

Anorthositen durch die ausgezeichneten mechanischen Zertrümmerungserscheinungen (Kataklase oder Protoklase) in der Tat recht plausibel gemacht werden kann, so sind doch in andern Fällen geologische Form und Strukturverhältnisse einer solchen Auffassung wenig günstig. Als Typus solcher Anhäufungen kann man wohl die Olivinbomben der Basalte ansehen.

Ebenso bieten z. B. die melanokraten Spaltungsprodukte granitischer u. a. Gesteine Einwände. Minetten und Kersantite sind keine Anhäufungsprodukte der erstausgeschiedenen Glimmer — ganz abgesehen von der Frage, ob diese dünnen Blättchen überhaupt im Magma in größerem Betrage absinken können —, sondern aus homogenem Schmelzfluß erstarrt, wie Struktur, Salbanderscheinungen u. a. beweisen.

Schließlich ist auch die Grundlage des Ganzen nur eine Hypothese. Es ist ganz unbekannt, wie das wahre Mengenverhältnis Basalt: Granit ist, ob es wirklich dem aus der BOWENSchen Theorie abgeleiteten Wert von etwa 10—15% Granitdifferentiat entspricht, ob nicht vielmehr eine primäre, inhomogene salische Schale, z. T. allein, z. T. in Verbindung mit der basaltischen in den Erstarrungsmassen der Lithosphäre zu geologischer Gestaltung gelangt ist.

Das Problem der magmatischen Differentiation ist offenbar durch den BOWENSchen Versuch noch nicht in allen seinen Teilen gelöst. Es ist anscheinend viel komplizierter, als daß alle seine Äußerungen auf ein einziges Prinzip als *causa movens* zurückgeführt werden könnten.

Im Felde, Juli 1916.

## Tektonische Probleme am Nordrand des Harzes.<sup>1)</sup>

Von **Hans Cloos** (Marburg a. d. L.).

(Mit 9 Textfiguren.)

### Literatur.

#### I. Hilfsmittel zum Verständnis der Arbeit:

1. H. SCHROEDER u. J. BOEHM, Geologie und Palaeontologie der subhercynen Kreidemulde. Abh. Kgl. Pr. Geol. Landesanst. N. F. 56, 1909.
2. H. SCHROEDER, Exkursionen in das nördliche Harzrandgebiet usw. D. Geol. Ges. 1914.
3. Harzkarte von LOSSEN.
4. Geol. Spezialkarte d. Königr. Preußen usw. Blätter Vienenburg, Goslar, Harzburg.

#### II. Sonstige benutzte Literatur.

5. K. ANDRÉE, Rutschstreifen auf Schichtflächen der Culm-Grauwacke im Oberharz. 5. Jahresber. d. Niedersächs. Geol. Ver. 1912.
6. G. BRANDES, Bemerkungen über Trümmergesteine usw. Zeitschr. D. G. Ges. 1902.

<sup>1)</sup> Vgl. CLOOS, Eine neue Störungsform, (8).

7. BORNHARD, Siegerland, I, 1910.
8. CLOOS, Eine neue Störungsform. Geol. Rundseh., 1915, Bd. VI, Heft 1/2.
9. EWALD, Die Lagerung der oberen Kreidebildung am Nordrande des Harzes.
10. EWALD, Geol. Karte von Anhalt 1864.
11. Führer zur Exkurs. d. D. G. G. 1914.
12. A. HEIM, Mechanismus der Gebirgsbildung, II.
13. JASCHE, Die Gebirgsformationen in der Grafschaft Wernigerode usw., 1858.
14. G. KLEIN, Handbuch d. Braunkohlenbergbaues, 1907.
15. v. LINSTOW, Beiträge zur Geologie von Anhalt, KOENEN-Festschrift 1907.
16. v. LINSTOW, Über die Zeit der Heraushebung des Harzes. Jahrb. Kgl. Pr. Geol. Landesanst. 1913.
17. G. LOSSEN, Über die fraglichen Tertiärablagerungen usw. Schrift d. Naturw. Vereins d. Harzes, Wernigerode, VI, 1891. Mit Literatur über Wienrode.
18. REYER, Theoretische Geologie. Stuttgart 1888.
19. H. SCHROEDER in A. HEMPRICH, Geologische Heimatkunde von Halberstadt u. Umgebung. Halberstadt 1913 (Karte u. Profile).
20. H. STILLE, Die Faltung des deutschen Bodens usw. Zeitschr. Kali, 1911.
21. STILLE, Das tekton. Bild des Benther Sattels. 7. Jahresber. d. Nieders. Geol. Vereins 1914.
22. WEICHSSEL, Bericht d. Naturw. Ver. d. Harzes. Wernigerode 1851.
23. WILCKENS, Grundzüge d. tekt. Geologie. Jena 1912.

Aus Faltengebirgen ist bekannt, was für die Lagerung Fugen bedeuten, die das Gestein schwächen und der Bewegung bestimmte Wege weisen. Faltung entsteht, wenn Druck in Richtung vorhandener Fugen zielt und das Gestein Platz hat, quer dazu auszuweichen. Stehen dagegen die Fugen senkrecht zum Druck, so ist Faltung ausgeschlossen und an ihre Stelle treten gerade Verschiebungen, die verwickelt und oft schwer von Hebungen oder Senkungen und ihren Begleiterscheinungen zu unterscheiden sind. Noch schwieriger in der Erscheinungsweise, aber dennoch klärend und lehrreich nach zwei Seiten, ist eine Verknüpfung beider Fälle: Der Druck kommt von der Seite, und flache liegen auf steilen Schichten, getrennt durch eine Discordanz.

Gerät ein so zusammengesetztes Gebirgsstück in Bewegung, so hängt viel davon ab, ob die Kräfte über oder unter der Discordanzfläche ansetzen: Oberhalb der großen Perm-Trias-Transgression ist der Basler Kettenjura abgeschoren und für sich gefaltet (BUXTORF). Arbeiten dagegen auch die neuen Kräfte in der Unterlage, so erreichen sie die Decke nur auf Umwegen, und Decke und Unterlage verhalten sich zueinander ähnlich wie — im großen und nach einer gangbaren Auffassung — Erdkruste und Erdkern: Am Nordrande des Harzes sind bekanntlich alle Formationen aufgerichtet, aber der Zechstein und fast das ganze Mesozoikum steiler als Emscher, Senon und Tertiär — eine scharfe Discordanz liegt dazwischen<sup>1)</sup>. Den letzten Abschnitt der Aufrichtung haben also beide Schichtenfolgen mitgemacht, aber in verschiedener Orientierung zur bewegendenden Kraft. So ist denn auch ihre heutige Lagerung ganz ungleich, und die Verhältnisse auf der Grenze,

<sup>1)</sup> Im Osten über dem Emscher.



in zahlreichen Aufschlüssen vollkommen zugänglich, versprechen nach beiden Seiten Licht zu werfen und Erkenntnisse zu liefern, die sich möglicherweise auch im großen nutzbar machen lassen<sup>1)</sup>.

### Der Emscherkeil des Langenberges (Fig. 1, 2, 3).

Zwischen Harzburg und Oker liegt die Discordanz unter dem Emscher. Weißer Jura — Kalke und Mergel des Kimmeridge — ist kräftig überkippt, Emscher, der ihn abschneidet, steht steil, senkrecht oder ist ebenfalls, wenn auch schwächer umgelegt. Aber die Kreide liegt nicht als zusammenhängende Tafel über den Jurakalken, sondern bildet zwischen ihren Schichtköpfen keilförmige Streifen von geringer Breite (3 m) bei großer streichender Länge (bis 600 m). Diese eigenartigen

