

Zur Stratigraphie, Tektonik
und den Lagerstätten
der Witzenhäuser Grauwacke

Von

Werner Schubart

Berlin

Mit 4 Tafeln und 8 Abbildungen

Herausgegeben von

der Direktion des Hessischen Landesamtes für Bodenforschung

Wiesbaden 1955

Im Vertrieb beim Hessischen Landesamt für Bodenforschung, Wiesbaden, Mainzer Str. 25

Abhandlungen des Hessischen Landesamtes für Bodenforschung

Herausgegeben von
der Direktion des Hessischen Landesamtes
für Bodenforschung

Heft 10

Zur Stratigraphie, Tektonik und den Lagerstätten der Witzenhäuser Grauwacke

Von

Werner Schubart

Berlin

Mit 4 Tafeln und 8 Abbildungen

Herausgegeben von

der Direktion des Hessischen Landesamtes für Bodenforschung

Wiesbaden 1955

Im Vertrieb beim Hessischen Landesamt für Bodenforschung, Wiesbaden, Mainzer Str. 25

Abh. hess. L.-Amt Bodenforsch.	10	67 S.	8 Abb.	4 Taf.	Wiesbaden, 15. 3. 1955
--------------------------------	----	-------	--------	--------	------------------------

Inhalt

Einleitung	7
Teil A: Petrographie und Stratigraphie	
I. Petrographie der Witzenhäuser Grauwacke	9
1. Schiefer, Schieferung, Schichtflächen	9
2. Die Grauwacken	10
3. Konglomerate	11
4. Bestandteile der Kiesgrauwacken, Geröllagen und Konglomerate	12
5. Gradierungen	13
6. Konkretionen, Verfärbungshöfe	14
II. Die stratigraphische Ausbildung	14
1. Horizontbeständigkeit der Ausbildungsformen	14
2. Profilbeschreibung, Korrelationen	15
3. Facieskartierung und stratigraphische Problematik	17
4. Schüttungsrichtung und Liefergebiet	18
III. Fossilinhalt der Witzenhäuser Grauwacke	19
1. Autochthone oder eingeschwemmte Fossilien	19
2. Fossilien auf sekundärer Lagerstätte	19
3. Pflanzenreste	21
IV. Die Kiesel-schiefer	21
1. Tektonik und Petrographie der Gelstertal-Kiesel-schiefer	21
2. Die Radiolarienführung	22
3. Die Kiesel-schiefer an der Schmelzhütte	23
V. Das Diabasvorkommen am Klepper-Berg	24
VI. Stratigraphische Zusammenfassung: Altersstellung der Witzenhäuser Grauwacke	27
Teil B: Tektonik	
I. Allgemeine Beobachtungen zur Tektonik des Alten Gebirges	29
1. Die Lagerung des Zechsteinkalkes	29
2. Die Ausbildung von Kupferschiefer und Weißliegendem	31
3. Das tektonische Verhalten der Grauwackenausbildungen	32
4. Kluftdiagramme von Zechsteinkalk und Grauwacke	33
II. Die Tektonik der Einzelgebiete	34
1. Der Gelstertal-Bereich	34
2. Abschnitt südlich Wendershausen, zwischen Ellerstein und Schnellerskopf	36
3. Mittelabschnitt, das Gebiet um den Roßkopf	37
4. Das Gebiet um Försterei Halbemark, SW Bad Sooden-Allendorf	38
5. Südabschnitt; Dammstieg, Waid-schekopf und Andreaskapelle, Randgebiete der Hitzeröder Hochfläche, Gebiet um Frankershausen	39
6. Der Verband zum Liegenden	40

III. Ergebnisse und Vergleich	41
1. Tektonische Zusammenfassung	41
2. Vergleich mit Harz, Kyffhäuser und Ostthüringen	42
3. Die Quertektonik	43
Teil C: Lagerstätten	
I. Historischer Abriß und Einteilung	45
II. Die Einzelvorkommen	47
1. Der Höllentalgang, Grube „Gustav“	47
2. Der Dohlsbacher Gangzug (Scheitelgänge)	50
a) Grube „Chattenberg“ (Waidseckkopfgang)	51
b) Südteil des Dohlsbacher Gangzuges (Witzgenstein bis Halbemark)	52
c) Nordteil des Dohlsbacher Gangzuges	52
3. Gänge im Bereich der Grabenenden	54
a) Gelstertalbereich N Hundelshausen	54
b) Der Roßkopfgang	54
4. Vorkommen an der Hitzeröder Hochfläche	55
5. Verquarzungszone an der Grenze zur Diabas-Serie	56
III. Allgemeine Beobachtungen	56
1. Zur Genese der Schwerspatgänge	56
2. Mineralisationsablauf und Tektonik; zeitliche Einstufung und lagerstättenkundliche Beziehungen zu den Nachbargebieten	57
Teil D: Erdgeschichtliche Entwicklung	60
Zusammenfassung	63
Schriftenverzeichnis	65

Einleitung

Etwa 40-60 km in nordwestlicher Verlängerung des Thüringer Waldes, etwa gleich weit zwischen Harz und Kellerwald gelegen, durchbricht eine palaeozoische Struktur die Triasdecke und trennt den Hessisch-Lichtenauer Graben von dem Leinetalgraben. Ihre Längserstreckung behält die Richtung des Thüringer Waldes bei und scheint nur im NW etwas gegen WNW umzuschwenken. Die Bezeichnung „Unterwerrasattel“ für diese Struktur wird hier nur in genetischem Sinn, zur Andeutung der Post-Zechstein-Tektonik, gebraucht. Im NE wird die Struktur in großen Talmäandern von der unteren Werra begleitet.

Durch den aufgewölbten Mantel der Zechsteinschichtfolge tritt auf etwa 15 km Länge und maximal 4 km Breite, mehrfach von Zechsteinbrücken unterbrochen, älteres Palaeozoikum zutage. Ein schmaler Streifen im SE, im Höllental bei Albugen und auf dem rechten Werraufer unterhalb des Fürstensteins wird als „Albuger Palaeozoikum“ bezeichnet; es enthält die ältesten Schichtfolgen. Die nach NW fast den gesamten übrigen Teil des Prae-Zechstein-Gebirges einnehmende Grauwacke wird in der Literatur „Witzenhäuser Grauwacke“ genannt. Sie bildet den Gegenstand der folgenden Untersuchungen. Am NW-Zipfel der Grauwacke, S Witzenhausen, liegen die Gelstertal-Kieselschiefer als aller Wahrscheinlichkeit jüngstes Glied des Prae-Zechstein-„Grundgebirges“. Die Gesamtheit des Prae-Zechstein-Palaeozoikums — Gelstertal-Kieselschiefer, Witzenhäuser Grauwacke und Albuger Palaeozoikum — wird hier als „Altes Gebirge an der unteren Werra“ bezeichnet, wenn ein tektonisch neutraler Begriff erforderlich ist.

Trotzdem das Alte Gebirge an der unteren Werra seit langem das Interesse von Bergleuten und Geologen auf sich gelenkt hatte, stellte es der wissenschaftlichen Erforschung erhebliche Schwierigkeiten entgegen. Die stratigraphische Alterseinstufung der einzelnen Schichtfolgen wechselte mehrfach.

F. MOESTA ist die erste, auch heute im großen noch gültige Kartierung zu verdanken, wenn auch seine Vorstellungen über die Grabentektonik zwischen Hundelshausen und Wendershausen (1883) von LACHMANN (1912) und später von E. SCHRÖDER (1923-25) berichtigt wurden.

Über die petrographische Zusammensetzung des Alten Gebirges, die Grauwackenkonglomeratbestandteile und besonders die Diabase des Albuger Palaeozoikums, berichtet O. MÜGGE (1919) eingehend.

H. SCHMIDT erreichte durch palaeogeographischen Vergleich (1931) und die spätere Beschreibung einer kleinen Fauna (1933), auf die näher eingegangen wird, eine erste Fundierung der Stratigraphie. Durch H. STARK (1951) wurde sie für das Albuger Palaeozoikum weiter untermauert und ergänzt.

Die Aufgabenstellung dieser Arbeit lag darin, für die Altersstellung der Witzenhäuser Grauwacke neue Argumente zu gewinnen, wenn möglich eine stratigraphische Untergliederung durchzuführen und die Tektonik innerhalb der Grauwacke und deren zeitliche Abfolge zu untersuchen.

Die Vielzahl der offenen Fragen, die sich im Verlauf der Arbeit noch erhöhte, und ihre enge gegenseitige Verknüpfung machte eine umfassende Bearbeitung notwendig, die auch die Lagerstätten, als wichtigem Korrelat der Tektonik, mit einbezog.

Teil A: Petrographie und Stratigraphie

I. Die Petrographie der Witzenhäuser Grauwacke

Um die Voraussetzung für die Kartierung des Grauwackengebietes zu schaffen, war zunächst eine möglichst eingehende Untersuchung der petrographischen Ausbildung der Grauwacke erforderlich. Da sie vorwiegend für den Feldgebrauch anwendbare Unterscheidungsmerkmale liefern sollte, eine mikroskopische Bearbeitung der Gerölle durch O. MÜGGE (1919) vorlag und eine umfassendere in einer besonderen Arbeit geplant war, wurde sie auf die makroskopischen Beobachtungen beschränkt.

1. Schiefer, Schieferung, Schichtflächen

Die reinen Tonschiefer innerhalb der Grauwacke zeigen entsprechend ihrer Lagerung im Gesteinsverband und der tektonischen Beanspruchung eine sehr wechselnde Ausbildung. Von großtafelig und dünn spaltenden milden Tonschiefern von blaugrauer bis grünlicher oder braunroter Farbe über unregelmäßig polygonal mit muscheligen Spaltflächen brechenden bis zu völlig kleinstückig zergrusendem Schieferbruch kommen alle Übergänge vor. Vereinzelt macht sich Transversalschieferung bemerkbar und bildet dolchartige Streifen mit rhombischem Querschnitt oder Scheite. Am Steinberg im Gelstertal ist die schichtparallele Absonderung innerhalb der Schiefer z. T. unvollkommen, so daß dickere Platten entstehen.

Die Konvergenz tektonisch geschieferter Grauwacke — vorwiegend transversal — zu echten Schiefen war einer der Gründe, die bisher die Aufnahme der Witzenhäuser Grauwacke erschwert hatten. Deshalb wurden rauhe Schiefer erst nach eindeutiger Festlegung der Schichtung aus anderen Kennzeichen (Glimmerlagen, eingeregelter Gerölle, Pflanzenhäcksel) als echte Schiefer angesprochen, ein Verfahren, das in der Mehrzahl der Fälle weiterführte. Undeutliche Vorkommen blieben unberücksichtigt. Andererseits sind die echten Schiefer entsprechend der Anordnung in Sedimentationsrhythmen und -zyklen — wie weiter unten ausgeführt ist — in allen Übergängen mit den Grauwacken verbunden, so daß ein Fortschreiten der Schieferung in die feinkörnigen Grauwacken lediglich eine Funktion der örtlichen tektonischen Verhältnisse ist. Für die tektonische Aufnahme war diese schichtparallele Schieferung feinkörniger Grauwacke nicht nachteilig, bei den Profilbeschreibungen ließ sich die Abgrenzung nach der Zunahme des Feinsandgehaltes (Rauigkeit) recht gut durchführen.

In den milden Tonschiefern findet sich nur vereinzelt kleiner Pflanzenhäcksel. Größere Pflanzenteile und Knorrien sind entsprechend der höheren Transportenergie, die für die Anschwemmung erforderlich war, an rauhere, z. T. glimmerreiche Schiefer gebunden.

Oft zeigen die Tonschiefer reichhaltige Schichtoberflächenformen. Kleinrippeln mit nur wenigen mm Kammabstand, unregelmäßige Interferenzrippeln und vereinzelte schlecht ausgebildete größere Rippelmarken von mehreren cm Kammabstand deuten auf Flachwasserbildung. Zopfartige oder völlig regellose Wulstungen, z. T. mit flach ovalen Tonkörpern bis zu 2 cm \varnothing , die zuweilen in einer Reihe hintereinander angeordnet sind, und vereinzelte Wurmröhren haben alle Ähnlichkeit mit Oberflächen rezenter Watt- oder Haflbereiche.

Im Gegensatz zu diesen einwandfrei als syngenetisch erkennbaren Oberflächenformen sind intensive Wulstungen und Kleinfaltungen durch Diagenese und spätere Tektonik sehr verbreitet. Als kleintektonische Elemente treten sie meist in mehreren Schieferhorizonten übereinander in ähnlicher Ausbildung auf und zeigen einen offensichtlichen Zusammenhang mit der Tektonik der begleitenden Grauwacke (senkrecht zum Fallen, || B oder an Überschiebungsfächen).

2. Die Grauwacken

Durch Zunahme des Gehaltes an Mineral- und Gesteinskörnern im Verhältnis zur Tonsubstanz der Grundmasse gehen die rauhen Schiefer in feinkörnige Grauwacken über. Oder die Grauwackenschüttung beginnt mit scharfer Grenze, oft mit einer Gradierung an der Basis.

Um eine geländebrauchbare Klassifizierung zu erreichen, wurden die Arten der Witzenhäuser Grauwacke nach der durchschnittlichen Größe der Körner in der Grundmasse und ferner nach deren Mengenverhältnis zur Grundmasse eingeteilt.

Eine Einteilung nach G. FISCHER (1933) ist für den Geländegebrauch unzweckmäßig. Auch die von FIEGE (1937, S. 8) aufgestellte Einteilung erschien für die Beschreibung der Witzenhäuser Grauwacke ungeeignet, da diese dann auf Grund des viel höheren Anteils von Grauwacke mit Körnern von über 1,5 mm \varnothing weitgehend als „konglomeratorische Grauwacke“ angesprochen werden müßte, eine Bezeichnung, die im Hinblick auf die Beschreibung der echten Konglomerate (nur mit Geröllen über 1 cm \varnothing) bereits zu Mißverständnissen geführt hat.

Als „feinkörnige“ Grauwacke werden die Gesteine bezeichnet, deren Mineral- und Gesteinskörner (letztere verständlicherweise stark zurücktretend) der Feinsandfraktion von 0,2 mm \varnothing abwärts bis zu den rauhen Schiefen angehören. Verbreitungsmäßig stehen sie an zweiter Stelle und treten vorwiegend mit den Schiefen zusammen auf.

Den überwiegenden Anteil am Aufbau der Witzenhäuser Grauwacke stellen die „mittelkörnigen“ Grauwacken mit Körnern der Grobsandfraktion von 0,2 bis 2 mm \varnothing .

Mengenmäßig hinter den beiden erstgenannten Arten zurücktretend, enthalten die „grobkörnigen“ Grauwacken Mineral- und Gesteinskörner von 2 mm bis 1 cm \varnothing .

Häufig sind in den Profilen Partien von mittel- oder grobkörniger Grauwacke zu beobachten, in denen eine Auswaschung der Grundmasse mit Anreicherung der größeren Körner, also eine beginnende Klassierung des sonst ungetrennten Sediments, stattgefunden hat. Damit ist gleichzeitig eine anteilmäßige Verringerung der Labilkomponenten unter den Körnern eingetreten. Für die kleineren Kornbereiche bezeichnet PETTIJOHN (1949) diese Art von Grauwacke als „subgreywack“. Sie stellen

mit zunehmender „Auswaschung“ bzw. Zurücktreten des Zementes die Übergangsglieder zu den unreinen Sandsteinen der verschiedenen Korngrößen dar. Die Bezeichnung „Quarzwacke“ nach G. FISCHER (1933) trifft für diese Art von Grauwacke ebenfalls zu, wenn die Körner überwiegend aus Quarz bestehen. Das ist in der Witzenhäuser Grauwacke jedoch nicht immer der Fall. Um deshalb eine neutrale Bezeichnung zu haben, die gleichzeitig die im Gelände gut beobachtbare Korngröße mit erfaßt, werden die der mittelkörnigen Grauwacke entsprechenden Arten mit „Sand-Grauwacke“ (0,2 bis 2 mm \varnothing) und die der grobkörnigen Grauwacke entsprechenden mit „Kies-Grauwacke“ bezeichnet. —

Diese Bezeichnung ist eine relative Festsetzung nach den in der Witzenhäuser Grauwacke auftretenden Extremwerten und kann nicht auf andere Grauwacken übertragen werden, ohne sie zu vervollständigen (kleinste Fraktion, Dünnschliff).

Vereinzelte größere Gerölle — bis zu 10 cm \varnothing — finden sich zuweilen in der Witzenhäuser Grauwacke. Häufiger sind kleine Gerölle — zwischen 2 und 8 cm \varnothing —, die meist ohne gegenseitige Berührung, mit Abständen bis zu einigen Dezimetern in schichtparallelen Zonen in mittel- oder grobkörniger Grauwacke eingestreut sind. Bei plattigen oder elliptischen Geröllen ist auch oft Einregelung der größeren Achsen in die Schichtung erfolgt, häufig herrscht völlig unregelmäßige Lage. Gemäß dem Auftreten dieser Gerölle im Profil als Zone mit linsenförmigem Querschnitt oder als Lagen geringer seitlicher Erstreckung werden diese Einstreuungen als „Geröllinseln“ oder „Geröllagen“ bezeichnet.

3. Konglomerate

Als Konglomerate werden entsprechend dem geologischen Literaturgebrauch nur zusammenhängende Lagen dicht gepackter Gerölle von über 1 cm \varnothing mit größerer seitlicher Erstreckung bezeichnet.

Diese echten Konglomerate sind in der Witzenhäuser Grauwacke nach den derzeitigen Aufschlußverhältnissen recht selten zu beobachten. Selbst das mächtigste Konglomerat, oberhalb der Straße Kammerbach-Hilgershausen am Nordausgang von Kammerbach anstehend, in dem als größtes Geröll ein gut gerundeter Block von schwarzem Kieselschiefer mit 14 cm \varnothing gefunden wurde, hat maximal etwa 60 cm Mächtigkeit und dünnt im Streichen nach wenigen Metern bereits auf die Hälfte aus.

Nicht zu den echten Konglomeraten werden die Ton- und Kieselschieferbrekzien gerechnet. Deren vorwiegend plattige oder stengelige Gerölle haben oft eine Länge von über einem cm, jedoch eine Dicke, die erheblich darunter liegt. Sie sind wesentlich horizontbeständiger als die Geröllagen. Im Gelstertal (Abb. 1, Prof. 2) begleiten sie ein Schieferband auf mehrere hundert m seitlicher Erstreckung.

Ein eigenartiges Konglomerat befindet sich im SW des Kleinen Habichtsteines an der Böschung des von der Fahrstraße abzweigenden Hohlweges westlich oberhalb des Rabentalbaches. Gut gerundete Grauwackengerölle liegen dicht gepackt in einem feinkörnigen Grauwackenzement. Die Durchschnittsgröße der Gerölle liegt zwischen 3 und 5 cm. Da andere Mineral- oder Gesteinskomponenten unter den Geröllen völlig fehlen, kommt für eine Erklärung der Bildung nur die Annäherung von schwach verfestigtem Sediment aus der unmittelbaren Nachbarschaft in Betracht, das nach

Abrollung auf einem recht kurzen Transportweg abgelagert und verkittet wurde. Um „armored mud balls“, wie sie PETTIJOHN (1949, S. 110) abbildet, kann es sich nicht handeln, da jedes Geröll durchgehend aus der gleichen Grauwackensubstanz besteht. Jedoch dürfte der genetische Vorgang ganz analog gewesen sein und den „Schlickgeröll-Schichten“ entsprechen, die HÄNTZSCHEL (1936, S. 349) aus rezenten Wattbildungen beschreibt.

Dieses Konglomerat ist ein gutes Argument für die vielfache Umlagerung und Abtragung sowie die damit verbundene geringe Horizontbeständigkeit innerhalb der Grauwacke.

Weit verbreitet sind in der Grauwacke kleine Schmitzen und Plättchen von Ton- und Kieselschiefer. Manchmal sind sie völlig ungerichtet in das Sediment eingestreut; häufiger jedoch sind sie recht gut in der Schichtung eingeregelt und gestatten recht genaues Einmessen von Streichen und Fallen in schieferfreier, massiger Grauwacke.

Vorwiegend mit Schiefen treten Lagen von hellem Glimmer auf, die ganze Schichtflächen gleichmäßig bedecken. An anderen Stellen durchsetzen Glimmerblättchen in schichtungparalleler Orientierung Partien von fein- oder mittelkörniger Grauwacke.

4. Bestandteile der Kiesgrauwacken, Geröllagen und Konglomerate

Die am Aufbau der Kiesgrauwacken, Geröllagen und Konglomerate beteiligten Minerale und Gesteine wurden von MÜGGE (1919, S. 207) und H. SCHMIDT (1931) beschrieben.

Nach dem geringen Abrollungsgrad und der z. T. niedrigen Härte lassen die Komponenten der Kieselschieferbrekzien auf einen kurzen Transportweg schließen. Außer Ton- und Kieselschiefern aller Färbungen und Härtegrade enthalten sie nur wenige Kalkgerölle und vereinzelt Quarz.

