebungen fällt das Aufsteigen der Faltengebirge aus den Geosynklinalen. Wir erklären es durch den lateralen gebirgsbildenden Druck, der in der ganzen Einengung auf schmälere Raum und in all den tektonischen Formen, zu denen die Faltung führt, zum Ausdruck kommt.

Eine orogenetische Hebung solcher Art ist auch das Aufsteigen der zerrissenen deutschen Falten gewesen. Die neben der Hebung vorhandene Kompression findet ihren Ausdruck in dem Bilde der Sättel und Mulden, in den Überschiebungen und in sonstigen Erscheinungen der Stauung der Massen. Oder wie denkt sich LACHMANN, der zwar jetzt

---

<sup>16)</sup> E. SUSS neigt allerdings der Ansicht zu, daß die Einsenkungen im Bereiche des variscischen Rahmens die Ursache seiner Erstarrung seien (vgl. u. a. Antlitz der Erde, III. Teil 2. S. 720). Aber den Senkungen folgt doch im allgemeinen die Sedimentation und diese bringt flache, mobile Schichttafeln dorthin, wo vor der Senkung resistenteres, variscisch gefaltetes Grundgebirge lag, und so finden wir ja auch die relativ mobilen Zonen innerhalb des variscischen Gesamtrahmens gerade dort, wo die Senkungen eingetreten waren. Ich meine also entgegen der SUSS'schen Auffassung, daß Senkungen innerhalb einer größeren und bereits gefalteten Einheit nicht zur Erstarrung führen, sondern umgekehrt neue Mobilität und neues tektonisches Leben in vorher starrere Zonen hineinbringen.

Auf diese Verhältnisse komme ich an anderer Stelle zurück.

die differenzielle Heraushebung zugibt, sie aber immer noch aus rein vertikal wirkenden Kräften erklären will, die Art und Wirksamkeit dieser Kräfte? Mit den abwärts wirkenden Kräften des Senkungsmechanismus und auch damit, daß sie in Ausnahmefällen einmal eine Pseudofalte — sei es als „Senkstreifen mit Flexurbegrenzung“ („Pseudomulde“), sei es als „Sattelgrate“, d. h. als stehenbleibende Zone mit Flexurbegrenzung („Pseudosattel“), — schüfen, hätte sich, wenn die Unrichtigkeit des Senkungsmechanismus nicht durch die Aufwärtsbewegung der sogenannten Senkungsfelder widerlegt wäre, die Vorstellung zur Not abfinden können; aber wie soll man sich eine episodisch wirkende hebende Kraft, die sich von Scholle zu Scholle verschieden stark äußert, anders vorstellen, denn als die hebende Kraft, die auch bei der „echten“ Faltung wirkt? Bisher, so auch auf der Greifswalder Tagung, lautete die Fragestellung: Senkung oder Faltung bzw. Senkung oder Faltung und Hebung; LACHMANN will ihr, nachdem er die Unrichtigkeit der Senkungsvorstellung eingesehen hat, die Wendung: Senkung und Hebung (Vertikalbewegung) oder Faltung geben, und das erweckt bei Fernerstehenden vielleicht den Anschein, als ob sich bei ihm keine wesentliche Sinnesänderung vollzogen hätte, denn statt der Senkung wird jetzt die Vertikalbewegung verteidigt. Ja, die Ausführungen LACHMANN's auf S. 230 seines Aufsatzes könnten sogar den Glauben erwecken, daß ich mich „zugunsten der Faltungsidee“ gegen die Vorstellung von Vertikalbewegungen ganz allgemein gewandt hätte, während ich „zugunsten der Faltungsidee“ natürlich nur gegen die abwärtigen Vertikalbewegungen Stellung genommen und die aufwärtigen nachdrücklichst vertreten habe. Aber die alte Fragestellung Senkung oder Faltung und Hebung muß aufrecht erhalten bleiben und sie ist mit Zugabe der differenziellen aufwärtigen Vertikalbewegung auch zugunsten der Faltung entschieden —, solange nicht in irgendwie plausibler Weise auseinandergesetzt ist, wie eine andere wie die laterale „faltende“ Kraft die Schollenzonen unter Zusammenstauchung derselben aufwärts bewegt haben soll. Wenn LACHMANN früher jede differenzielle Hebung schon an sich nachdrücklich bestritt, so entsprang das offenbar der Unmöglichkeit, eine Vorstellung über das Zustandekommen derselben, — außer durch seitlichen Druck, und dieser wurde ja von vornherein abgelehnt —, zu gewinnen.

