

FENNIA 50, N:o 3

ÜBER DIE AUSLÖSUNG TEKTONISCHER
SPANNUNGEN IN TONSCHIEFER UND
DIABAS AN HAND VON BEOBACHT-
UNGEN BEI GOSLAR AM HARZ

VON

FRIEDRICH RINNE
LEIPZIG

MIT 7 TEXTFIGUREN

HELSINKI — HELSINGFORS 1928

HELSINGFORS

1 9 2 8

DRUCK VON A.-B. F. TILGMANN

1.

Der aus seiner geologisch jüngeren Umgebung von Zechstein, mesozoischen und neozoischen Ablagerungen emporragende Harz stellt mit seinen paläozoischen Sediment- und Eruptivmassen ein ausgezeichnetes *blanke Fenster* dar, insofern er von den ihn einst überlagernden Gesteinen prädiluvialen Alters völlig entblösst ist. Die im Süden vom Gebirgsrande flach vom Harz abfallenden, hingegen im Norden in steil überkippter Stellung nach dem Gebirge zu sich neigenden, an den Harzbruchrand angepressten Sedimentfolgen kennzeichnen die tektonische Art des vorliegenden geologischen Körpers als eine *Wirbelfaltung*, die das Harzpaläozoikum als Kern enthält. Letzterer ist in Schollen und Decken gegliedert, welche in ihrer Aufrichtung und Packenteilung sehr manigfaltige Dislokationsformen von einfacher bis zu extremer Art aufweisen.¹⁾

Hier sollen gewisse tektonische Umstände im Gebiete des Granetals bei Goslar gewürdigt werden, um sie als Erfahrungsgrundlage für Überlegungen allgemeiner Art zu verwenden. Der Bezirk ist zufolge der verschiedenartigen Mobilität seiner Gesteine physikalisch von Interesse. Es soll sich bei den folgenden Erörterungen insbesondere um den Vergleich des dislokatorischen Verhaltens mitteldevonischer Tonschiefer, die als Dachschiefer ausgebildet sind, und der in ihnen eingelagerten Diabase handeln. Auch möge auf einige tektonische Verhältnisse der Gangfüllung des Todberges am Granetal bei Goslar hingewiesen werden.

2.

Der am Rammelsberg und Herzberg bei Goslar in überkippter Stellung von unterdevonischem Spiriferensandstein und von Calceolaschiefer überlagerte *Goslarer Schiefer* ist in ausgezeichneter Weise mit Druckschieferung

¹⁾ Vergl. zwecks Übersicht der Verhältnisse DAHLGRÜN-ERDMANNSDÖRFFER-SCHRIEL, Harz. Sammlg. geolog. Führer Bd. 29/30; ferner F. KOSSMAT, Abh. d. S. geolog. Landesanstalt H. 4, auch Zentralbl. f. Mineralog. usw. Abt. B. 1927, 133. Eine Fülle ausgezeichneter Abbildungen von geologischen Aufschlüssen findet man in den geologischen Harzführern von F. BEHME.