Kleine Gerölle von metamorphen, gneisartigen und magmatischen Gesteinen finden sich ausschließlich gut gerundet in den Kiesgrauwacklagen und deuten auf langen Transportweg. Kristallingerölle von über einem cm Durchmesser wurden in den echten Konglomeraten, in denen sonst größere Milchquarz- und Kalkgerölle häufig sind, nicht gefunden. Diese Tatsache bestärkt in der Vermutung, daß es sich hierbei möglicherweise um erneut umgelagertes Material handelt.

Trotz erheblicher Schwankung in der Zusammensetzung der Kiesgrauwacklagen ließ sich aus 6 Proben der durchschnittliche Anteil der einzelnen Komponenten auszählen. Milch- und Gangquarz bildet mit 40% den Hauptanteil; der je nach der Ausbildung stark schwankende Gehalt an Ton- und Kieselschiefern liegt um 30%, es folgen Kalkgerölle (Tentaculiten- und Styliolinenkalk) mit rund 15%, Phyllite und Glimmerschiefer 10% und schließlich magmatische Gesteine mit etwa 5% (Granite, Porphyre und Diabase).

Stratigraphisch auswertbare Änderungen der Zusammensetzung waren nicht zu erkennen. So treten Kalkgerölle mit Tentaculiten und rote Styliolinenkalkgerölle über das gesamte Grauwackengebiet und in allen Horizonten verteilt auf — ein wichtiger Hinweis auf die Einheitlichkeit der gesamten Schichtfolge. Lediglich im SE, am Waidshkopf, Dammstieg und E Frankershausen weisen die Kiesgrauwacklagen eine Anreicherung von Kalkgeröllen auf. Sonst ist nur das häufige Auftreten von

kleinen Roteisensteingeröllen W Halbemark zu erwähnen. Die gut gerundeten Gerölle zeigen im Bruch teilweise glaskopffartigstrahlige Struktur oder wohlausgebildete Rhomboederflächen.

Diese Geröllzusammensetzung steht in einem deutlichen Gegensatz zu dem Reichtum an Kristallin, besonders von Graniten und Porphyren, die aus fast allen kulmischen Grauwacken beschrieben worden sind (Oberharz, Kellerwald, Ostrand des Rheinischen Schiefergebirges).

5. Gradierungen

Häufig treten Gradierungen in der Grauwacke auf. Besonders das Einsetzen der Grauwackenschüttung über einer mehr oder weniger mächtigen Schieferbank beginnt oft mit einer Gradierung. Sie können wenige cm Mächtigkeit haben oder sich in langsamer Abnahme der Korngröße über mehrere Dezimeter erstrecken. Teils werden sie von Körnern der Fein- oder Grobsandfraktion gebildet, teils besteht die unterste Lage aus Kies von mehreren mm Durchmesser.

In dünnbankigen Grauwacken mit vielen geringmächtigen Schiefereinschaltungen treten vorwiegend die kurzen Gradierungen auf und zeigen den jeweils neu einsetzenden Sedimentationsrhythmus an. Die erwähnten Kiesgrauwackeneinschaltungen in den großbankigen (= „wändigen“) Grauwacken können, soweit sie nicht auf lokaler Auswaschung beruhen, ebenfalls als Gradierungen aufgefaßt werden. Jedoch beginnen sie in umgekehrter Reihenfolge, mit Korngrößenzunahme, erreichen ein Maximum, um dann wieder bis zu mittel- oder feinkörniger Grauwacke als normale Gradierung zurückzugehen. Bei größerer seitlicher Ausdehnung stellen sie eine zyklische Sedimentationsfolge dar.

Die über Schieferbändern einsetzenden Gradierungen leisten wertvolle Dienste für die Erkennung der Lagerung einer gestörten Schichtfolge. Soläßt sich z. B. im Waidschekopfprofil (Abb. 1 Prof. 11) an der Reichsstraße 27 die Lagerung der steil NE einfallenden schieferreichen Grauwackenserie dicht an dem Aufschluß der Zechsteinkalktransgression als überkippt erkennen.

Eine verhältnismäßig selten zu beobachtende Anreicherung von gröberen Körnern an der Hangendgrenze einer Grauwackenfolge, die durch flächige Auswaschung des Tonmaterials nach der Sedimentation erfolgt ist, darf nicht mit einer echten Gradierung verwechselt werden. Befindet sich über der Anreicherungszone ein Schieferband, so könnte inverse Lagerung vorgetäuscht werden. Von den echten Gradierungen unterscheiden sie sich durch den scharfen Übergang von der gleichmäßigen Grauwacke zu der angereicherten Lage, also das Fehlen des stetigen Korngrößenwechsels sowie das Hineinragen der obersten Körner in das auflagernde Schieferband.

Als Entstehungsursache der Gradierungen sind verschiedene Vorgänge anzunehmen. Mit Sicherheit trifft für einen großen Teil die von KUENEN experimentell nachgebildete Entstehung aus Suspensionsströmen hoher Dichte („turbidity currents of high density“) zu (KUENEN und MIGLIORINI 1950).

Andere Gradierungen, die teilweise weniger deutlich ausgebildet sind, dürften aus Strömungs-Schüttung (current bedding, KUENEN 1950, S. 364, 366) dadurch hervorgegangen sein, daß Material verschiedener Korngröße teils rollend, teils schwebend über

eine Schüttungskante geschwemmt wurde. Auf dem Kegel wurde das Material nach Größe und Form derart klassiert, daß die größten Körner an die Basis der Schüttung gelangten. Es wurden Schieferplättchen beobachtet, deren schräge Einregelung in bezug auf die liegende und hangende Schieferfolge die Neigung des jeweiligen Schüttungskegels abbildet.

6. Konkretionen, Verfärbungshöfe

Konkretionen verschiedenster Größe und Form finden sich zuweilen in der Grauwacke. Bereits 1803 berichtet J. L. JORDAN eingehend darüber aus dem Steinbruch westlich Bad Sooden-Allendorf (Prof. 7 auf Abb. 1).

Treten in Schiefeln oder feinkörniger Grauwacke meist nur kleine Konkretionen von wenigen cm Durchmesser auf, so kommen große bis zu 50 cm überwiegend in mittelkörniger Grauwacke vor. Die Formen sind sehr mannigfaltig, meist jedoch rund oder eibis bohnenförmig; oft haben sie nach oben schlauchartige Verlängerungen oder Zapfen. Sie zerbrechen schalig oder in horizontalen Platten, unabhängig von der Schichtung.

Da sie sich meist dicht unter der Zechsteinüberlagerung finden und chemisch aus einer gleichmäßigen, festen Imprägnation der Grauwacke mit Kalkspat bestehen, ist deszendente Bildung aus dem Zechstein offensichtlich.

Begünstigend für die Ausfällung des Kalkspates sind Tonschmitzen oder Pflanzenreste, die sich oft im Inneren finden.

Vorwiegend in den rot gefärbten Partien der Grauwacke, die in der Nähe der Zechsteinüberlagerung als Ergebnis der Einwirkung der permischen Landoberfläche gedeutet wurden (B. SIPPEL 1947), finden sich hellgrüne Verfärbungshöfe, seltener Säume oder Bänder. Von Stecknadelkopfgröße bis zu kaum 1 cm variiert der Durchmesser. Diese Erscheinung beruht auf Spuren von Vanadium in den klastischen Bestandteilen der Grauwacke, die einen Wertigkeitswechsel der färbenden Eisenoxyde und dadurch Grünfärbung bewirken.

II. Die stratigraphische Ausbildung

1. Horizontbeständigkeit der Ausbildungsformen

Zur Ermittlung der Horizontbeständigkeit der am Aufbau der Witzenhäuser Grauwacke beteiligten Ausbildungsformen wurden die größeren Aufschlüsse eingehend untersucht und in Bereichen mit annähernd gleichem tektonischem Bau eine möglichst große Zahl von Profilen aufgenommen und verglichen.

Als Ergebnis läßt sich feststellen, daß die Konglomerate, Geröll- und Kiesgrauwacklagen, wie sie in der oben beschriebenen Form in der Grauwacke auftreten, keine größere Horizontbeständigkeit besitzen. Sie finden sich in fast allen Profilen mit wechselndem seitlichem Aushalten von einem bis zu einigen Zehnern von Metern. Für die Lesesteinkartierung haben sie nur Bedeutung, um im Streichen zwischen zwei benachbarten Aufschlüssen eine Schichtfolge mit besonderer Anhäufung von Kiesgrauwacklagen durchzuverfolgen.

Von weitaus besserer Horizontbeständigkeit erwiesen sich die milden Grauwackenschiefer. Sie treten in zwei gegensätzlichen Formen in den Profilen auf. Großbankige Grauwackenpartien, wie sie in extremer Form das Profil des Steinbergs E Dohrenbach im Gelstertal zeigt (Prof. 1a, b, c auf Abb. 1), haben zwischen den schieferfreien Grauwackenwänden von 25 bis 30 m Mächtigkeit entsprechend mächtige Schieferpakete von 1 bis 3 m. Im Gegensatz dazu sind in den Profilen an der Reichsstraße 27 N Albugen (Waidsherkopf, Prof. 11 auf Abb. 1) und an der Straße Kammerbach-Hilgershausen (Prof. 5 auf Abb. 1) Schieferbänder von wenigen cm bis selten über 1 m, durchschnittlich um 30 cm, in Wechsellagerung mit plattiger oder bankiger Grauwacke aufgeschlossen. Verzahnen sich die Schieferbänder dieser Profile öfter, keilen sie vereinzelt seitlich aus, um in anderen Bänken neu einzusetzen, so sind dagegen die mächtigen Schieferbänder des Gelstertales seitlich entsprechend den dortigen Aufschlußverhältnissen über 300 m weit verfolgbar. Zwar wechselt die Ausbildung der begleitenden dünneren Schieferlagen etwas (Prof. 1a und 1b auf Abb. 1), was jedoch z. T. tektonisch bedingt ist, doch lassen sich am Steinberg in dem über 70 m langen Profil drei seitlich durchgehende Schieferhorizonte nachweisen.

200 m westlich der Einmündung des Fahrenbaches in die Gelster steht in dem Böschungsaufschluß der ehemaligen Basaltbahn ein 1,80 m mächtiges Schieferband an, das im Hangenden von einer Kieselschieferbrekzie begleitet wird. In ganz gleicher Ausbildung ist es etwa 250 m entfernt dicht unter der Zechsteinbedeckung der „Söhre“ erneut aufgeschlossen. Sonst ist ähnliche Horizontbeständigkeit von begleitenden Kieselschieferbrekzien oder Gradierungen nicht zu beobachten.

2. Profilbeschreibung, Korrelationen

Der gesamte Gelstertalbereich zeichnet sich durch Konzentration des Schieferanteils der Grauwacke in wenigen mächtigen Schieferbändern aus. An der Sohle im Ostteil des Steinbergbruches (Prof. 1a) steht das unterste, liegende Band von mindestens 1,20 m Mächtigkeit an. In den folgenden 30 m großbankiger Grauwacke sind häufig Kiesgrauwackenpartien und Geröllagen eingeschaltet. Eine fragliche Schieferlage bei 16 m ist wegen Rauigkeit und unregelmäßiger Grenzflächen aller Wahrscheinlichkeit nach eine schichtparallele Bewegungsfläche.

Die obere Abbausohle des Bruches ist auf dem „Hauptschieferband“ angelegt. Teilweise in seinem Hangenden und über den dünnen Begleitlagen befinden sich Gradierungen. Darüber folgt wieder 23 m großbankige Grauwacke (Prof. 1c) mit zahlreichen groben Partien, Kiesgrauwackenlagen und Kieselschieferbrekzien. Vereinzelt größere Gerölle finden sich in den groben Partien oder Kiesgrauwackenlagen. Die Gesamtmächtigkeit des obersten Schieferbandes, das durch zwei Grauwackenbänke unterteilt ist, beträgt mindestens 3,90 m. Die Schiefer sind teilweise dickplattig ausgebildet. Über einer schlecht erschlossenen Strecke von ca. 8 m oberhalb des Bruches folgt ein weiteres, 60 cm mächtiges Schieferband.

Insgesamt liegen drei großzyklische Sedimentationsfolgen vor, deren einzelne Glieder, die großbankigen Grauwacken mit den hangenden Schieferbändern, durch mehrfachen Korngrößenwechsel in sich noch unterteilt sind.

Profil 2 zeigt, wie erwähnt, eine ganz ähnliche Grauwackenfolge mit sehr konstanter Ausbildung des Schieferbandes und der begleitenden Kieselschieferbrekzie. Bei 18 m finden sich in einer Partie grober Grauwacke Tonschieferlinsen, die seitlich von dünnen Kieselschieferbrekzien vertreten werden.

Das Profil gehört auf Grund der ungestörten Lagerung in das Liegende der Steinbergserie, die im Gelstertal insgesamt eine Mächtigkeit von mindestens 200 m haben dürfte.

Nach ihrer Ausbildung gut korrelierbar sind die kurzen Profile 3 und 4, die in zwei kleinen Steinbrüchen im oberen Rabental bzw. nördlich der Jagdhütte bei Vollung etwa 750 m voneinander entfernt liegen. Die Schichtung streicht in beiden Brüchen annähernd gleich bei NE-Fallen. Die dünnen Schieferlagen enthalten mehrfach kleinen Pflanzenhäcksel, bei 4 m im Prof. 4 auch größere, parallel eingedriftete Pflanzenstengel und Knorrien. Obgleich deutliche Gradierungen fehlen, bilden die Schieferlagen mit der jeweils vorhergegangenen Grauwackenbank (im Mittel ca. 60 cm mächtig) einen abgeschlossenen Sedimentationszyklus.

Ein ähnliches Profil zeigt ein kleiner Steinbruch an der Außenkehre des Hangweges der Bergnase 500 m WSW des Schnellerskopfes. Da in den übrigen kleineren Aufschlüssen im Gebiet südwestlich und westlich des Schnellerskopfes eine gleiche Schieferverteilung beobachtet wurde und annähernd gleicher tektonischer Bau bei vorherrschendem N-S Streichen vorliegt, sind die Profile 3 und 4 im Bereich des Rabentales als charakteristisch anzusehen.

Wesentlich höhere Schiefereinschaltung weisen die Profile im Roßkopfgebiet auf. Grauwackenbänke über 2 m Mächtigkeit sind in den Profilen 5 und 6 verhältnismäßig selten. Dagegen bestehen große Teile aus Wechsellagerungen von plattiger Grauwacke, die an der Basis häufig gradiert ist, mit dünnen Schieferlagen. Die zyklische Sedimentationsabfolge ist hier auf wenige Dezimeter reduziert und entspricht etwa den Mächtigkeiten der Kleinzyklen FIEGE'S (1937, S. 63) aus dem Flözleeren. Scharung der Schiefer sowie Geröll- und Kiesgrauwackenlagen sind vielfach zu beobachten.

Durch das völlig andere tektonische Verhalten dieser Schichtfolgen im Gegensatz zu der großbankigen Ausbildung im Gelstertal kommen vielfach Störungszonen mit geschieferter feinkörniger Grauwacke vor. Eine derartige Zone von 4,50 m Mächtigkeit im unteren Teil des Profiles 5 täuscht einen Wechsel in dem sonst regelmäßigen Aufbau der Schichtserie vor.

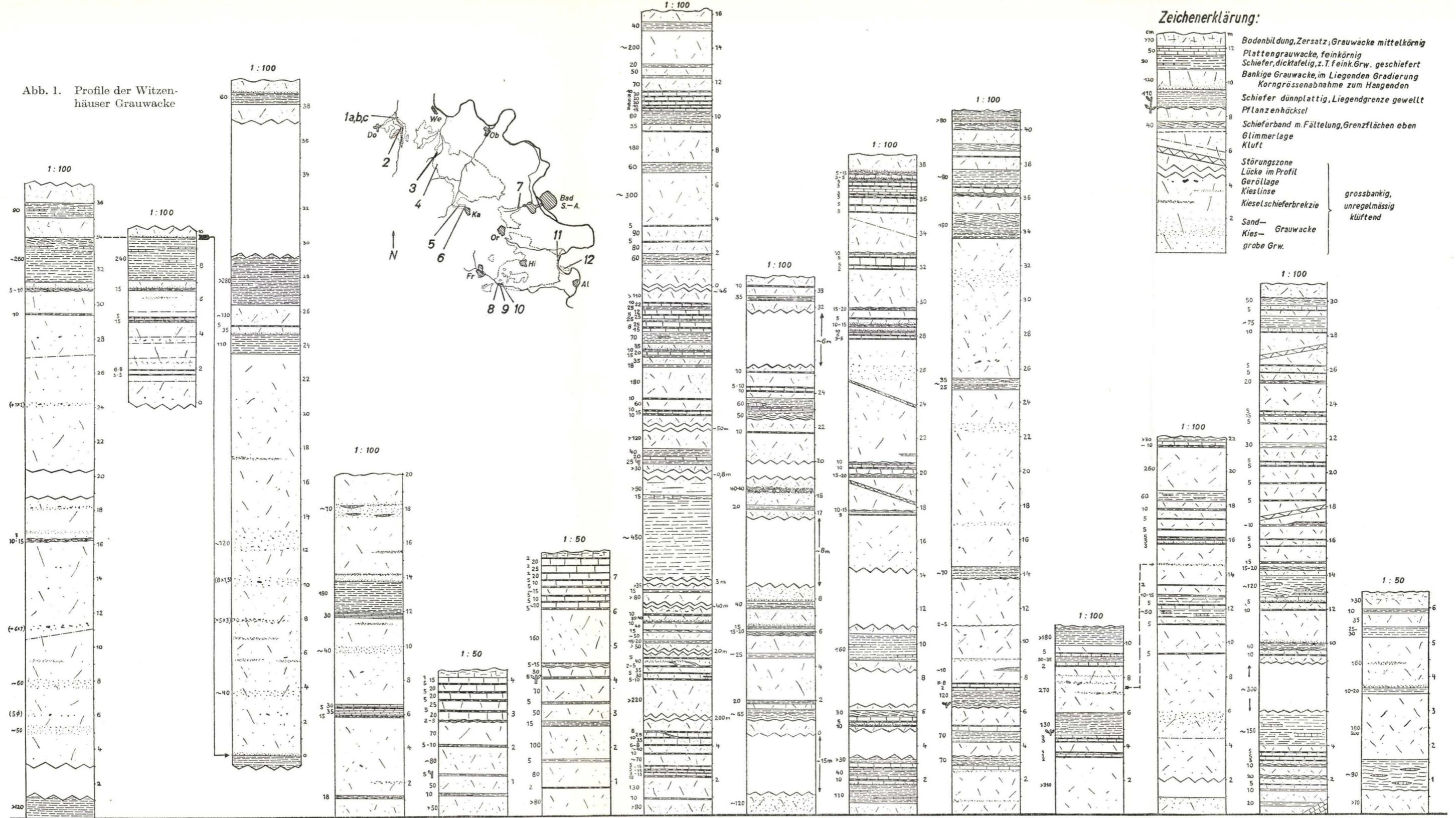
Das Profil 6 ist als normale Liegendfolge von Profil 5 anzusehen, trotzdem es durch eine herzynisch streichende Querzone von Profil 5 getrennt ist. Grauwackenbänke und Schieferlagen sind mächtiger entwickelt, Gradierungen ebenfalls häufig. Im oberen Teil ist das erwähnte bis 60 cm mächtige Konglomerat eingeschaltet.

Die Mächtigkeit der Grauwackenfolge mit hoher Schiefereinschaltung im Roßkopfgebiet ist wegen der z. T. intensiven Faltung schwer abzuschätzen, dürfte aber um 150 m liegen.

Ganz analoge Ausbildung der Schichtfolge hat das bekannte, gut aufgeschlossene Profil unterhalb des Waidsherkopfes N Albungen an der Reichsstraße 27 (Prof. 11). Scharungen, Einschaltung von Grauwackenlinsen in den Schieferlagen sowie Gradierungen sind häufig.

Nach dem Liegenden zu tritt ebenfalls eine Mächtigkeitszunahme der Grauwackenbänke bei Abnahme des Schieferanteils ein. Gleichzeitig deuten Kiesgrauwackenlagen

Abb. 1. Profile der Witzenhäuser Grauwacke



Zeichenerklärung:

- Bodenbildung, Zersatz; Grauwacke mittelkörnig
- Plattengrauwacke, feinkörnig
- Schiefer, dicktafelig, z.T. feink. Grw. geschiefert
- Bankige Grauwacke, im Liegenden Gradierung
- Korngrößenabnahme zum Hangenden
- Schiefer dünnplattig, Liegendgrenze gewellt
- Pflanzenhäcksel
- Schieferband m. Fältelung, Grenzflächen eben
- Glimmerlage
- Kluft
- Störungszone
- Lücke im Profil
- Gerölllage
- Kieslinse
- Kieselschieferbrekzie
- Sand—
- Kies—
- Grauwacke
- grobe Grw.