Und zum Schluß sei es nochmals zusammengefaßt:

Die Hochbewegung gewisser relativ mobiler Erdzonen gegenüber dem ozeanischen Spiegel und gegenüber den als Rahmen auftretenden stabileren Massiven, die Entstehung von Sätteln und Mulden und sonstigen auf Raumeinengung hinweisenden Formen in den aufsteigenden Gesteinsmassen, das Eintreten des hebenden und faltenbildenden Vorganges in ganz bestimmten und eng umgrenzten zeitlichen Phasen, und zwar in den gleichen, in denen auch die „echten“ Faltengebirge entstehen, — das alles hat die saxonische Gebirgsbildung mit der Biegfaltung gemeinsam. Das sind aber diejenigen Verhältnisse, die wir im Faltengebirge durch einen episodischen seitlichen Zusammenschub erklären. Abweichend ist der im Verhältnis zum Ausmaß der Vertikalverschiebungen geringere Betrag des Zusammenschubes und das Auftreten von Verwerfungen in einem im typischen Faltengebirge nicht zu beobachtenden Umfange, vielleicht auch ein höheres Maß von Vergitterung und sonstiger gegenseitiger Beeinflussung von Faltungsvorgängen verschiedener Richtung, als man im normalen Faltengebirge zu finden pflegt, — aber alles das sind nur graduelle Unterschiede gegenüber dem normalen Faltungsbilde, die sich z. T. (geringer Zusammenschub, Reißbildung), aus der größeren Resistenz des saxonischen Bodens, z. T. aus sonstigen speziellen Verhältnissen der vorangegangenen Evolution erklären. Und endlich übersehe man nicht, daß zwischen der saxonischen Bruchfaltung und der reinen Biegfaltung, mögen die extremen Formen auch recht abweichend sein, doch die Zwischenformen der Gebirgsbildung durchaus nicht in der Erdkruste fehlen.

## VI. Diaklase und Paraklase.

In „Diaklasen“ und „Paraklasen“ hat bekanntlich DAUBRÉE die Risse im Boden eingeteilt, und E. SUESS<sup>17)</sup> hat treffend die Diaklasen („Gare“) als „Disjunktionen aus Spannung“, die Paraklasen als „Disjunktionen aus örtlicher Bewegung“ definiert. Für SUESS (l. c.) sind nun die Sprünge des deutschen Bodens trotz der an ihnen eingetretenen Verschiebungen keine echten Paraklasen, sondern, wie man in

<sup>17)</sup> E. SUESS: Über Zerlegung der gebirgsbildenden Kraft. Mitt. d. geol. Ges. Wien 1913. Bd. VI. S. 13 ff.



seinem Sinne sagen könnte, „Pseudoparaklasen“, nämlich von Haus aus Diaklasen, an die sich nur „die Merkmale von Paraklasen, d. h. tektonische Senkungen, Überschiebungen oder Faltungen in der Weise gefügt haben, daß der Ursprung zweifelhaft wird“. Kennzeichnend in diesem Sinne ist für SUSS der Umstand, daß die tektonischen Linien sich zu Einheiten vereinigen, deren Grundriß dem sonstigen Bau des Landes fremd sein soll. Dem kann nicht zugestimmt werden. Ist die saxonische Gebirgsbildung samt ihren Brüchen auch fremd gegenüber dem variscischen Untergrunde, so liegt doch ein langer Zeitraum zwischen der variscischen und der saxonischen Faltung, und die Evolution in dieser langen Zeit kennzeichnet die nachfolgende saxonische Faltung samt ihren Brüchen als keine fremde, sondern eine durchaus bodenständige Erscheinung. Wie nämlich ganz allgemein die vorangehende Evolution des Bodens (epirogenetische Vorgänge) die Erscheinungen der nachfolgenden Erdrevolutionen (orogenetische Vorgänge) bedingt, so hatte sie eben in dem langen Zeitraume zwischen der variscischen und der saxonischen Faltung einen Weg genommen, an dessen Ende die Abtrünnigkeit der letzteren sozusagen zu einer Selbstverständlichkeit wurde. Die saxonische Gebirgsbildung verläuft ja nur östlich der Elbe und lokal in linksrheinischen Gebieten „posthum“, im übrigen aber „renegant“ (abtrünnig)<sup>18)</sup> zur variscischen; doch renegant in

<sup>18)</sup> Die Bezeichnung „posthum“ hat ja E. SUSS (Antlitz der Erde II, S. 147) für eine Gebirgsbildung gegeben, die alte Linien vorangegangener Faltungen wieder aufnimmt, die also, wie ich kurz sagen möchte, „nach alter Art“ oder, wie LÖWL (Geologie, S. 176) sich ausgedrückt hat, nach einer gewissen und immer wieder durchbrechenden „erblichen Anlage“ erfolgt; für tektonische Vorgänge, die im Gegensatze hierzu neue Richtungen wählen, die sich also von der Tradition lossagen, gebrauche ich die Bezeichnung „renegant“ („abtrünnig“).

