

## I. Aufsätze und Mitteilungen.

### Die Probleme einer Falte.

Von Otto Jaekel.

(Mit 3 Textfiguren und Tafel II.)

Die Faltung, die ich etwas näher besprechen möchte, fand sich in einer der Diluvialschollen, die in den tektonisch verworfenen Kreideschichten des Saßnitzer Steilufers eingekleilt sind. Es ist die Scholle IV nördlich des Lenzer Baches, die etwa 20 Minuten von Saßnitz entfernt und also jedem Besucher der Rügener Ostküste sehr leicht zugänglich ist<sup>1)</sup>. Das Gesamtbild dieser Scholle ist folgendes (Fig. 1):

Während die seitlichen Teile dieser Mulde durch frühere Abbrüche des Uferrandes schon seit einer Reihe von Jahren aufgedeckt waren, ist der mittlere Teil der Mulde erst in den letzten Jahren klargelegt worden, teils durch Abspülung und nachfolgende Sackungen des Schuttkegels, teils durch künstliche Abgrabungen, die ich in den Jahren 1917 und 1918 vornahm. Hierbei hat mir ein ausgezeichnet kletternder Unteroffizier der Marine vortreffliche Dienste geleistet, besonders auch dadurch, daß er sich mit Stricken an der Steilwand herabließ und diese vollkommen glättete. Hierdurch konnten bei der Weichheit der Gesteine alle Teile dieses Profils sowohl tektonisch wie petrographisch so klargelegt werden, wie das wohl bisher noch nirgends geschehen ist. Man denke sich eine Fläche von 250 qm angeschliffen. Das war etwa das Aussehen des freigelegten Muldenkerns, nur daß nicht alle Teile desselben gleichzeitig geglättet waren, da immer ein Teil derselben wieder verfiel. Dadurch, daß ich das ganze Profil bei dessen schrittweiser Aufdeckung etwa im Maßstabe von 1 : 10 in 28 Einzelblättern genau zeichnete, ist nun in dem großen Aufschluß die ganze Falte in

1) EMIL PHILIPPI, Die Störungen der Kreide und des Diluviums auf Jasmund und Arkona (Rügen). Zeitschr. f. Gletscherkunde usw. Berlin. Bd. I. 1906. S. 1. — OTTO JAEKEL, Über das Steilufer der Rügener Kreide. Mon.-Ber. d. Deutschen geol. Ges. Bd. 60. 1908. S. 229. — OTTO JAEKEL, Über ein diluviales Bruchsystem Norddeutschlands. Ebendort. Bd. 62. 1910. S. 605. — KONRAD KEILHACK, Die Lagerungsverhältnisse des Diluviums in der Steilküste von Jasmund auf Rügen. Jahrb. d. kgl. preuß. geol. Landesanst. 1912. 114. Berlin. — OTTO JAEKEL, Neue Beiträge zur Tektonik des Rügener Steilufers. Zeitschr. d. Deutsch. geol. Ges. Bd. 69. 1917. S. 81. — OTTO JAEKEL, Vier nordische Eiszeiten. Jahresber. d. Geograph. Ges. zu Greifswald. XVII. S. 3. Greifswald 1917.

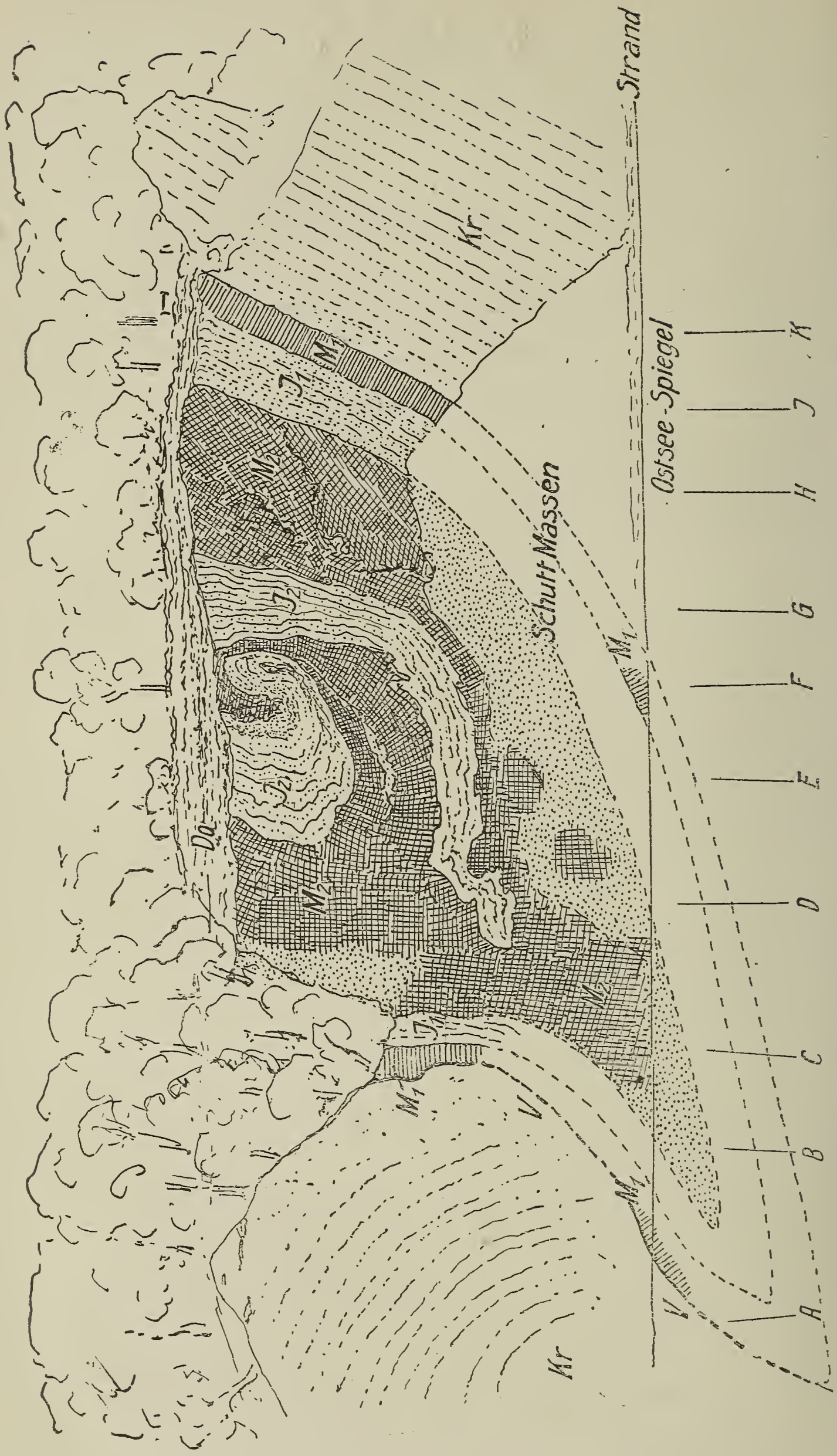


Fig. 1. Profil der Diluvialscholle IV am Lenzer Bach bei Saßnitz, rechts der liegende, links der hangende Flügel der Mulde. *Kr* oberseneone Mukronatenkreide, durch Flintbänke geschichtet. *M<sub>1</sub>* unterster Geschiebemergel, *M<sub>2</sub>* zweiter Geschiebemergel, *J<sub>2</sub>* zweites Interglazial. *Do* diskordant darüber liegende Schichten des jüngeren posttektonischen Diluviums, wahrscheinlich zu deren äunsten Relikten gehörig. *V* Verwerfung. Die z. T. bewachsenen oder durch Gehängeschutt bedeckten Teile von *M<sub>2</sub>* punktiert.

allen Einzelheiten ihrer tektonischen und petrographischen Struktur mit vollster Genauigkeit festgehalten (Taf. II).

