

suchungen der Beziehungen zwischen den Gesteinsspalten, der Tektonik und dem hydrographischen Netz im nördlichen Schwarzwald und südlichen Kraichgau. Jber. u. Mitt. oberrhein. geol. Ver., N.F. VI, S. 8—85, Stuttgart 1916. — RÜGER, L.: Zur Frage der prämesozoischen Anlage des Rheintalgrabens. Bad. geol. Abh. 2, S. 120—129, Heidelberg 1930. — SALOMON, W.: Neue Kluft- und Harnischmessungen im südlichen Odenwald. Ber. Natf. Ges. Freiburg i. Br. XXVII, S. 173—180, Naumburg 1927. — SEIBOLD, E.: Die Osthälfte des Schwäbischen Lineaments. Geol. Rdsch. 39, S. 141—142, Stuttgart 1951. — SONDER, R. A.: Die Lineamenttektonik und ihre Probleme. Eclog. Geol. Helvet. 31, S. 199—238, Basel 1938. — WAGNER, G. H.: Kleintektonische Untersuchungen im Gebiet des Nördlinger Rieses. Diss. Bonn 1957. — Über Klüfte und Horizontalstylolithen in Süddeutschland (Vortragsbericht). Zschr. Dtsch. geol. Ges. 109, S. 276—277, Hannover 1958. — WEGMANN, E.: Note sur quelques problèmes de la tectonique superposée. Compt. Rend. Soc. géol. Finlande XX, S. 223—238, Helsinki 1947. — Eine Übersicht (Lebendige Tektonik). Geol. Rdsch. 43, S. 4—34, Stuttgart 1955. — WEIDMANN, C.: Zur Geologie des Vorpessarts. Rhein-mainische Forsch. 3, S. 1—74, Frankfurt a. M. 1929. — WUNDERLICH, H.: Grenzfragen der saxonischen Tektonik Südniedersachsens. Zschr. Dtsch. geol. Ges. 109, S. 159—168, Hannover 1957.

## ÜBER NEUE ERGEBNISSE KLEINTEKTONISCHER UNTERSUCHUNGEN IM RHEINISCHEN SCHIEFERGEBIRGE\*)

Von BRUNO ENGELS, *Hamburg*

*Mit 7 Abbildungen*

### Zusammenfassung

Zunächst wird die offenbar überragende Bedeutung der Diagonal-Störungen in den untersuchten Dachschiefer-Gruben dargelegt. Es ergeben sich ferner sehr spitzwinklig zum tektonischen Streichen verlaufende Drehverschiebungen, die zur gleichartigen Verformung führen, wie auch die örtlich festgestellten Auf- und Überschiebungen sowie Schieferung und Faltung (gleiche Deformationsellipse). — Die Schieferung führt in extremen Fällen zu einer fast völligen „Umschichtung“ (tektonische „Mischung“).

In einem Querprofil des Faltenspiegels zwischen Hunsrück und SE-Eifel kommt besonders die Moselmulde (Form und Schichtmächtigkeiten) zur Darstellung.

### Vorwort

In Fortsetzung und Ergänzung der kleintektonischen Untersuchungen des Verfassers an Rhein und Mosel (über Tage) wurden in den letzten Jahren zudem zahlreiche Dachschiefer-Gruben (unter Tage) in der SE-Eifel, im Hunsrück und Taunus geologisch aufgenommen. Es handelt sich also im letzten Falle nicht zuletzt auch um praktisch-lagerstättenkundliche Arbeiten für in Betrieb befindliche Gruben! Die Ergebnisse — zum größten Teil in Form von Strukturkarten, Quer- und Längsprofilen, Profil-Serien

\*) Vortrag, gehalten auf der Tagung der Geologischen Vereinigung in Karlsruhe 1958.

und Blockdiagrammen niedergelegt — sollen demnächst noch im einzelnen veröffentlicht werden.

In den nachfolgenden Ausführungen handelt es sich indessen um Ergebnisse, die auf der einen Seite besondere regionale und allgemeine Bedeutung haben, jedoch andererseits z. T. problematisch sind und deshalb hierdurch zur Diskussion gestellt werden.