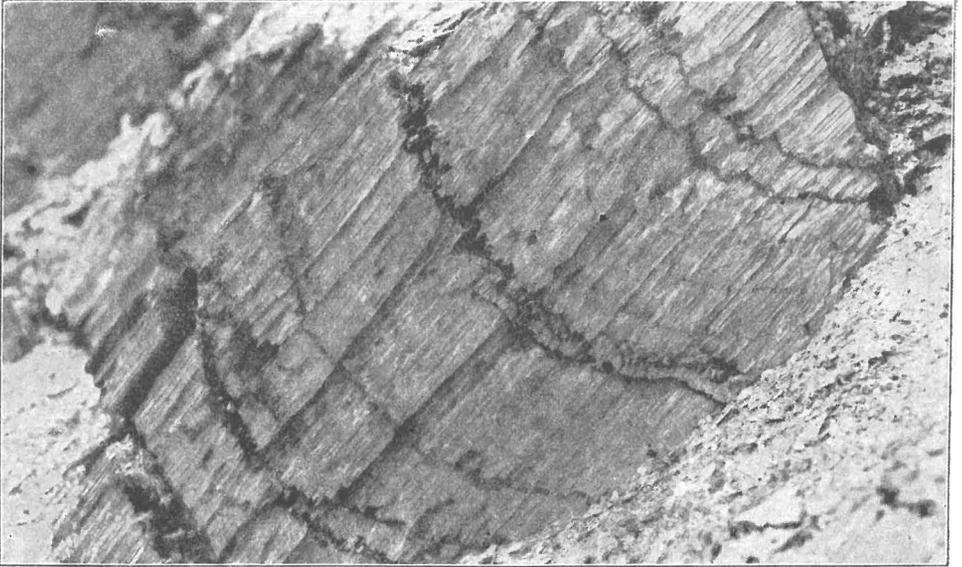


Fig. 1. Dachschiefer, Herzberg bei Goslar, Harz. Einschnitte der Schichtflächen gezähmelt. Dr F. Behme phot.

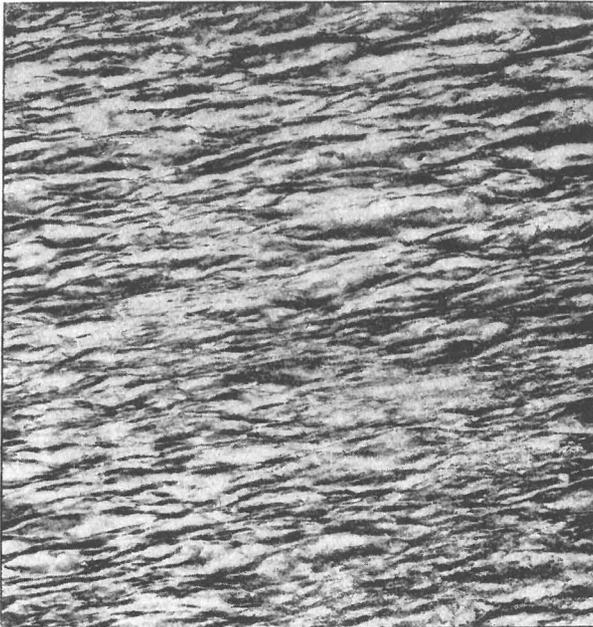


Fig. 2. Fältelung der Schichtflächen von Dachschiefer. Alter Hai bei Goslar, Harz. Dr F. Behme phot.

versehen. Das Streichen letzterer verläuft nach Nordost, ihr Fallen steil nach Südosten.

Vom physikalischen Standpunkte betrachtet hat man nach meiner Meinung diese Umstände der Dachschiefertextur mit der Scherflächenbildung in einem mechanisch überspannten Körper in Zusammenhang zu bringen. Theoretisch vollziehen sich die gewaltsamen Auslösungen in einem solchen nach zwei Ebenen, die im Hauptspannungsellipsoid (mit σ_1 , σ_2 und σ_3 als Hauptspannungsrichtungen) durch σ_2 , senkrecht zur Ebene $\sigma_1 \sigma_3$ gehen. Die Konkurrenz der zwei Scherflächen brachte es beim vor-

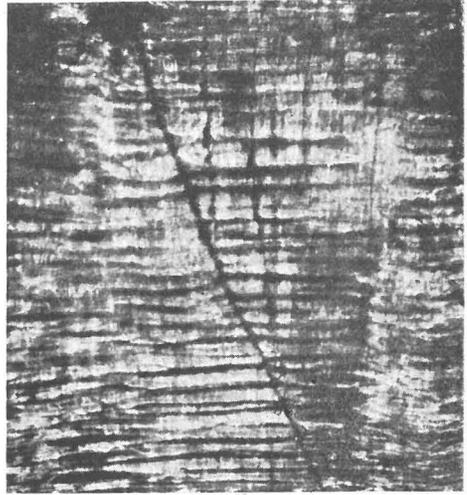


Fig. 3. Translationsstreifung auf gebogenem Steinsalz.

liegenden Dachschiefer mit sich, dass sich nur eine Schieferfläche entwickelte. Die milde Art des Tonschiefers war ein für diese Vereinheitlichung günstiger Umstand.