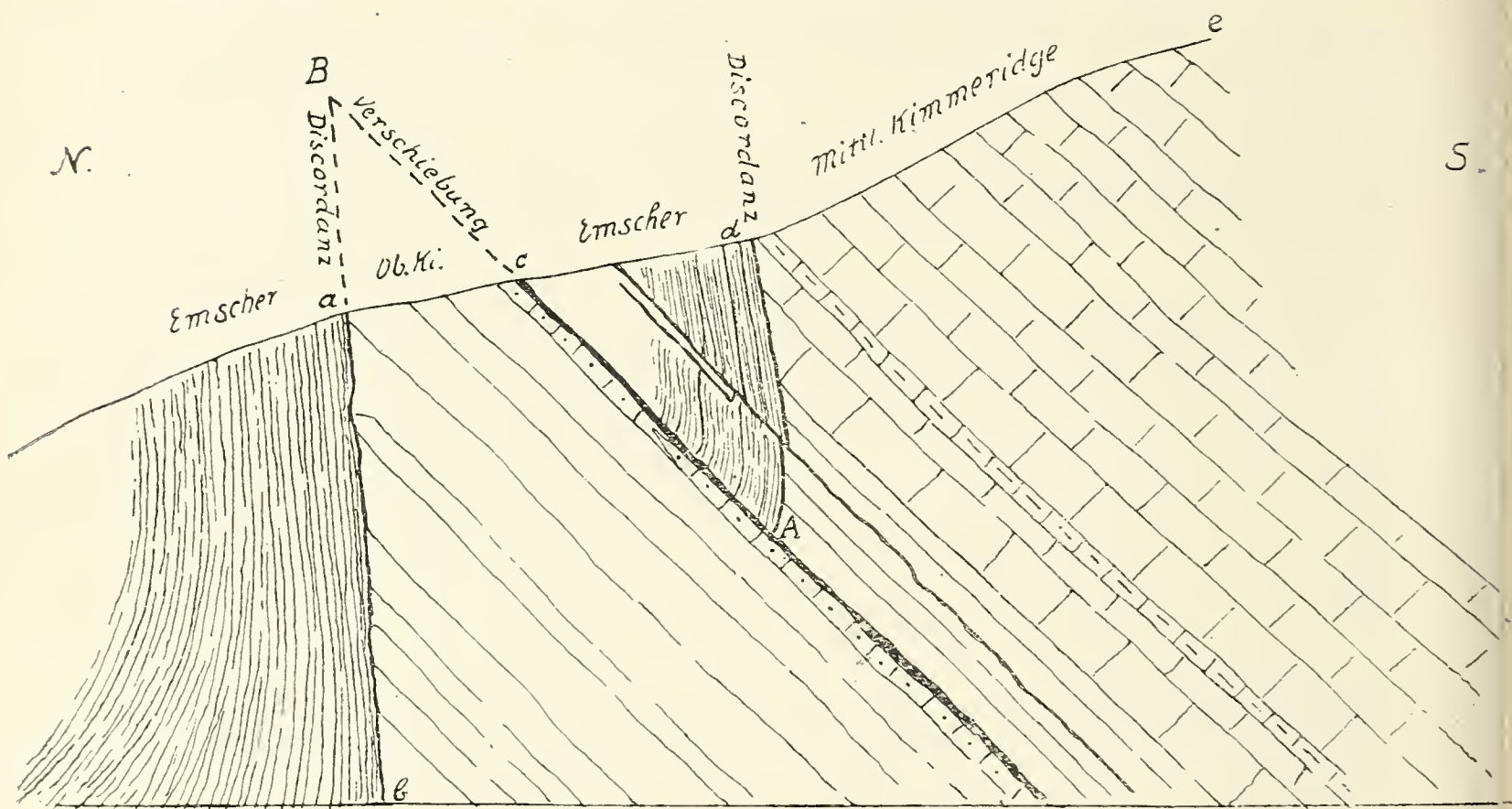


Fig. 1. Emscherkeil auf dem Langenberg, westlicher Schnitt.

Gebilde wären nach H. SCHROEDER (1) S. 1—17, Taf. I—VI, (2) S. 46 bis 57 in der heutigen Form schon aus dem Boden des Emschermeeres ausgewaschen, damals gefüllt und inzwischen nur noch mitsamt der Umgebung aufgerichtet worden<sup>2)</sup>.

Ich halte diese stratigraphische Erklärung nicht für ausreichend, sondern nehme an, daß die Kreide ursprünglich eine einheit-

<sup>1)</sup> Die Hinlenkung auf diese Verhältnisse und damit die Anregung zu der vorliegenden Untersuchung verdanke ich den schönen, durch gute Photographien unterstützten Beobachtungen von H. SCHROEDER (1, 2, 19). Es liegt mir daran, ausdrücklich hervorzuheben, daß ohne diese reiche stratigraphische Grundlage mein tektonisches Gebäude nicht möglich gewesen wäre.

<sup>2)</sup> Vgl. die beiden bekannten Profile von H. SCHROEDER (1), auch bei O. WILCKENS (23) S. 55, Fig. 56, sowie Führer D. G. G. (11).

liche Tafel gewesen und erst nachträglich durch tektonische Kräfte in Keile zerlegt worden ist.

Denn es läßt sich zeigen, daß jeweils die Nordwand der Tasche eine Bewegungsfläche ist und daß ihre untere Spitze (die Schneide des Keiles) in die Fortsetzung der unweit nördlich ausstreichenden Discordanzfläche gehört (Fig. 1, Bewegung *AB*): Die Kreide beginnt an beiden Stellen mit einer Konglomeratbank von 2,50—2,80 m Mächtigkeit und gleicher Zusammensetzung, der feinerkörnige Kalksandsteine folgen<sup>1)</sup>. Gleit- und Quetschspuren begleiten die Grenzfläche bis zwischen die liegenden Jurabänke hinein und die Kreide ist im Sinne der Bewegung geschleppt, teilweise abgeschoren und selbst von einer kleinen Parallelstörung durchzogen. Ferner: Wie hätten die weichen Juramergel bei *B* unbeschädigt so flach und scharf in die Brandung vorspringen, wie hätte sich überhaupt eine Steilstufe und Hohlkehle von solcher Länge im Streichen von so regelmäßiger Form und gerade in diesem Gestein bilden können?

Das Neuartige an dieser Bewegung ist ihre enge und eigentümliche Abhängigkeit vom Mechanismus der Gesamtaufrichtung. Denn was in der Kreide als Störung erscheint, verwandelt sich im Jura in eine einfache parallele Verschiebung auf der Schicht; und zwar rückt die jüngere Bank gegenüber der älteren vor.

Und so wie hier die Mergel und Kalke des Jura, so verschieben sich Schichtentafeln regelmäßig und müssen sie sich verschieben, sobald mehrere gemeinsam umgebogen und dadurch die inneren gegen die äußeren im Raume beengt werden (Fig. 2; A. HEIM, (12) S. 26, K. ANDRÉE, (5) S. 76/77). Die Tektonik der

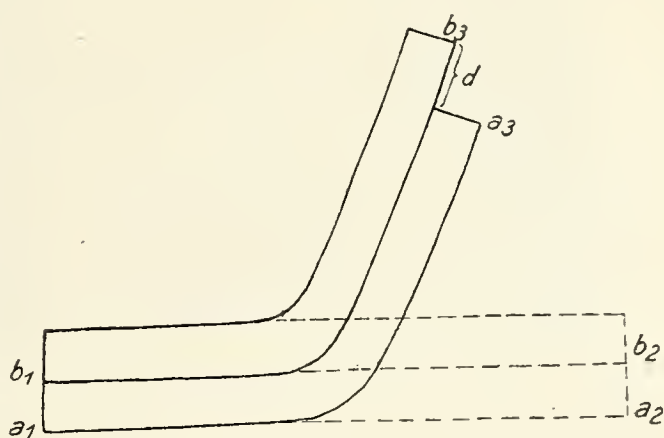


Fig. 2.

Kreidedecke geht somit aus der Aufrichtung ihrer Unterlage hervor und wird durch diese restlos erklärt (vgl. auch Fig. 6). Läßt sich diese mechanische Beziehung doch sogar zahlenmäßig fassen: Erreicht die Drehung, wie hier, 90—100°, so wird der Vorsprung eines Balkens gegen den andern am freien Ende ungefähr gleich seiner eigenen Dicke oder genauer gleich dem Abstand der Mittellinien beider. In Profil 1 und 3 sind die betreffenden Zahlen 15 bzw. 30 = etwa 20, entsprechen also innerhalb der Meß- und Fehlergrenzen der Theorie.

Die Störung an der Nordgrenze des Kreidekeiles setzt also nicht wie eine Verwerfung oder Überschiebung selbständig und geradlinig durch die Schichten, sondern sie besitzt die neuartige Form einer Drehverschiebung: In vorhandene Fugen des Untergrundes einlenkend,

<sup>1)</sup> Im Jahre 1914 mit Hilfe einer Leiter an der Steinbruchswand gemessen.



erlischt (und entspringt) sie in und mit der Drehung desselben und ist durch jede ihrer Phasen nach Maß, Form und Stellung im voraus bestimmt. Parallele Verschiebungen, auch sonst verbreitet, aber in der Regel latent, werden so durch eine nicht parallel orientierte Schicht aufgefangen und in sichtbare Störungen von tektonischer Wirkung umgewandelt.