### Zur Quer- und Diagonalverschiebung

Die meisten geologischen Karten des Rheinischen Schiefergebirges — z. B. die 4-cm-Karten, besonders aber die  $\frac{1}{2}$ -cm-Karte PAECKELMANN'S — heben immer wieder vor allem die sogenannten Quer-Störungen (quer bzw. senkrecht zum tektonischen Streichen verlaufend) hervor, und zwar im allgemeinen als Ergebnis stratigraphischer Kartierung. Im Bereich der bisher untersuchten Dachschiefer-Gruben (z. T. in Abb. 1 verzeichnet, siehe dort) fällt jedoch auf, daß die Bedeutung der Quer-Störungen gegenüber den diagonal zum tektonischen Streichen verlaufenden Verschiebungen stark zurücktritt. Die Dachschieferlager werden in besonderem Maße von diesen Diagonal-Störungen durchschwärmt und leider vielfach auch begrenzt.

In der Grube Thomm bei Trier („Reichsgraf von Kesselstatt“) scheinen E/W-streichende Blatt- bzw. Seitenverschiebungen eine überragende Rolle zu spielen. (Die kleintektonische Aufnahme ist hier allerdings noch nicht im gesamten Bereich der Grube durchgeführt bzw. abgeschlossen.)

Die Gruben um Altlay (einschließlich der Blei-Zinkerz-Bergwerke von Altlay und Tellig) und auch die recht guten Aufschlüsse über Tage zwischen Würrich und Landkern (siehe Abb. 1) werden kleintektonisch vorzugsweise von Diagonal-Störungen durchzogen, und zwar sowohl von E/W- als auch von N/S-streichenden.

Im Bereich der Gruben Bausberg I und II (SE-Eifel) rufen die Diagonal-Störungen eine mosaikartige Zerstückelung des Gebirges hervor. Zum Teil kommt es dabei zur Ausbildung ziemlich mächtiger Ruscheln (bis zu mehreren Metern breite „Drecksäcke“). Die größte Verschiebungsweite wurde an einer N/S-streichenden Blattverschiebung mit etwa 35 m ermittelt (E-Scholle relativ nach N verschoben). Auf einer E/W-streichenden und N-fallenden Ruschel scheinen auch erhebliche Vertikalverschiebungen stattgefunden zu haben, wahrscheinlich handelt es sich um eine Schrägabschiebung der N-Scholle nach E.

In den Gruben Katzenberg und Glückauf bei Mayen verhält es sich ähnlich wie in Bausberg I und II. An einer großen N/S-streichenden Blattverschiebung war ein horizontaler Verschiebungsbetrag von über 100 m festzustellen (vergl. Abb. 2). Demgegenüber versetzen die Quer-Störungen offensichtlich nur unbedeutend, abgesehen davon, daß sie im vorliegenden Falle nicht einmal „durchhalten“ bzw. nur auf einen kleinen Teil des Grubenfeldes beschränkt sind.

Im Kauber Revier (siehe in Abb. 1 Grube Rhein und Erbstollen) treten offenbar die E/W-streichenden Blattverschiebungen wieder besonders