} grossbankig, unregelmässig künftend

1a Steinbruchsohle — Hauptstieferband
 1b Hauptstieferband Ost-Seite
 1c Hauptstieferband — oberstes Band
 2 N Mündung Fahrbach
 3 Kleiner Steinbruch im oberen Rabental
 4 Steinbruch N Jagdhütte
 5 Strasse nach Hilgershausen
 6 Hangweg nach Westen
 7 500m W Bad Sooden Allendorf
 8 Neuer Steinbruch (NW) Schafhof bei Frankershausen
 9 Kleiner Steinbruch (NNW)
 10 Alter Steinbruch (N)
 11 Waidtschekopf Reichstr. 27
 12 Steinbruch an der Andreaskapelle
 Grosser Steinberg, Gelstertal
 Gelstertal
 Rabental
 N Vollung
 Kammerbach
 Schafhof bei Frankershausen
 N Albugen

auf Zunahme der Transportenergie. Als Beispiel ist das Profil des Steinbruches bei der Andreaskapelle (Prof. 12) auf dem rechten Ufer der Werra angegeben. Weitere gute Aufschlüsse finden sich auf dem Nordufer des Dohlsbaches am Dammstieg.

Am nächsten der sicheren stratigraphischen Liegendgrenze der Witzenhäuser Grauwacke befindet sich wieder eine großbankige Grauwackenfolge mit mächtigeren Schieferbändern, die in ihrem Aufbau der Gelstertalausbildung ähnelt. Jedoch erreichen die Grauwackenbänke nur Mächtigkeiten bis zu 10 m, und die Schieferbänder sind vielfach untergliedert, wie aus dem Profil des neuen Steinbruches am Schafhof bei Frankershausen (Prof. 8) hervorgeht. Grobe Partien, Kiesgrauwacken- und Gerölllagen sowie Kieselschieferbrekzien treten in den großbankigen Grauwacken ebenso wie im Gelstertal auf. Pflanzenhäcksel und Glimmerlagen finden sich vereinzelt auf den Schichtflächen.

Die beiden Steinbrüche in unmittelbarer Nähe des Schafhofes (Prof. 9 und 10) liegen in geringem seitlichem Abstand bei gleichem Streichen der Schichtung. Sie können durch zwei gegliederte Schieferhorizonte und die Gerölllagen in der sie trennenden Grauwackenbank verhältnismäßig sicher miteinander korreliert werden. Trotz geringer Aufschlußlänge lassen beide Profile Ähnlichkeit mit Profil 8 erkennen.

3. Facieskartierung und stratigraphische Problematik

Auf Grund der Geländebefunde wurde die Schieferverteilung in den Profilen, als dem konstantesten stratigraphischen Element in der Grauwacke, zur Grundlage der Kartierung gemacht. Die ausgeschiedenen Bereiche stellen entweder evidente Faciesbereiche oder sogar echte stratigraphische Horizonte dar.

Für letzteres spricht eine gewisse Ähnlichkeit mit dem Normalprofil der Tanner Grauwacke des Harzes, das SCHRIEL 1939 angab. Führt man die Faciesbereiche der Witzenhäuser Grauwacke von der Liegendgrenze im SE (Diabasserie des Höllentales) zur Hangendgrenze, den mit aller Wahrscheinlichkeit kulmischen Kieselschiefern des Gelstertales im NW übereinander auf, so ergibt sich folgende Gegenüberstellung:

Normalprofil der Tanner Grauwacke (SCHRIEL) 1939:	Ausbildungsbereiche der Witzenhäuser Grauwacke, von SE nach NW (Abb. 1):
5. Muldengrauwacke mit Konglomeraten.	5. Extrem großbankige Grauwacke (bis 30 m) mit wenigen, mächtigen Schieferbändern (Prof. 1a, b, c).
4. Horizont der Wechsellagerung mit Flora.	4. Bankige Grauwacke mit gleichmäßiger Einschaltung von dünnen Schieferlagen (Flora) (Prof. 3, 4).
3. Horizont des Plattenschiefers.	3. Dünnbankige bis plattige Grauwacke mit zahlreichen, dünnen Schieferlagen (Flora) (Prof. 5, 11).
2. Basalgrauwacke.	2. Großbankige Grauwacke mit wenigen, unterteilten Schieferbändern (Prof. 8, 9, 10).
1. Kieselschiefer.	1. Kieselschiefer an der Schmelzhütte (?)

Diese Gegenüberstellung soll keineswegs einen Beweis für das stratigraphische Alter der Witzenhäuser Grauwacke darstellen, sondern soll, unter der Annahme, daß dieser bereits erbracht ist, die Wahrscheinlichkeit des stratigraphischen Wertes der Ausbildungsbereiche andeuten. Der Beweis der Altersstellung erfolgt weiter unten unabhängig von dem unsicheren Verfahren eines rein petrographisch-stratigraphischen Vergleiches oder von palaeogeographischen Betrachtungen.

Kann das Normalprofil der Tanner Grauwacke des Harzes wegen ihrer großen Verbreitung im Streichen und z. T. einfacheren Tektonik als gesichert angesehen werden, so läßt sich die stratigraphische Bedeutung der Ausbildungsbereiche der Witzenhäuser Grauwacke mit den Methoden der Geländeaufnahme nicht schlüssig nachweisen, sondern nur auf diese Art wahrscheinlich machen.

Damit kann auch die Frage nach der wahren Mächtigkeit der Witzenhäuser Grauwacke nur mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit beantwortet werden. Entweder handelt es sich um eine geringmächtige Sedimentfolge mit mehrfachem Facieswechsel, deren Mächtigkeit von etwa 200 bis 300 m durch z. T. intensive Faltung wesentlich höher zu sein scheint, oder — wahrscheinlich — liegt eine Folge echter stratigraphischer Horizonte von zusammen annähernd 800 m Mächtigkeit vor.

Die Sicherheit der Zuordnung der einzelnen Gebiete zu den Richtprofilen hängt verständlicherweise entscheidend von den Aufschlußverhältnissen ab. Über die bewaldeten oder unter Feldbau stehenden Hochflächen (bei Hitzerode, am Roßkopf, auf der Sengelhardt usw.) läßt sich nichts aussagen. Da die charakteristischen Profile z. T. durch Übergänge mit den angrenzenden verbunden sind, können auch meist keine scharfen Grenzen zwischen den einzelnen Bereichen angegeben werden. Oft müssen tektonische Schlußfolgerungen fehlende Beobachtungsmöglichkeiten ersetzen.

4. Schüttungsrichtung und Liefergebiet

Trotzdem das erreichbare Beobachtungsmaterial für die Schüttungsrichtung der Witzenhäuser Grauwacke relativ gering ist, widersprechen sich die Messungen nicht, sondern passen sich in den Rahmen dessen ein, was nach der palaeogeographischen Situation zu erwarten war.

Im neuen Steinbruch am Schafhof bei Frankershausen (Abb. 1 Prof. 8) wurde parallel eingedrifter Pflanzenhäcksel beobachtet, dessen Längsrichtung nach Rückdrehung in die Horizontale etwa SE-NW ($120-130^{\circ}$) zeigt. Da für derartige Driftregelungen — analog zur magmatischen Strömungsregelung — entweder Staudrift (Antreiben gegen ein Hindernis) mit strömungsquerrer Lage oder Ablagerungsdraft (Bodendrift) mit strömungsparalleler Lage in Frage kommen, gewann die Ausdeutung erst eine gewisse Sicherheit, nachdem sich ähnliche Beobachtungen mit annähernd gleicher Richtung wiederholten, so im Steinbruch N Vollung (Abb. 1 Prof. 4) mit Richtung SSE-NNW und im Steinbruch an der Mündung des Sehlenbaches in den Oberriedener Bach mit etwa E-W bis WNW-ESE.

Den Richtungssinn geben bei etwa gleichem Verlauf Dachziegellagerung plattiger Gerölle in Kieselschieferbrekzien (SW Hitzerode, Waidschekopf, Gelstertal) mit SE gegen NW bzw. SSE gegen NNW an, so daß generell Schüttung nach NW anzunehmen ist.

Als Liefergebiet ist nach der oben mitgeteilten Zusammensetzung der Kieslagen und Konglomerate ein Hochgebiet anzunehmen, von dem neben einem Sedimentmantel aus Kalken, Kiesel- und Tonschiefern ein Teil der metamorphen Hülle von Phylliten und Glimmerschiefern mit ganz geringem Anteil magmatischer Gesteine abgetragen wurde. Dieses trifft für die im oberen Oberdevon im SE emportauchende „Mitteldeutsche Schwelle“ R. BRINKMANN's (1948) zu.

Da im Albunger Palaeozoikum, dessen unterste Glieder nach H. STARK (1950) ins Unterdevon reichen, keine Tentaculiten- und Styliolenkalke vorkommen, kann über den Bau der Großstrukturen nach SE festgestellt werden, daß eine Einmuldung mit recht erheblicher Verbreitung von mittlerem oder unterem Devon mit diesen Gesteinen folgen muß (siehe unten).

III. Fossilinhalt der Witzenhäuser Grauwacke

Erstmalig wurden durch MÜGGE (1919, S. 206) Fossilien aus der Witzenhäuser Grauwacke erwähnt. In der Monographie über den Kellerwaldquarzit und die Tanner Grauwacke beschrieb H. SCHMIDT (1933) die Ergebnisse einer gründlichen Fossilauflistung der vorhergehenden Jahre. Darin werden die Tentaculiten bereits als Fossilien auf sekundärer Lagerstätte erkannt, da sie einzeln nur abgerollt, sonst aber in kleineren Geröllen in der Grauwacke vorkommen. Für die Crinoidenstielglieder wurde die Möglichkeit, daß es sich um eingeschwemmtes Material handelt, offengelassen.

Bei der erneuten eingehenden Fossilsuche während der Geländeaufnahme wurde besondere Aufmerksamkeit auf das Problem der Autochthonie der kleinen Fauna gerichtet. Die Beobachtung des Gesamtinhaltes der Kalkgerölle und die Einbettungsverhältnisse der verschiedenen aufgefundenen Gattungen zeigten neue Zusammenhänge.

I. Autochthone oder eingeschwemmte Fossilien

Als sicher autochthone Fossilien der Witzenhäuser Grauwacke konnten die kleinen, zerbrechlichen Korallen *Roemeria* sp. und *Cladochonus michelini* E. & H. (H. SCHMIDT 1933, S. 41-42, Taf. V Fig. 28 u. 29) bestätigt werden. — Poren und Kanäle dieser Formen sind gleichmäßig mit Grauwackensubstanz ausgefüllt, die dünnen Schalen weisen keinerlei Abrollung auf.

Wahrscheinlich autochthon, oder aus anderen Faciesbereichen bei gleichzeitiger Entstehung eingeschwemmt, sind die Bryozoenstöckchen cf. *Rhabdomeson* (H. SCHMIDT 1933, S. 41, Taf. V Fig. 17) und die Korallen *Cyathaxonia cornu* MICH. und *Cladochonus tubaeformis* LDW. (S. 41-42, Taf. V Fig. 18-21 u. 27). Ihre Kalkschalen zeigen trotz gleichmäßiger Ausfüllung der Hohlräume mit Grauwackensubstanz z. T. erhebliche Abrollung.

2. Fossilien auf sekundärer Lagerstätte

Dagegen befindet sich das als *Rhodocrinus* (H. SCHMIDT 1933, S. 38, Taf. V Fig. 10) beschriebene kleine Crinoidenstielglied mit 24 Speichen mit aller Wahrscheinlichkeit

auf sekundärer Lagerstätte, da ein entsprechendes Exemplar zusammen mit Tentaculiten in einem Kalkgeröll gefunden wurde. In anderen Kalkgeröllen wurden neben Tentaculiten Zweischaler und Crinoidenstielglieder beobachtet.

Auch aus ökologischen Gründen erscheint die Autochthonie von Crinoiden in der Grauwacke unwahrscheinlich, da sie in ihrer Nahrung vorwiegend an Kleinlebewesen (Plankton) gebunden sind, die ihrerseits klares Wasser bei geringer Bewegung benötigen, Bedingungen, die im Sedimentationsbereich der Grauwacke weitgehend auszuschließen sind. Crinoidenkelche mit längeren Stielen aus dem Kulm des Oberharzes sind nicht beweisend, da in letzter Zeit mehrfach Einschaltungen kleiner Partien von Kohlenkalk oder Ansammlungen verschwemmter Kohlenkalkfauna im Kulm beobachtet wurden (E. PAPROTH 1953).

Zur Bestimmung des Maximalalters der Grauwacke ist die annähernde Altersfestlegung der fossilführenden Kalkgerölle von Bedeutung. Petrographisch sind zwei Arten zu unterscheiden. Ein lockerer, hellgelb bis weißlicher Kalk mit erheblichem Feinsandgehalt enthält fast ausschließlich Tentaculiten neben den geschilderten Schalenresten und Crinoidenstielgliedern.

Dagegen zeigt die andere Art von Kalkgeröllen bei bedeutender Härte intensiv rote Farbe. Angewitterte Stellen lassen bereits mit der Lupe den Aufbau des Gesteins aus einem dichten Filz von feinen Styliolinenschalen, zwischen denen nur vereinzelte Tentaculiten eingestreut sind, erkennen. Im Dünnschliff und Ätzpräparat (verdünnte HCl, wenige Minuten) zeigt sich, daß die Rotfärbung von Eisenoxyden der Grundmasse herrührt, die die Hohlräume zwischen den eng ineinandergeschachtelten Styliolinengehäusen ausfüllt (Taf. 1 Fig. 3, 4). Die gewellten Ovalquerschnitte sind durch schräg geschnittene Tentaculiten (*T. cf. acuarius*) verursacht. Die Schalen sind nur gering abgerollt und lassen häufig die schwach keulenförmigen Anfangskammern erkennen. Nach der glatten Gehäuseoberfläche liegt *Styliolina laevigata* F. A. ROEMER vor, deren Hauptverbreitung im Mitteldevon liegt, nach M. VOLK (1939) jedoch in Thüringen bis in die mittlere Adorf-Stufe hinaufreicht.

Von den hellgelben Kalken führt eine Art den von H. SCHMIDT (1933, S. 37) erwähnten *Tentaculites acuarius* RICHTER (Taf. 1 Fig. 1), während eine andere den durch Knoten auf den Kreuzungspunkten zwischen Längsrippen und Ringen sicher bestimmbaren *Tentaculites elegans* BARR. (NOVAK 1882, Taf. XIII Fig. 1 bis 4) in der breiten Varietät enthält. Beide Tentaculitenarten nebeneinander in demselben Geröll wurden nicht beobachtet. — Die Verbreitung von *Tentaculites elegans* reicht nach NOVAK (1882, S. 69) in Thüringen vom unteren bis in das mittlere Unterdevon und in Böhmen vom mittleren Unterdevon bis in das untere Mitteldevon. Dagegen tritt *Tentaculites acuarius* in Thüringen nur im Obersilur, in Böhmen vom mittleren Unterdevon bis in das mittlere Mitteldevon auf. Nach PAECKELMANN (1913) reicht er im Bergischen Land bis in die Adorfstufe des Oberdevon (untere Matagne-Schichten) hinein.

Demnach läßt sich zusammenfassend für das Alter der am Aufbau der Witzenhäuser Grauwacke beteiligten Kalkgerölle als Schwerpunkt das Unter- und Mitteldevon angeben.

3. Pflanzenreste

Von BEYSCHLAG (1886, S. 12) wurden als einzige in der Gattung bestimmbare Pflanzenreste Calamiten angegeben (*Calamites transitionis* bei Albungen; Erl. z. Bl. Altenmorschen, 1891, S. 5). H. SCHMIDT (1933, S. 34) berichtet ebenfalls von derartigen Pflanzenresten und erwähnt fingerdicke Stengel mit Verdickung am unteren Ende unter der provisorischen Bezeichnung cf. *Pseudosporochnus*. Diese Pflanzenreste wurden am Osthang des Roßkopfes (N Weiberstein, im oberen Tal des Ahrenbergbaches) und im neuen Steinbruch nördlich der Jagdhütte bei Vollung (Abb. 1 Prof. 4) wiederholt gefunden. In diesem Steinbruch kamen auch größere Stammteile und Knorrien vor, die jedoch nicht bestimmbar waren.

Wenn auch *Cyclostigma herzynium* WEISS, das Leitfossil der Tanner Grauwacke des Harzes, nicht nachgewiesen werden konnte, so ist doch das völlige Fehlen von kulmischen Pflanzenresten (Farne, *Lepidodendron*) auffällig.

IV. Die Kieselschiefer

Ein besonderes Problem stellen die Kieselschiefer des Alten Gebirges an der unteren Werra dar. Es sind drei kleinere Vorkommen, von denen zwei, im Gelstertal und an der Försterei Schmelzhütte im Höllental, mit der Witzenhäuser Grauwacke im tektonischen Verband stehen, während der dritte in zwei Aufschlüssen auf dem Ostufer der Werra S Albungen aufgeschlossen ist. Alle drei Vorkommen liegen unmittelbar unter dem transgredierenden Zechstein.

Die Altersfrage der beiden südlichen Vorkommen wird von H. STARK (1951, S. 216 u. 217) erörtert.

Wegen der Bedeutung der Kieselschiefer für eine altersmäßige Einordnung der Witzenhäuser Grauwacke nach dem Prinzip der stratigraphischen Einengung wurden die Gelstertal-Kieselschiefer eingehend untersucht und besonders mit den Kieselschiefern der Schmelzhütte verglichen.

1. Tektonik und Petrographie der Gelstertal-Kieselschiefer

Zwar grenzen Grauwacke und Kieselschiefer des Gelstertales in dem Bahnaufschluß am Kilometer 16,4 (Abb. 6) durch eine mit Quarz und Schwespat mineralisierte Störungszone herzynischer Richtung aneinander, doch beträgt die Sprunghöhe, soweit sie nach dem Verwurf des Kupferschiefers Post-Zechstein-Alter anzeigt, nur höchstens 2 m. Der Praezechsteinbetrag der Sprunghöhe läßt sich nicht angeben, dürfte aber größer gewesen sein. Jedenfalls ist eine Bewegung auf der Störung im entgegengesetzten Sinn, also ein Empортаuchen der Kieselschiefer, höchst unwahrscheinlich.

Als weitgehend ungestörtes, normal gelagertes Liegendes folgt darunter die mächtige Grauwackenserie der Steinbergtafel.

Auf Grund dieser Lagerungsverhältnisse ist der von H. SCHMIDT (1931, S. 913) angenommene Zusammenhang der Kieselschiefer an der Schmelzhütte bei Albungen

mit denen des Gelstertales abzulehnen. Die Kieselschiefer des Gelstertales gehören allein nach den Lagerungsverhältnissen ins Hangende der Witzenhäuser Grauwacke.

In sich weisen die Kieselschiefer eine kleinwellige Faltung auf. Das Streichen der einzelnen Partien ist sehr bezeichnend. Nach S, an der Grenzstörung zur Grauwacke, herrscht ausgesprochen erzgebirgische Richtung um $40-50^{\circ}$ vor bei Einfallen von $40-60^{\circ}$ NW. Wenige m nach N stellen sich bereits Übergangsrichtungen von $85-95^{\circ}$ mit flachem Nordfallen ein, um dann in Partien von herzynischem Streichen, um 120° , mit NE Fallen von 60° überzugehen. In etwa 20 m Aufschluß sind also beide sonst in der Grauwacke meist getrennt auftretenden Richtungen nebeneinander vorhanden.

Durch die starke Zerklüftung zerbrechen die Kieselschiefer in 5 bis 10 cm dicke Platten, Prismen oder unregelmäßige Rhomboeder. Teilweise ist in den erzgebirgisch streichenden Paketen beginnende Boudinage zu beobachten, die mit 15° nach NE einschiebt, was eine nachträgliche Verstellung eines ursprünglich achsenparallelen und horizontalen Elementes andeutet.

Im Bruch ist der Kieselschiefer tiefschwarz, verwittert blaßgrau und hat auf den zahlreichen Kluftflächen rote Verwitterungsbestege. Das Ätzpräparat zeigt ferner häufig feine Risse und Klüfte, die mit klarer Kieselsäure verheilt sind.

2. Die Radiolarienführung

Bereits unter der Lupe heben sich Radiolarien als dunkle Pünktchen auf hellgrauen Verwitterungsflächen oder stellenweise als helle Querschnitte auf frischem, schwarzem Bruch ab. So können hier bereits im Gelände bei einiger Übung Handstücke mit guter Radiolarienführung ausgewählt werden.

Während im Dünnschliff die Radiolarien als mehr oder weniger rundliche Gebilde in einer Grundmasse sehr feiner, zackig verzahnter Quarzkristalle ohne jede Struktur eben erkennbar sind, zeitigte die Präparation durch Ätzung recht gute Ergebnisse.

Angewandt wurde besonders die Methode nach A. SCHWARZ (1924) durch Kochen kleiner Platten in verschiedenen konzentrierten Laugen. Ferner erwies sich die Präparation mit Flußsäure, der eine kleine Menge H_2O_2 zugesetzt wurde, als zweckmäßig.