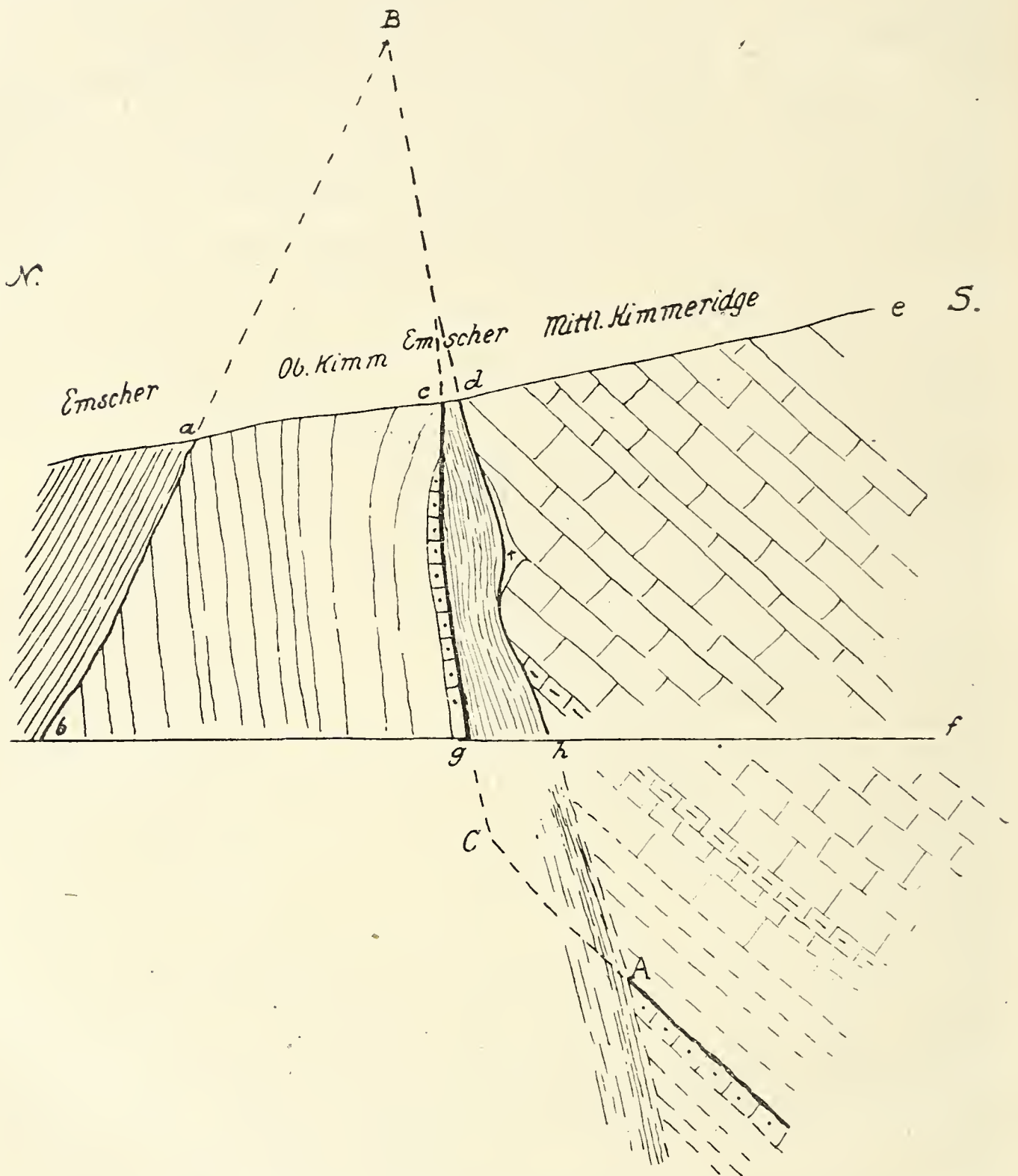


Fig. 3. Emscherkeil auf dem Langenberg, mittlerer Schnitt.

Angenommen, der Emscherkeil des Langenberges ließe sich als Einzelfall auch im Sinne einer gewöhnlichen Absenkung — aber nach dem Gebirge hin! — erklären: Zur Notwendigkeit wird die neue Deutung, sobald auch überall sonst, wo die gleichen Bedingungen zusammentreten, gleiche Folgeformen wiederkehren: Im Mittelstück des Keiles (Profil des »dritten Steinbruches«, Fig. 3) nimmt auch

SCHROEDER eine Störung an. Diese läßt sich zwanglos aus der im ersten Profil nachgewiesenen ableiten: Die Bewegung geht aus dem gleichen Horizont des Kimmeridge hervor (Nr. 17 der SCHROEDERschen Zählung) und der Discordanzwinkel ist in beiden Schollen derselbe. Aber dann lenkt die Verschiebung aus der Juraschichtung in die Schichtung der Kreide und schließlich in ihre Abrasionssohle selber ein, indem sie dem Drucke von den Seiten in die loseren Kreidesande ausweicht. Dadurch konvergieren nach oben paarweise die Schichtflächen der Kreide und die des Jura und der Keil wird in der Mitte und nach oben etwas dünner als am Ost- und Westende. Auch ist die »Sprunghöhe« hier etwas größer als an den Enden (etwa 15 bzw. 30 m), mit ihr die ursprüngliche Entfernung der beiden Schollen und dementsprechend ist die conglomeratische Kreide bis zur Nordscholle bereits tonig geworden, Hand in Hand mit der Zusammensetzung des Untergrundes.

In diesem Sinne bieten auch die weichen Gesteine im Norden des Keiles keine Schwierigkeiten mehr; ist es doch gewiß kein Zufall, wenn sich die Juraschichten gerade da teilen, wo Kalk und Ton — spröde und formbar — aneinandergrenzen!<sup>1)</sup>

### Die Kreidemulde am Teufelsbach bei Michaelstein (Fig. 4<sup>2)</sup>).

Fehlen spröde Einschaltungen, so kann durch die gleiche Bewegung statt des Keiles eine Mulde entstehen. Am Teufelsbach bei Michaelstein liegt so Senon auf und zwischen Schichtköpfen von Muschelkalk (H. SCHROEDER [1], Fig. 4). Aber die Mulde ist nicht echt. Denn wohl fällt ihr Südflügel im Sinne der Gesamtaufriechung — die Kreide flacher als der Muschelkalk, beide nach Norden —; aber Mitte und Nordflügel sind ganz abnorm: Die Kreide legt sich flach und steigt steil nordwärts an, ohne daß die Unterlage mittut. Dadurch geht der ursprüngliche Discordanzwinkel verloren, die Decke löst sich von der Unterlage und in die Kreidesohle stoßen mehrere Muschelkalkbänken um kleine, nach Norden wachsende Beträge vor, wobei sie Ausschnitte aus der Transgressionsfläche in normaler Lagerung auf dem Kopfe tragen. Ein größerer Vorstoß schneidet dann die ganze Mulde nord-

<sup>1)</sup> REYER schreibt (Theoretische Geologie, S. 466): »Insbesondere in der Grenzfläche zwischen mächtigen und dünnen Schichten treten infolge der Deformation bedeutende Lageverschiebungen ein.« Ob sich dabei Harnische bilden, hängt ganz wesentlich vom Gestein ab. Zwischen festen Kalktafeln (Cenomanpläner bei Gr. Göhren, Salzgitter) fand ich zahlreiche Rutschflächen in geringen, wenn auch ungleichen Abständen. Die Streifen wichen übrigens bis zu 20° von der steilsten Neigung ab, was eine schraubenförmige Bewegung zu verraten scheint. Schwächen Tonlagen das Gesteinsgefüge, so scheint zwar die Verschiebung hauptsächlich diese zu bevorzugen (Quetschung, Fältelung usw.), aber Rutschstreifen oder gar polierte Harnische sind selten.