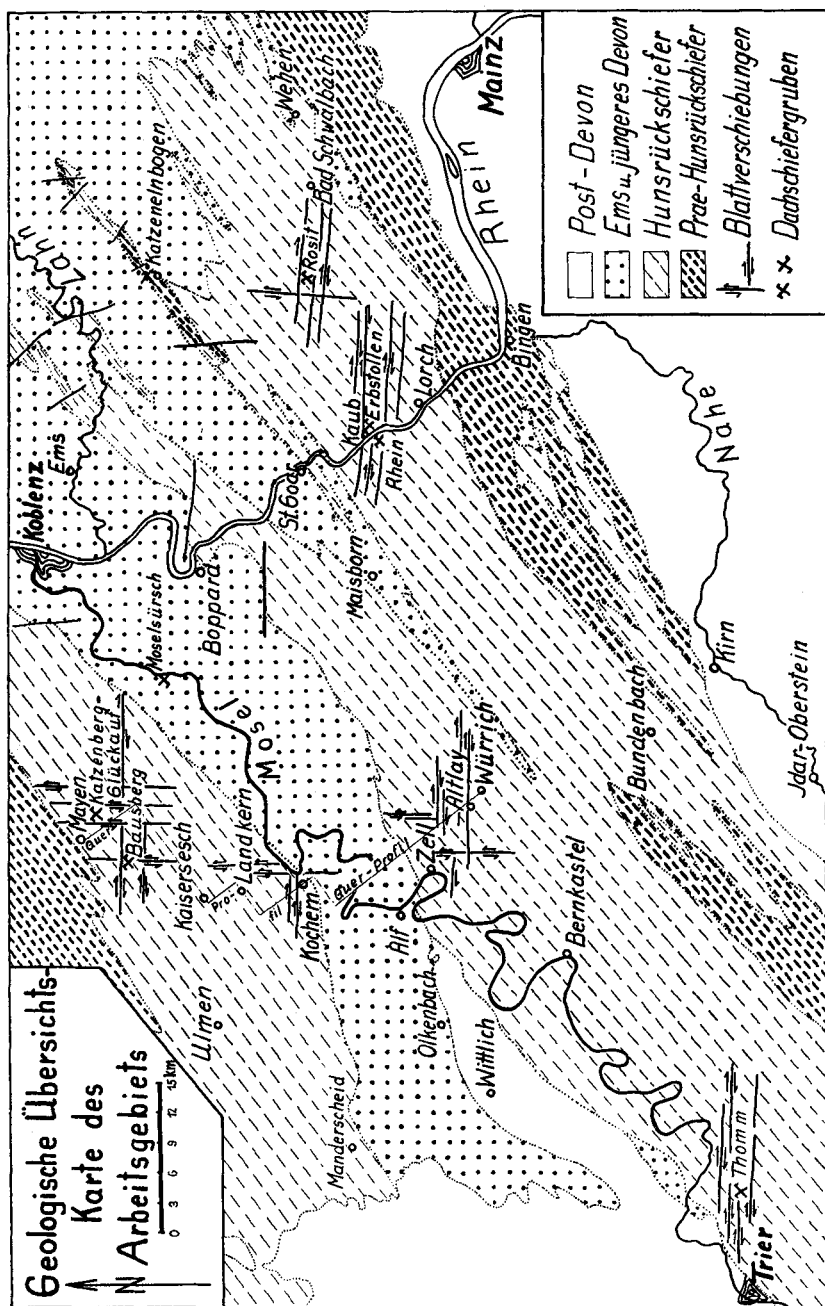


Abb. 1. Lage der angeführten Dachschiefer-Gruben (einschließl. des Querprofils zwischen Würrich und Mayen) mit den vorherrschenden Seitenverschiebungen (stark schematisiert und übertrieben).