Es erhebt sich nun die Frage, ob bei der Entstehung der Druckschieferung eine beträchtliche Bewegungsstrecke der Tonschiefereteilchen in der Scherfläche vorlag. Offenbar war das hier nicht der Fall, denn auf den Schichtflächen, die von der Schieferung durchschnitten werden, zeichnen sich nur geringfügige Verschiebungen ab. Die Schichtflächen sind fast völlig intakt geblieben, nämlich nur mit einer *crêpe de chine*-artigen Runzelung versehen. Die Figuren 1—2 erläutern das in anschaulicher Art. Die Druckschieferung hat sich also in solchen Fällen ohne weitreichende Massenverschiebung in Richtung der Ausweichungsebene entwickelt. Man erinnert sich dabei unwillkürlich an die Translationsstreifung auf Kristallflächen, die gleichfalls nur ein sehr geringes Mass der Massenbewegung entlang den Translationsebenen anzeigt, dabei aber dennoch eventuell durch den ganzen mechanisch beanspruchten Kristallkörper hindurch geht. Beiläufig vermerkt hat die feingewellte, maschig-runzlige Oberflächenriefelung bei gebogenen und in sich translationsmässig bewegten Steinsalzkristallen eine interessante Aehnlichkeit mit den Schichtflächen der Dachschiefer (Vergl. Fig. 3).

Von solchen Erfahrungen und Überlegungen gelangt man zu entsprechenden Annahmen für die kristallinen Schiefergesteine. Mit vollem Recht fasst

man die Dachschiefer als eine erste Stufe letzterer auf;¹⁾ man kann sie daher vielleicht als eine *archometamorphe* Erscheinung kennzeichnen. Als Wirkungszonen wären im gesamten Überblick mithin 1. Katametamorphose, 2. Mesometamorphose, 3. Epimetamorphose und 4. Archometamorphose zu unterscheiden.

Auch bei den kristallinen Schiefen ist nicht immer notwendigerweise eine weitreichende Bewegung entlang den Schieferungsflächen anzunehmen. Eine Schieferung nach ebenen oder eine Flaserung nach gewellten Flächen²⁾ kommt wohl schon bei geringer Wegstrecke der Gleitung zu Stande, die vielleicht nur in einer Deformation der älteren, sich stressitisch umwandelnden und in einer den mechanischen Umständen sich anpassenden Formgebung der sich neubildenden Minerale besteht.

Diese Umstände schliessen aber natürlich nicht aus, dass eine Tonschiefermasse bei ihrer dynamisch-archometamorphen Wandlung sich, unabhängig von der Herausbildung der Paralleltexur, noch in Pakete mehr oder minder grossen Ausmasses zerlegt, die als Gleitpacken und Gleitbretter sich auf grosse Strecken aneinander herschieben. Ob solche grosspackigen Verlagerungen neben den kleinschieferigen inneren Verschiebungen sich vollziehen oder nicht, hängt wohl wesentlich ab von der Gleichmässigkeit oder Inhomogenität des Materials. Man muss ja im allgemeinen annehmen, dass es örtliche Ungleichmässigkeiten sind, welche die Lage der Scherflächen mit sich bringen, wie es in noch grösserem Massstabe grade die Grenzflächen zwischen verschiedenen mobilen Gesteinsarten, beispielsweise zwischen Ton- und Kalkstein, zwischen Salz und Anhydrit oder sonstigen verschiedenen mobilen Gesteinsmassen sind, welche die Überschiebungsebenen lokalisieren. Nach der Auffassung von F. BEHME hat man auch die Grenze zwischen den milden Goslarer Schiefen und dem sie überlagernden festen unterdevonischen Spiriferensandstein als Überschiebungsfläche anzusehen.