<sup>2)</sup> Nach Beobachtungen im Jahre 1914; im Einklang mit den übrigen Profilen spiegelbildlich umgezeichnet.



wärts ab. Die beiden Flügel sind also nicht gleichwertig und von Faltung kann keine Rede sein. Vielmehr stammt die Bewegung wieder aus der Unterlage, wie auf dem Langenberg, und jeweils jüngere Bänke derselben

eilen gegen ältere voraus, im Gefolge und mechanischen Zusammenhang mit der zweiten Aufrichtung.

Aber hier verteilt sich der Vorstoß auf ein größeres Schichtenpaket und erzeugt nicht eine hohe Stufe, sondern zahlreiche niedrige, die zu einer höheren überleiten.

So wird die Mulde zur Grundform, von der auch der Keil abstammt: Sie besteht aus drei Stücken (Fig. 5): Einem Stamm, in welchem Unterlage und Decke noch wie früher verbunden und nur miteinander aufgerichtet sind, einem Schlitten, der, aus Schichten der Unterlage bestehend, die Mulde aufbiegt und abschneidet, und aus einem Zwischenstück, das die Schlittenbewegung in Richtung zum Stamm allmählich abklingen läßt.

Ein Keil entsteht, wenn der Schlitten auf dem Stammabschnitt selbst vorgleitet, so daß ein Zwischenstück fehlt oder, wie auf dem Langenberg, verkümmert ist.

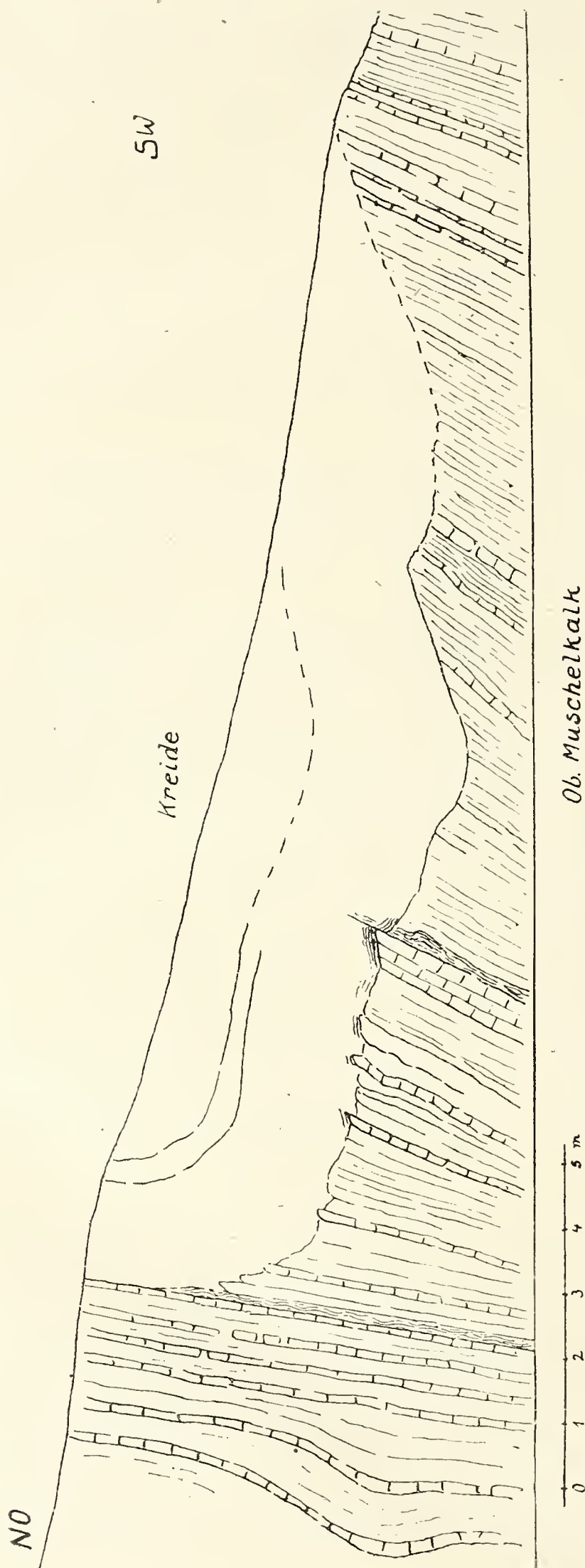


Fig. 4. Kreidemulde über Muschelkalk am Teufelsbach.

Natürlich sind von beiden Formen viele Abarten und Übergänge denkbar. Je spitzer der Discordanzwinkel, desto schärfer muß im allgemeinen der Keil, desto enger kann die Mulde ausfallen. Wie breit und wie steil das Zwischenstück wird, scheint in der Hauptsache vom Gestein abzuhängen: Schroffer Wechsel von weich und hart begünstigt plötzliche weite Vorstöße (Langenberg-Keil); lösen dagegen dünne, Bänke

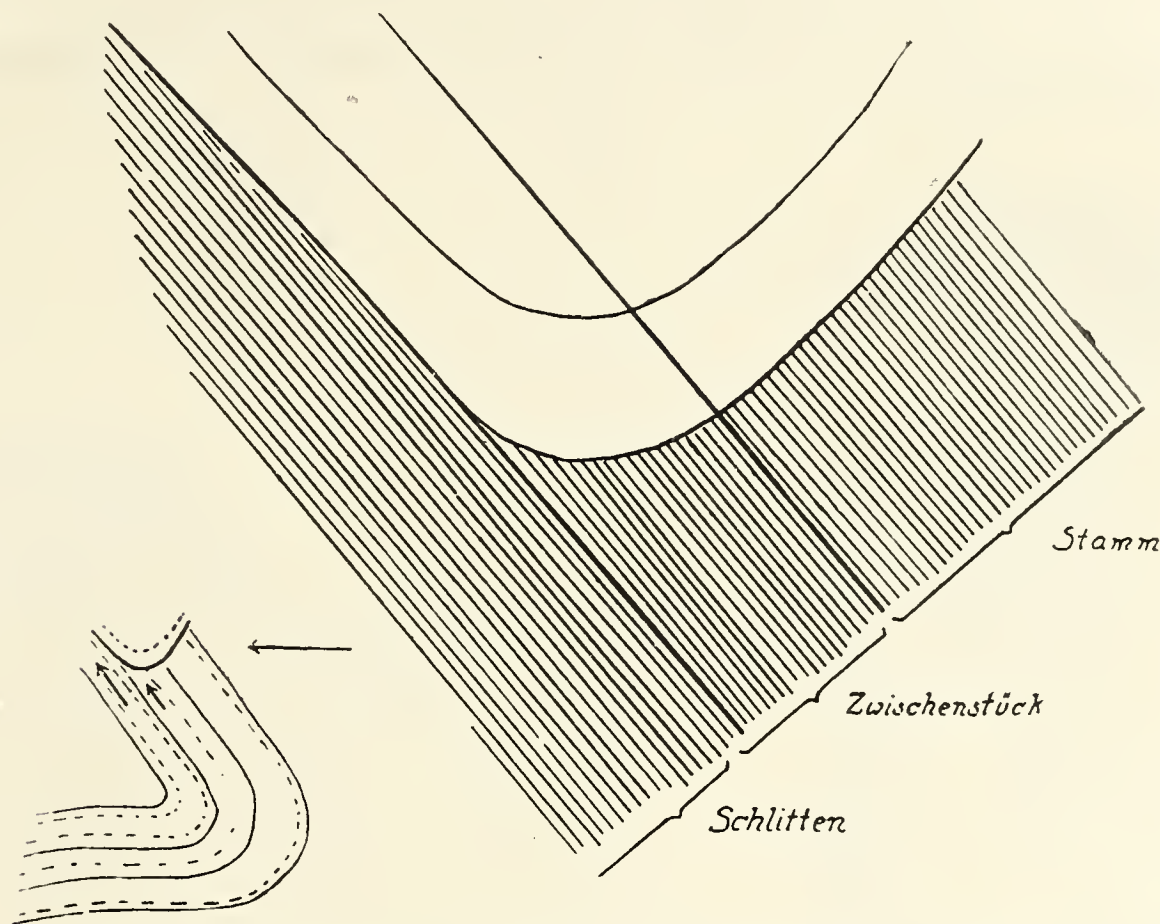


Fig. 5. Entstehung einer Mulde durch Drehverschiebung.

einander häufig ab, so verteilt sich die Spannung und es bilden sich breite Mulden oder eine wellenförmige Front. Auch wird sich der Seitendruck, ist erst einmal ein Streifen Decke in die Unterlage einbezogen, bereitwillig der schwachen Zone bemächtigen und Keil oder Mulde zuklemmen.