## Aufsätze

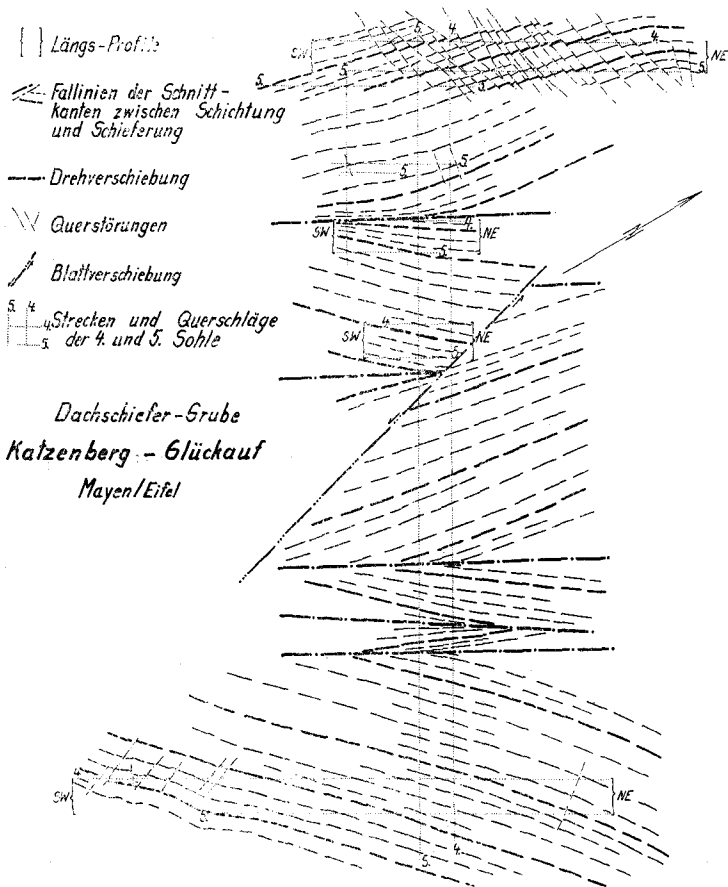


Abb. 2. Längs-Profilserie und Falllinien der Schnittkanten zwischen Schichtung und Schieferung im Grundriß der Dachschiefer-Gruben Katzenberg-Glückauf bei Mayen (SE-Eifel).

hervor. Die festgestellten Versetzungen (N-Scholle nach E) gingen allerdings kaum über einige Meter hinaus.

Die Dachschieferlager der Grube Rosit werden von großen Diagonal-Störungen so weit versetzt, daß letztere für den Bergbau eine bislang nicht zu überwindende Schwierigkeit darstellen und die Lager begrenzen. Die entscheidende E/W-Störung („nördliche Hauptstörung“) ist eine Schrägabschiebung nach SW; die Verschiebungsweite beträgt offenbar mehr als 100 m. Ähnliches scheint auch für die maßgebende N/S-Störung („westliche Hauptstörung“) zu gelten. Vorherrschend sind aber auch hier die E/W-streichenden Verschiebungen.

Mit den vorausgehenden Darlegungen soll selbstverständlich nicht etwa die Existenz der Quer-Störungen im Rheinischen Schiefergebirge bestrit-

ten werden, auch nicht ihre große Bedeutung. Andererseits ist allerdings einzuräumen, daß in den untersuchten Bereichen die Diagonal-Störungen eine weitaus größere Rolle hinsichtlich Anzahl und Verschiebungsweite zu spielen scheinen. Vielleicht handelt es sich bei den Quer-Störungen mehr um große, weitständige en-bloc-Verschiebungen, während die Diagonal-Störungen die internere Durchbewegung übernommen haben und wahrscheinlich auch zeitlich von jenen zu trennen sind (älter).

### Drehverschiebungen

Bei den kleintektonischen Aufnahmen der Dachschiefer-Gruben finden sich ziemlich häufig sehr spitzwinklig zur Schieferung streichende und einfallende Störungen, die meist nur einen relativ dünnen Lettenbesteg aufweisen oder aus verquarzten Brekzien bestehen. Im allgemeinen läßt sich eigenartigerweise eine eindeutige Verschiebungsrichtung an Ort und Stelle kaum bzw. nur unklar erkennen. Oft scheinen sich auf Grund der Rutschstreifen sogar mehrere Richtungen anzudeuten. Es liegt natürlich nahe, diese Verschiebungen als Längs-Störungen — d. h. parallel zum tektonischen Streichen verlaufend — aufzufassen. Dies mag zum Teil berechtigt sein. Und doch scheint es sich zum Teil um andersartige Störungen zu handeln, nämlich um Drehverschiebungen.

In der Dachschiefer-Grube Katzenberg-Glückauf wurden die in Strecken und Querschlügen gemessenen Fallwerte der Schnittkanten zwischen Schichtung und Schieferung in den Grundriß des Grubenplans eingetragen und zu Falllinien ausgezogen (Abb. 2). Hierbei ergab sich, daß die Einfallrichtung der Schnittkanten augenscheinlich streifen- bzw. schollenweise wechselt, und daß an den Grenzen dieser Schollen vornehmlich die oben genannten Drehverschiebungen auftreten. Es scheint sich demnach hier gewissermaßen um „Scharniere“ zu handeln, an denen jene Schollen (streichende Gebirgstreifen) gegeneinander verdreht wurden. An diesen Drehverschiebungen haben teils horizontale und teils vertikale, hauptsächlich jedoch drehende Bewegungen stattgefunden; sie weichen sowohl im Streichen als auch im Fallen meist spitzwinklig von der Schieferung ab, bzw. bilden sich spitzwinklig schneidende Scherflächenscharen. Die seitlichen Relativbewegungen stimmen weitgehend mit jenen überein, wie man sie immer wieder auf den diagonal-verlaufenden Blattverschiebungen antrifft. Bei Abweichung vom tektonischen Streichen (= Schieferung) in die nordsüdliche Richtung ist die E-Scholle zumeist nach N versetzt, bei Abweichung in die ostwestliche Streichrichtung die N-Scholle fast stets nach E. Es deuten sich somit überleitende Beziehungen der Drehverschiebungen zu den Diagonal-Störungen an, sowie andererseits offenbar auch zur Transversalschieferung, die — meist mikroskopisch fein — hier bekanntlich gleichfalls aus sich spitzwinklig schneidenden Scherflächenscharen besteht.