Der liegende Flügel ist wie immer in diesen Schollen ziemlich regelmäßig gelagert, derart, daß im Bilde rechts die beiden älteren Geschiebemergel  $M_1$  und  $M_2$  sowie die ihnen zwischengelagerten sandigen Diluvialschichten  $J_1$  durchaus konkordant der Kreide aufliegen, die hier mit einem Streichen von N  $5^\circ$  etwa  $70^\circ$  W einfällt. Die hangende Kreide (links) ist auch hier wie gewöhnlich stark gestört und über den untersten Teil der hier sichtbaren Diluvialscholle in wellenförmiger Aufsattelung hinüberschoben. Wie die hangende Kreide, so ist auch der hangende Flügel der Diluvialmulde stark gestört.  $M_1$  folgt der Biegung der hangenden Kreide und ist ebenso wie  $J_1$  zusammengedrückt.  $M_2$  ist überkippt, und nun hat sich aus seiner hangenden Innenfläche die Falte herausgeschoben, die im folgenden näher besprochen werden soll (Taf. II).

Dadurch daß die Schuttmassen dieser Diluvialscholle IV in den letzten Jahren größtenteils vom Meere weggespült wurden, sind auch ihre untersten Partien klarer geworden. So zeigte sich 1917 nach einem Sturm bei niedrigem Wasserstande eine Partie von  $M_1$  des liegenden Flügels unten am Strande in der Mitte der Fig. 1, und im Herbst 1918 eine Partie des hangenden Flügels von  $M_1$  weit westlich von dem oberen Teil der Diluvialscholle tief unter der hangenden Kreide. Diese und andere Aufschlüsse innerhalb der bisher verstürzten Teile des Profils lassen dasselbe nun auch in seinem unteren Teil zuverlässiger rekonstruieren. Es wird vor allem klar, daß die Mulde nur oben aufrecht steht, in ihrem unteren Teil aber schief nach Westen — in Fig. 1 links — einfällt, und dort an der Verwerfung allem Anschein nach spitzwinklig auskeilt. Es wird dadurch in hohem Maße wahrscheinlich, daß die Normalschollen innerhalb des Saßnitzer Küstenprofils, wie sie »typisch« in den Schollen 10—17 zutage treten, nur die unteren Teile solcher Schollen repräsentieren, wie sie in Scholle IV, V, VI und VIII vorliegen. Auch hierin zeigt sich, daß die in den tieferen Regionen sichtbaren Dislokationen oben in breitere Kollokationen übergehen, letztere also auch hier typische Oberflächenerscheinungen sind. Von diesen ist nicht nur das Diluvium, sondern anscheinend auch die Kreide in breitem Umfange betroffen worden.

Die Falte im Innern unserer Scholle IV, die wir nun näher betrachten wollen, ist wellenförmig überkippt und oben diskordant durch das jüngere Diluvium abgeschnitten. Ihre Länge am konvexen Außenrand beträgt etwa 28 m; ihre Breiten- und Höhenausdehnung etwa 15 bzw. 18 m. Sie besteht aus Geschiebemergel und wird umgeben von Sanden des Interglazials  $J_2$ . Der Unterschied beider Gesteine ist also sehr auffallend und läßt dadurch die Falte selbst in allen Teilen besonders klar und scharf erkennen. Diese an sich schon durch ihr Auftreten und ihre

formalen Verhältnisse recht bemerkenswerte Falte zeigt nun eine Reihe auffallender Erscheinungen, die ein besonderes Interesse beanspruchen dürfen.

1. Zunächst ist bemerkenswert, daß die Verschiebung dieser Falte aus ihrem Ausgangspunkt, ihrer Wurzel oder ihrer Mutterschicht, wie man hier sagen könnte, nicht auf einer Teilung des ganzen Muldenkernes durch eine Antiklinalbildung beruhte, sondern daß sie nur aus einem Flügel der Mulde hervorging und diskordant über den andern Flügel geschoben wurde. Die unter ihr liegenden Schichten, die Sande von  $J_2$ , sind nicht mitgefaltet, sondern in einfacher normaler Lage auf  $M_2$  des liegenden Flügels ausgebreitet. Ihre Schichten zeigen in stratigraphischer Folge:

oben gelblichgraue feine Sande, feingeschichtet mit dünnen tonigen Zwischenlagen,

in der Mitte mehrere tonige Bänke, die durch weißliche Sandlagen getrennt sind,

unten rötliche wechselschichtige Sande mit Kiesbänken.

Dieses Profil durch  $J_2$  habe ich noch an drei anderen Stellen in allen Einzelheiten aufgedeckt und dabei in allen wesentlichen Punkten bestätigt gefunden. Vor allem fällt in dieser Schichtenfolge das Durchgehen der gelblichen Sande im oberen Teil und der groben rötlichen Sande im unteren Teile auf. Von einer Wiederholung der Schichtenfolge ist keine Rede, ihre konkordante Folge schließt stratigraphisch, die lockere Struktur ihrer Sande auch mechanisch die Annahme ihrer synklinalen Doppellagerung völlig aus.

2. Die Falte aus  $M_2$  ist demnach eine Überschiebungsfalte, deren Zusammenhang mit dem Liegenden gelöst ist. Als mechanische Folge dieser Überschiebung erklärt sich nun die auffällige Schuppen- und Schlierenstruktur in dem Boden dieser Falte. Man bemerkt hier deutlich eine völlige Zerreißung des Geschiebemergels in unregelmäßige kleine Blätter, deren Umgrenzung durch eine schärfere Verwitterung der Randzone und deren eisenhaltige Gelbfärbung besonders deutlich wird. Man könnte in dieser linsenartigen Blattstruktur das erste Stadium einer Harnischbildung erblicken. Die letztere würde bei stärkerer Auswalzung und Reibung, in manchen Fällen vielleicht auch durch begleitende Erhitzung der Grenzzone aus der vorliegenden »Gleitstruktur« entstehen können.