Ein Tiegel aus Porzellan oder Eisen wird mit einer dicken Paraffinschicht ausgegossen, mit Flußsäure verschiedener Konzentration (durch Versuch ermittelt) zur Hälfte gefüllt und einige Tropfen 60%iges H_2O_2 zugesetzt. Die angewärmte Probe wird mit einer Tiegelfange in die Säure gehalten und kann bei zu starker Reaktion sofort herausgenommen werden. Vorwärmungs- und Reaktionstemperatur müssen während der Ätzung unter dem Erweichungspunkt des Paraffines bleiben, um Zerstörung des Gefäßes zu vermeiden. Der freiwerdende Sauerstoff beschleunigt einerseits den Ätzungsvorgang und schützt andererseits die aus der Grundmasse herausragenden Radiolarien durch eine Gashülle. Zwar schafft diese Methode ein recht gutes Relief, doch wird man die längere und mühsamere Ätzung nach SCHWARZ vorziehen, wenn es auf feinste Strukturen der Radiolarien ankommt. Um schnell Stücke mit vielen und gut erhaltenen Radiolarien herauszufinden, eignet sich die Flußsäurepräparation besonders gut.

In den Lagen der Kieselschiefer, die hauptsächlich als tektonische Gleitbahnen gedient haben, sind die Radiolarien zu flachen Ovalen oder kurzen Strichen ausgewalzt. Aus den anderen Lagen dagegen konnten gute Präparate erzielt werden. Insgesamt wurden kleine Lagen mit ähnlich dichter Packung der Radiolarien in den Gelstertal-

Kieselschiefern angetroffen, wie sie A. SCHWARZ (1928, Taf. 1, 2) abbildet. Ein Beispiel der ungefähren Packungsdichte gibt Fig. 5 auf Taf. 1. Der Anteil an zerriebenen Skeletteilen und feinkörniger Kieselsäure scheint primär größer gewesen zu sein. Auch sind die Stacheln der Radiolarien meist abgebrochen.

Auffallend sind verschiedentlich, meist lagenweise vorkommende Radiolarien mit Pyritausfüllung. Fig. 6 auf Taf. 1 läßt erkennen, wie der Zwischenraum zwischen Rindenschale und Markschale völlig pyritisiert ist, während Zentralkapsel und Stacheln in Kieselerhaltung vorliegen. Dagegen ist die relativ große Zentralkapsel der Radiolarie in Fig. 7 auf Taf. 1 ebenfalls mit Pyrit ausgefüllt.

Zwar finden sich auch in den Kieselschiefern des Gelstertales häufig kleine Würfel und Funken von Pyrit, doch sind sie ebenfalls in schichtparallelen Lagen angeordnet. Irgendwelche Zusammenhänge zu den vereinzelt auftretenden feinen Erzschnüren bestehen nicht. Im Gegenteil, es wurde eine Radiolarie beobachtet, die lange nach der Verfestigung des Gesteines von einem dünnen Äderchen zerschert worden war, ohne daß die nachfolgende Pyritausfüllung des Äderchens den Chalzedonsteinkern der Radiolarie irgendwie mineralisiert hätte.

Daraus, sowie aus der zonenweise schichtparallelen Anordnung der Pyritwürfelchen und pyritisierten Radiolarien geht mit Sicherheit hervor, daß, im Gegensatz zu der von A. SCHWARZ (1928, S. 200) vertretenen Meinung des epigenetischen Absatzes des Pyrites in den Kieselschiefern, bereits während der Ablagerung des Radiolarien-Sedimentes, wenigstens lokal oder zeitweise, anaerobe Faciesbedingungen geherrscht haben müssen. Der Pyrit ist also in diesem Fall sicher syngenetisch und wahrscheinlich von der sich zersetzenden organischen Substanz der Radiolarien oder anderer Lebewesen ausgefällt worden.

In den zahlreichen Präparaten finden sich viele Formen und anatomische Einzelheiten der Skelette, wie sie von A. SCHWARZ (1928 und 1931) veröffentlicht wurden. Taf. 1 Fig 8 zeigt eine Radiolarie mit daumenförmiger Einstülpung der Rindenschale mit feinem Stachelfortsatz in der Mitte, entsprechend der Zeichnung Abb. 16 auf Taf. 2 bei A. SCHWARZ (1931).

Die Problematik des stratigraphischen Wertes der Radiolarien und der erdgeschichtlichen Stellung der Kieselschiefer im Oberdevon und unteren Kulm kann hier nicht erörtert werden. Deshalb wird die vollständige Bestimmung der Radiolarienfauna der Gelstertal-Kieselschiefer und ihr stratigraphischer Vergleich mit anderen oberdevonischen und kulmischen Radiolariten in einer gesonderten Arbeit behandelt. Jedoch läßt sich bereits feststellen, daß nach dem Vorkommen der Gattungen *Staurolonche*, *Staurolonchidium*, *Staurocontium* u. a. entsprechend der systematischen Übersicht von RÜST (1892, S. 129-131) kulmisches Alter der Gelstertal-Kieselschiefer mit aller Wahrscheinlichkeit anzunehmen ist.

3. Die Kieselschiefer an der Schmelzhütte

Im Gegensatz dazu haben die Kieselschiefer des Höllentales bei der Försterei Schmelzhütte trotz verschiedener Präparationsversuche nur die bereits von O. MÜGGE (1919, S. 205) beschriebenen deformierten und unbestimmbaren Radiolarien geliefert. Auch im Handstück lassen sie bedeutend höhere tektonische Beanspruchung

erkennen. Mehrere Scharen verheilter Klüfte durchziehen das Gestein, das z. T. intensiv gefaltet ist.

Der Kieselschiefer liegt zwischen der an der Försterei Schmelzhütte anstehenden Witzenhäuser Grauwacke und der weiter im Süden, am Stollenmundloch der Grube „Gustav“ aufgeschlossenen Diabasserie als die tektonische Ausfüllung eines „Zwinkels“ zwischen den beiden Schichtfolgen. Die Grenzen zur Grauwacke und Diabasserie sind nicht aufgeschlossen, doch sind es mit großer Wahrscheinlichkeit Störungen.

Zwar ließen sich die höhere tektonische Beanspruchung und die schlechte Erhaltung der Radiolarien mit der exponierten tektonischen Position erklären, doch sprechen noch andere Argumente dafür, daß es sich, wie bereits H. SCHMIDT (1928, S. 200) annahm, um Kieselschiefer aus dem Liegenden der Witzenhäuser Grauwacke handelt. Denn einerseits weisen Lokalität und Lagerungsverhältnisse auf einen Zusammenhang mit der wahrscheinlichen Basalfolge der Witzenhäuser Grauwacke hin, während andererseits ein Vergleich der Profile der Witzenhäuser Grauwacke mit denen der Tanner Grauwacke des Harzes, wie erwähnt, die Existenz eines Kieselschiefers im Liegenden auch der Witzenhäuser Grauwacke als naheliegend erscheinen läßt.

V. Das Diabasvorkommen am Klepper-Berg

Bei der Geländeaufnahme wurde ein bisher unbekanntes Diabasvorkommen innerhalb der Witzenhäuser Grauwacke entdeckt.

Nördlich der großen Kehre der Fahrstraße Domäne Rückerode — Wendershausen im oberen Rückeroder Tal liegt das Vorkommen etwa 50 m östlich unterhalb des auf der alten geologischen Karte als Klepper-Berg bezeichneten Gipfels. (Im Gegensatz dazu bezeichnet das für die Kartierung benutzte Meßtischblatt der Preußischen Landesaufnahme von 1909/37 nur den nach NE abfallenden Grat des Berges mit „Klepper-Berg“.)

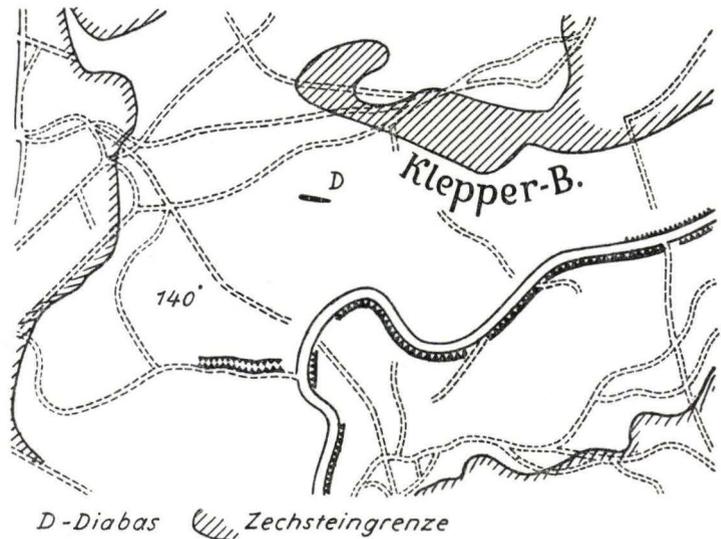


Abb. 2. Lageskizze des Diabas-Vorkommens am Klepper-Berg, Maßstab 1:12500

Morphologisch tritt der Diabas nicht hervor. Die z. T. dichte Bedeckung des Bodens mit Lesesteinen unterscheidet sich nur geringfügig in der hellgrau-grünlichen Farbe und den Poren von denen der umgebenden Grauwacke.

Während die nach dem Berggipfel zu gelegene Grenze durch einen flachen Schurf genau festgelegt werden konnte, ist die weitere Umgrenzung recht unregelmäßig und nur an Hand von Lesesteinen bestimmbar. Die Form ähnelt einem gestreckten Oval von mindestens 20 m Länge und etwa 3 bis 5 m Breite, dessen Längsrichtung annähernd Ost-West verläuft. Mehrere isolierte Lesesteininseln wenige m südlich des Ovals von nicht über 2 m Durchmesser, die nach der Tiefe zu in zersetztes Anstehendes übergehen, deuten auf Apophysen hin.

Die vorwiegend mittel-, vereinzelt grobkörnige, schieferfreie Grauwacke der nahen Umgebung des Diabasvorkommens streicht, nach den eingeschalteten Linsen von Kiesgrauwacke zu urteilen, etwa Ost-West bei steilem Nordfallen. Weiter hangab nach dem Rückeroder Bach zu zeigen Schieferpakete in den Böschungsaufschlüssen des Forstweges Streichen um 20° und flaches SE-Fallen. Die Längserstreckung des Diabaskörpers scheint mit dem jeweiligen Streichen der durchschlagenen Schichtfolge oder der in dem gesamten Bereich ausgeprägten steilen Ost-West-Klüftung in Zusammenhang zu stehen.

Die Grenze zwischen beiden Gesteinen wurde in dem erwähnten Schurf aufgeschlossen, doch war wegen eines lehmigen Verwitterungsbesteges eine Kontaktwirkung, die bei dem kleinen Vorkommen an sich schon nicht sehr erheblich gewesen sein kann, nicht mehr nachweisbar. Nach der Form und dem Verband zum Nebengestein handelt es sich um den Zufuhrkanal eines kleineren eruptiven Vorkommens. Eine Deutung als eingefaltete Schuppe scheidet nach den dargestellten Verhältnissen mit Sicherheit aus.

Die kleinstückigen, unfrischen Lesesteine sind hellgrau und teilweise von einer feinen, mit Roteisen verheilten Klüftung durchzogen. Von ausgewitterten Kalkspatmandeln rühren die Poren her. Mit der Lupe sind die einzelnen Mineralbestandteile kaum noch unterscheidbar. Das aus dem Schurf gewonnene frischere Gestein hat eine deutliche Grünfärbung, während die Poren noch von Kalkspat ausgefüllt sind. — In dem Schurf ließen sich die Klüfte des Anstehenden vermessen und orientierte Stücke zur Gewinnung weiterer Daten entnehmen.

Im Dünnschliff herrscht Feldspat neben Kalkspat, Chlorit und einem erheblichen Erzanteil vor. Vereinzelt treten Apatitnadelchen auf. Von Olivin sind keine Reliktstrukturen nachzuweisen; Augit und Hornblende sind völlig in Chlorit umgewandelt.

Ein Filz von kleinen Feldspatleisten und Tafeln, durchschnittlich 0,2 mm lang und 0,03 mm breit, umschließt größere Feldspateinsprenglinge, die in ihrer Länge von 0,7 bis 1,5 mm bei 0,2 - 0,7 mm Breite schwanken (Taf. 2 Fig. 9-11).

Die Ausbildung der Grundmassenfeldspate sowie der Einsprenglinge ist vorwiegend tafelig nach M. Zwillingslamellierung nach dem Albitgesetz ist recht häufig. Unter den Einsprenglingen finden sich mehrfach sternförmige Durchwachsungen. Während die Feldspäte z. T. gute kristallographische Umgrenzungen zeigen, ist der größere Teil randlich ausgezackt und angenagt. Auf Spaltrissen oder Zwillingsgrenzen hat sich vielfach Kalkspat gebildet, und vor allem die größeren Kristalle sind oft von feinen Kalkspatflecken durchsetzt.

Wies schon die geringe Lichtbrechung (für n_α u. n_β unter n Kanadabalsam) auf einen geringen Anorthitgehalt hin, so zeigte die Einmessung der optischen und kristallographischen Daten mit dem Universal-Drehtisch, daß der Anorthitgehalt vorwiegend 3—5%, in vereinzelt Fällen bis zu 10% beträgt. Es liegt also Albit vor. — Diese Bestimmung trifft sowohl für die Feldspäte der Grundmasse wie für die Einsprenglinge zu.

Der Kalkspat bildet vorwiegend die Ausfüllung der bis mehrere mm großen runden Mandeln. In diesen sind die einzelnen Kristalle mit unregelmäßigen Grenzen ineinander verzahnt und häufig in sich lamellar verzwilligt. Andere Partien sind wolkig im Gestein verteilt und eng mit Chlorit oder Roteisen verwachsen. Kleine Kristalle durchsetzen das ganze Gestein gleichmäßig, vor allem in den Zwickeln der Feldspäte.

Vereinzelt bildet der Kalkspat die Ausfüllung von feinen Rissen, durch die die Roteisenäderchen abgeschnitten werden. Diese Ausfüllungen sind nicht verzwilligt und löschen in längeren Streifen gleichmäßig aus.

Chlorit tritt im Schriff vorwiegend schuppig und vereinzelt in sphärolitischer Struktur mit grün-bräunlicher Farbe auf. Seine Lichtbrechung ist größer als Kanadabalsam bei blaugrünen Interferenzfarben. Pleochroismus ist nur schwach wahrnehmbar. Es handelt sich demnach wahrscheinlich um Klinochlor.

Das in dem Gestein reichlich vorhandene Erz ist völlig in Eisenglanz umgewandelt. Größtenteils bildet es die Ausfüllung der feinen, unregelmäßig gezackten Risse und rundliche Partien — ähnlich den Kalkspatnestern —, die oft an Kreuzungsstellen der Risse liegen. Innerhalb des Netzwerkes der kleinen Feldspäte tritt das Erz in dünnen Stäbchen oder Nadeln auf; selten finden sich auch annähernd quadratische Umrise. Z. T. erscheint es gleichmäßig verstreut und von Feldspäten umwachsen, z. T. umgibt es die Feldspäte saumartig. Die Leisten und Nadeln bestehen aus zusammenhängendem Erz, während die Füllung der rundlichen Partien und Risse porös und locker ist und sich im Anschliff schlecht polieren ließ.

Der intensiv rote Strich und das verhältnismäßig hohe Reflexionsvermögen beweisen Eisenglanz. Doch deuten die Umgrenzungen der kleineren Körner darauf hin, daß ursprünglich ein kubisches Mineral — sicher Magnetit — vorgelegen hat, welches z. T. pseudomorph in Eisenglanz umgewandelt worden ist (Martitisierung). (Taf. 2 Fig. 12.)

So läßt sich das völlige Fehlen von magnetischen Anomalien des Diabaskörpers gegenüber der umgebenden Grauwacke, die bei Messungen mit der SCHMIDT'schen Feldwaage festgestellt wurden, begründen.

Aus dem Diabasvorkommen und seiner Ausbildung lassen sich verschiedene Vorgänge in zeitlich definierter Reihenfolge ablesen:

1. Der Diabas durchschlägt die bereits gefaltete Grauwacke und zeigt in seiner Form Zusammenhänge mit der Lagerung und Klüftung des Nebengesteines.
2. Das Vorkommen liegt einerseits annähernd auf der Grenze der im Gelstertal aufgeschlossenen E-W Sättel und der vorwiegend N-S gefalteten Zone S Wendershausen (Rückeroder-, Rabental), andererseits genau auf dem Scheitel des heutigen Grauwackensattels.
3. Eine spätere Ribbildung und Klüftung im Diabas wird durch Erz ausgefüllt, das heute als Roteisen vorliegt.
4. Die jüngste Generation von Rissen führt Kalkspat.

Über den Zeitpunkt der Spilitisierung des ursprünglich basischeren Gesteins läßt sich nur annehmen, daß sie in einer der späteren Faltungsphasen (siehe unten), wahrscheinlich zusammen mit der Erzbildung auf den Rissen, stattgefunden hat.

Im Hinblick auf die Quertektonik des Alten Gebirges ist es durchaus wahrscheinlich, daß die geologische Position des Diabases zwischen E-W Sattelung und der N-S Zone sowie auf dem heutigen Scheitel des Grauwacken-Sattels nicht nur ein Zufall oder die Vortäuschung eines sinnvollen Zusammenhanges auf Grund fehlender Aufschlüsse nach den Seiten ist, sondern eine echte Ursachenverknüpfung bedeutet.

Die Generation der Kalkspatrisse ist möglicherweise sehr jungen Alters und in Verbindung mit der Erosion des wenige Zehner von Metern darüber zu ergänzenden Zechsteinkalkes als dezendente Bildung anzunehmen.

Aus methodischen Gründen sei noch erwähnt, daß die Diagramme der Kluftrmessungen der umgebenden Grauwacke und des Diabases eine deutliche Übereinstimmung in den Hauptbesetzungen zeigen. Wäre nicht schon durch die Albitisierung der Feldspäte und die Chloritföhrung die Bestimmung als Diabas durchgeführt, so ließe sich auf diesem Wege die Verwechslung mit einem stark veränderten Tertiär-Basalt, mit dem in diesem Gebiet zu rechnen ist, mit Sicherheit ausschließen. Der junge Basalt würde, wenn er überhaupt geklüftet wäre, keinesfalls die an der Klüftung ablesbare bewegte tektonische Vergangenheit des Grundgebirges zeigen.

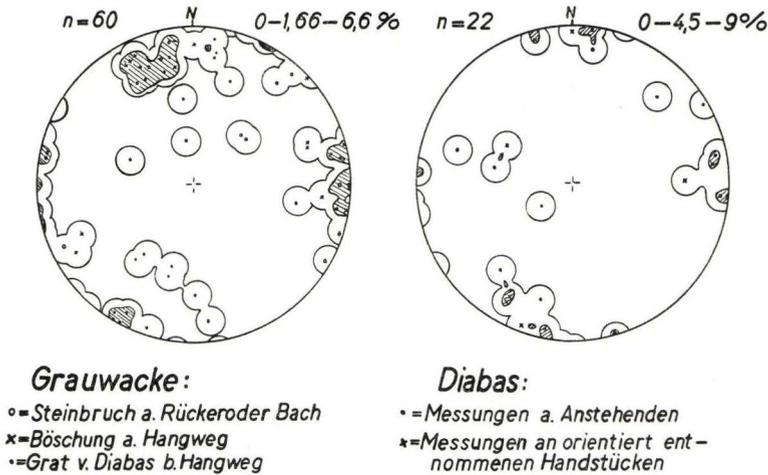


Abb. 3. Lagenkugelprojektion der Kluftrmessungen

VI. Stratigraphische Zusammenfassung: Altersstellung der Witzenhäuser Grauwacke

Über die erste Alterseinstufung der Witzenhäuser Grauwacke durch BEYRICH und KAYSER berichtet F. BEYSCHLAG (1886) in den Erläuterungen zu Blatt Bad Sooden-Allendorf. Der Vergleich mit der älteren (=Tanner) Grauwacke des Harzes beruhte

neben palaeogeographischen und tektonischen Betrachtungen auf dem Zusammenvorkommen mit den damals noch für jünger angesehenen Schiefen und Diabasen des Höllentales.

H. SCHMIDT (1931, S. 913) schränkte seine Bemühungen um eine palaeontologische Einstufung durch die kleine Fauna aus der Grauwacke mit den Worten ein: „Zu selbständiger Altersbestimmung genügen diese Reste nicht, sie stimmen aber gut mit Funden im Kellerwaldquarzit und in der Tanner Grauwacke überein.“ Der Gedanke einer stratigraphisch-palaeogeographischen Korrelation mit den Nachbargebieten des varistischen Gebirges wird von H. SCHMIDT (1933) erstmalig eingehend dargestellt und palaeontologisch begründet. Dabei bleibt die Einstufung der Tanner Grauwacke in das untere Unterkarbon oder oberste Oberdevon als eine erst später festgelegte Definitionsfrage noch offen.