Zum Teil haben an diesen Drehverschiebungen beträchtliche Versetzungen stattgefunden. So wurde auf diese Weise z. B. in der Grube Mosella bei Mayen ein Dachschieferlager offensichtlich so weit zueinander verdreht, daß es zur Verdopplung kam. In der Grube Rhein (gegenüber

Kaub) hingegen scheint das Lager an solchen Drehverschiebungen linsenförmig aufgeteilt bzw. auseinandergezerrt worden zu sein.

### Zur Auf- und Überschiebung

In der Grube Rosit/Taunus (Abb. 1) spielen vor allem die flach nach SE einfallenden Überschiebungen eine große Rolle. Sie bilden offenbar eine ständig in- und auseinanderstrebende Scherflächenschar und besitzen oft beträchtliche Schubweiten (über 100 m). Hinzu kommen wahrschein-

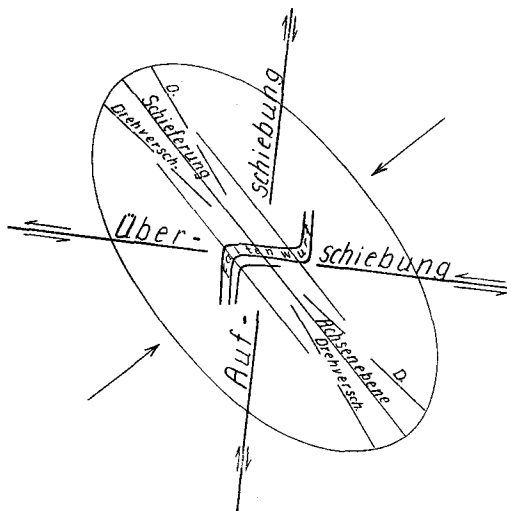


Abb. 3. Deformationsellipse im Querprofil der Dachschiefer-Grube Rosit bei Nauroth im Taunus, abgeleitet aus den vorherrschenden Auf- und Überschiebungen. Faltung, Schieferung und Drehverschiebung (D.) führen zur gleichen Deformation.

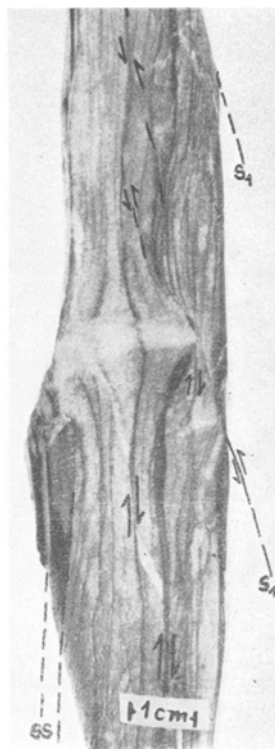
lich gleichaltrige — da aus gleichartigem Lagenharnisch bestehend —, steil nach NW einfallende Aufschiebungen, deren Schubweiten allerdings wesentlich geringer zu sein scheinen. Wenn man die beiden genannten Scherflächensysteme in einer Deformations-Ellipse ungefähr als Flächen größter Scherbeanspruchung darstellt (Abb. 3), so ergibt sich dieselbe Lage wie bei der Faltung, Schieferung und wohl auch Drehverschiebung!