Einige solche Möglichkeiten finden sich im weiteren Verlaufe der Aufrichtungszone verwirklicht.

### Beispiele und Anwendungen.

Die Kreide nördlich vom Keil des Langenberges (Fig. 1, 3 und 6) biegt nach Norden vor und formt eine Mulde, die etwas breiter und tiefer und noch länger ist als der Keil. Der Schlitten des Keils ist also zugleich das Stammstück der Mulde. Vom Zwischenstück sieht man im Anschluß an den Keil (im zweiten Steinbruch) noch die Verflachung bis  $50^\circ$ ; dann erscheint, durch einen Quersprung versetzt, die »Muldenachse« im Eingang des Steinbruchs, während das Liegende, der nördliche Muldenflügel und die Gesteine des Schlittens nicht oder nur schlecht



erschlossen sind. Außerdem beschreibt SCHROEDER weitere kleine Keile, die früher zwischen der Mulde und dem Hauptkeil aufgeschlossen waren und für die ich eine, in jedem Sinne »parallele« Entstehung annehmen möchte. Alle diese zerstreuten Glieder zusammengefügt und etwas vereinfacht, geben ein schönes, einheitliches Entstehungsbild (Fig. 6).

Mechanisch stimmt es gut mit den Erfahrungen am Teufelsbach, wenn sich abseits von der spröden Kalktafel die mildere Form der Mulde einstellt. Nach Norden hören mit der Aufrichtung alsbald auch ihre Folgerscheinungen auf. Wie weiter südlich die Decke geformt war, wissen wir leider nicht.

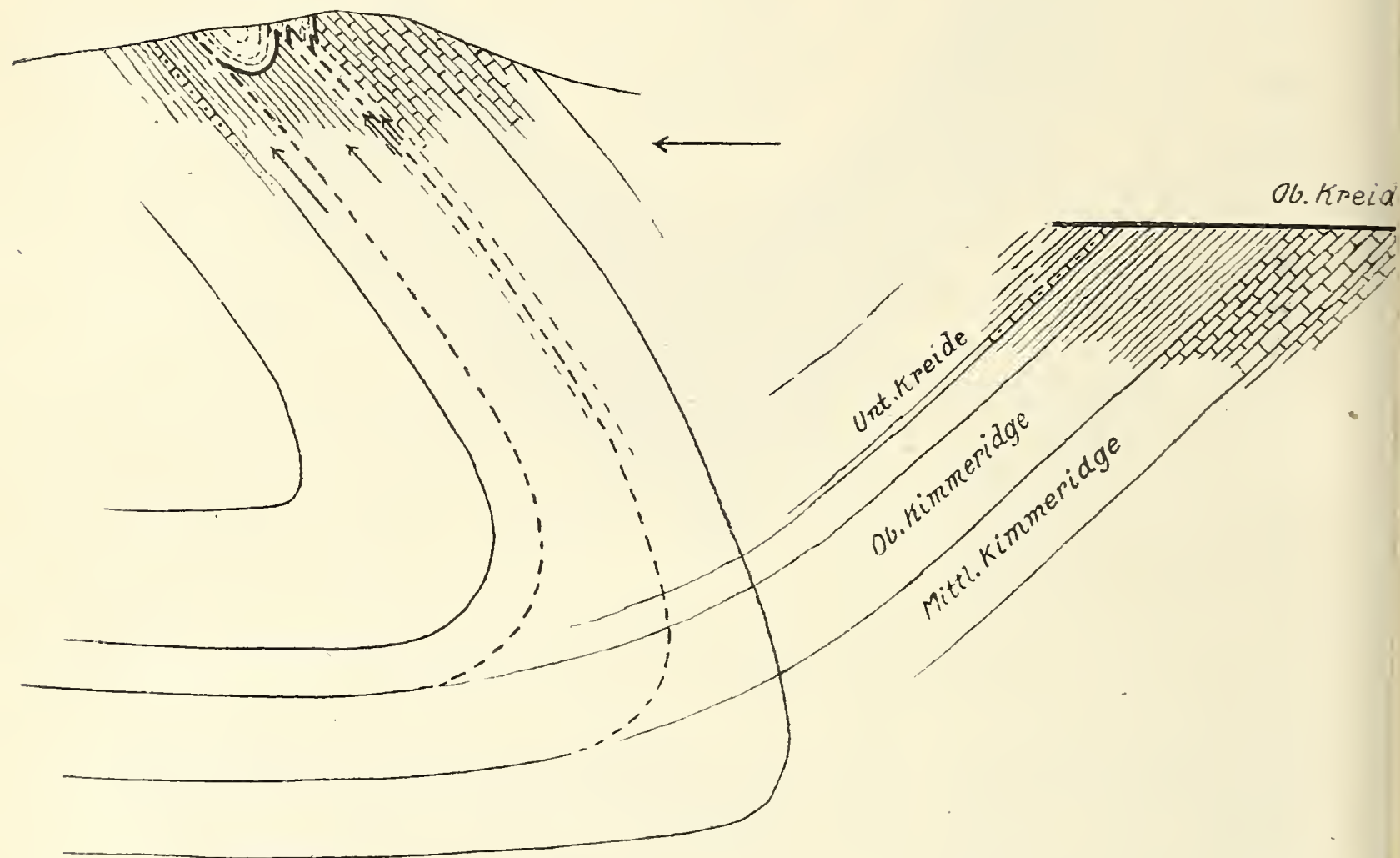


Fig. 6.

Dagegen liegen schmale, bis 4 km lange Kreide- und Tertiärstreifen weiter östlich auf der Höhe des Zechsteinbandes: Die Kreide von Ilsenburg—Drübeck, die Kreide vom Fohlenstall bei Thale und das bekannte Braunkohlentertiär von Thale—Wienrode. Zu ihrer Erklärung hielt man früher die Auflösung der liegenden Zechstein-salze für ausreichend, hat aber dann angesichts der regelmäßigen Anordnung im Rahmen der Gesamttektonik doch tektonische Ursachen hinzugezogen — freilich ohne sich über das Wie und Warum im einzelnen klar werden zu können.

Ich glaube, der tektonische Anteil löst sich nach dem Vorbilde des Langenberges von selbst und ohne Rest. Bei den zwei linealförmigen Schollen von Wienrode und Ilsenburg wird der Stamm durch den Harz-

kern selbst mit etwas anliegendem Zechstein gebildet. Der Schlitten besteht bei Ilsenburg aus Buntsandstein, bei Wienrode noch aus Zechstein. Das Zwischenstück ist bei Wienrode schmal aber deutlich: Wienrode ist eine, wenn auch enge, wohl nachträglich gepreßte Mulde und ist schon lange als solche angesehen worden. Ob auch bei Ilsenburg ein Zwischenstück ausgebildet ist, konnte ich an den heutigen Aufschlüssen nicht mehr erkennen. Dort könnte auch ein Keil vorliegen oder mehrere Keile, zwischen denen der Zechstein des Schlittens nur stellenweise (z. B. nahe dem Südrand, vgl. das alte Stollenprofil von JASCHE (13)) bis in die Höhe des Aufschlusses vorgestoßen wäre. Dagegen ist die Struktur des Stammes, besonders das steile Kreideconglomerat, am überkippten Zechstein in dem alten Gipsbruch noch heute sichtbar. Unter den Querschnitten durch das Kohlenflöz von Wienrode<sup>1)</sup> ist eines in unserem Sinne lehrreich (Fig. 7): Von der normalen, engen und tiefen Mulde ist durch einen diagonalen Schnitt das Fußstück nach Norden hochgezogen. Hier könnten dieselben Vorgänge, welche die Mulde gebildet, nachher die fertige Mulde zerlegt haben, so, daß ihr Fußstück zum Schlitten, ihr Oberbau zum Keil wurde.