3.

In obigem Sinne kann es nicht Wunder nehmen, wenn die vom Dachschiefer in ihrer Mobilität so sehr abweichende, in ihm eingelagerte *Rammelsberger Kieslagerstätte* reichlich die Kennzeichen einer gewaltsamen Beanspruchung in Form von begrenzenden und inneren Rutschflächen u. a. m. zeigt. Diesem Kiesvorkommen in mechanischem Sinne vergleichbar,

1) Vergl. BORN, A.: *Senckenbergiana*, Bd. 9, Heft 5, S. 169.

2) RINNE, F.: *Zentralbl. f. Mineralog. u. s. w. B.* 1926, S. 369.



Fig. 4. Konzentrisch-schalig und radial-speichenförmig abgesonderter Diabaslaib und angepresster Tonschiefer. Granetal bei Goslar, Harz. Dr F. Behme phot.

lagern die Diabase im Dachschiefer. Es sind zum Teil grössere Lager (ev. Lagergänge) mit gleichmässiger ebener Begrenzungsfläche zum umgebenden Schiefer, in welchem sie parallel zu seinen Schichtflächen eingebaut sind. Zum Teil handelt es sich indess um einzeln im Dachschiefer liegende Massen. Wie ich seiner Zeit bereits hervorhob,¹⁾ hat man es bei ihnen zum Teil mit Bomben und Lavaballen zu tun, andererseits aber und zwar, wie ich meine, in häufigeren Fällen mit Gesteinskörpern, welche der Stress aus grösseren geologischen Diabasmassen mechanisch herausgegliedert hat. Von Bedeutung ist dabei, dass ersichtlich die Diabase zum Teil für eine solche Präparation gewissermassen präformiert waren. Es handelt sich nämlich zum Teil um länglich dickplattenförmige, seitlich rundlich begrenzte, oder überhaupt im Ganzen mehr rundlich gestaltete Einlagerungen, die sich durch Zonen konzentrisch und konform der Grenzfläche der Diabaslaibe verlaufender Blasenräume als petrographische Einheiten kennzeichnen. Bei der mechanischen Beanspruchung der Gesteine gab eine solche prätektonische Zerteilung in einzelne Partien natürlich einer stressitischen Gliederung beträchtlichen Vorschub. In anderen Fällen ist es aber ersichtlich zu gewaltsamen,

¹⁾ RINNE, F.: N. Jahrb. f. Mineralog. u. s. w. Beil.- Bd. X, S. 363.

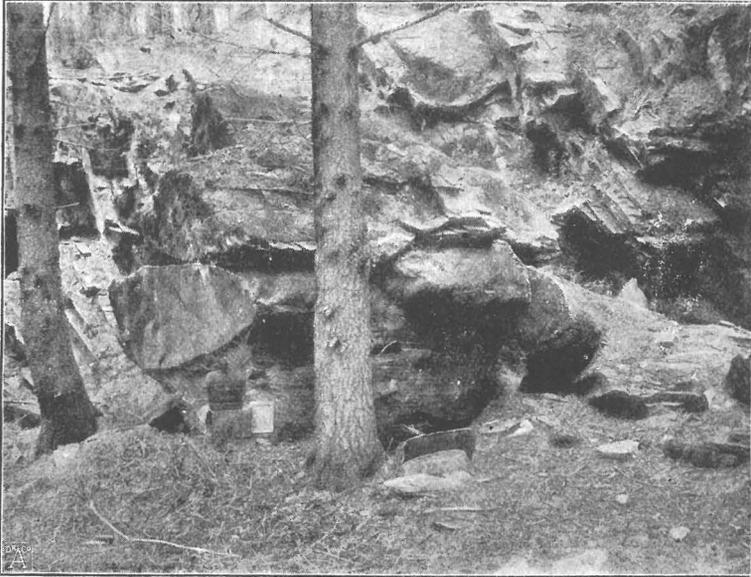


Fig. 5. In Dachschiefer eingelagerte Diabasmassen. Granetal bei Goslar, Harz. Dr F. Behme phot.