### Schieferung und tektonische „Mischung“

Bei der Untersuchung von Bohrkernen aus Hunsrückschiefer konnten zum Teil recht interessante Beobachtungen hinsichtlich der inneren Durchbewegung des Gesteins während der Faltung und Schieferung gemacht werden. Bekanntlich sind meist die schichtparallelen und transversalen (schieferungsparallelen) Scherflächen auf den Faltenschenkeln in nahezu gesetzmäßiger Weise miteinander verknüpft: Sie bilden zwei sich spitz-

winklig schneidende Scherflächenscharen, deren Relativbewegungen gewissermaßen entgegengerichtet sind (Abb. 4). Es hat nun hier den Anschein, daß bei Annäherung an die Falten-Scharniere (Sättel und Mulden) die Schieferung in ein fast laminares Gleiten bzw. „Fließen“ übergeht. Dabei kommt es offenbar häufig zu einer intensiven tektonischen Ver-

Abb. 4. Bohrkern mit einem seiger stehenden Grauwackenbänkchen (etwa 2 cm mächtig, geschichtet, zerschert und verquarzt). Schwarz = Tonschiefer; weiß = Quarz. Die Transversalschieferung ( $S_1$ ) verläuft sehr spitzwinklig (von links-oben nach rechts-unten) zur Schichtung (SS = seiger). Besonders deutlich sind die Gleitbewegungen auf den Schichtflächen (rechtsseitig stets relativ nach unten), vor allem an den Versetzungen der Quarzbildungen, die teils  $\pm$  horizontalen Spalten (s. Bildmitte) und teils  $\pm$  parallel zur Schieferung verlaufen, erkennbar. Die Gleitbewegung auf den transversalen Scherflächen der Schieferung hat in entgegengesetzter Richtung stattgefunden: Rechtsseitig relativ nach oben! Man beachte auch die Deformation des Grauwackenbänkchens, die offenbar auf eine Ausdünnung desselben hinausläuft. Infolge der Quarzfällung in der horizontal verlaufenden Spalte (Bildmitte) wird an dieser Stelle die Deformation etwas „aufgehalten“: Boudinage-Bildung infolge Verquarzung (Materialunterschiede). — Grube Rosit im Taunus



mischung der betroffenen Schichten. Wie aus Abb. 5 hervorgeht, kann sich ein gut geschichtetes Grauwackenbänkchen mit dem angrenzenden Tonschiefer derart mischen, daß linsenförmige Scherprodukte der Grauwacke beträchtlich weit in den Schiefer hinausgequetscht werden und darin oft wurzellos herumzuschwimmen scheinen; umgekehrt drückt sich der Tonschiefer auf den Hauptscherflächen tief in das Grauwackenbänkchen hinein und füllt zum Teil die entstandenen Lücken aus. Daß es hierbei zu Einengungen und Umkristallisationen kommt, ist wohl so gut wie selbstverständlich.

Die tektonische „Vermischung“ infolge Schieferung führt in extremen Fällen so weit, daß die ursprüngliche Schichtung nahezu gänzlich umgibtet bzw. „umgeschichtet“ wird (Abb. 6). Das Schichtmaterial fließt gleichsam in bevorzugte Bewegungsbahnen (transversale Hauptscherflächen) hinein, so daß ein flächenhafter Materialwechsel parallel zur Trans-