Die kleine Kreidescholle am Fohlenstall bei Thale (Fig. 8) scheint ein Keil zu sein, wenn auch mit Anlage zur Muldung. Den Schlitten bildet Zechstein, der etwas überkippt, die Kreide abschneidet, welche  $50^{\circ}$  N fällt; im Stamm ist auch die Kreide schwach überkippt. Sie liegt hier aber nicht, wie zu erwarten, auf Zechstein, sondern auf unterem Buntsandstein, der gleichzeitig zum Schlitten der südlich anstoßenden Tertiärmulde gehört. Diese kleine, abnorme Buntsandsteinscholle läßt sich im Rahmen dieser Arbeit nicht erklären. Aushilfsweise habe ich in einem schematischen Schnitt (Fig. 8) angenommen, in der Kreidezeit sei ein Triaslappen auf den Zechstein heruntergeklappt, wie das STILLE (22) S. 279, Fig. 1, auch (21) S. 287, 288 an vielen Stellen in Norddeutschland mit Salzauflösung in Verbindung bringt. Richten sich dann die Schichten weiter auf, so muß diese Halbinsel ähnlich wie eine discordante Decke von unten her

<sup>1)</sup> Die mir die Grubenverwaltung in der freundlichsten Weise zu kopieren gestattete.

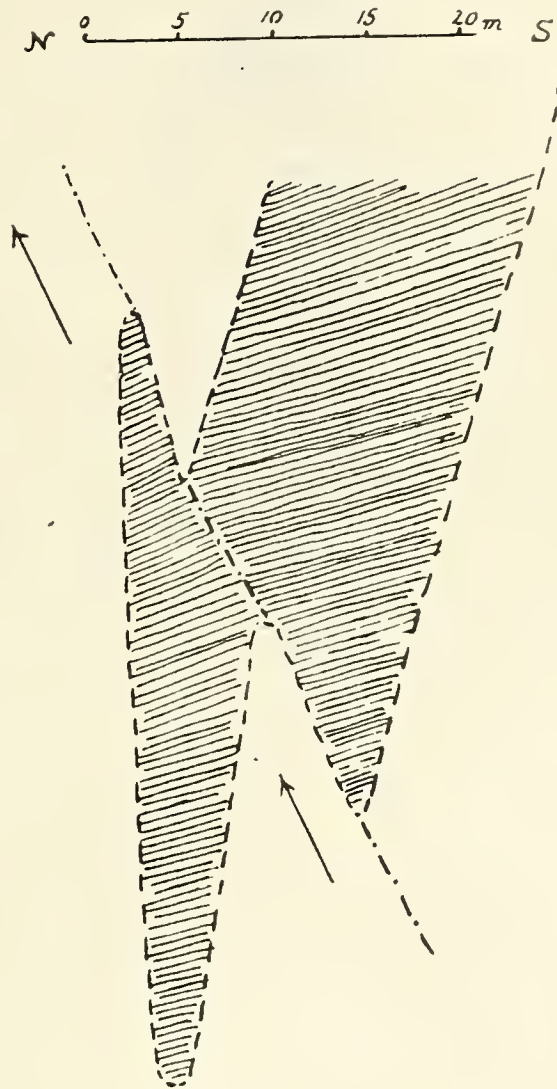


Fig. 7. Wienrode, abnormes Querprofil.



durchschoren, von der Haupttafel abgetrennt und in das Gesteinsmosaik der Kreideunterlage eingefügt werden.

Im Profil des Fohlenstalles liegen dann Kreidekeil und Tertiärmulde zueinander wie auf dem Langenberg die beiden Emscherstreifen, jedoch Keil und Mulde vertauscht und beide erheblich größer.

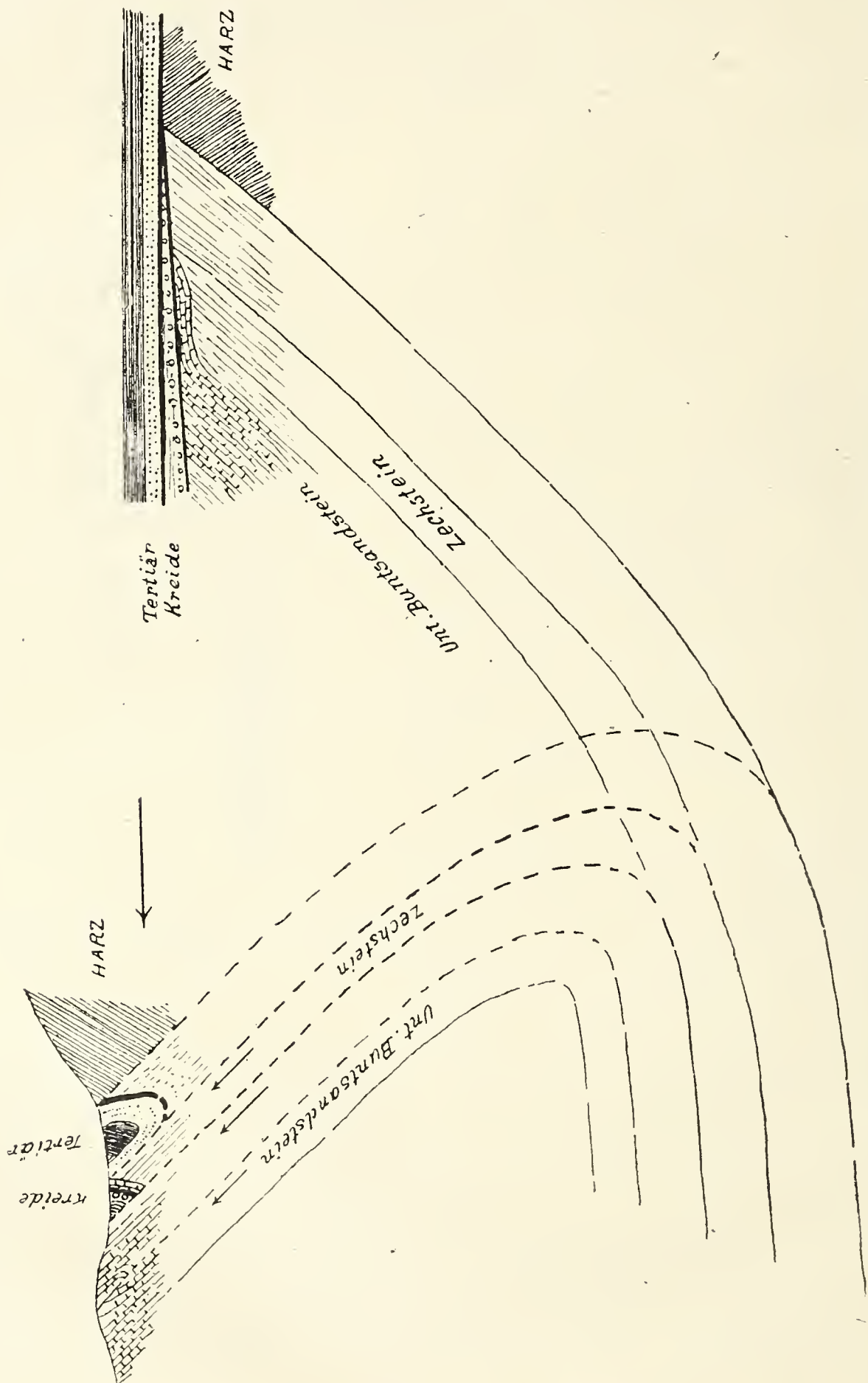


Fig. 8. Die Entstehung der Kreide und Tertiärschollen bei Thale durch Drehverschiebungen im Untergrunde. (Schematisch.)

Nur wird man noch fragen: Warum liegen diese Schollen gerade auf Zechstein, und warum so dicht unter der Harzmauer selbst? Warum ist ähnliches im Rest der Aufrichtungszone so selten?

Halten wir uns die Vorgänge am Gebirgsrande vor Augen: Der ansteigende Harzrumpf drückt gegen sein Vorland; dem Druck weichen die Tafeln des Vorlandes aus, indem sie sich aufrichten und indem jede höhere über die tiefere vorrückt, die älteste über die Gebirgswand selbst. Hieran aber wird diese wie keine andere durch Druck und Reibung gehindert, um so mehr, als sie zufällig (?) aus den nachgiebigsten Gesteinen der ganzen Schichtenfolge besteht, aus Tonen mit Gips und Salz. So wird — wie noch vielerorts am Harzrande — die unterste Tafel zurückgehalten, unterdrückt, verkümmert und mit ihr natürlich ihr Hut aus Kreide und Tertiär. Um so flotter aber schießen dann die zweiten und dritten Tafeln empor und wirken von ihrer Seite mit, den Randstreifen noch heftiger zu bearbeiten.