3. Die Vorwölbung des Geschiebemergels bildet in sich keine einheitliche Falte, sondern besteht aus zwei verschiedenartigen Teilen, einem unteren nahezu geschiefbefreien größeren Teile, der überkippt ist, und einer ihm aufgelagerten kürzeren Zunge, die ziemlich reich an Geschieben ist. Beide sind durch Fetzen von Sandschichten getrennt (Taf. II). Diese Aufeinanderpackung der beiden Falten erklärt sich aus dem Profil, das ich in dem Muldenkern der Scholle V am Wissower Bach freilegen konnte und 1917 in der Zeitschrift der Deutschen geologischen

Gesellschaft beschrieben habe<sup>1)</sup>. Man braucht sich nur vorzustellen, daß die dort übereinander gelegten Falten stärkerem Drucke unterlagen und dadurch fester zusammengepreßt wurden. Die spirale Einrollung der unteren Falte mußte überdies die im konkaven Bogen gelegene obere Falte der Innenfläche der unteren nähern.

4. Auffallend ist das verschiedene petrographische Verhalten der beiden Falten, da die obere viele Geschiebe enthält und also den Normalzustand des Geschiebemergels bewahrt hat, während die untere Geschiebe nahezu vermissen läßt und also eine Art Schlemmprodukt von Geschiebemergel darstellt. Da diese Schlemmung aber nicht erst die fertige Falte betroffen haben kann — sonst müßten ja die Geschiebe an ihrer Basis noch vorhanden sein —, so muß ihr Material wie ein zähflüssiger Brei aus der Mutterschicht  $M_2$  des hangenden Flügels vorgequollen sein. Zur Erklärung dieses auffälligen Vorganges wird man annehmen dürfen, daß die Durchtränkung der untersten Partien von  $J_2$ , aus denen heute noch eine Quelle abfließt, damals die über ihnen liegenden Mergelpartien in fluidale Bewegung brachte. Durch dieses Vorquellen der unteren Teile der hangenden Mergelmasse wurde nun die darüberliegende zunächst kleine Vorwölbung mitgezogen, ausgewalzt und schließlich durch die Eindrehung auf die Oberfläche der unteren verteilt. Die obere Falte enthält so die in der Regel an Geschieben reichere Basalschicht des hangenden Mergels.

5. Im Innern der Falte bemerkt man, und zwar besonders deutlich in ihrem basalen Teil, aber auch an ihrem überkippten Endstück, mäandrische Schlingen, die auf den ersten Blick auf einer Faltung sandiger Partien innerhalb des Geschiebemergels zu beruhen scheinen. Man könnte dieselben also zunächst damit erklären, daß hier in dem Geschiebemergel eine primäre Sandschicht eingelagert war und durch die innere Pressung der Falte in Schlingen gelegt wurde. Es scheint mir aber auch möglich und in diesem Falle sehr viel wahrscheinlicher, daß bei der Verschiebung der Falte deren innere Masse von beiden Flächen aus zu rundlichen Ballen gestaut wurde und daß an der Grenze dieser Ballen eine unregelmäßige wasserhaltige Zwischenlage entstand, in der durch wässerige Aussickerung der Sand in höherem Prozentsatz zurückblieb. Es würde sich dann nicht um eine primäre Sandschicht handeln, sondern um eine sekundäre Lockerung des petrographischen Gefüges. Auch hier macht die stärkere Verwitterung und Braunfärbung der Zwischenlage deren Verlauf besser kenntlich. Während man bei den Fältelungen im unteren Drittel der Falte (Fig. 1) noch im Zweifel sein kann, welche Deutung hier zutrifft, scheint mir die Fältelung im obersten überkippten Teil der Falte (Fig. 2) nur die Annahme möglich zu machen, daß die tonige Masse sich in zungenförmigen Partien zusammenballte und ihre Grenzzonen durch Auslaugung das heutige Bild lieferten. Der Verlauf

<sup>1)</sup> Neue Beiträge zur Tektonik des Rügener Steilufers. Zeitschr. d. Deutsch. geol. Ges. Bd. 69. S. 81. 1917. Taf. V.

der Schlingen ist viel zu unregelmäßig und ungleichartig, als daß er durch primäre Faltung eingelagerter Bänke erklärt werden könnte. Auf die horizontalen Streifen in der Fig. 2, die die Hauptschlinge durchschneiden, komme ich später zurück.

6. Im äußersten Teil der Falte, in deren herabhängendem Endstück, macht sich eine allmähliche Auslaugung des Geschiebemergels geltend. Er geht dort in feinen hellgrauen Mergel über, und das überkippte Ende verliert schließlich durch Diffusion in die umgebenden feinen Sande