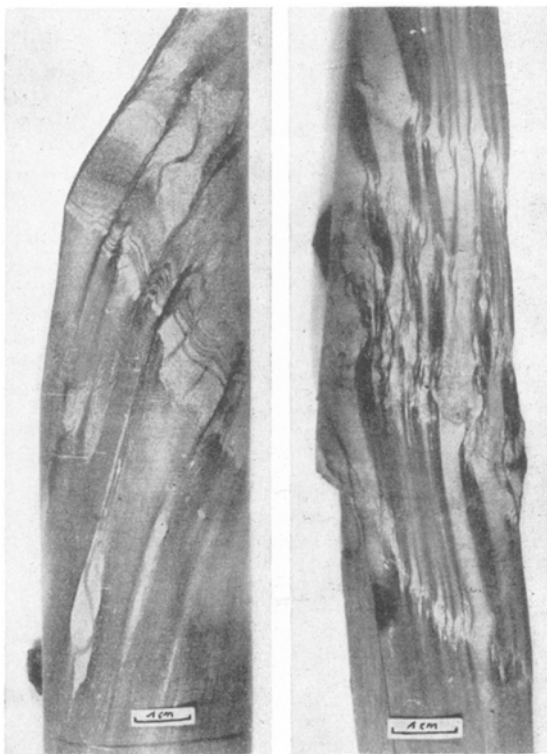


Abb. 5

Abb. 6

Abb. 5. Bohrkern mit einem gut geschichteten und zerscherten Grauwackenbänkchen (etwa 3 cm mächtig, von links-oben nach Mitte-rechts verlaufend). Der untere Teil des Kernstücks besteht aus schichtungslosem Tonschiefer. Teile der Grauwacke sind ausgeschert und schwimmen nunmehr mitten im Tonschiefer; umgekehrt ist Tonschiefer z. T. in die entstandenen Lücken eingedrungen. — Grube Rosit im Taunus.

Abb. 6. Bohrkern mit intensiv zerscherten Grauwackenbänkchen, die in ihrer ursprünglichen Lage nur noch in Form von Knoten — von links-oben nach rechts-unten verlaufend — erhalten sind. Ansonsten ist das Material der Grauwackenbänkchen offensichtlich so stark in die transversalen Schieferungsbahnen hineingeschmiert („geflossen“), daß eine irreführende Schichtung (von oben nach unten verlaufend) vorgetäuscht werden kann. — Grube Rosit im Taunus.

versalschieferung entsteht. Es kann also auf diese Weise durchaus zu einer vorgetäuschten bzw. irreführenden „Schichtung“ kommen, was natürlich bei den kleintektonischen Untersuchungen sehr wohl zu berücksichtigen ist.

### Ein Querprofil der Moselmulde

Neben den Untersuchungen der Dachschiefer-Gruben wurden auch die kleintektonischen Aufnahmen über Tage fortgesetzt. In diesem Zusammen-



hange waren besonders die Ergebnisse im Bereich der Moselmulde zwischen Würrich (Hunsrück) und Mayen (SE-Eifel) recht aufschlußreich (vgl. Abb. 1). Das Wichtigste sei im folgenden ganz kurz an Hand eines Querprofils des Faltenspiegels (vgl. Abb. 7) dargelegt: Die Moselmulde hat — im Querschnitt großtektonisch gesehen — offenbar die Form einer dickbauchigen „Vase“, die infolge einer besonders hochgradigen NW-Vergenz am SE-Rande (bis zu 90° NW-Vergenz, liegende Falten und horizontale Überschiebungsbahnen!) gegenüber der mehr oder weniger mittelmäßigen SE-Vergenz am NW-Rande unsymmetrisch gebaut erscheint. Eigenartigerweise erfolgte nach dieser merkwürdigen antivergenten Einfaltung auch noch eine konform damit verlaufende grabenförmige Einsenkung der Mulde an entsprechenden Abschiebungen (? Wittlicher Senke).

Zwischen Würrich und der Blei-Zinkerz-Grube „Barbarasegen“ bei Altlay vollzieht sich ein Vergenzwechsel in Form einer Fächerstellung der Schieferung (tektonisches Hoch). Es handelt sich offensichtlich um die Fortsetzung des Salziger Sattels, welcher am NW-Rande — wahrscheinlich im Bereich der Hunsrücker Hauptüberschiebungs-Zone — besonders hohe Vergenzgrade erreicht und ebenfalls unsymmetrisch gestaltet ist.

Recht merkwürdig erscheint auch die anhaltende Steilstellung des Faltenspiegels zwischen Mosel und Mayen. Es ergeben sich daraus erstaunlich große Schichtmächtigkeiten für Ems und Siegen bzw. für den Hunsrückschiefer (4000 bis 5000 m Ems, 10 000 bis 15 000 m Hunsrückschiefer). Nordwestlich der Mosel liegt die Basis des Ems wahrscheinlich in der Gegend von Kochem (Porphyroidtuffit), südöstlich der Mosel ist die Grenze dagegen sehr problematisch. Offenbar ist das Ems im SE in der Fazies des Hunsrückschiefers ausgebildet und vorläufig nicht ohne weiteres vom Siegen zu unterscheiden. Bei Moselsürsch hat man übrigens auch auf der NW-Flanke der Moselmulde in sicherem Ems — durch Fossilien belegt — Dachschiefer abgebaut!