Auf Grund der vorliegenden Untersuchungen läßt sich darüber hinaus eine weitgehend voraussetzungsfreie Einstufung der Witzenhäuser Grauwacke erreichen.

Durch die Gerölle der Tentaculiten- und Styliolinenkalke wird das Maximalalter auf Mittel-Devon eingeengt, durch die Untersuchungen von H. STARK im Albunger Palaeozoikum zudem auf Oberdevon.

Lagerungsverhältnisse und Radiolarienführung stufen die Gelstertal-Kieselschiefer mit aller Wahrscheinlichkeit in den Kulm ein und die Witzenhäuser Grauwacke somit in das Liegende des Kulmkieselschiefers. Blicke dadurch für eine Parallelisierung nur die Tanner Grauwacke des Harzes übrig, so bedeutet das Diabasvorkommen am Klepper-Berg unabhängig davon ein weiteres zwingendes Argument für das oberdevonische bzw. tiefunterkarbonische Alter der Witzenhäuser Grauwacke. Denn nach GUNDLACH (1933, S. 46) reicht der unterkarbonische Diabasvulkanismus weder im Harz, Kellerwald noch im Rheinischen Schiefergebirge über die Zone III_a des Kulm (= Kulmtonschiefer) hinaus. Mithin können diabasführende Grauwacken nur älter als die Kulmgrauwacke sein.

Teil B: Tektonik

I. Allgemeine Beobachtungen zur Tektonik des Alten Gebirges

1. Die Lagerung des Zechsteinkalkes

Bei der Kartierung der Witzenhäuser Grauwacke wurde der Zechsteinkalk mit aufgenommen, um die Begrenzung der Grauwacke festzulegen.

Da der Zechsteinkalk über Kupferschiefer und Weißliegendem fest dem Grundgebirge aufliegt, ist er der jüngste Horizont, der bei der Tektonik harmonisch mit dem Grundgebirge bewegt wurde. Für alle jüngeren Horizonte und Formationen ist mehr oder weniger große Disharmonie durch Salz und Gips des mittleren und oberen Zechsteins, Röt usw. in ihrem tektonischen Verhalten zum Grundgebirge anzunehmen. Deshalb wurden möglichst zahlreiche Messungen von Streichen und Fallen, Störungen, Klüften und Mineralisation durchgeführt, um ein genaues Bild von der Art und den Dimensionen der Post-Zechstein-Tektonik zu gewinnen.

Begünstigend für beides ist der Umstand, daß die 8—12 m mächtige, bankige bis plattige Kalkfolge morphologisch eine auffällige Geländestufe oder scharfe Steilkante bildet.

Über die Lagerung des Zechsteinkalkes an den Flanken des Unterwerrassattels kann im allgemeinen festgestellt werden, daß sie teilweise in Form symmetrischer, gleichmäßiger Aufwölbung mit geringen scheidelparallelen Verwerfungen wie im Gelstertal (Abb. 6) oder, an Orten stärkerer Aufwölbung, treppenförmig ausgebildet ist. Nach NE fällt der Zechsteinkalk im Mittel- und Südabschnitt steiler im Gegensatz zu der meist flacheren Lagerung im SW. Diese NE-Vergenz großer Teile des Alten Gebirges hängt, wie zu zeigen sein wird, mit dem Bau des Grundgebirges zusammen.

Nur an Stellen besonderer tektonischer Beanspruchung liegen Störungen mit Sprunghöhen über 10 m vor, an denen der Zechsteinkalk steil gestellt oder an Flexuren geschleppt und tektonisch ausgedünnt ist. Diese Bruchzonen oder ihre nähere Umgebung sind meist gleichzeitig der Raum für Gangbildung gewesen, wie im Lagerstättenabschnitt ausgeführt ist. Sie bedeuten eine Unsymmetrie in der Ausbildung des Sattels und liegen meist an der steileren NE-Flanke (Waidseckkopf, Roßkopf, Schnellerskopf) und seltener und weniger deutlich nach SW (SE Orpherode, Jagdhütte N Vollung).

Im einzelnen geht die Lagerung des Zechsteinkalkes aus der tektonischen Übersichtskarte und den Profilen (Abb. 4, 5, 6) hervor.

Auf zwei Punkte ist noch kurz hinzuweisen.

Entgegen der Darstellung von MOESTA auf dem Blatt Bad Sooden-Allendorf der geologischen Spezialkarte hatte bereits H. SCHMIDT bei der Aufnahme 1931 durch den

Fund von Zechsteinkalk an der Jagdhütte N Vollung das Vorhandensein einer längeren Störung mit erheblicher Sprunghöhe, die unteren Buntsandstein gegen Grauwacke verwerfen sollte, als nicht bestehend nachgewiesen. In den anstehenden Kalkplatten an der Jagdhütte ist mit 135° Streichen und 40° SW-Fallen normale, nur schwach verstellte Lagerung zu messen, die der sonst zu beobachtenden verstellten Flankenausbildung des Alten Gebirges entspricht.

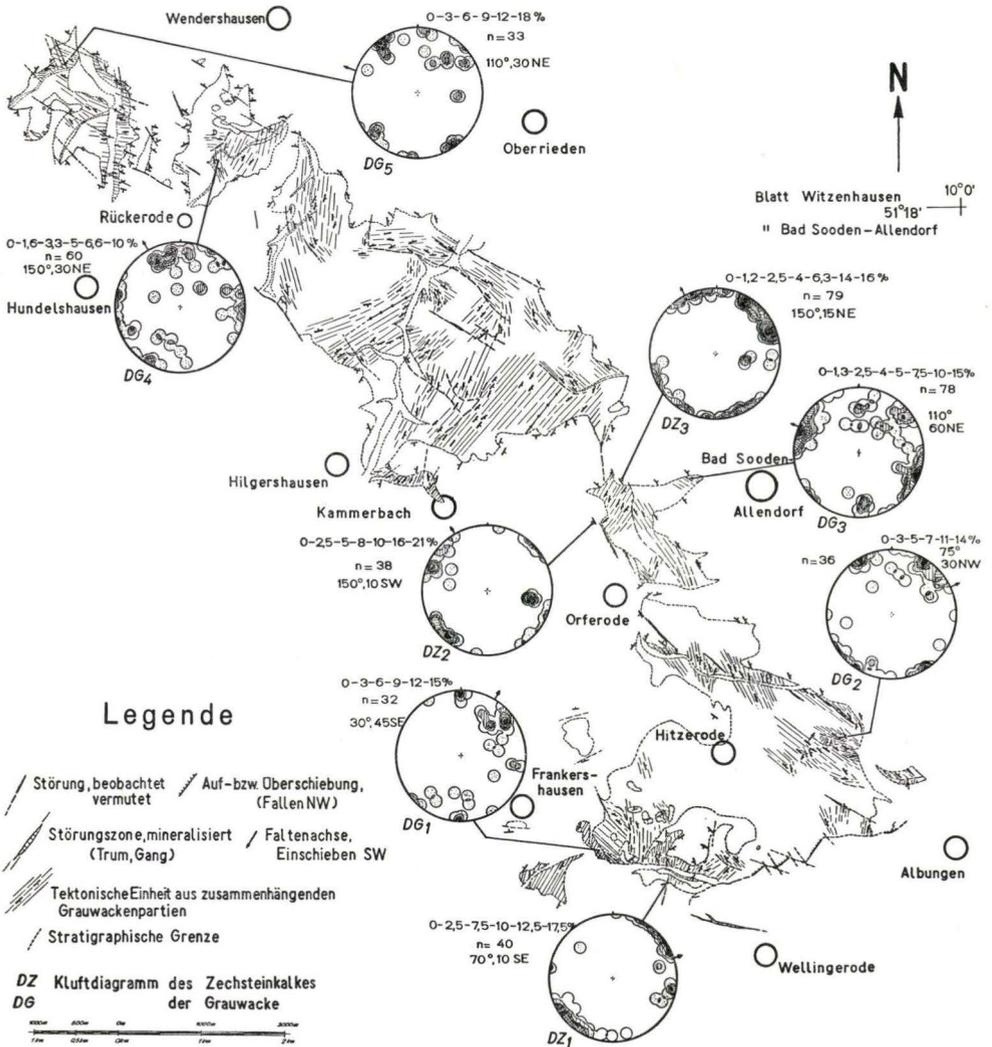


Abb. 4. Tektonische Übersichtskarte der Witzenhäuser Grauwacke

Zwei tiefe Dolinen am Fahrweg etwa 60 m SW der Jagdhütte, die mit 130° Streichen hintereinander liegen, beweisen, daß unter dem Buntsandsteinschutt auch die normale Hangendfolge des Zechsteinkalkes, in versteilter Lagerung, vorhanden ist.

In die morphologische Mulde zwischen Roggenberg (s_m , s_u) und Derberholz (Grauwacke) sind von beiden Seiten Buntsandsteinmaterial und Grauwacke über die aufgerichtete und wahrscheinlich tektonisch reduzierte Schichtfolge des Zechstein geschüttet, wodurch die tatsächlichen tektonischen Verhältnisse verschleiert wurden.

Ähnlich liegen die Verhältnisse zwischen Roßkopf und Krückenkopf. Die Zechsteinscholle an der „Jägereiche“ (NW Ahrenberg), die mit 50° NE-Fallen der steilen Flanke des Grauwackensattels aufliegt, scheint nach der alten Kartierung an einer Störung mit Ausfall des gesamten Zechsteins abgeschnitten zu sein. Jedoch zeigt der erste sicher anstehende Bröckelschiefer NE des in den Oberriedener Bach mündenden und gegen den Krückenkopf zu erodierenden kleinen Baches bei 150° Streichen Einfallen von 40° NE, also etwa gleiche Lagerung.

Die Grenze s_u gegen Grauwacke wird auf dem alten Gleithang des Baches von einer unscharfen Lehmzone mit Buntsandstein-, Zechstein- und Grauwackengeröllen gebildet. Zwar wurde in dieser Zone kein anstehender Zechstein gefunden, doch sprechen die Lagerungsverhältnisse dafür, daß hier, wie nördlich des Oberriedener Baches, ebenfalls eine versteilte, tektonisch reduzierte Schichtfolge des Zechsteins unter dem alten Gleithang ansteht.

2. Die Ausbildung von Kupferschiefer und Weißliegendem

Für die Frage, ob bei der Transgression des Zechstein-Meeres noch nicht völlig eingeebnete Strukturen des Untergrundes vorgelegen haben, ist die Ausbildung der untersten Horizonte des Zechsteins von Bedeutung.

Wie aus Abb. 6 hervorgeht, sind im gesamten Gelstertalbereich Kupferschiefer und Weißliegendes in der von TH. BRANDES (1912, S. 661) beschriebenen Form vollständig ausgebildet.

Auf der flachen SW-Flanke des Roßkopf-Gebietes sind beide Schichtglieder ebenfalls vollständig vorhanden. Im NE dagegen ist das gesamte Zechstein-Profil auf 15-20 m reduziert. Der hier von LACHMANN (1912) angenommene Ausfall des Kupferschiefers ist nicht beweisend, da diese Mächtigkeitsabnahme mit der Versteilung der Schichtfolge zusammenhängt, also tektonisch zu erklären ist. Denn schon die flach gelagerte Zechsteinbedeckung des Schnellerskopfes hat wieder normale Mächtigkeit, und die verstürzte Schachtpinge, die im östlichen Teil niedergebracht ist, dürfte vom Abbau des Kupferschiefers herrühren.

Die Ausbildung von Kupferschiefer und Weißliegendem ist wieder N der „Horst“, fast auf dem Scheitel des Grauwackensattels, und an der Schutzhütte am Weiberstein sicher nachzuweisen.

Dagegen ist im Höllental am E-Hang des Langer-Berges, 500 m N Whs. Frau Holle, durch einen alten Stollen ein lückenloses Profil des untersten Zechsteines aufgeschlossen, in dem der Kupferschiefer fehlt. Das 1,5 bis 2 m mächtige Weißliegende geht hier durch Zunahme des Kalkgehaltes und Zurücktreten des Sandes kontinuierlich in Zechsteinkalk über.

In dem Grauwackensteinbruch an der Straße nach Frankershausen, NW der Försterei Schmelzhütte (Taf. 2 Fig. 13), dünnen Kupferschiefer und Weißliegendes nach W aus. Lokaler Ausfall des Kupferschiefers durch die Bildung von „Flözbergen“ des Weißliegenden im Sinne von F. MEINICKE (1910) ist hier somit auszuschließen. Da die Lagerung in beiden Aufschlüssen flach ist, scheidet tektonische Unterdrückung ebenfalls aus. Die Verbindungslinie beider Aufschlüsse verläuft SW-NE.

Unter den Zechsteinkalkinseln des Bauernhölzchens ist der Kupferschiefer wieder ausgebildet.

Am Waidchekopf und im Dohlsbachtal fehlt der Kupferschiefer; doch liegt hier wie NE des Roßkopfes Versteilung und tektonische Reduktion der Zechsteinmächtigkeit vor. Sie fallen annähernd in die Verlängerung der sicher kupferschieferfreien Aufschlüsse im Höllental.

Dagegen sind im SE-Abschnitt des Alten Gebirges, am Iberg, Ebersberg und unterhalb des Fürstensteines auf dem rechten Werraufer Weißliegendes und Kupferschiefer besonders gut entwickelt. Hier hat auch vorwiegend der alte Kupferschieferbergbau stattgefunden (siehe unten).

Daraus ergibt sich, auch wenn man dem Ausfall in den einzelnen Aufschlüssen nur lokale Bedeutung zumißt, daß in einem etwa SW-NE verlaufenden Streifen, parallel zur Grenze gegen die Liegend-Serien, der Kupferschiefer stellenweise, vielleicht sogar durchgehend, nicht ausgebildet wurde, während er im SE dieser Grenze bedeutende Mächtigkeit besitzt.

Als Ursache ist höhere Lage in der Prae-Zechstein-Morphologie wegen größerer Härte der Grauwacke gegenüber den wesentlich älteren und tektonisch stärker beanspruchten Diabasen, Schiefern und Kalken der alten Schichtglieder anzunehmen.

Eine Abbildung der herzynischen Sattelachse des Alten Gebirges ist in der Verbreitung des Kupferschiefers nicht nachzuweisen.

3. Das tektonische Verhalten der Grauwackenausbildungen

Die unterschiedliche Ausbildung der Grauwackenfolgen hat sehr verschiedenes Verhalten der einzelnen Bereiche (? Horizonte) auf die vielfältige tektonische Beanspruchung im Alten Gebirge bewirkt.

Weitgehend starre, kompetente Blöcke und Tafeln bilden die extrem großbankigen Grauwackenfolgen, wie sie im Gelstertal den Steinberg (Abb. 1 Prof. 1 a, b, c; Taf. 3 Fig. 14) aufbauen. Lediglich Klüftungen verschiedener Richtung und Störungen geringer Sprunghöhe durchziehen diese Folgen. Bei größerer tektonischer Beanspruchung werden einzelne Blöcke an Störungszonen gegeneinander aufgerichtet oder aufgeschoben. In der Kartierung deuten sich diese Strukturen als Folgen von Aufschlüssen mit gleicher oder geringfügig pendelnder Lagerung an, auf die nach selten oder schlecht aufgeschlossenen Störungszonen eine ähnliche Aufschlußserie mit entgegengesetztem Einfallen folgt (Südteil Gelstertal, Abb. 6).

Mit abnehmender Mächtigkeit der Grauwackenbänke und häufigerer Einschaltung von Schiefern nimmt die Neigung zur Faltung zu. Entsprechend der Regel der Stauchfaltengröße (dickere Lagen geben größere Falten) sind von weitgespannten Falten zur engen, kurzwelligen Faltung alle Übergänge zu beobachten (Taf. 3 Fig. 15).

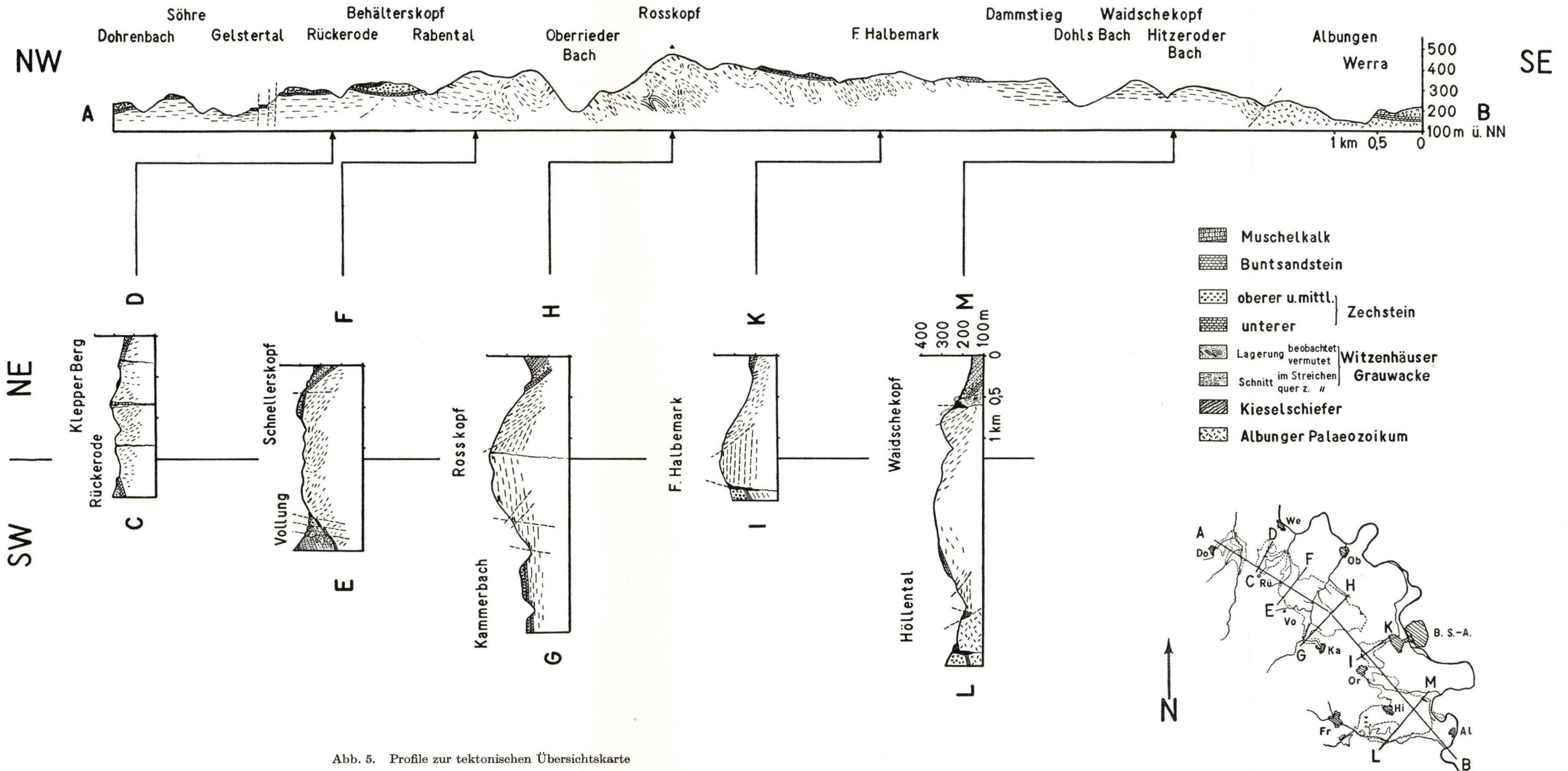


Abb. 5. Profile zur tektonischen Übersichtskarte

Bei erneuter Beanspruchung tritt in den großbankigen Grauwackenfolgen nur mehr oder weniger große Versteilung der Tafeln ein, während die dünnbankigen, schieferreichen Folgen mobiler sind und durch Zusammenschub der Falten nach oben auszuweichen suchen. Somit wird die Beobachtung verständlich, daß von den groß- und mittelbankigen Grauwackenfolgen vorwiegend die Strukturen posthum durchgepaust, die dünnbankigen dagegen gleichmäßiger, ohne bevorzugte Richtung, aufgepreßt werden.

4. Klüftdiagramme des Zechsteinkalkes und der Grauwacke

Während die Klüfte des Zechsteinkalkes durch die gleichmäßige Beschaffenheit des Gesteins regelmäßig ausgebildet sind und klare Zusammenhänge mit der Tektonik zeigen, hängt die Klüftung in der Grauwacke in hohem Maße von der Profilausbildung ab. In den dünnbankigen und plattigen, schieferreichen Grauwackenfolgen sind vorwiegend Q- und Längsklüfte senkrecht zur Schichtung ausgebildet. Mit wachsender Bankmächtigkeit werden die senkrecht auf s_1 stehenden Klüfte zunehmend durch schiefwinkliger, kurze Scherflächen ersetzt, deren Indizierung z. T. schwierig ist. Trotzdem heben sich vielfach aus einem größeren Streuungsbereich Maxima ab, deren tektonische Zuordnung eindeutig ist (DG_3 , DG_5 in Abb. 4).