gewissermassen mehr unnatürlichen Zergliederungen der Diabase gekommen. Die druckschiefernde Bewegung der milden Tonschiefer brandete und wirbelte schliesslich auch sehr oft anlagefesten Diabasen, an die sich erstere eng anschmiegten. Zum Teil sind die Schiefer dabei an auf den Schichtflächen liegenden Diabasen zu oberflächlich glatten, windschiefen grösseren Packen zerwürgt.

Das geschilderte Vorkommen der Diabase als einzelne mehr oder weniger rundliche und längliche, an 5 und mehr m messende Gesteinskörper erinnert jeden Petrographen an die amphibolitischen Einlagerungen in kristallinen Schiefen. Bei diesen Einlagerungen wird man öfter mit Recht an eine stressitische Zerlegung grösserer Gesteinsmassen in mehr oder minder deutlich linsenförmige Partien denken können. Bei den in Rede stehenden Dachschiefern und ihren diabasischen Einlagerungen hat man es mit einer beginnenden Metamorphose zu tun, welche die Tonschiefer zu Dachschiefern umbildete, die Diabase aber im allgemeinen noch unberührt liess. Nur vereinzelt sind auch sie stressitisch umgewandelt. Würde sich das Paläozoikum der Goslarer Gegend bis zu den Stadien einer stark ausgeprägten Metamorphose entwickelt haben, so wären aus den Tonschiefern kristalline Schiefergesteine entstanden und aus den Diabasen basische Einlagerungen.



Fig. 6. In Dachschiefer eingelagerte Diabasmassen mit parallelen Klüften. Granetal bei Goslar, Harz. Dr F. Behme phot.

4.

Einige Abbildungen, die ich dem vielfach bewährten Entgegenkommen von F. BEHME verdanke, sollen die oben geschilderten Verhältnisse noch etwas näher erläutern. Man erkennt in ihnen ausser den schon erwähnten Umständen sehr schön manche interessante Einzelheiten der Anschmiegung des sich plastisch verhaltenden Tonschiefers an seine starrereren diabasischen Einlagerungen und die mehr oder minder vollkommene dynamische Anpassung der Massen. Voraussichtlich liegt hier ein dankbares Studienobjekt auch bzgl. der feineren Gefügeregelung vor, über welche, wie ich hoffe, später von mir oder anderen berichtet werden möge.

An Hand der Bilder sei weiterhin darauf verwiesen, dass die Kluftsysteme, welche den Dachschiefer in regelmässigen Abständen mit steilem Einfallen durchsetzen, im Diabas und Schiefer parallel gehen. Es weist das auf eine der Druckschieferentwicklung und der tektonischen Einregelung der Diabaskörper nachfolgende, weitere mechanische Beanspruchung der Gesteinsmassen hin. Es ist ja von vornherein wahrscheinlich, dass die mechanischen Einflüsse nicht etwa in einer einzigen Periode, sondern in mehreren aufeinanderfolgenden Phasen sich abgespielt haben.