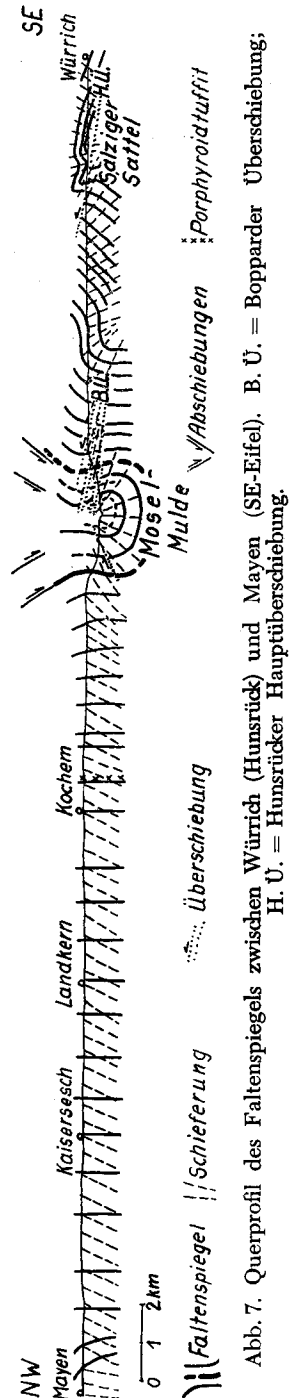


Abb. 7. Querprofil des Faltenspiegels zwischen Würrich (Hunsrück) und Mayen (SE-Eifel). B. Ü. = Bopparder Überschiebung; H. Ü. = Hunsrücker Hauptüberschiebung.

### Ergebnisse

In den Dachschiefer-Gruben der SE-Eifel, des Hunsrücks und Taunus spielen die Diagonal-Störungen (Blatt-, Seiten- und Schrägabschiebungen) offenbar eine wesentlich größere Rolle als die Quer-Störungen (Abschiebungen). Ähnlich verhält es sich auch mit den spießwinklig zum tektonischen Streichen und Fallen verlaufenden Drehverschiebungen, auf denen die angrenzenden Schollen gegeneinander rotierten. Diese bilden sich spitzwinklig schneidende Scherflächenscharen mit jeweiligen Relativbewegungen, die — im Grundriß gesehen — denjenigen der Diagonal-Störungen (N-Scholle nach E bzw. E-Scholle nach N verschoben) analog sind. Da auch die Schieferung häufig aus mehreren spitzwinklig zueinander verlaufenden Scherflächenscharen bestehen, scheinen enge räumliche und zeitliche Beziehungen zwischen Schieferung, Drehverschiebung und Diagonal-Störungen zu bestehen (gleichartige, wenn auch mehraktige Deformation).

Ähnliches gilt auch für die Auf- und Überschiebungen, wenn man die Betrachtung auf das Querprofil anwendet.

Beobachtungen an Bohrkernen lehren, daß die tektonische „Mischung“ — hier Vermischung — infolge Transversal-Schieferung solch hohe Grade erreichen kann, daß Grauwackenteile entweder wurzellos im Schiefer zu schwimmen scheinen oder völlig „umgeschichtet“ werden. Im letzteren Falle wird eine Schichtung parallel zur Schieferung vorgetäuscht!

In einem Querprofil des Falten spiegels zwischen Würrieh (Hunsrück) und Mayen (SE-Eifel) erscheint die Mosel mulde in Form einer dickbauchigen, unsymmetrisch gebauten „Vase“. Es ergibt sich nordwestlich der Mosel für das Ems eine problematische Mächtigkeit von 4000 bis 5000 m und für den Hunsrückschiefer eine solche von 10 000 bis 15 000 m. Im SE der Mosel mulde scheint das Ems in der Fazies des Hunsrückschiefers aufzutreten.

### Schriftenhinweis

Umfangreiche Literaturangaben finden sich vor allem in der „Geologischen Rundschau, Sonderband 44, Stuttgart 1955“, sowie bei „ENGELS, B.: Zur Tektonik und Stratigraphie des Unterdevons zwischen Loreley und Lorchhausen am Rhein (Rheinisches Schiefergebirge). — Abh. hess. L.-Amt Bodenforsch. 14, 96 S., Wiesbaden 1955.“