„Renegant“ ist, um bei den Verhältnissen Europas zu bleiben, außer der saxonischen Faltung westlich der Elbe z. B. die Faltung der Betschen Kordillere gegenüber dem armorikanischen Streichen in der Spanischen Meseta nördlich des Guadalquivir, die tertiäre Faltung Asturiens gegenüber der paläozoischen, die Karpathenfaltung gegenüber den variscischen Sudeten usw. Es ist in diesen Fällen leicht zu zeigen und kann wohl als allgemeines Gesetz gelten, daß die renegante Faltung eine Folgeerscheinung vorangegangener reneganter Undation ist (s. oben). Ähnlichen Gedankengängen ist auch schon E. HAUG (Géosynclinaux et Aires Continentales, Bull. Soc. Géol. de France, III. Série, Bd. 28, 1900) gefolgt, indem er die Ursache der

diesem Sinne war auch schon die vorangegangene Undation, und zwar leitete sich der Umschwung aus dem variscischen zum saxonischen Bewegungsinne bereits am Ende des Paläozoikums ein als Folge gewisser damals gegebener Verhältnisse, unter denen eine Versteifung bestimmter Zonen eine besondere Rolle spielt. Auf diese für das Verständnis eines der auffälligsten Züge in der Tektonik des außeralpinen Mitteleuropas, nämlich des Renegatentums der jüngeren Gebirgsbildung, und ferner wohl für die ganze Frage der posthumen und reneganten Faltung so bedeutsamen Verhältnisse komme ich an anderer Stelle zurück.

Jedenfalls erscheint mir das SUESS'sche Kennzeichen dafür, daß die „Rheinbrüche“ und „Donelbebrüche“ oder, wie SUESS früher sagte, die „afrikanischen“ und „asiatischen“ Linien im deutschen Boden von Haus aus Diaklasen und keine echten Paraklasen seien, hinfällig.

## 20. Beiträge zur Geologie des Niederrheines.

Von Herrn A. QUAAS.

### VI.

#### Das geologische Profil der „Gemeindegrube Neuwerk“ im Viersener-Horst.

Hierzu 1 Textfigur.

Von den zahlreichen natürlichen und künstlichen Aufschlüssen im Viersener-Horste bietet das meiste geologische Interesse derjenige der etwa halbwegs zwischen

---

posthumen Gebirgsbildung darin erblickte, daß die jüngere Geosynklinale parallel zur älteren geht, während er andererseits auf Fälle hinwies, in denen die Achse der jüngeren Geosynklinale von der der älteren Falten abweicht. Das Problem der abtrünnigen Gebirgsbildung, das man bisher kurzerhand mit der Annahme einer Richtungsänderung des fallenden Druckes abzutun pflegte, verschiebt sich also auf die Erklärung der Ursachen für die Neuorientierung der Undation, d. h. also im wesentlichen der epirogenetischen Erscheinungen, die der reneganten Faltung vorangegangen sind.

**Druckfehlerberichtigungen.**

In Monatsbericht 12, 1916, S. 282 ist die oberste Zeile ausgefallen und nachzuholen:

„bekanntlich“ das deutsche Mesozoicum „erst gefaltet und Monatsberichte, 69. Bd., 1917, S. 41, Zeile 1 u. 2 von unten  
lies „Sandsteine und Schiefer,  
Dolomitischer Kalk,  
Sandsteine und Schiefer,  
Basiskonglomerat.“

statt „Sandsteine und Schiefer, Dolomitischer Kalk,  
Sandsteine und Schiefer, Basiskonglomerat“.

Abh. 69. Bd., 2. Heft 1917, Erklärung zu Tafel XII, Fig. 2a, b  
lies „Yakadjik  $\frac{1}{4}$  S. 316“ statt „Yakadjik S. 316“.

Erklärung zu Tafel XIII, Fig. 6b, lies „Pendik“ statt „Yakadjik“.

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 1916

Band/Volume: [68](#)

Autor(en)/Author(s): Stille Hans

Artikel/Article: [19. Hebung und Faltung im sogenannten Schollengebirge. 269-294](#)