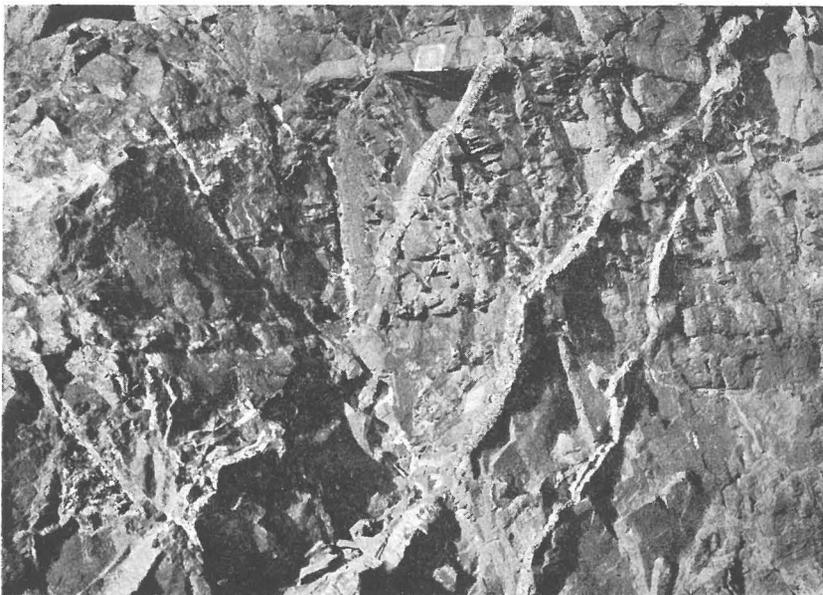


Fig. 7. Quarzgänge als Mohr'sches Kluftsystem. Todberg bei Goslar, Harz. Dr F. Behme phot.

Dem entspricht das Verhalten von Gangfüllungen, wofür hier der *Quarzgang des Todberges* als Beispiel herangezogen werden möge. Er ist durch die Wegführung des ihn umhüllenden Schiefers als mächtiger, parallel dem Harzbruchrande, also südöstlich streichender Quarzgang frei am Tage gelegen. Sein Einfallen geht wie bei der den Harz im Norden begrenzenden Überschiebungsfäche steil nach Südwesten. Der vom milden Tonschiefer so ausserordentlich abweichende mechanische Charakter der quarzigen und kalkigen Gangfüllung macht sich in einer Unzahl von quarzerfüllten Klüften kenntlich. Abgesehen von dem kristallographischen Interesse, welches die Zuheilung dieser Klüfte darbietet, auf welches indess hier nicht näher eingegangen werden soll, erscheint besonders bemerkenswert, dass es sich bei diesen Klüften um ein Doppelsystem von Scherflächen nach Art der *MOHR'schen Zonen* handelt. Hier werden also beide Ablösungsflächen des Spannungsellipsoides deutlich kenntlich. Die verschiedene Mobilität der Gesteinsmassen ist als Ursache des unterschiedlichen Verhaltens der Tonschiefer und der Gangfüllung anzusehen.

Zum Schluss sei hier noch eine kurze allgemein geologische Überlegung gestattet. Physikalisch gedacht erhält man natürlich erst durch die Übersicht aller

beteiligten Erdbaustoffe ein vollständiges Bild petrographisch-geologischer Mobilitätsverhältnisse. Die periodischen orogenetischen Phasen, welche im Vordergrund des Interesses der Geologen stehen, beziehen sich aber wesentlich auf das wenig mobile Gesteinsmaterial, während die leichter beweglichen Massen der Salzgesteine, der Magmen, des Wassers und schliesslich der Luft ihre Spannungen weit eher auslösen als die erstgenannten Baustoffe der Erde und auch länger im Akte der Ortsänderung verweilen. In den Bereich des geologischen Begriffes der Dislokation als einer Verlagerung der Erdbaumassen sind aber naturgemäss auch diese besonders mobilen Materialien einzureihen.¹⁾ Ein Studium von Gegensätzen, wie sie im vorliegenden Falle in den sehr beweglichen Tonschiefern und den starren, mit ihnen verbundenen Diabasen vorliegen, ist in der Hinsicht wohl von gewissem Interesse.

¹⁾ RINNE, F.: Zentralbl. f. Mineralogie u. s. w. A. 1927, S. 401.