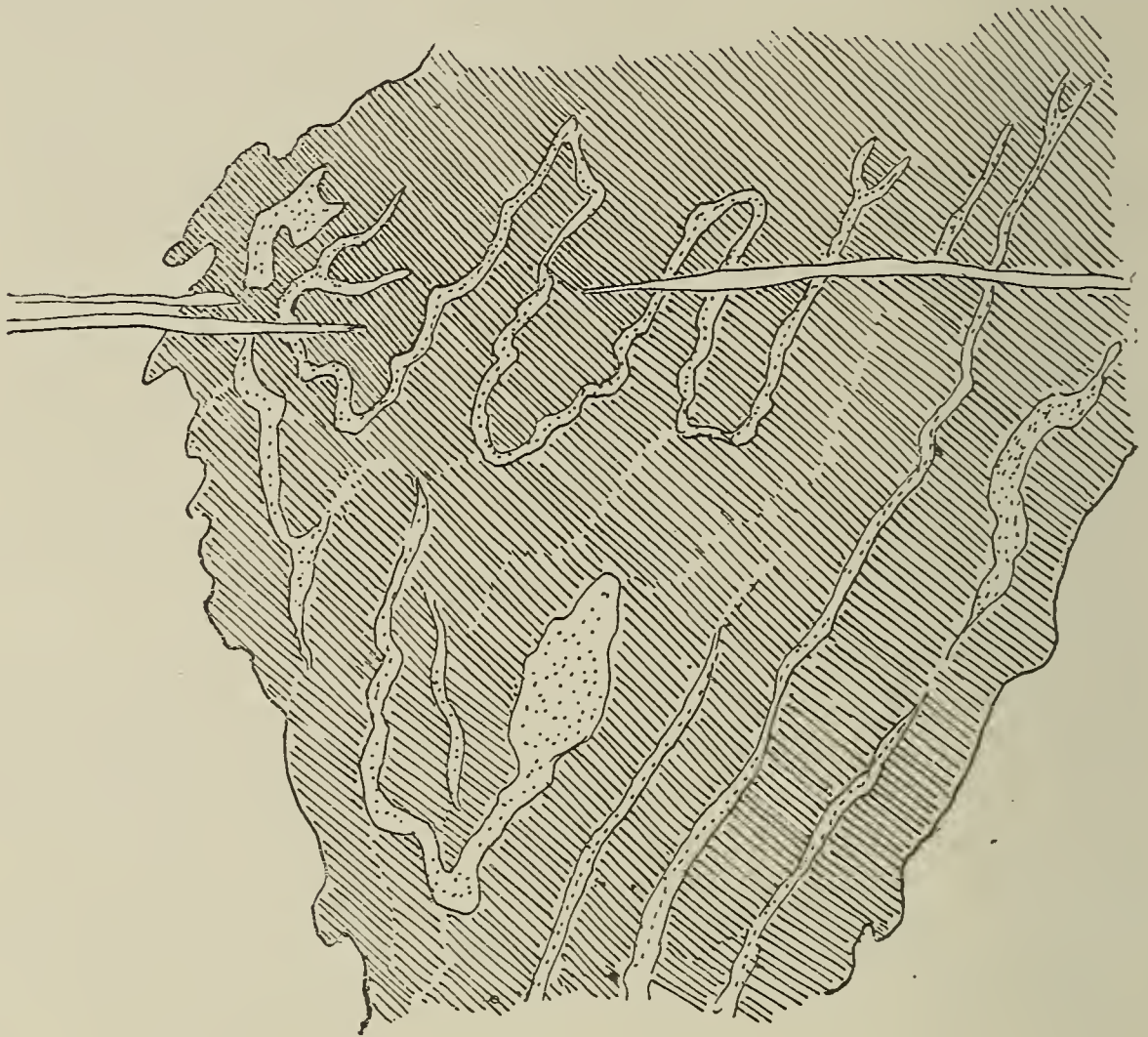


Fig. 2. Fältelung im überkippten Endstück der Falte; etwa  $\frac{1}{20}$  nat. Gr.

von  $J_2$  jede scharfe Umgrenzung. Seine Oberfläche erscheint durch viele kleine unregelmäßige Ausläufer zerfetzt, in denen die tonige Substanz in die sandige Umgebung ausfloß. Die Falte erscheint hier nur noch als grau gefärbter Kern in der Umhüllung feiner Sande. Innerhalb der letzteren machen sich konzentrische Infiltrationszonen bemerkbar, die offenbar durch kleine Differenzen des Gesteins gegenüber den injizierten Mergelsubstanzen bedingt wurden.

7. Der überkippte Teil der Falte ist in Sandschichten eingebettet, die anscheinend mit ihr gefaltet sind. In dem von der Falte umfaßten Winkel sind die Schichten des zweiten Interglazials ( $J_2$ ) synklinal zusammengelegt oder richtiger gesagt eingerollt. Die Grenze zwischen den beiden Flügeln dieser Mulde ist nun auffallend scharf, wie das mit dem losen Zusammenhang der sandigen Schichten kaum vereinbar er-

scheint. Die überhängende Stirn der Sandschichten ist stellenweise fast haarscharf gegen die ebenso lockeren liegenden Sande abgeschnitten. Wie das mechanisch überhaupt möglich war, ist kaum zu verstehen. Die Annahme, daß die Bewegung der Sande in gefrorenem Zustande erfolgte, ist auch schwer zu machen, da die Faltenbildung am Ende des zweiten Interglazials erfolgte und allgemein in diesen Schollen vor Beginn der dritten Vereisung abgeschlossen war. Sie hätte also innerhalb einer winterlichen Frostperiode erfolgen müssen, und dagegen spricht wieder die Langsamkeit ihrer Verschiebung. Es macht vielmehr den Eindruck, als ob die Vorwölbung der Falte so langsam vor sich ging, daß die sandigen Schichten durch ein umhüllendes Paket toniger Bänke zusammengehalten wurden, wie das besonders deutlich in dem Muldenkern der Scholle V zu beobachten war. Ich verhehle mir aber natürlich nicht, daß damit keineswegs alle Schwierigkeiten dieser Erscheinung behoben sind.

8. Der Vortrieb der eigentlichen Falte läßt jedes besondere tektonische Moment als Ursache vermissen. Die Projektion des Geschiebemergels kann eigentlich nur durch das Zusammenwirken von drei Momenten bedingt sein, die ebensoweit in das Gebiet der Petrogenese als in das der Tektonik fallen. Der Geschiebemergel hing als kompakte Masse in schräger Stellung über den losen Sanden des zweiten Interglazials und folgte zunächst einfach seiner Schwere, wobei er vermöge seiner größeren Dichtigkeit und seines festeren Zusammenhanges an zwei Stellen beutelförmig in die unter ihm liegenden Sande eindrang. Veranlaßte die Schwere lediglich eine Verdrängung des lockeren Sandes, also eine Art Sichtung des Materials nach dem Gewicht, so bedingte die tonige Beschaffenheit des Geschiebemergels den inneren Zusammenhalt der schwereren Massen und führte sie dadurch in die Form tektonischer Erscheinungen, indem sie zwei Projektionen vortrieb. Als dritter Faktor muß die Durchtränkung des Materiales mit Wasser eine große Rolle gespielt haben, sie war, um mit H. STILLE zu reden, hier der eigentlich mobilisierende Faktor. Er machte sich auch innerhalb der Sande geltend, insofern deren schichtiger Zusammenhang wesentlich durch die ihm eingelagerten dünnen Tonbänke gewahrt wurde. Hierüber konnte ich schon früher an anderer Stelle in der Scholle V eingehende Beobachtungen anstellen. Die Tonbänke bewahren nicht nur für sich den Zusammenhang, sondern erfahren auch Fältelungen, die die Sande anscheinend nicht mitmachen. Andererseits machen die tonigen Bänke mit den Sanden gleichartig die kleinen Verrutschungen mit, die bisweilen ganze Schichtpakete durchsetzen und wohl als ruckförmige Sackungen auf Grundwasserentziehungen zurückzuführen sind.

9. Im innersten Winkel unter der überkippten Falte sind die wechselschichtigen, synklinal zusammengebogenen Sande durch Eisengehalt leuchtend gelbrot gefärbt. Diese Stelle des Profils war schon seit einigen Jahren sichtbar und erschien als eine im Muldentiefsten vor-

ragende Aufsattelung, zunächst recht problematisch. Als ich sie 1916 durch Abgrabungen als Teile einer liegenden Falte erkannt hatte, deutete ich sie als eine sekundäre Vorwölbung im Muldenkern, wie ich sie gerade damals in der Scholle V aufgefunden hatte. Diese Auffassung hat sich ja nun bestätigt, wenn auch die Falte selbst viel komplizierter ist, als damals vermutet werden konnte, aber die Eiseninfiltration erschien nun doppelt rätselhaft, da sie jetzt einen nach oben gewandten Zipfel einer Mulde ausfüllte. Es ist nur denkbar, daß die Infiltration ursprünglich nach unten erfolgte, d. h. also eisenhaltige Wässer auf geneigter Fläche abfließen und in dem von dem tonigen Gestein der Hauptfalte umschlossenen Muldentiefsten eine Anreicherung von Eisenoxydhydrat bewirkten. Wenn wir diese meines Erachtens notwendige Annahme machen, dann folgt aber daraus, daß dieser Teil der Falte vorher nicht nach oben, sondern abwärts geneigt war, unsere ganze Falte also erst nachträglich aufgerichtet wurde.