Auf einigen Stellen der Aufrichtungszone liegt die Kreide noch in breiten, geschlossenen Lappen; so bei Blankenburg. Sie bildet hier Sättel und Mulden, die parallel dem Harzrand streichen. Aber echte Faltung ist auch das nicht. Denn mag auch in der Mitte der Eindruck täuschen, weil die Unterlage verhüllt ist und mit ihr der Verband zur Decke —; an den Rändern sieht man nirgends, daß sich die Decke von ihrem steilstehenden Sockel löste und zu freier Faltung überginge. Vielmehr wiederholt sich immer wieder das Profil des Teufelsbaches: Die Decke klebt an ihrer Unterlage und ahmt jede ihrer Bewegungen nach — fast unverändert. Das beschriebene Profil stammt ja selbst vom Rande der Blankenburger Kreidebucht und in seiner Nähe, sowie ähnlich am Ostrand finden sich eine ganze Reihe guter Aufschlüsse, die z. T. schon von SCHROEDER genannt, durchaus das Gleiche lehren. So, darf man schließen, versteckt sich also auch in der ganzen Breite unter jedem »Sattel« ein Vorstoß, unter jeder »Mulde« ein zurückgebliebener Streifen — ein »Stamm« oder »Zwischenstück« — der Unterlage, und was Faltung scheint, ist nichts als ein schmiegsamer Schleier auf eckigen Formen.

Ich denke hier vor allem an die schön gewölbte, flache »Antiklinale« in den Tongruben von Blankenburg-Westend; die Schichten fallen mit  $15-6^\circ$  nach S, mit  $15-8^\circ$  nach N, dazwischen liegt ein 500 m breiter Scheitel. Unweit östlich, genau in der Verlängerung dieses Sattels stößt der Untergrund aus der Decke hervor und bildet die bekannte Teufelsmauer bei Blankenburg.

Damit entrollt sich die interessante Frage nach der Bedeutung der Teufelsmauer für die Geschichte der Blankenburger Bucht. Formte hier wirklich, wie man seit WEICHSEL (22) S. 30—33 annimmt, schon das Meer der Kreide eine Bucht, aus welcher die Teufelsmauer als Insel oder Halbinsel heraustauchte? Oder aber griff auch das oberste Senon noch glatt und geschlossen über den Untergrund, und hat sich die Sandsteintafel erst später herausgehoben und die Kreidedecke gespalten und zur Seite gedrängt?

Ich will diese Frage hier nicht zu entscheiden versuchen. Aber so



wie die Kreide heute liegt: nach drei Seiten von der Teufelsmauer abfallend, z. T. steil, bis  $75^\circ$  — geht es nicht anders, als daß die Teufelsmauer sich mindestens um einen Teil ihrer jetzigen Höhe erst nach der Kreide, also tektonisch, herausgehoben und steiler gestellt hat. Bis zum vollen Betrag ist dann nur noch ein Schritt. Auch ist die Kreide nirgends angelagert an den Fuß oder Hang des Berges, sondern fällt parallel der eigenen Transgressionssohle. Und hätte denn nicht ein derart hochragendes Sandsteinriff die angrenzende Bucht in seinen Schuttmassen ersticken müssen, während sich doch in Wirklichkeit feine, tonige Gesteine aus Bestandteilen des Bunten Sandsteins haben bilden können?

Ist die Teufelsmauer — ganz oder zum Teil — tektonisch, so entspricht sie, steil von unten durch ihre Decke gestoßen, etwa dem ursprünglichen Bilde der alpinen Klippen. Im großen wiederholen Teufelsmauer und Blankenburger Bucht das Profil vom Teufelsbach: Der Südabschnitt der Bucht ist Stammstück, die Teufelsmauer Schlitten, die Bucht selbst Zwischenstück — alles vergrößert und kleinere Wiederholungen in sich bergend. Der flache Sattel am Westbahnhof von Blankenburg wäre dann als eine noch bedeckte oder als eine noch unangereifte, embryonale Teufelsmauer anzusehen.

Mechanisch erkenne ich keine Schwierigkeiten. Der Betrag, um den die Tafel der Teufelsmauer ihrer Nachbarschaft vorseilt, ist gering im Verhältnis zur Länge des aufgebogenen Schenkels; ihn würde die »spröde Reaktion« (HEIM, 12) des Sandsteins gegenüber der plastischeren der begleitenden Tone und Sande genügend erklären. Man braucht sich ja nur vorzustellen, die weicheren Begleitgesteine schwellen im Verbiegungsknie an, während die harte Tafel dünn bleibt — und der Vorsprung ist da. Ähnlich sahen wir ja auch am Gebirgsrande die Buntsandsteintafel vorstoßen gegen die Tone und Gipse des Zechsteins, oder im Profil des Teufelsbaches festere Nodosenbänke aufrücken, weichere zurückbleiben. Gerade umgekehrt sind freilich auf dem Langenberg die Rollen verteilt. Aber wie sich dort die Kalktafel des Kimmeridge zu ihrer weicheren Unterlage verhält, ist uns ja auch nicht bekannt.

So aufgefaßt, wirft die Lagerung bei Blankenburg neues Licht auf das Verhältnis der beiden Hauptaufrichtungsphasen; die tertiäre Phase, neuerdings nur als Nachklang der kretazischen angesehen, rückt wieder mehr nach vorn. Denn liegt auch vielfach die Decke flach auf steiler Unterlage, so ist doch, wie wir sahen, »flach« nicht mehr gleich »ungestört«. Am wenigsten gestört, nämlich nur in toto schief gestellt, sind vielmehr gerade die Südflügel der Mulden. Stärker verlagert ist — als »Zwischenstück« — schon die Muldenmitte, am stärksten der Nordflügel. Nur an den Südflügel kann man sich denn auch halten, wenn man aus den Fallwinkeln von Unterlage und Decke noch ausrechnen will, wie sich die Gesamtaufrichtung zur zweiten Teilphase verhält. Aber was man so aus einem Punkte bekommt, gilt nicht für alle und



nicht fürs Ganze. Denn warum sollte die Bewegung nicht gewandert sein, und steht denn überhaupt der Fallwinkel zur Größe der Kraft oder Bewegung in eindeutiger Beziehung?

### Schluß.

Soweit der Harzrand. Die aufgeführten Beispiele mögen genügen, um aus dem Zufälligen das Gesetzmäßige und aus dem Örtlichen das herauszuschälen, was sich fürs allgemeine nutzbar machen läßt. Freilich in ganz der gleichen Form werden sich jene eigenartigen Verhältnisse selten wiederholen; aber daß Schichten sich nur langsam aufrichten und zwischen hinein durch neue Sedimente abgeschnitten werden, ist doch zu natürlich, als daß sich nicht wenigstens die Hauptbedingungen häufiger zusammenfinden sollten. Aber kann oder muß denn nicht auch jede andere Trennungsfläche im Gestein — jede Verwerfung oder Kluft, jede steile Gesteinsgrenze — gegebenen Falls die tektonische Rolle der Schichtfläche übernehmen? Ist in diesem Sinne die aufgerichtete Schichtentafel am Harzrande etwas anderes als irgend ein Gebirgsrumpf, von älteren Störungen durchzogen und von einer jüngeren Tafel zugedeckt?