Einen keineswegs vollständigen Überblick sollen die in der tektonischen Übersichtskarte (Abb. 4) dargestellten Klüftdiagramme geben.

DZ_2 und DZ_3 stellen zwei charakteristische Diagramme des Zechsteinkalkes dar, deren deutliche Maxima der Längsklüfte gemäß der Lagerung von s_1 vom Sattelscheitel wegfallen und den durchschnittlichen Rückdrehungsbetrag für die Diagramme der unterlagernden Grauwacke angeben. Die im Gegensatz zu DZ_2 in DZ_3 ausgeprägten Q-Maxima deuten auf die Anhebung gegen die „Horst“ hin. Dagegen sind in DZ_2 und DZ_1 (oberer Teil von Fig. 13 auf Taf. 2) deutliche Häufungen einer steilen, etwa NNE-SSW (= rheinisch) streichenden Klüftung ausgebildet.

Nach der in DG_1 sich abzeichnenden Q-Klüftung besteht die Möglichkeit, die Lagerung der Grauwackenfolgen des neuen sowie der beiden anderen Steinbrüche am Schafhof bei Frankershausen konstruktiv als mit gemeinsamer 70° streichender und NE einfallender Faltenachse entstanden anzunehmen. Jedoch wären beide Schenkel einer derartigen Falte in sich gerade und die Umbiegungsstelle („Scharnier“) nicht aufgeschlossen. Da sich zudem im rechten oberen Teil des neuen Steinbruches Ruschelzonen zeigen, erscheint die Deutung als Zusammenschub zweier unzusammenhängender Blöcke wahrscheinlicher.

Die Q-Maxima in DG_2 , DG_3 und DG_5 weisen auf eine eigenständige herzynische Tektonik nach voraufgegangener erzgebirgischer Faltung bzw. Verstellung hin.

Im Gegensatz zu DG_3 , in dem die Q-Maxima senkrecht zu s_1 (petrogr. Ausbildung! Abb. 1 Prof. 7) und im Streichen liegen, ist in DG_5 die Q-Klüftung der 150° Richtung zuzuordnen, während s_1 in dem Steinbruch von 120 auf 110° dreht. Demnach behält hier auch die Klüftung in der Grauwacke, wie für die Schiefer bereits angedeutet wurde, die alte Richtung der herzynischen Achse von 150° bei.

II. Die Tektonik der Einzelgebiete

1. Der Gelstertal-Bereich

Das Gelstertal südlich Witzenhausen bietet den besten und zusammenhängendsten Einblick in die Tektonik des nördlichen Teiles des Grauwackensattels (s. Abb. 6) und damit in den Aufbau des praepermischen Untergrundes. Manche Erscheinungen der Trias- und Tertiärtektonik der näheren Umgebung erfahren eine Begründung ihrer Anlage aus den Strukturen des Untergrundes, die ihrerseits wieder alte und junge Beanspruchungspläne, von denen sie überprägt worden sind, erkennen lassen.

Wie erwähnt, durchziehen den Steinberg drei mächtige Schieferbänke, die am Nordhang des Dohrenbachtals bis unter die langsam abtauchende Zu_2 -Decke zu verfolgen sind. Das Streichen der Schiefer, am Steinberg 120 und 130°, schwenkt entsprechend dem allmählichen Abtauchen der Sattelachse des Gebirges nach NW auf 90° und über dem kleinen Steinbruch zwischen Steinberg und Dohrenbach auf 80°. Am Steinberg bildet das Einfallen mit 30° NE gegen den in etwa gleichem Streichen auflagernden Zechsteinkalk, der maximal 18° einfällt, eine schwache Diskordanz. Mit dem Umschwenken des Streichens der Schieferbänder über die E-W-Richtung hinaus tritt eine geringe Versteilung des Einfallens ein.

Am Osthang des Gelstertales, unterhalb des Schmachte-Berges, lassen sich 100 m südlich des Kieselschieferaufschlusses in großbankiger Grauwacke Schieferbänder mit annähernd gleichem Streichen und Fallen wie am Steinberg einmessen. Oberhalb von Bahnkilometer 16,0 und 15,9, in der südlich des Schmachte-Berges entlangziehenden Mulde, ist der Zechsteinkalk an zwei herzynischen Störungen von jeweils ca. 15 m Sprunghöhe verworfen, während die unterlagernde Grauwacke beiderseits der Mulde mit etwa 120° bei Einfallen von 40° und 25° NE streicht. In dem Bahnanschnitt S Karmshausen ist bei km 15,7 mehrfach Streichen um 120—130° bei nordöstlichem Einfallen von 35—40° zu messen.

Vom Beginn der Aufwölbung im Norden bis hierher herrscht annähernd gleiches Streichen und gleichsinniges Einfallen. Deshalb wird dieser Abschnitt als Steinberg-Tafel bezeichnet. Die Verschiedenheit des Einfallens der in sich unverbogenen Blöcke deutet auf schwache Verstellung an herzynischen Störungen.

Auf eine ausgeprägte Störungszone mit Bleichung, Verruschelung und dünnen Schwerspatbestegen von 125° Streichen und 55° SW-Fallen folgt eine saiger aufgerichtete Grauwackenfolge bei km 16,6. Eingeregelter Gerölle und massenhaft kleiner Pflanzenhäcksel in rauhen Schiefen schließen eine Verwechslung mit den vielfach auftretenden Scharen paralleler Klüfte aus. Andeutungen eines Gegenflügels mit Südfallen zeigt der Böschungsaufschluß des Fußweges oberhalb km 15,4 und an der Bahn selbst. Diese Struktur stellt eine Zusammenschubzone dar, die als Karmshäuser Sattel bezeichnet wird.

Weiter nach Süden folgt über einen kleinen Aufschluß oberhalb km 15,2 mit steilem Nordfallen ein durchgehender Aufschluß unter der großen Zechsteinklippe von km 15,1 bis 14,9. Abgesehen von einer geringen Aufrichtungszone mit Saigerstellung und einer Störungszone zeigt der gesamte Aufschluß steiles Nordfallen zwischen 60 und 85° bei Streichen zwischen 90 und 100°. Der Gegenflügel dieser Ellerstein-

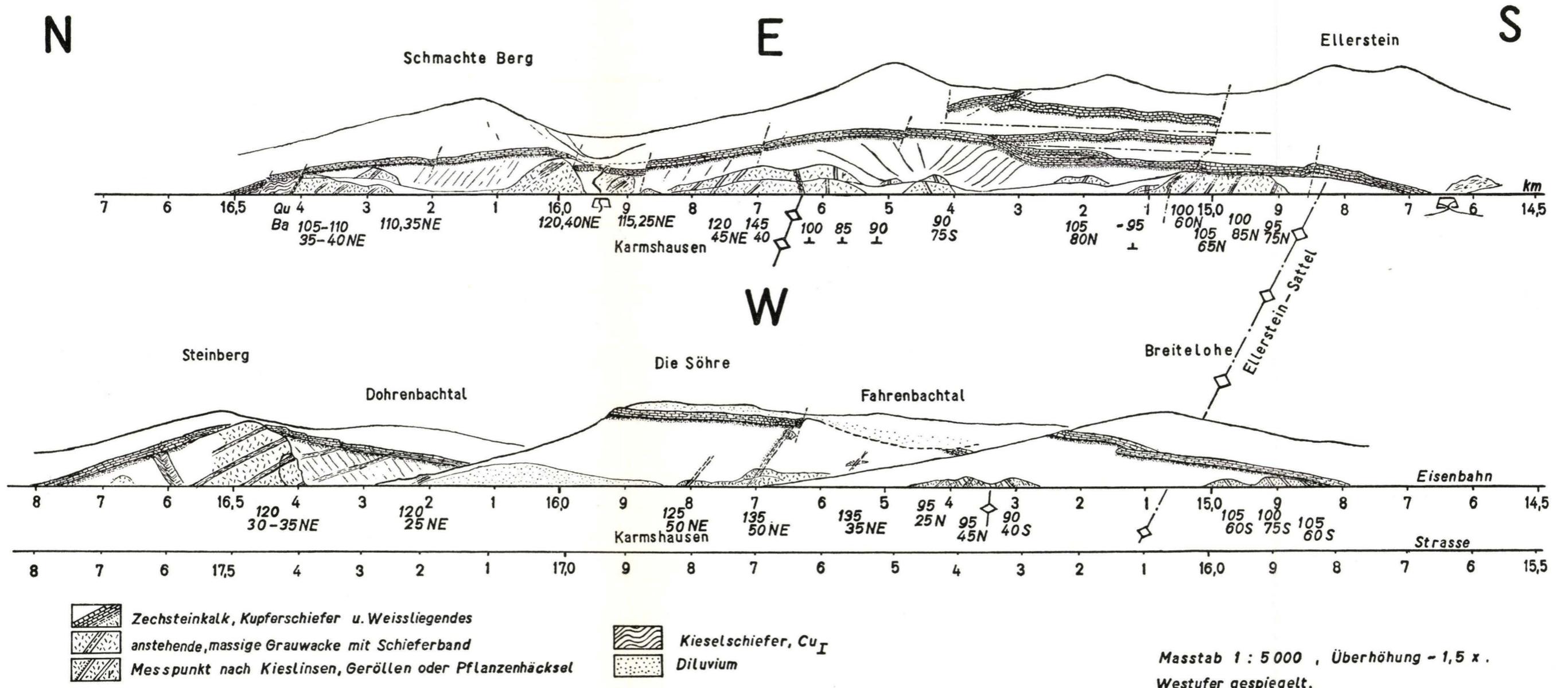


Abb. 6. Tektonik des Alten Gebirges im Gelstertal S Witzzenhausen

Sattel genannten Struktur ist auf dem Westhang des an dieser Stelle recht engen Tales sehr gut aufgeschlossen. Er reicht vom Empортаuchen des Zu₂ im Süden bis 50 m N Straßenkilometer 15,9. Das Einfallen ist etwas flacher als auf dem Nordflügel und wechselt zwischen 40 und 75° bei Streichen um 100°.

Die Sattelachse dieses schwach nordvergenten Sattels deutet sich in einer Spezialaufwölbung der Zechsteinbedeckung am Osthang oberhalb km 14,9 an. Auf einer Schar paralleler, steil S fallender E-W-Störungen ist der Zechsteinkalk mit Weißliegendem und Kupferschiefer um etwa 1,5 m angehoben, erreicht nach ca. 3 m seine Scheitelung, um dann wieder gleichmäßig nach S abzutauchen, als eines der zahlreichen Beispiele der posthumer Durchpausung eines Strukturelementes des Prae-Zechsteins-Untergrundes.

Auf dem Westufer der Gelster ist der Karmshäuser Sattel nicht deutlich ausgebildet. Am Nordgrat der Söhre zeigen geregelte Gerölle gleiche Schichtung wie am Steinberg. W Karmshausen an der Böschung des ehemaligen Basaltwerkes und oberhalb des Fahrenbaches haben die Schiefer der großbankigen Grauwackenfolge (Abb. 1 Prof. 2) eine Verteilung auf 45—50° NE und eine Drehung des Streichens auf 130-140° erfahren. Darin deutet sich ebenfalls eine schwache Kippung gegenüber der Steinberg-Tafel an.

An der Straßenböschung S Karmshausen zwischen km 16,5 und 16,3 ist ein kleiner Spezialsattel aufgeschlossen, der auf dem Ostufer nicht ausgebildet zu sein scheint. Auffällig ist eine intensive Klüftung, die im selben Streichen und Fallen wie die Schichtung des Südflügels (90—100° E. 40—50° S) den Nordflügel durchsetzt und ein gleichsinniges Einfallen der gesamten Folge nach S vortäuscht. Die Schichtung geht aus geregelten Geröllagen einwandfrei hervor, wodurch die Klüftung des Nordflügels als achsenparallele Reißflächen (h01-Klüfte) zu deuten sind.

Damit ergibt sich zusammenfassend für das Gelstertal folgendes Bild: Eine mächtige Schichtserie großbankiger Grauwacke, ungefaltete und in sich geringfügig verworfene, bildet eine herzynisch streichende Tafel im Norden der Aufsattelung, deren verhältnismäßig konstantes Einfallen mit 30—40° NE bereits eine Diskordanz zu dem transgressiv auflagernden Zechstein zeigt. In der Höhe von Karmshausen grenzt diese Tafel über eine noch ebenso streichende Zone größeren NE-Fallens an eine Folge von Sattelbildungen mit Streichen um 90 und 100°, bei denen Einfallen von 80° bis Saigerstellung vorherrscht.

Der auflagernde Zechsteinkalk, an der Basis mit Weißliegendem und Kupferschiefer durchgehend normal ausgebildet, zeigt in der gleichmäßigen Aufwölbung eine Post-Zechstein-Tektonik an, die als herzynischer Sattel in der Steinberg-Tafel bereits Prae-Zechstein angelegt war. Der Scheitel des annähernd symmetrischen, nur von herzynischen und E-W-Störungen örtlich verworfenen Sattels fällt südlich Karmshausen mit dem Scheitel des Karmshäuser Sattels und an der Söhre mit dem verstreuten Südende der Steinberg-Tafel zusammen.

Das Umbiegen der Sattelachse von Süd- und Mittelabschnitt des Alten Gebirges von 130—140° auf 120—130° im Nordabschnitt, ein Befund, der LACHMANN (1912) zu der Bezeichnung „Rundhorst“ für den Bau des Alten Gebirges veranlaßt hat, ist also weniger in einem Wechsel des Beanspruchungsplanes der Post-Zechstein-Tektonik als in der strukturellen Anlage des Untergrundes begründet.

Von Süden her macht sich das Ende des Hessisch-Lichtenauer Grabens in dem terrassenförmigen Ansteigen des Zechsteindaches nördlich des Ellerstein bemerkbar. Diesen von F. MOESTA (1883) kartierten und von E. SCHRÖDER (1925) im Zusammenhang mit den Triasgräben behandelten rheinischen Störungen entsprechen in der Grauwacke große Klufflächen, teilweise mit Harnischen, am Bahnkilometer 15,4, die steil W fallen. Ferner zeigt das Hauptschieferband des Steinberges als beginnende Transversalschieferung zwei Scharen senkrechter Klüfte, von denen die eine $130-140^{\circ}$ streicht, während die andere mit $0-10^{\circ}$ rheinische Richtung hat. Bedeutendere rheinische Störungen sind auf der Nordostflanke des Grauwackensattels nicht zu beobachten und nach der nur geringfügig gestörten Lagerung des Zechsteinkalkes auch nicht zu erwarten.

Der tektonische Bau des von der Gelster angeschnittenen Teiles des Grauwackensattels spiegelt sich klar in der heutigen Talmorphologie wieder. Beim Eintritt von Süden aus den weicheren Zo und Zm-Schichten in das Grundgebirge verengt sich das Tal auffällig. „Querschlägig“, mit genau rheinischer Richtung, durchbricht die Gelster den von rheinischen Störungen durchzogenen Ellerstein- und Karmshäuser Sattel, um dann von den Schichtköpfen der Steinbergtafel unterhalb des Schmachte-Berges in NW-Richtung abgelenkt zu werden. Erst jenseits der nördlichen Zechsteingrenze nimmt die Gelster wieder ihren ursprünglichen Verlauf an.

2. Abschnitt südlich Wendershausen, zwischen Ellerstein und Schnellerskopf

Im Gegensatz zu der vorwiegend E-W und herzynischen Tektonik der Grauwacke im Gelstertal zeigt der nach SE anschließende Abschnitt des Rückeroder-, Flachs- und Rabentales ein Vorherrschen nord-südlich gerichteter Strukturelemente. Am Südosthang des Klepper-Berges lassen unterhalb des Diabasvorkommens Kieslinien in anstehender Grauwacke noch E-W streichende Ausläufer der Gelstertaltektonik vermuten. Doch bereits die Böschungsaufschlüsse des Forstweges nördlich der Bachkehre 20 m hangauf haben 10° streichende Schieferpakete. Gleiches Streichen zeigen dicht unter der Zechsteinbedeckung anstehende Schieferbänder weiter nach NE, die in den morphologisch hervortretenden Felsrippen westlich des Mittel-Berges auf dem anderen Bachufer ihre Fortsetzung nach S haben. In dem kleinen Steinbruch östlich des Wechselgrabens pendelt die Schichtung von 125° im Süden auf 160° nach N. Das Einfallen ist in dem ganzen Bereich flach E ($25-40^{\circ}$), bis auf einen Meßpunkt NNE des Behälterskopfes, dicht oberhalb des Rückeroder Fahrweges, woraus sich eine schwache Sattelbildung etwa auf der Verbindungslinie Hainskopf-Behälterskopf andeutet.

Die Zechsteinbrücke des Mittel-Berges und Behälterskopfes bildet eine flache Quermulde zur Sattelachse des Alten Gebirges. Mit $10-15^{\circ}$ fällt der Zechsteinkalk von beiden Seiten unter den Berggrat. Morphologisch bewirken die widerstandsfähigen Hauptdolomitklippen im Muldenkern eine Reliefumkehr des geologischen Baues.

Im oberen Flachsachtal, W und SW des kleinen Habichtsteins überwiegt ebenfalls N-S Streichen bei Ostfallen um $25-45^{\circ}$. Da Faltenumbiegungen nicht aufgeschlossen sind, ist danach auch Westvergenz anzunehmen.

Das mit 30° W ungewöhnlich steile Einfallen der N-S streichenden Zechsteinkalknase östlich des Behälterskopfes geht auf die Postzechstein-Emporbewegung der Schichtköpfe der 160° streichenden und 40° E fallenden Grauwackenfolge zurück, die in dem kleinen Steinbruch am Fahrweg oberhalb des Rabentalbaches (Abb. 1 Prof. 3) aufgeschlossen sind.

Der SE-Hang des oberen Rabentales ist schlecht aufgeschlossen, doch herrscht ebenfalls N-S-Streichen mit Pendeln bis 130° bei E-Fallen vor.

3. Mittelabschnitt, das Gebiet um den Roßkopf

Das Gebiet um Sengelharth und Roßkopf wird von den größten Partien mit zusammenhängendem erzgebirgischem Streichen aufgebaut. Deshalb wurde schon früh durch Messungen gerade aus diesem Gebiet das Alte Gebirge an der unteren Werra als ein Teil des varistischen Gebirges erkannt (F. BEYSLAG 1886, S. 7).

Morphologisch stellt es mit dem Gipfel des Roßkopfes die höchste Erhebung des Soodener Berglandes, tektonisch die stärkste Aufwölbung der Längsachse des Alten Gebirges dar.

Die steilen Flanken besonders nach S und SW sind mit spärlich bewachsenen Hängen, Geröllhalden und Klippen verhältnismäßig gut aufgeschlossen. Dazu begünstigt die schieferreiche, dünnbankige Ausbildung der Grauwacke, die dieses Gebiet vorwiegend aufbaut, sicheres und häufigeres Messen von Streichen und Fallen. Andererseits hat diese Ausbildung, wie erwähnt, bei der Tektonik meist intensive Faltung begünstigt, so daß westlich Kammerbach (Taf. 3 Fig. 15) und am Roßkopf die NW-Vergenz der Faltung und die Lage der Faltenachsen direkt eingemessen werden können.

W Kammerbach schiebt die Achse der abgebildeten Falte mit 15° SW ein und bildet mit dem flach ($5-7^\circ$) SW fallenden Zechsteinkalk eine geringe Diskordanz. Die Formen der Falten sind meist steil isoklinal, z. T. mit gestauchtem Liegendschenkel oder an Störungszonen zerschert.

Den tektonischen Scheitel des Alten Gebirges in diesem Gebiet bezeichnet der Quarz-Kupferkiesgang nordwestlich des Roßkopfgipfels, da von ihm die Faltenachsen in der Grauwacke sowohl nach SE wie nach NW mit $10-15^\circ$ wegtauchen.

Die erzgebirgisch streichenden Faltenzüge finden sich vorwiegend im SW des tektonischen Scheitels. Von Kammerbach nach W haben an der Straße nach Hilgershausen die meist steil aufgerichteten Schichtfolgen (Abb. 1 Prof. 5, 6) gleichmäßiges Streichen um 40° , bis auf eine isoliert aufgeschlossene Partie mit etwa N-S-Streichen in dem Straßenknie NW Kammerbach. Von dem Faltenaufschluß (Taf. 3 Fig. 15) bis an den Oberriedener Bach bei der Sägemühle Hilgershausen verflacht sich die Lagerung der Schichtung bei Umbiegen bis fast in die E-W-Richtung.

Südlich des oberen Ahrenbergbaches und am SE- und S-Hang des Roßkopfes ist die Fortsetzung der Kammerbacher Faltenzüge im Streichen, allerdings mit der Emporbewölbung gegen den Sattelscheitel erheblich gehoben, zu verfolgen. Morphologisch unterstrichen wird die Konstanz der erzgebirgischen Richtung dieser Faltenzüge durch einige Grate und eine tief eingeschnittene Rinne, die sich von dem SE-Joch des Roßkopfes nach SW gegen den Brückenbach hinabziehen.