10. Was die Zeitdauer dieser Vorgänge betrifft, so kann es keinem Zweifel unterliegen, daß die Vorwölbung erst begann, nachdem die Diluvialscholle durch die überschobene Kreide muldenartig zusammengebogen war. Nur aus der überkippten Lagerung des hangenden Muldenflügels wird die Ejektion des Geschiebemergels verständlich. Sie ist also ohne Frage »posttektonisch«, und zwar im unmittelbaren Anschluß an die »baltischen Brüche«<sup>1)</sup> erfolgt. Andererseits war der ganze Vorgang ihrer allmählichen Verschiebung, Aufrichtung und Überkipfung vermutlich wie in anderen Schollen unseres Steilufers auch hier abgeschlossen, als die jüngeren glazialen Sedimente diskordant darüber ausgebreitet wurden. Es läßt sich freilich an dieser Stelle nicht feststellen, ob die diskordant übergelagerten Schichten der dritten oder vierten Eiszeit entstammen. Da auf diesen Höhen durch das Inlandeis dauernd eine abtragende Hobelwirkung ausgeübt wurde, so ist es sogar wahrscheinlicher, daß die hier ausgebreiteten Schottermassen Relikte der letzten Vereisung bilden. Wenn das richtig ist, dann könnte die Zusammenschiebung der Mulde IV durch die hangende Kreide und die Ejektion unserer Falte theoretisch betrachtet auch noch während der dritten und vierten Vereisung fortgesetzt sein, wir haben aber bisher an keiner Stelle unseres Kreideufers Belege für so späte Kollokationen innerhalb der eingeschlossenen Diluvialschollen, so daß ich auch hier bis zum Beweis des Gegenteils annehmen möchte, daß die Faltung noch in der zweiten Interglazialzeit zum Abschluß kam.

11. Der überhängende Kopf der Falte wird durch horizontale sandige Bänder durchschnitten, die in der Mitte ihres Verlaufes unterbrochen sind. Es handelt sich hier offenbar nicht um eine schichtige Bildung, sondern um Verschiebungsflächen, aber es ist kaum zu verstehen, wie diese Verschiebung räumlich begrenzt wurde. Wir haben doch immer

1) JAEKEL, Neue Beiträge usw. I c. S. 126.



die Vorstellung gehabt, daß durch Verwerfungen räumlich begrenzte Stücke aus ihrer Umgebung herausgeschnitten werden müssen. Hier aber liegt nur eine Verschiebungsfläche vor, deren Enden spurlos verlaufen, und die mit anderen Brüchen in keinem ersichtlichen Zusammenhang steht.

12. Die theoretische Bedeutung unserer Falte liegt zunächst darin, daß man aus ihren Teilen fast alle terminologischen Begriffe ableiten kann, die in der Tektonik für die verschiedenen Teile und Typen von Falten aufgestellt worden sind<sup>1)</sup>. Sie erschien anfangs als einfache steile Antiklinale, als im Profil zunächst nur der gelbröt gefärbte Muldenkern unter der überkippten Falte zum Vorschein kam. Nun ist aus der scheinbaren »Sattelstirn« ein »Muldentiefstes« geworden. Die jetzt dominierende Falte aus Geschiebemergel ist in ihrem unteren Teil »liegend«, dann »aufgerichtet«, dann »überkippt«, und also eine »Nickfalte«. Wäre nur ihr oberster Teil sichtbar, so würde dieser eine »Kofferfalte« zu bilden scheinen. Mit ihrer Außenfläche (rechts) ist sie über ihre Unterlage von Sandschichten diskordant hinüberschoben, sie ist also dort eine »wurzellose« »Deckfalte«, aber ihre besondere Bedeutung liegt darin, daß ihr Ausgangspunkt, ihre »Wurzel«, ihr »Antiklinalkern« links in dem hangenden Flügel des Geschiebemergels  $M_2$  sichtbar wird.

Im mittleren Teil der Falte ist nicht nur einer, sondern die ganze Falte also mit beiden Mittelschenkeln verquetscht. Die Begriffe »hangender« und »liegender Schenkel«, »verkehrter Mittelschenkel«, »überschlagener Flügel« und »rückläufiger Schenkel« wechseln hier mehrfach innerhalb der Teile unserer Falte. Ebenso kann man fast alle Termini der Mulden durch Teilstücke unseres Profils belegen. Da ferner die Falte aus zwei ursprünglich wohl selbständigen Sattelbildungen bestand, so kann man sie als »Faltenpaket« oder als »Faltenbündel«, ihre Komponenten als »übereinander liegende Isoklinalfalten« bezeichnen; aber da, wo die obere Falte endigt, das Einfallen ihrer Flanken also anders wird als in der »Hauptfalte«, müßte man beide Falten »anisoklinal« nennen. Ob man die Hauptfalte für sich allein als einfach oder zusammengesetzt ansehen will, ist durchaus ins Belieben des Beobachters gestellt, da wenigstens die untere für beide Auffassungen Belege bietet. Die »Haupt-« oder »Mutterfalte« liegt unter der kleineren, trotzdem »überklettert« sie dieselbe und wird »eskaladierend«. Auch für »Zickzack-« und »Kaskadenfalten« finden sich Beispiele, ebenso für »Fälte lung« und andere Spezialformen.

Man könnte daraus, daß fast alle Faltentypen in einer einzigen Falte enthalten sein können, den Schluß ziehen, daß ihre terminologischen Unterscheidungen wenig Wert haben und im Grunde überflüssig seien. Das wäre aber deshalb verfehlt, weil uns eben doch prak-

<sup>1)</sup> Vgl. z. B. OTTO WILCKENS, Grundzüge der tektonischen Geologie. Jena. G. Fischer. 1912.

tisch meist nur Teilstücke von Falten vorliegen und diese dann durch solche Termini kurz charakterisiert werden können. Andererseits lehrt unsere vollständig erhaltene Falte deutlich, daß oft nur die Unvollständigkeit unserer Beobachtung theoretische Scheidungen ermöglicht, und daß diesen dann für das Verständnis der einzelnen Form oft nur sehr geringe Bedeutung zukommen kann. Im Gegenteil können solche schematische Benennungen Vorstellungen erwecken, die bei umfassenderer Kenntnis der Sachlage durchaus unberechtigt und also irreleitend wären. Es zeigt sich hier dasselbe Bild wie in der biologischen und wohl in jeder Systematik, daß die formalistische Einteilung eben nur ein Notbehelf der menschlichen Beschreibung, selten aber objektive Weisheit ist. In dem Maße, wie wir die Genese der »Formen« und »Typen« kennen lernen, verschwimmen die Merkmale ihrer formalistischen Unterscheidung.