Ein Krustenstreifen oder eine breite Scholle ist in irgendwelcher Richtung durch Fugen geschwächt. Treten Druckkräfte hinzu, so hängt alles davon ab, wo sie ansetzen. Zielen sie in Richtung der vorhandenen Fugen, so kommt es zur Faltung; setzen sie zwar ebenfalls hoch an, aber senkrecht auf die Fugenebene, so daß Faltung unmöglich wird, so kippt die Scholle als Ganzes und in ihren Teilstücken, und diese verschieben sich gesetzmäßig gegeneinander, dem Seitendrucke nach oben ausweichend. So löst die große Bewegung ein Heer kleinerer aus, die alle ungefähr senkrecht zu ihr stehen und oberflächlich den Charakter von Verwerfungen oder steilen Überschiebungen annehmen. Richtung, Sprunghöhe und Form der Verschiebungen hängt von der Stellung der vorgebildeten Fugen und der Formbarkeit ihrer Nebengesteine ab. Die Front der Schichtköpfe steigt an, wo die Fugen sich steiler stellen, sinkt, wo sie sich flacher legen. Und merkwürdig —, ohne daß doch der Untergrund an- oder abschwölle, wechselt auch die Breite der Front in weiten Grenzen. Denn (Fig. 9) ein und dasselbe Schichten- oder Schollenpaket ist — im horizontalen Schnitt gemessen — am schmalsten, wenn es senkrecht steht (gleich der eigenen Mächtigkeit), und wird um

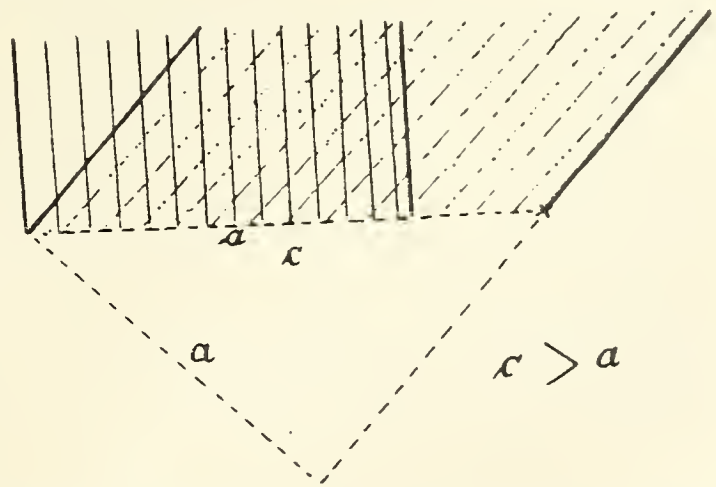


Fig. 9. Einfluß von Kippung und Drehverschiebung auf die Flächenbreite eines Schichten- oder Schollenpakets.



so breiter, je flacher nach links oder rechts die Teilstücke einfallen. So hilft also die Verlagerung der Decke — obwohl nur der Form nach eine Faltung — doch mit, die Decke dem verschmälerten Untergrunde anzupassen. Und wo dann der Untergrund überkippt und seine Oberfläche wieder breiter wird, führen auch die Störungen der Decke dahin, sie zu dehnen und über die verbreiterte Sohle zu verteilen.

Bei alledem ist die Reibung so gering wie möglich. Denn die Bewegungsflächen stehen zwar unter Druck, aber die Verschiebung der Teilschollen wird nicht durch diesen selbst geregelt, sondern durch das Widerlager in der Tiefe, das von seiner Stelle aus senkrecht bzw. in Richtung der Bewegungsflächen antwortet.

Vervollständigen wir das Bild durch die discordante Decke: Sie führt nur aus, was ihr die Unterlage befiehlt; am treuesten noch nahe der Sohle und wo sie dünn ist. Hier wird aus jedem Vorstoß der Unterlage eine »Verwerfung« oder steile »Überschiebung« in der Decke, und ihre Tektonik ist diejenige der Schollengebirge. Je mächtiger dagegen die Deckschichten, desto mehr dämpfen sie das schroffere Auf und Ab des Bodens. Horste werden in »Sättel«, Gräben in »Mulden« abgemildert, das Schollenmosaik in einen Faltenwurf übergeführt.

Blickt man aufs Ganze, so liegt ein breites Störungsfeld vor uns, eine Richtung herrscht vor. Miteinander wechseln gehobene und gesenkte Streifen, Zonen des Drucks und der Verengung mit Zonen der Zerrung und des Zerfalls. Ja, es kann ein und derselbe Streifen nacheinander beides durchmachen, Falten, eben gebildet, können, wenn die Drehung überkippt, in Zerschollen zerfallen. An besonderen Punkten tritt durch die Decke der Untergrund, kenntlich an einer älteren Phase der Gebirgsbildung, und überall wird das aufmerksame Auge die ungleiche Formbarkeit der Gesteine gewahr und ihre Mitarbeit an der Ausgestaltung eines figurenreichen Bauwerks auf einfacher Grundlage.

Wenn es erlaubt ist, so oder ähnlich örtliche Kleinbilder auf bekannte Verhältnisse von größerem Maßstabe zu übertragen, so ist mancherlei gewonnen: Der Reibungswiderstand, der nach vielseitiger Auffassung nicht zuläßt, daß Schollen durch Seitendruck unmittelbar emporgepreßt werden, sinkt dank der Umlenkung in die Tiefe auf ein geringes, erlaubtes Maß herab. Auch wird das paradoxe Gegeneinander von Zug- und Druckspuren am gleichen Ort in ein verständliches Nacheinander aufgelöst: Druck, solange die Unterlage sich steiler stellt, Zug, sobald sie sich verflacht. Und vor allem: Das Raumverhältnis von Unterlage und Decke! Wo bleibt und wie verhält sich in Mitteldeutschland, während das Mesozoikum sich faltig verschmälert, seine paläozoische Unterlage, die sich doch nicht mehr falten kann? Ist diese Frage schon gelöst oder sollte nicht im vorigen ein Mittel gegeben sein, ihrer Lösung wenigstens näher zu kommen? Die Mittel, Wege und Wirkungen der gebirgsbildenden Kraft sind noch vielgestaltiger als die Wege, auf denen die Forschung ihnen zu folgen vermag.



Während des Krieges hatte ich Gelegenheit, verwandte Verhältnisse in den südlichen Ardennen und besonders im Profil des Maastales kennen zu lernen: Erste Faltung — discordante Transgression — zweite Faltung, in den Zeiten Silur — Unterdevon — Carbon; Bedingungen, die denen am Harzrande auf der Wende von Kreide und Tertiär entsprechen. Doch ist die Faltung ungleich heftiger, ihr Sitz tiefer. Entsprechend abgeändert sind denn auch die tektonischen Folgen. Übereinstimmend bleibt, daß die Faltung der Deckschichten (des Devons) an der Grenzfläche nicht auf dem gewöhnlichen Wege d. h. unmittelbar erfolgt, sondern durch parallele Verschiebungen der Unterlage vermittelt wird. Darauf scheint schon die regelwidrige Linienführung der Schichten zu deuten: Das tiefste Devon liegt auf große Strecken wagerecht<sup>1)</sup> und steigt dann plötzlich steil südwärts an bis zur Überkippung (GOSSELET, L'Ardenne, 1888, Fig. 41, S. 163). Eine »Mulde« ist dies schon in der Form nicht. Noch weniger, wenn man sieht, daß die Unterlage nicht an der Umbiegung teilnimmt, sondern unter allen ihren Teilen gleichmäßig südwärts fällt. Bild und Bau gleichen also durchaus den »falschen Mulden« am Teufelsbach und auf dem Langenberg. Doch liegen »Schlitten« und »Stamm« vertauscht, der Schlitten auf der Luvseite des Druckes. Das gleiche wiederholt sich am Nordende des Profils, wo sich, von dem isoklinalen Cambrium überschoben, die devonische Arkose förmlich zusammenknäuelte. Einzelbilder aus dem stark mechanisch veränderten Kontakt von Stamm und Schlitten bringen Fig. 42 und 43, »Mulden« verschiedener Verklemmungsgrade Fig. 47—50. Die Verwerfung in Fig. 49 links würde sich zwanglos als »Drehverschiebung« deuten lassen. Das ganze Bild von 48 und 49 gleicht dem Profil des Langenberges (Fig. 6 dieser Arbeit).

Meine Deutung stimmt zu den Worten von GOSSELET (L'Ardenne, S. 165): »les schistes cambriens . . . durent glisser les uns sur les autres dans le sens des feuillets, comme le font des cartes d'un jeu qu'on étale sur une table.« Die Abweichungen von der Normalform erklären sich zwanglos aus dem anderen Verhältnis der äußeren Kraft zur inneren Struktur. Die cambrischen Schiefer bei Fépin sind eben nicht leicht gekippt, d. h. nur angeregt durch äußeren Druck, inneren Richtlinien gefolgt, sondern sie haben ihre tektonische Anordnung unmittelbar und in vollem Umfange von seiten überlegener Last- und Druckwirkungen erhalten. Auch war natürlich die Devondecke mächtig genug, um sich mit der faltenden Kraft in selbständige Verbindung zu setzen.

Côtes Lorraines, im März 1916.

<sup>1)</sup> So auch im Osten von Anor.



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

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Geologische Rundschau - Zeitschrift für allgemeine Geologie](#)

Jahr/Year: 1917

Band/Volume: [7](#)

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

Artikel/Article: [Tektonische Probleme am Nordrand des Harzes 314-329](#)