Weitere zusammenhängende erzgebirgische Partien befinden sich unmittelbar am Aussichtsturm des Roßkopfes und auf dem NW-Abhang gegenüber der Mündung des Sehlen-Baches sowie im S und SE der Sengelharth.

Vereinzelt treten schon innerhalb der erzgebirgischen Strukturen kleinere Partien mit herzynischem Streichen auf, das nicht mit einem Pendeln erklärbar ist. Teils grenzen sie mit flachen Aufschiebungen an die erzgebirgischen Zonen, teils scheinen sie in stetigem Übergang durch Umbiegen aus diesen hervorzugehen. Nordöstlich des tektonischen Scheitels werden sie zusammenhängender und herrschen an der Zechsteingrenze im N und NE des Roßkopfes vor. Südöstlich des Schnellerskopfes biegen diese Partien in die E-W-Richtung um. Gemessen wurde fast ausschließlich NE bzw. N-Fallen, teils zwischen 25 und 45°, besonders nördlich des Ahrenbergtales, teils zwischen 40 und 60° mit vereinzelt Saigerstellungen. Wegen der steilen Ausbildung der NE-Grenze ist eine deutliche Diskordanz dieser herzynischen Partien zu dem transgredierenden Zechstein hier nicht erkennbar.

Für die tektonische Sonderstellung des Roßkopfbereiches im Alten Gebirge als Zone höchster Aufwölbung sind verschiedene Gründe anzunehmen.

Einmal liegt in der Ausbildung selbst, wie geschildert, eine Ursache zu bevorzugter Reaktion schon auf schwache tektonische Beanspruchung. Einerseits ist die Kombination von Schiefen und dünnen Grauwackenbänken besonders faltungsfreudig, andererseits weichen die gefalteten Partien bei erneuter Beanspruchung in der Faltungsrichtung durch Verstellung der Falten nach oben, durch Hebung des Daches, aus.

Zum anderen liegt das Roßkopfbereich unmittelbar südlich der Endigungen des Leinetalgrabens. Seine NE-Flanke ist steil ausgebildet — wenn auch größere Verwerfungen zu fehlen scheinen. Die gesamte Zechsteinfolge ist hier auf wenige Zehner von m tektonisch reduziert. —

Nach SW weisen die unter den flachliegenden Zechstein untertauchenden erzgebirgischen Faltenzüge auf den Kreuzungspunkt des Hessisch-Lichtenauer und des Kasseler Grabens bei Laudenbach und Ungsterode.

Allerdings können weder über die Reichweite der dünnbankigen Grauwackenausbildung nach der Tiefe, also der Mächtigkeit der gefalteten Folge, noch über den weiteren Verlauf des Streichens der Faltenzüge nach SW mehr als nur Vermutungen angestellt werden.

Der lagerstättenkundliche Vergleich des Roßkopfganges mit den übrigen Gängen im Alten Gebirge (siehe unten) macht es wahrscheinlich, daß dieser Teil des Alten Gebirges in einer ersten Phase der Post-Zechstein-Tektonik stärker beansprucht und emporgewölbt wurde, so daß die Voraussetzungen für die im NW und SE beträchtliche Schwespatmineralisation hier nicht gegeben waren. Eine Tatsache, die das Roßkopfbereich ebenfalls als in einem besonderen Beanspruchungsknotenpunkt liegend erscheinen läßt.

4. Das Gebiet um Försterei Halbemark, SW Bad Sooden-Allendorf

Abgesehen von dem tiefen Taleinschnitt westlich Bad Sooden-Allendorf ist das Gebiet um die Försterei Halbemark schlecht aufgeschlossen.

Beiderseits der Straße nach Kammerbach im S der „Horst“, vor allem am Zufahrtsweg zur Försterei ist in mehreren Aufschlüssen Streichen von $30-40^{\circ}$ bei SE-Fallen von $30-50^{\circ}$ zu messen. Außer dieser einen erzgebirgischen Partie befinden sich nur weiter nach S vereinzelte zusammenhanglose Meßpunkte.

Etwa 400 m vom Abzweigungspunkt des Zufahrtsweges folgen nach einer Störungszone mit tektonisch beanspruchter Grauwacke einige Böschungsaufschlüsse mit herzynischem Streichen bei 70 und 40° NE-Fallen.

Diese Aufschlüsse stehen möglicherweise in tektonischem Zusammenhang mit der um $100-120^{\circ}$ streichenden und 60° NE fallenden Schichtfolge (Abb. 1 Prof. 7) in dem Steinbruch 500 m westlich des Ortsausganges von Bad Sooden-Allendorf. Mehrfach ist diese Schichtfolge von Störungen durchzogen, wodurch das Pendeln des Streichens begründet wird.

Zu dem wenige m oberhalb in dem alten Bruch anstehenden Zechsteinkalk, der bei 140° Streichen mit 10° NE fällt, steht diese herzynisch streichende Grauwackenfolge in deutlicher Diskordanz.

5. Südabschnitt; Dammstieg, Waidshkepof und Andreaskapelle, Randgebiete der Hitzeröder Hochfläche, Gebiet um Frankershausen

Das größte zusammenhängende Gebiet mit herzynisch streichender Grauwacke befindet sich im N und NE des Südabschnittes.

Nach der Unterbrechung durch die flach gelagerte Zechsteinbrücke E Orpherode setzen sich die herzynisch streichenden Grauwackenfolgen im Dammstieg und Waidshkepof bis zum Abtauchen des Alten Gebirges nach SE fort.

Morphologisch gibt der Dammstieg in dem NW-SE-Verlauf seines Gipfels den herzynischen Bau der Grauwacke sehr gut wieder.

Während an dem gut aufgeschlossenen, steilen Südhang des Dammstieges nur NE-Fallen zu messen ist, ist südlich des Dohls-Baches und am Waidshkepof SW-Fallen zu beobachten. Das Profil an der Reichsstraße 27 (Abb. 1 Prof. 11) liegt in seiner Gesamtheit, wie zwei deutliche Gradierungen beweisen, invers mit 160° Streichen und $60-80^{\circ}$ NE-Fallen unter dem mit beträchtlicher Diskordanz (ca. 40°) auflagernden Zechsteinkalk (Prof. 11, rechts unten).

Zwischen der herzynischen bis ost-westlichen Lagerung am Südhang des Waidshkepofes und dem auf mehrere hundert m konstant herzynischen Streichen in dem Bachbett E Hitzerode befinden sich zwei etwa 30 m voneinander entfernte Aufschlüsse mit $30-40^{\circ}$ Streichen und 50° SE-Fallen. Ein Übergang durch Umbiegen in herzynische Richtung ist nicht nachzuweisen, da etwa 20 m hangaufwärts eine durchgehende Grauwackenbank mit Schieferlagen über mehrere hundert m zu verfolgen ist, die lediglich um die E-W Richtung bei 30° N-Fallen pendelt.

50 m westlich der Einmündung eines kleinen Seitentales von S in den Bach E Hitzerode sind in einem 130° streichenden und 35° NE fallenden Schieferpaket flache „Walzen“ (Taf. 3 Fig. 16) ausgebildet, deren Achsen mit 40° Streichen gerade im Fallen der Schichtung liegen. Eine bereits frühdiagenetische Anlage dieser „Walzen“ ist durchaus möglich. Von Bedeutung ist in diesem Zusammenhang jedoch ihre Eigenschaft als Element einer späteren Tektonik. Die Zuordnung zu einem herzynischen

Faltungsvorgang (SW-NE) ist nicht möglich. Dagegen stellen sie in einer erzgebirgisch gerichteten Deformation (SE gegen NW) ein achsenparalleles Element dar, das nachträglich nach NE verkippt wurde. Eine Aufschiebungsfläche mit Streichen $0-10^{\circ}$, Fallen $35-45^{\circ}$ E, die das Schieferpaket mit den Walzen um etwa 2 m von SE auf die Liegendfolge aufschiebt, gehört der erzgebirgischen Tektonik als h01-Kluft an und legt damit den Bewegungssinn entsprechend der sonst beobachteten Vergenz auf SE gegen NW fest (Taf. 3 Fig. 17). Die Stirnflächen der Walzen (Fig. 16) und die entsprechenden Klüfte in der überlagernden Grauwacke sind die Q-Klüfte der erzgebirgischen Faltung.

Dieser Aufschluß ist beweisend für die tektonische Aufeinanderfolge von erzgebirgischer Faltung und herzynischer NE-Absenkung.

Entlang der Grenze zur Diabasserie fehlen sichere Meßpunkte durch relative Schieferarmut der Grauwacke; ferner verwischt die Quarzdurchtrümerung in diesem Gebiet die Einregelung plattiger Körner und Gerölle. Unzusammenhängende Meßpunkte nördlich des Kuhbaches lassen nord-südlichen Bau vermuten.

Gute Aufschlußverhältnisse im Berkatal SE Frankershausen geben Einblick in den komplexen Bau dieses Gebietes. Eine zusammenhängende erzgebirgische Struktur mit SE-Fallen ($35-45^{\circ}$) ist in dem „Mannrode“ bei der Post-Zechstein-Tektonik als SW-Zipfel des Alten Gebirges, rechtwinklig zur eigentlichen Sattelachse, emporbewegt worden. Der neue Steinbruch am Schafhof (Abb. 1 Prof. 8) zeigt als Fortsetzung im Streichen nach NE die gleichmäßige Lagerung dieser ungefaltete aufgerichteten Schichtfolge.

Unmittelbar nach NE folgt, durch eine Störungszone getrennt, eine herzynische Scholle von größerer seitlicher Ausdehnung. Die kleinen Steinbrüche und der alte direkt hinter dem Schafhof (Abb. 1 Prof. 9, 10) haben bei durchgehendem 130° Streichen flaches Einfallen von $15-25^{\circ}$ NE.

Zwischen „Bauernhölzchen“ (N Schafhof) und dem Westteil des Langer-Berges wird eine N-S streichende Zone mit Ostfallen von $35-60^{\circ}$ durch das Tal angeschnitten, die bis zum Whs. „Frau Holle“ wieder in erzgebirgische Richtung umbiegt. Nördlich „Frau Holle“ liegt darüber eine flach NE fallende herzynische Schuppe.

6. Der Verband zum Liegenden

Oben wurde bereits der Verband der Grauwacke mit dem stratigraphisch Hangenden, den mit aller Wahrscheinlichkeit kulmischen Kieselschiefern des Gelstertales, besprochen. Betont sei jedoch nochmals, daß die herzynische Störung, die den Kieselschiefer im NE gegen die Grauwacke verwirft, bereits Prae-Zechstein angelegt ist und Post-Zechstein erneut und im selben Sinn wirksam geworden ist.

Der Verband zum Liegenden, der Diabasserie bzw. anderen Gliedern des Albunger Paläozoikums, ist tektonischer Art. Ob ursprünglich, vor der ersten Faltung der Witzenhäuser Grauwacke, ein transgressiver Verband der Grauwacke zu der bereits gefalteten Diabasserie bestand, ist möglich, müßte jedoch mit Kieselschiefern begonnen haben, wenn man die Kieselschiefer bei der Försterei Schmelzhütte als horizontbeständiges Basisglied der Witzenhäuser Grauwacke ansieht, wofür, wie oben begründet wurde, manches spricht.

Die von O. MÜGGE (1919) in den Kiesgrauwacken- und Geröllagen beobachteten Diabasgerölle brauchen keineswegs aus der Diabasserie des Höllentales zu stammen, da in der Nähe der Liegendgrenze keinerlei Häufung zu beobachten ist, was bei einer unmittelbaren Transgression zu erwarten wäre.

Das etwa N-S streichende, saiger stehende Schieferband auf der Bergnase nördlich des Kuhbaches, das kaum 100 m von der Liegendgrenze entfernt ist, spricht selbst bei Annahme erheblicher Verstellung gegenüber der Diabasserie durch die spätere Tektonik gegen einen unmittelbaren Transgressionsverband.

In dem Wegeeinschnitt westlich der Schnepfenburg im S der Hitzeröder Straße sind anstehende Diabase und Grauwacken auf wenige m voneinander entfernt aufgeschlossen. Ruschelzonen, verquarzte und gestriemte Grauwacke sowie Imprägnation mit Eisenoxiden beweisen tektonischen Verband.

Am SW-Stoß des mittleren Teiles der Alburger Ziegeleigrube ist der Verband mehr oder weniger durchgehend aufgeschlossen. Unter Diluvium steht in der vorspringenden Nase im N zerklüftete Grauwacke an, die weiter nach S noch stärker zerbricht bei gleichzeitiger Zunahme der Verquarzung. Mit Beginn der phyllitischen, intensiv beanspruchten Schiefer der Liegendserie hat die Verquarzung ein Maximum erreicht. Milchquarztrümer von mehreren cm Dicke, die wie ausgewalzt erscheinen, durchsetzen die Schiefer. Diese Trümer fallen mehr oder weniger steil unter die Grauwacke ein und lassen damit N- bis NW-Fallen der tektonischen Grenze vermuten.

III. Ergebnisse und Vergleich

1. Tektonische Zusammenfassung

Nach den dargestellten Geländebefunden läßt sich zusammenfassend für die Tektonik des Alten Gebirges feststellen:

1. Das gesamte Alte Gebirge in seiner herzynischen Erstreckung ist ein posthum wiederbelebtes Strukturelement des Prae-Zechstein-Untergrundes.
2. Die Post-Zechstein-Tektonik bildete, nach dem Mineralisationsablauf (siehe unten) zu urteilen, in mehreren Phasen einen stellenweise symmetrischen, vorwiegend im NE verstellten Sattel mit Absenkung des NE Vorlandes (Sattelformbildung an einer Schollenstufe).
3. Die Prae-Zechstein-Tektonik läßt, abgesehen von der bretonischen (marsischen) Faltung der Liegendserien, zwei zeitlich getrennte, in Ursache und Ausbildung verschiedene Phasen erkennen, deren Reihenfolge festgelegt werden kann:
 - a) Eine von SE nach NW gerichtete Einengungstektonik bewirkte je nach der Ausbildung der Schichtfolge eine weitere oder engere NW-vergente Faltung oder Bruchschollenverstellung in überwiegend erzgebirgischer Richtung über den gesamten heute aufgeschlossenen Bereich der Witzenhäuser Grauwacke.
 - b) Später verstellte eine mit zahlreichen Störungen verbundene herzynische Quertektonik Schichtung und Faltenachsen der erzgebirgischen Strukturen durch

Absenkung nach NE in einer relativ schmalen Zone, die im Mittel- und Südabschnitt mit der steilen NE-Flanke des heutigen Sattels zusammenfällt.

Die NE-Absenkung ist nach Rückdrehung der Post-Zechstein-Verstellung einwandfrei erkennbar. Verschiedene Beobachtungen deuten auch auf Zusammenschub (SW-NE), doch sind sie zeitlich nicht klar von den Einengungen der Post-Zechstein-Tektonik abzugrenzen.

4. Die posthume Wiederbelebung der alten herzynischen Struktur in der Post-Zechstein-Tektonik erfolgte in der gleichen Art, nur daß die durch Einengung bzw. Hebung hervorgerufene Aufsattelung gegenüber der Absenkung der NE-Scholle überwog.
5. Wenn für die Post-Zechstein-Tektonik des Unterwerrasattels eine alte Anlage nachgewiesen werden konnte, so ist der Schluß naheliegend, daß die herzynisch gerichtete Störungszone, in deren Bereich sich die herzynische Prae-Zechstein-Tektonik hauptsächlich abspielte, ihrerseits auf eine noch ältere Anlage zurückzuführen ist. Diese ältere Anlage wäre jedoch während der erzgebirgisch gerichteten Einengungstektonik (SE gegen NW) latent geblieben oder hätte allenfalls in einer verstärkten Ausbildung von Q-Klüften bestanden.
6. In dem Verhältnis der Grundgebirgstektonik zu den Grabeneinbrüchen der saxonischen Tektonik läßt sich im Gelstertal zeigen, daß lediglich Störungen mit Sprunghöhen bis zu wenigen Zehnern von Metern in rheinischer Richtung, z. T. staffelförmig nebeneinander, als auslösende Brüche anzusehen sind. Durch Salz und Gips erfolgte dann die Verstärkung der Tektonik, die zu den erheblichen Sprunghöhen und Kippungen der eigentlichen Grabenbildung führte.
7. Der Post-Zechstein-Sattel in seiner Gesamtheit sowie einzelne Strukturen des Untergrundes werden durch die rezente Morphologie exhumierte.

2. Vergleich mit Harz, Kyffhäuser und Ostthüringen

Diese unabhängig von anderen Gebieten im Alten Gebirge an der unteren Werra gesammelten tektonischen Beobachtungen über Richtung, Art und zeitliche Abfolge lassen sich beim Betrachten der Nachbargebiete in einen größeren Zusammenhang einordnen.

Für den Harz hatten verschiedene ältere Geologen nach der Einengungstektonik, die in mehreren Phasen den erzgebirgisch streichenden Faltenbau des Gebirges erzeugte, eine erneute Überfaltung mit entgegengesetzter Faltungsrichtung angenommen (K. A. LOSSEN 1881). Der Zusammenhang dieser Richtungsänderung in der Tektonik mit dem Wechsel der Erstreckungsrichtung in der magmatischen Abfolge des Brockengebietes, deren Nachbarschaft zu der NE-Randstörung (Brocken-Ramberg) und die damit verbundene Gangbildung waren bekannt, wenn auch teilweise zu eng gefaßt (F. KLOCKMANN 1893).

TH. BRANDES (1919) stellte aus palaeogeographischen Betrachtungen heraus in einer Arbeit über „Die varistischen Züge im Bau Mitteldeutschlands“ ein weitmaschiges Netz aus erzgebirgischer und herzynischer Querfaltung in jung- und nachpalaeozoischer Zeit dar. Über die zeitliche Anlage schreibt BRANDES (S. 239): „. . . so

läßt sich schon heute erkennen, daß der ‚gerichtete epirogenetische NW-Faltenwurf‘ in seiner Anlage viel älteren Datums ist, als man vermuten möchte, daß er offenbar in palaeozoische Zeit zurückreicht, womit den saxonischen Faltungerscheinungen immer mehr der Charakter einer Posthumität zukommt. . .“ — Für den Unterwerrasattel ist die Posthumität in den voraufgegangenen Ausführungen nachgewiesen worden.

Auf die annähernde Parallelität der Richtung dieser herzynischen „Faltung“ mit dem SE-Rand der baltisch-russischen Tafel (Fennosarmatia nach H. STILLE) hat bereits A. TORNUST (zitiert von BRANDES 1919, S. 238) hingewiesen.

Für Thüringen stellte W. v. SEIDLITZ (1927—28) die Vergitterung der tektonischen Achsen im Grundgebirge und dem Triasvorland eingehend dar und nimmt für das Auftreten der herzynischen (=thüringischen) Bauelemente, vor allem den Ostthüringer Quersattel, ein sehr hohes Alter, „vielleicht älter als die varistische Faltung“ an.

Wurde von den älteren Geologen in der Begriffsbildung „Querfaltung“ das mit der Vorstellung gleichmäßiger Einengungstektonik verbundene Wort „Faltung“ überbetont, so wies H. STILLE (1930), sehr mit Recht, wie nach den Befunden an der Werra festgestellt werden kann, auf den germanotypen Charakter dieser „Quertektonik“ hin.

Am Kyffhäuser und Südharz (Ilfelder Becken) wies W. SCHRIEL (1923) ebenfalls eine alte Quertektonik nach, wenn auch nicht als Vergitterung epirogenetischer Bodenschwellen im Sinne von BRANDES. In der saalischen Phase äußert sich die Quertektonik bereits, wenn auch nur lokal am Kyffhäuser, in einer Diskordanz von herzynisch streichendem Zechstein und rechtwinklig dazu verlaufenden Faltenachsen des Rotliegenden. Für die Südharzer Erzgänge wird von SCHRIEL asturisches Alter nachgewiesen und für die Gänge des Kyffhäusers wahrscheinlich gemacht.

H. SCHOLTZ (1930) lehnt für den Ostthüringer Quersattel eine „Querfaltung“ in herzynischer Richtung im Sinne von ZIMMERMANN (1911) ab. Die offensichtliche Quertektonik, die den Ostthüringer Quersattel gegen NE hochkippte, ist nach SCHOLTZ (S. 276) „auf die gleiche tektonische Bewegung zurückzuführen, die auch den übrigen nordöstlich orientierten Formenschatz des Schiefergebirges schuf“. Damit wird die Wahrscheinlichkeit der alten Anlage des Ostthüringer Quersattels, wie sie von den älteren Autoren auch nach der Lage der Granite und deren Gangfolge angenommen wurde, offengelassen.

3. Die Quertektonik

AMPFERER (1915) gab in einer prägnanten Darstellung, die aus Beobachtungen in den Alpen abgeleitet war, einen theoretischen Abriß der Querfaltung. Da bei der alten herzynisch gerichteten Tektonik im mitteldeutschen Grundgebirge Faltungsvorgänge nur untergeordnet vorhanden zu sein scheinen, wird hier allgemeiner von „Quertektonik“ gesprochen.