13. Auch eine Bezugnahme auf die Begriffe, die H. STILLE aus dem Rahmen seines saxonischen Bruchgebietes für Falten einführte<sup>1)</sup>, bietet manche beachtenswerte Gesichtspunkte. Unsere Falte würde sich dem Begriff seiner »injektiven« Falten anstandslos einordnen, denn es handelt sich hier bei der Falteninjektion unserer Geschiebemergelzunge um den speziellen Vortrieb eines einzelnen Faltenelementes in die Sandschichten des stratigraphisch darüberliegenden Interglazials ( $J_2$ ), aber unsere Falte hat in allen Einzelheiten, ich möchte sagen auch ihrem ganzen Wesen nach einen total anderen Charakter als die Kollokationen<sup>2)</sup>, die STILLE zur Aufstellung seines Typus injektiver Falten veranlaßten. Er unterscheidet weiter »dejektive« Falten, deren Mulden tief eingesenkt sind, von »ejektiven« Falten, deren Sattelzonen unverhältnismäßig weit vorgestülpt erscheinen. Wollen wir unsere Falte nach diesem Momente einordnen, so kommen wir in die größten Schwierigkeiten. Unsere Falte ist in ihr »Hangendes« gewendet und doch zunächst abwärts gerichtet. Faßte man den Begriff des »Hangenden« hier auch ganz räumlich und nicht stratigraphisch auf, und bezeichnete demgemäß unsere Falte ihrer primären abwärtigen Richtung nach als »dejektiv«, so ergäbe sich, daß sie in ihrem weiteren Verlauf und ihrer Hauptentfaltung »ejektiv« würde, da sie dann ins Hangende und nach oben gerichtet ist. Dazu käme, daß der distale Teil der Falte, der gegenwärtig ejektiv ist, ursprünglich auch dejektiv war, da die Eiseninfiltration des Muldentiefsten unter dem überkippten Sattel, wie wir sahen, ursprünglich nach unten erfolgt sein mußte.

14. Von größerer theoretischer Bedeutung ist vielleicht die Frage, ob man derartige Falten überhaupt als »echte« Falten ansehen soll. Man kann sich auf den Standpunkt stellen, daß der obere Teil der Scholle IV zwischen der Kreide eine einfache Synklinale darstellt, und

<sup>1)</sup> H. STILLE, Injektivfaltung und damit zusammenhängende Erscheinungen. Rundschau. VIII. S. 89. 1917.

<sup>2)</sup> JAEKEL, Neue Beiträge usw. I. c. S. 132.

die hier besprochene Falte im Muldenkern nur eine sekundäre Protuberanz einer einzelnen Schicht ist, die schon deshalb nicht als Falte aufgefaßt werden könne, weil sie nicht eine ganze Schicht umfaßt, sondern nur aus oberflächlichen Teilen einer solchen gebildet wird. Auch das sind freilich willkürliche Gesichtspunkte. Wäre der Geschiebemergel ein geschichtetes Gestein, so würde die Protuberanz mehrere Schichtlagen umfassen und damit auch obige Bedingungen echter Antiklinalen erfüllen. Immerhin könnte es sich vielleicht empfehlen, von einer »Falte« nur dann zu reden, wenn Schichten in ihrer ganzen Mächtigkeit gebogen sind, in Fällen aber wie dem unseren, wo nur ein Teil einer Schicht einseitig vorquillt, derartige Auswüchse als »Subjektionen« zu bezeichnen. Eine Falte, die wie die unsere etwa 28 m lang ist, würde aber, auch wenn sie nur in Teilen sichtbar wäre, praktisch kaum als »Subjektion« gedeutet werden. Zudem haben sich in unserer Falte sekundär durch randliche Schieferbildung und faltige Ballungen im Innern der Falte Sonderungen eingestellt, die überall da, wo man deren Genese nicht mehr feststellen könnte, als schichtige Differenzen erscheinen würden.

15. Objektiv wertvoller als die theoretische scheint mir die praktische Bedeutung unserer Falte zu sein. Ihre Bedeutung dürfte vor allem darin liegen, daß hier ein komplizierter Faltungsvorgang in allen Einzelheiten zu übersehen ist und in allen wesentlichen Punkten genetisch verständlich wird.

In petrographischer Hinsicht erscheint mir besonders wichtig, daß wir den normalen Urzustand aller beteiligten Gesteine ganz genau kennen. Die teilweise recht erheblichen Veränderungen des Geschiebemergels sind also unmittelbar dem Faltungsvorgange zuzuschreiben. Wir sahen, daß die unterste Schicht des diskordant vordringenden Geschiebemergels über den transgredierte Sanden von  $J_2$  in eine blättrige Schuppenstruktur übergeführt ist, und können uns ohne Schwierigkeit vorstellen, daß diese schuppige Zerreißung seines normalen Gefüges in weiterer Steigerung zu einer Harnischbildung führen würde. Weiter sahen wir komplizierte Ballungen innerhalb seiner Masse, die zur Ausscheidung sandiger Zwischenlagen führten. Da deren Knetung (Fig. 2) im Profil komplizierte Faltungen zeigt, so wird man lebhaft an die gefalteten Quarzitbänder in Gneisen und altkristallinen Schiefen erinnern. Man wird sich auch dabei dem Eindruck nicht entziehen können, daß auch derartige Strukturen unter ähnlich einfachen Bedingungen wie in unserer Falte entstanden sein könnten. Schließlich zeigte sich im überkippten Ende der Falte eine weitgehende Auslaugung des Geschiebemergels, so daß ihn dort niemand als solchen hätte bestimmen können, wenn nicht die Falte in ihrem ganzen Verlaufe die allmählichen Übergänge dieser petrographischen Umbildung erkennen ließe.

16. In tektonischer Beziehung übersehen wir vor allem den ganzen Rahmen, innerhalb dessen die Faltung als Teilerscheinung vor

sich ging. Hatte uns in dieser Hinsicht schon die ähnliche Vorwölbung von fünf Falten im Muldenkern der Scholle V sehr beachtenswerte Vorgänge gelehrt<sup>1)</sup>, so fesselt der hier besprochene Faltungsprozeß durch die ungestörte Ruhe, mit der er bis zu einer völligen Einrollung durchgeführt ist. Kein Modell kann ein schöneres Gesamtbild einer Falte liefern, als es hier vorliegt, und dieses kann selbstverständlich einen viel höheren praktischen Wert beanspruchen, als ein künstliches Modell, weil hier alle zusammenwirkenden Faktoren natürliche Kräfte sind und in ihrer Wirksamkeit klar übersehen werden können (vgl. Punkt 8). Die transgredierend vordringende Falte senkte sich zunächst abwärts und schob sich dann auf dem liegenden Flügel von  $J_2$  vor, folgte dessen Aufwärtsbiegung unter gleichzeitiger Verschiebung eines Teiles der Sande des Muldenkerns, bis sie mit diesen schließlich zu einer völligen Einrollung der überkippten Stirn gelangte.

Dieser Prozeß muß sich offenbar in ungestörter Ruhe ganz allmählich vollzogen haben. Da aber die ganze Kollokation unserer Scholle erst am Ende des unteren Diluviums nach den baltischen Brüchen einsetzte und wie überall an unserem Kreideufer vermutlich auch hier vor dem Eintritt der dritten Vereisung abgeschlossen war, so übersehen wir auch den trotz der Langsamkeit des Vorganges geologisch doch sehr kurzen Zeitraum, in dem die Bewegung zum Abschluß gekommen sein dürfte.

17. Vor allem tritt bei dem ganzen tektonischen Vorgange die Beweglichkeit der Masse in hellstes Licht. Die mechanischen Möglichkeiten, unter denen die petrographischen Veränderungen der Gesteine in unserer Falte entstanden, liegen offenbar in engen Grenzen. Wir können nur annehmen, daß die Gesteine innerhalb der Falte einen sehr hohen Grad von Plastizität erreichten, und sehen zugleich, daß diese fast allein auf dem Zusammenhang der tonigen Sedimente beruhte. Diese ermöglichte hier und in anderen Schollen den zwischen ihnen gelagerten Sanden ihren schichtigen Zusammenhang zu wahren. Die Plastizität konnte ihrerseits durch den Druck von auflastenden Eismassen befördert sein, sie muß aber wohl hauptsächlich bedingt gewesen sein durch einen großen Wassergehalt, der während der ganzen Diluvialzeit wohl sicher auch hier auf den Höhen reichlich zur Verfügung stand. Dabei wird nicht nur die absolute Verschiedenheit des Wassergehaltes, sondern vor allem die Fähigkeit des Gesteins das Wasser unter Druck festzuhalten, eine wesentliche Rolle gespielt haben. Fraglich erscheint nur, inwieweit Frostwirkungen hierbei mitwirkten. Es ist möglich, daß dadurch die Sande zeitweilig einen festeren Zusammenhalt bekamen, so daß sie sogar in kleinen Partien trotz starker Verschiebungen ihre Schichtung bewahrten. Jedenfalls sehen wir hier unter einer doch verhältnismäßig geringen Entfaltung

<sup>1)</sup> JAEKEL, Neue Beiträge usw. I. c. Taf. V.

dynamischer Kräfte Strukturen entstehen, für die wir bisher wohl allgemein wesentlich stärkere Faktoren als Erreger angenommen hatten.

18. Der naheliegende Vergleich unserer Faltenbildung mit den Phänomenen der Salzquellung ist mit großer Vorsicht aufzunehmen. Denn dort handelt es sich um Gebilde, die gewöhnlich starr sind, aber durch Erwärmung und eigenartigen Druck unter kristallographisch komplizierten Vorgängen<sup>1)</sup> plastisch werden. STILLE hat für die passive Bewegungsfähigkeit der Gesteine das Wort Mobilität vorgeschlagen<sup>2)</sup>. Ich kann einen wesentlichen Vorteil in der Ersetzung des älteren Begriffes Plastizität durch Mobilität nicht erblicken, da das Wort plastisch gerade die innere Massenbewegung andeutet, auf die es hierbei ankommt. Auch der Begriff der Passivität scheint mir in STILLES Mobilität bedenklich, denn jede Druckentlastung wird eine in sich bewegliche Masse aktiv beweglich machen. Diese Aktivität erscheint hier bei unserer Falte besonders anschaulich, weil sie so tief in andere Gesteine eindringt, und doch dürfte jede Einzelheit ihres Bewegungsvorganges wesentlich als passive Folge petrographischer Differenzen der beteiligten Schichten zu deuten sein.

Als »mobilisierende Faktoren« nimmt STILLE Belastung und Temperatur (l. c. 104) und an einer späteren Stelle (S. 105) auch die Zeit an. Das sind auch die Momente, die von MILCH u. a. bei Kristallen (Steinsalz, Kalkspat) experimentell als wirksam erwiesen wurden. Man dürfte dabei unter Zeit nur eine längere Summierung kleiner Wirkungen ansehen, die in vielen Fällen die Unbekannte in der Rechnung darstellen würden. In unserer Falte scheint mir wie gesagt von größter Bedeutung für die Plastizität der Wassergehalt der beteiligten Gesteine. Es wird dabei vielleicht von ausschlaggebender Bedeutung sein, in welchem Maße ein Gestein aufgenommenes Wasser unter Druck festzuhalten vermag.

19. Zum Schluß noch ein Wort über Bohrprofile. Ich habe in Fig. 3 eine Anzahl von Vertikalprofilen durch unsere Scholle IV gelegt und wie in Fig. 1 mit A—K bezeichnet. Diese nur etwa 5—6 m auseinanderliegenden Profile, in denen die Kreide weiß, die Geschiebemergel schraffiert, die interglazialen Sande punktiert und die oberen Diluvialschichten horizontal gestrichelt und dazwischen punktiert sind, erläutern unmittelbar die Schwierigkeiten, in denen wir uns bei der stratigraphischen Benutzung von Bohrprofilen befinden. Man versuche dieselben so zu kombinieren, wie das gewöhnlich geschieht, und wird sich leicht überzeugen, daß jedes Profil theoretisch ganz verschiedene Deutungen erlaubt, und daß sicher wohl niemand auf die

1) L. MILCH, Die Plastizität der Mineralien und Gesteine. Geol. Rundschau 1911. Bd. 2. 145.

2) H. STILLE, Injektivfaltung usw. l. c. S. 101.

Kombination derselben verfallen könnte, die hier tatsächlich vorliegt und durch punktierte Linien angedeutet ist.

Unsere Diluvialscholle bildet nun tektonisch keineswegs ein Unikum in unserem norddeutschen Diluvium. Wir finden ähnlich komplizierte

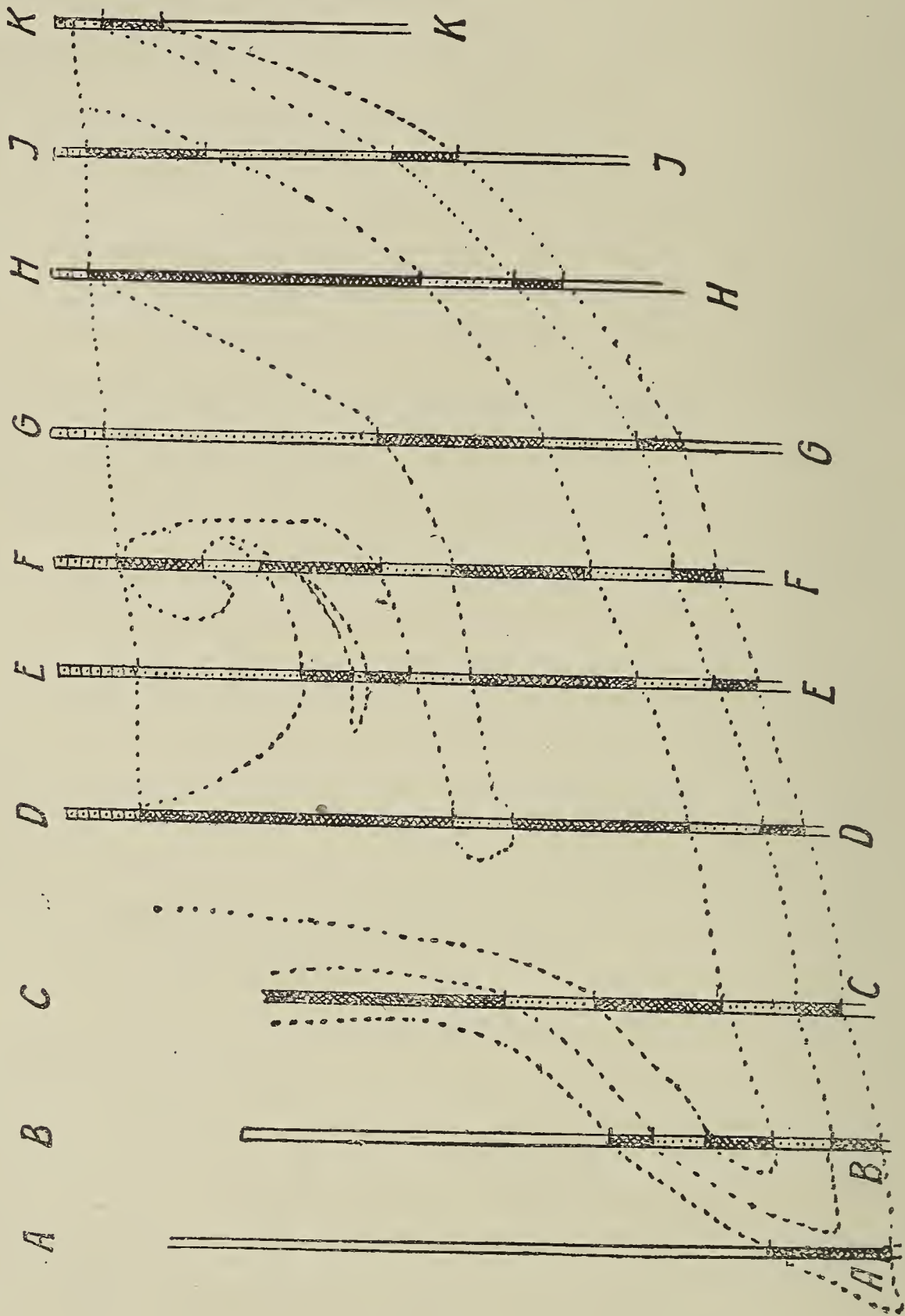


Fig. 3. Schematische Einschaltung von Bohrerprofilen in die Scholle IV.  
Die einzelnen Profile entsprechen den Buchstaben der Fig. 1.

Lagerungsverhältnisse z. B. in der Scholle V und werden kaum annehmen können, daß die übrigen Schollen deshalb einfacher gebaut waren, weil wir zufällig von ihnen am Steilufer nur den untersten Teil aufgeschlossen sehen. Wir haben auch viele Gründe anzunehmen, daß die baltischen Brüche, die uns in Rügen so klar vor Augen treten, sich weit in den Untergrund der norddeutschen Ebene fort-











setzen<sup>1)</sup>. Ich will hier nur daran erinnern, daß im Südosten Greifswalds eine große Menge Bohrlöcher für die Anlage des Wasserwerkes niedergebracht wurden, und daß sie sozusagen auf Schritt und Tritt andere Diluvialprofile ergaben, die jede tektonische oder stratigraphische Deutung als höchst unsicher erscheinen ließen. Dieses Mißtrauen werden wir nun auch allen Bohrprofilen im nördlichen Teil der norddeutschen Ebene entgegenbringen müssen, soweit sie älteres Diluvium durchsinken, das durch die baltischen Brüche zerstört war. Es ist klar, daß damit auch die Verteilung der einzelnen Sedimente auf die verschiedenen Eiszeiten sehr unsicher bleibt, soweit sie eben nur auf Bohrprofile basiert werden konnte.

### Erklärung der Tafel II.

Aus dem in Figur 1 dargestellten Profil der Diluvialscholle IV am Lenzer Bach stellt diese Tafel den mittleren oberen Teil dar, der die aus  $M_2$  (links) nach rechts vorgetriebene überkippte Falte umfaßt. Die Tafel ist reproduziert nach einem großen Profil, das aus 28 Einzelblättern zusammengestellt ist, die ich bei der fortschreitenden Abdeckung und Glättung des Profils im Herbst 1918 in allen Einzelheiten genau nach der Natur gezeichnet habe. Die Verkleinerung beträgt nunmehr etwa  $\frac{1}{100}$ . Die Originalzeichnung ist durch farbige Photographie getreu photographiert und läßt die Grenzen der einzelnen Originalblätter erkennen.

Die Tafel zeigt die aus Geschiebemergel bestehende überkippte Falte eingebettet in die Sande des zweiten Interglazials ( $J_2$ ), die den Kern der Mulde der ganzen Scholle (Fig. 1) einnehmen. Der Mergel ist bläulich-grau, aber an den Grenzen gegen die Sande zum Teil, wie besonders unten, durch Eisen bräunlich bis rostbraun gefärbt. Die Falte besteht links unten aus zwei Mergelbänken, die durch eine Sandlage getrennt sind (Passus 4). Die obere Bank endet unter der gelbroten Sandpartie und enthält viele Geschiebe, die untere ist fast frei von Geschieben, zeigt in ihrem Inneren globuläre Absonderungen, reicht hoch hinauf und ist oben nach links überkippt.

Ganz oben ist die Oberfläche dieses überkippten Teiles durch jungdiluviale Geröllagen diskordant abgeschnitten. Besonders beachtenswert ist die Schieferung des Geschiebemergels an der rechten Außenfläche der Falte, wo auch eine Partie des Mergels unregelmäßig in die Sande von  $J_2$  eingepreßt ist (Passus 2).

Die Sande des zweiten Interglazials sind an der Grenze der Mergelfalten mergelhaltig und gelblich gefärbt, nur vereinzelt sind ihnen weißliche reine Quarzsande eingeschaltet (rechts unten, links Mitte). Die rötlichen gröberen Sande des Interglazials, die dessen tieferen Schichten angehören (Passus 1), sind unter dem überkippten Mergel von links her eingefaltet, ihr zapfenförmiger Muldenkern (rechts oben) ist mit Eisen hell braunrot gefärbt (siehe Passus 9).

Schließlich sei noch bemerkt, daß die Falte nicht etwa einem schiefen Schnitt ihre abnorme Form verdankt. Ich habe sie während 10 Jahren in fortschreitendem Abbruch verfolgt, sie hat auch seit 1918 durch neue Abstürze keine wesentliche Veränderung erfahren.

Diese Tafel ist meinem größeren Werk über die Tektonik des Rügener Diluviums entnommen, dessen Fertigstellung durch die gegenwärtigen Umstände verzögert wird.

<sup>1)</sup> JAEKEL, Über ein diluviales Bruchsystem Norddeutschlands. Mon.-Ber. d. Deutsch. geol. Ges. Bd. 62. 1910. S. 605.

# 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: 1919

Band/Volume: [10](#)

Autor(en)/Author(s): Jaeckel Otto

Artikel/Article: [Die Probleme einer Falte 97-111](#)