Für die Art der Quertektonik sind von relativ breiten Absenkungszonen mit NE eintauchenden Faltenachsen von längerer Erstreckung, „Geoflexuren“, über Störungen mit Schleppung bis zu steilen, tiefreichenden Querbrüchen ohne Abknickung der quer geschnittenen Randpartien alle Übergänge zu erwarten.

Im deutschen Varistikum scheinen im Bereich der Rheinischen Masse die scharfen und tiefreichenden Störungen vorzuherrschen, während im Raum zwischen Eder und Elbe, dessen primär flache Geosynklinalfüllung gegenüber dem Westen später, in dem sudetischen Faltungsbau (STILLE 1951), konsolidiert wurde, die Quertektonik überwiegend in Schollenkippen mit mehr oder weniger breiten herzynischen Absenkungszonen bestanden hat.

Teil C: Lagerstätten

I. Historischer Abriss und Einteilung

Die Bearbeitung der Lagerstätten und kleineren Vorkommen von Erzen und nutzbaren Mineralien wurde auf die derzeit im Abbau befindlichen und die innerhalb des Grauwackenverbreitungsgebietes gelegenen Vorkommen beschränkt. Eine vollständige Darstellung, die einer späteren Arbeit vorbehalten bleibt, hätte die im Zechstein aufsetzenden Gänge — z. B. den Quarzgang auf den „Diamantenäckern“ NW Rückerode oder das Brauneisenvorkommen nördlich des Steinberges im Gelstertal — mit zu berücksichtigen, was eine stratigraphische Neubearbeitung des Zechsteins im Gebiet der unteren Werra zur Voraussetzung hätte. Es sollten neben neuen lagerstättenkundlichen Erkenntnissen für das Gebiet vorwiegend Gesichtspunkte für die Tektonik des Grauwackengebirges und die zeitliche Abfolge seiner Entstehung gewonnen werden.

Von alters her wurde im Alten Gebirge an der unteren Werra Bergbau betrieben. Jedoch wechselte die Bedeutung der einzelnen Vorkommen im bergbaulichen Sinn als Lagerstätten mehrfach. Während heute nur noch der Schwerspat auf den Gruben „Gustav“ im Höllental und „Chattenberg“ am Waidsherkopf abgebaut wird, ist der Kupferschiefer- und Gangbergbau auf Erze völlig eingestellt. Bis auf die ganz beschränkte Gewinnung von Brauneisen in ausgesprochenen Konjunkturzeiten dürfte letzterer kaum wieder Bedeutung erlangen; für Schwerspat dagegen sind Schürfungs- und Abbauaussichten durchaus erfolgsversprechend.

In den Erläuterungen zu Blatt Allendorf erwähnt BEYSCHLAG eine Urkunde über den Bergbau auf Kupferschiefer bei Hitzerode und Orpherode aus dem Jahre 1499. „Beim Bilstein“ befand sich um 1537 Kupferschiefer- und Gangbergbau. Aus dieser Zeit stammen wahrscheinlich die zahlreichen Pinggen entlang des Ausbisses des Kupferschiefers auf dem gesamten Südrand des Höllentales. Ein alter, nur etwa 0,80 m hoher Stollen, von dem noch wenige Meter in einer Biegung der Tagesförderstrecke der Grube „Gustav“ erhalten sind, hat offensichtlich in jener Zeit der Vorrichtung des Kupferschieferbergbaues gedient. Für die Bergleute damals war das sonst sehr mühsame Vortreiben der Stollen in dem weichen Schwerspat des Ganges besonders vorteilhaft. Ein Abbau der in diesem Stollen möglicherweise angefahrenen „Kobolte“ oder „Kupfernickel“ erfolgte nicht, da nach F. KAPFF (1792) die Smalteherstellung oder gar die Verhüttung des Nickels zu dieser Zeit noch unbekannt war. 1571 entstand die erste böhmische Kobaltglashütte und von 1640 bis 1650 die sächsischen Blaufarbenwerke. In Schweina und Richelsdorf beginnt erst um 1720 die Blaufarbenherstellung. Jedoch wurden nach O. HAUSBRAND (1938) bereits 1708 im Richelsdorfer Gebirge Kobalterze gefördert. J. P. RIESS (1791) berichtet von dem Bergbau auf dem „Wellingeröder Kupferschieferflöz, beim Dorfe Abte-

rode“ als einem alten, unrentablen Abbau, auf dem ein letzter Versuch um 1730 stattgefunden habe. Die Schiefer wurden damals über die Werra und Weser nach Karlshafen transportiert. Da in Karlshafen neben der Kupferhütte ein Blaufarbenwerk bestand, könnten nur in den ersten Jahrzehnten des 18. Jahrhunderts Kobalterze aus dem Gang der heutigen Grube „Gustav“ abgebaut worden sein; sicher nicht in bedeutender Menge oder längere Zeit. Der Gangbergbau auf Kupfererz, schon von RIESS als unergiebig bezeichnet, wurde nach BEYSLAG bis in die Mitte des vorigen Jahrhunderts ergebnislos versucht. Um die Jahrhundertwende setzte dann der Bergbau auf Schwerspat ein, der von BÄRTLING (1911) teilweise und vorwiegend nach BEYSLAG beschrieben wurde.



Abb. 7. Lagerstättenkundliche Übersichtskarte

Eine Einteilung der zahlreichen Erz- und Mineralvorkommen läßt sich verhältnismäßig einfach und widerspruchsfrei nach zwei verschiedenen Gesichtspunkten durchführen:

1. Nach dem Ganginhalt unterscheiden sich:
 - a) Reine Quarzgänge mit Kupferkies
 - b) Quarz-Kupferkiesgänge mit Schwerspat
 - c) Reine Schwerspatgänge, z. T. mit „Kobaltrücken“
2. Nach der tektonischen Lage:
 - a) Gänge auf oder parallel der Sattelachse des Gebirges („Scheitelgänge“)
 - b) Gänge an den Randbrüchen („Randgänge“)
 - c) Gänge im Bereich der Grabenenden.

Beide Einteilungsformen stehen insofern zueinander in Beziehung, als die reinen und die schwerspatführenden Quarzgänge mit Kupferkies in Lage und Richtung weitgehend an den Scheitel des Sattels gebunden sind, z. T. in Zonen, die durch die Enden der Triasgräben modifiziert sind (z. B. Roßkopfgang). Im Gegensatz dazu finden sich die Gänge mit reinem Schwerspat an den Randstapfeln des Alten Gebirges oder im Bereich des heraushebenden Hessisch-Lichtenauer Grabens (Gelstertal). Auf eine Zuordnung der einzelnen Gänge nach dieser Einteilung zu der von BÄRTLING entworfenen Typisierung wird in dem Abschnitt über Vergleiche zu den Nachbargebieten eingegangen. Die Reihenfolge der Darstellung der Einzelvorkommen erfolgt nach der augenblicklichen wirtschaftlichen Bedeutung und danach der tektonischen Position.

II. Die Einzelvorkommen

1. Der Höllentalgang, Grube „Gustav“

Die augenblicklich wirtschaftlich bedeutendste Lagerstätte ist der Gang der Grube „Gustav“. Nach seiner tektonischen Lage gehört er zu den Gängen auf den Randstapfelbrüchen, nach dem Ganginhalt zu den reinen Schwerspatgängen mit Nickelerzen in Form von „Kobaltrücken“ in Höhe der gegeneinander verworfenen Teile des Kupferschiefers.

Südlich der Höllentalstraße Albungen-Frankershausen, 450 m SW der Försterei Schmelzhütte an der Straße nach Abterode, liegen die Bauten der Grube „Gustav“. Morphologisch ist der Verlauf des Ganges durch eine Erosionsrinne erkennbar, die sich in annähernd Ost-West-Richtung zwischen Iberg und Wellingerode von der Hochfläche herunterzieht.

Der Gang streicht in fast gerader Richtung um 100°. Seine Längenerstreckung ist nach Osten bis etwa an die Straße Wellingerode-Höllental unter Tage aufgeschlossen; dort dünnt er in unbauwürdige Trümer von einigen Dezimetern Mächtigkeit aus. Nach Westen wurde er in seiner Fortsetzung jenseits des Abteroder Baches im anstehenden Zechsteinkalk erschürft, jedoch auch mit erheblich reduzierter Mächtigkeit. Aus Wasserhaltungsgründen erfolgt bisher noch kein Abbau im Gangteil unter dem Abteroder Bach. Das Einfallen ist steil südlich oder saiger. Durchschnittlich

etwa 7,5 m, maximal 15 m, beträgt die Gangmächtigkeit, die in Höhe der 27-m-Sohle (I. Tiefbausoehle) oder etwas darüber ihren höchsten Wert haben dürfte, da die neuesten Tiefenaufschlüsse den Gang mit verringerter Mächtigkeit, zum Teil in zwei parallele Trümer aufgespalten, angetroffen haben. Von der allgemeinen Gangrichtung zweigt nur ein kürzeres Seitentrum nach NW in herzynischer Richtung ab.

Von den liegenden Diabasen und Schiefen der oberdevonischen Diabasserie (H. STARK 1951) und den diskordant überlagernden Gliedern des unteren Zechsteins setzt der Gang bis in die Letten und den Hauptdolomit des mittleren Zechstein. Gute Aufschlüsse der Transgression vom unteren Zechstein mit Weißliegendem und Kupferschiefer über Diabas befinden sich über Tage am Stollenmundloch beim Schwerspatbunker der Grube. Mehrfach sind Störungen aufgeschlossen, die den flach nach Süden fallenden Zechsteinkalk treppenartig auf den emporgewölbten Diabassätteln ansteigen lassen. Die Sprunghöhe dieser vorwiegend parallelen Staffelbrüche ist sehr verschieden. Von wenigen Dezimetern bis zu Zehnern von Metern summiert sich durch sie der bedeutende Hebungsbetrag der Aufwölbung des Alten Gebirges um etwa 150 m aus dem Gebiet mit annähernd söhlicher Lage des Zechsteins zwischen Krösselberg und Wellingerode bis zur Grauwackenhochfläche S Hitzerode. Etwa um 10—20 m wird der Kupferschiefer durch den Höllentalgang verworfen.

Auf Härte und verhältnismäßig geringe Klüftigkeit des Diabases ist das weite Klaffen der gangbildenden Spalte zurückzuführen. Die Salbänder sind im Diabas scharf ausgebildet, teilweise mit einem fingerbreiten Saum von rotem Schwerspat. Dagegen neigt der Gang im Schiefer mehr zur Bildung von kleinen Seitenverastelungen. Weiter vom Gang entfernte Trümchen des Schwerspates haben wie die Schiefer eine intensiv rote Farbe. Am Gang selbst sind die Schiefer gebleicht und zermürbt. Auf weite Strecken zeigt das nördliche Salband als Spuren jüngster Tektonik Harnische mit ausgeprägter, steiler Striemung.

Der Inhalt des Ganges besteht fast ausschließlich aus Schwerspat; nur auf der 27-m-Sohle wurde eine kleinere Partie von Kalkspat stehengelassen. Quarz fehlt bis auf vereinzelte kleine Partien in den Erzschnüren und den Nickelerzen. Auch die Befürchtung vor einer verquarzten Wurzel ist nach dem jetzigen Stand der Tiefenaufschlüsse unbegründet. — Der Schwerspat ist rein weiß, teils grobblättrig, teils feinkristallin; selten treten Häutchen von Eisenoxyden auf. In den tieferen Partien finden sich Funken von Kupferkies und Rotnickelkies im Schwerspat. Daß der rote Schwerspat an den Salbändern und in den Schiefen einer älteren Schwerspatgeneration angehört, wie es THIENHAUS (1940) für das Richelsdorfer Gebirge beweisen konnte, und seine Färbung nicht nur durch Aufnahme von Mangan oder Eisen aus dem Nebengestein verursacht wurde, ist sehr wahrscheinlich. Auf einigen Handstücken des Salbandes ist eine deutliche Grenze zwischen dem roten und dem weißen Schwerspat zu beobachten, auf der, neben einem unterbrochenen Häutchen von Kalkspat, idiomorphe Kupferkieskristalle verstreut sind. Ein Beweisstück mit verworfenen Trümchen wurde nicht gefunden, da der rote Schwerspat gegenüber dem weißen quantitativ völlig zurücktritt.

Parallel zu den Salbändern, etwa in der Mitte des Ganges, tritt in den tieferen Partien eine wechselnde Anzahl von ungefähr zentimeterstarken, im Streichen aushaltenden Erzbändern auf. Unter dem Erzmikroskop erweisen sie sich als ein feines

Gerüst von Pyrit und wenig Markasit, das die Rhomboederspaltflächen von weitgehend herausgelöstem Eisenkarbonat abbildet. Nur an wenigen Stellen ist der Siderit noch an seiner Anisotropie und den Innenreflexen zu erkennen. Teilweise sind die feinen Pyritlamellen des Gerüsts ihrerseits durch tektonische Beanspruchung vor Herauslösung des Siderits verbogen worden (Taf. 4 Fig. 19, 20).

Nach dem Absatz des Siderits, der ursprünglichen Ausfüllung der Erzbänder, erfolgte also eine Verdrängung durch Pyrit, die auf den Spaltflächen vordrang, möglicherweise begleitet von Kataklyse. Die Pyritmineralisation hielt nicht lange an; nur an einigen Stellen zeigen die Banderze etwas fortgeschritteneren Ersatz des Siderits durch Pyrit.

In den oberen Teilen des Ganges sind Pyrit und Brauneisen in Zonen von brekziösem Schwerspat häufiger. Melnikowitpyrit weist auf niederthermale Bildung dieser jüngsten Mineralisation hin. Neben den bereits erwähnten idiomorphen Quarzkristallen treten kleine Partien von Manganoxiden, nach Ausbildung der Kristallaggregate und Farbe wahrscheinlich Pyrolusit, auf.

Über die Ausbildung des Ganges in Höhe des Kupferschiefers kann heute nur indirekt geurteilt werden, da diese Partien vollständig abgebaut oder unzugänglich sind. Jedoch fanden sich auf den älteren Halden Stücke und Blöcke von Nickelerzen bis zu Kopfgröße nesterweise im Schwerspat eingewachsen, die ein bisher in der Literatur unbekanntes Vorkommen vom Typ der „Kobaltrücken“ der sächsischen, Thüringer und Richelsdorfer Schwerspatgänge beweisen. Das Vorkommen hat, wenn es, wie bereits erwähnt, überhaupt als solches erkannt worden ist, wahrscheinlich nie wirtschaftliche Bedeutung gehabt. Es zeigt aber, daß prinzipiell im gesamten Verbreitungsgebiet des Kupferschiefers bei günstigen tektonischen Voraussetzungen mit der Anreicherung von Kobalt und Nickelerzen auf den Schwerspatgängen zu rechnen ist. Zwar sind die „Rücken“ der bekannten Schwerspatgänge nach O. HAUSBRAND (1938) weitgehend abgebaut, doch dürfte von den tatsächlich vorhandenen Gängen erst ein Teil bekannt sein.

Ließen die Handstücke nach der pfirsichroten Farbe von Erythrin auf den Verwitterungsflächen auf Kobalterze schließen, so zeigte die chemische Analyse im Anorg. Chem. Inst. der Universität Göttingen, daß Kobalt zusammen mit Zink nur Nebenbestandteil (bis 4%) ist. Hauptbestandteile sind Nickel und Arsen. An Spuren wurden nachgewiesen: Bi, Au, Al, Mg, SiO₂, Ca, Ba.

Die erzmikroskopische Untersuchung zeigte das Vorherrschen von Rotnickelkies. Stellenweise zeigt er eine ausgeprägte Drucklamellierung in einer oder zwei Scharen, die zum Teil bei der intensiven Kataklyse, die das gesamte Erz durchgemacht hat, verbogen sind (Taf. 4 Fig. 21).

Neben dem apfelgrünen Annabergit kommt ein anderes, bisher nicht identifiziertes Verwitterungsmineral des Nickels vor, das als weißes, anisotropes Mineral mit sehr hohem Reflexionspleochroismus bei RAMDOHR (1950, S. 424) erwähnt ist. Die Bildung des Minerals schreitet auf den Drucklamellierungsflächen vor.

Mengenmäßig zurücktretend, liegt Weißnickelkies in zwei Phasen vor: der kubischen Modifikation Chloanthit und deutlich anisotroper Rammelsbergit. Chloanthit überwiegt quantitativ. Weißnickelkies und Schwerspat beteiligen sich gemeinsam an der Ausheilung der kataklastischen Risse im Rotnickelkies. Von den beiden

Modifikationen des Weißnickelkieses benutzt Chloanthit bei der Verheilung Fugen zwischen Rotnickelkies und Rammelsbergit, ist also jünger. Chloanthit und Rammelsbergit haben ebenfalls eine starke Katalase durchgemacht, die durch Schwerspat verheilt wurde (Taf. 4 Fig. 22).

Feine Trümchen von Pyrit durchsetzen die Erze und den Schwerspat. Sie sind altersgleich mit dem Pyritnetzwerk der Banderze der tieferen Gangzone und gehören der jüngsten tiefstemperierten Mineralisation an.

Zur Frage der Entstehung der „Kobaltrücken“ weist bereits C. E. A. v. HOFF (1814) auf den Einfluß des Kupferschiefers für den Chemismus der Erzausfällung hin, ein Zusammenhang, der bis dahin rein deskriptiv festgestellt worden war. Die Herkunftsmöglichkeiten der Metallösungen — aus dem Kupferschiefer oder alszendend mit den übrigen Gangmineralen — läßt v. HOFF offen. BEYSLAG (1898) und KRUSCH (1902 u. 1920) betonen erneut den Einfluß des Kupferschiefers. SCHNEIDERHÖHN (1941) gibt als Deutung die alszendenten Zufuhr mit Anreicherung durch topomineralische Reaktion an dem Bitumengehalt des Kupferschiefers. Die vereinzelt vorkommenden Nickelerzen in den tieferen Partien des Höllentalganges, die unmöglich durch Lösung aus dem Kupferschiefer etwa 30 m tiefer mit dichtem Schwerspat abgesetzt sein können, wären ein erneuter Beweis dieser Deutung.

2. Der Dohlsbacher Gangzug (Scheitelgänge)

Die Gänge des „Dohlsbacher Gangzuges“ wurden, wie erwähnt, von BEYSLAG (1886) in den Erläuterungen zu den Blättern Allendorf und Witzenhausen zusammenfassend beschrieben. BÄRTLING (1911) behandelt ebenfalls nur die Vorkommen dieses Gangzuges. Er erwähnt zwar die damalige Schwerspatmühle im Höllental, ohne jedoch auf den Höllentalgang einzugehen. BEYSLAGS Beobachtungen fügt er eigene vorwiegend im Hinblick auf die Schwerspatvorkommen hinzu. Diese Beobachtungen werden nur gestreift, da die tektonischen Zusammenhänge für viele eine genetische Erklärung bedeuten.

Trotz vielfacher Verschiedenheit in Ausbildung und Inhalt zeichnen sich die Vorkommen dieses Gangzuges durch ein gemeinsames Generalstreichen von 120—140° aus. Ursache dieser Grundrichtung ist der in allen Fällen offensichtliche genetische Zusammenhang mit dem herzynischen Sattelscheitel des Alten Gebirges. Da der Sattel des Gebirges vielfach unsymmetrisch ausgebildet ist, wechselt die Lage der Spalten zur Sattelachse. Die Neigung zur Spaltenbildung ist an der steilen Flanke am größten. So liegt z. B. der Waidschekopfgang nordöstlich des eigentlichen Sattelscheitels, während die Gangbildung N Orpherode oder bei Rückerode südwestlich davon erfolgte. Zeigt ungewöhnlich steiles Einfallen des Zechsteinkalkes Unsymmetrie der Aufwölbung des Alten Gebirges an, so lassen andererseits erhöhte Mineralisation oder Gangbildung besondere tektonische Verhältnisse vermuten. Durch diesen Zusammenhang erklärt sich auch die geringe Tiefenerstreckung der Gänge, da Scheitelbrüche, im Gegensatz zu den tiefreichenden Spalten der Randstaffelbrüche, kaum tiefer als die „neutrale Faser“ der aufgewölbten Schichtfolge hinabsetzen. Die Neigung zum Zerschlagen und seitlichen Wiedereinsetzen sowie der laterale Wechsel des Gangmittels folgt ebenfalls aus dieser tektonischen Beziehung.

a) Grube „Chattenberg“ (Waidsehkopfgang)

Besonders deutlich ist die Asymmetrie des Alten Gebirges in dem Profil Höllental-Waidsehkopf. Zu dem staffelförmigen Ansteigen im Höllental und der gleichmäßigen Wölbung der Hitzeröder Hochfläche steht die Steilstellung der Nordostflanke in auffallendem Gegensatz. Der Zechsteinkalk erfährt, wie in den Aufschlüssen an der Reichsstraße 27 ausgezeichnet zu beobachten ist, von einer Neigung um 30° NE eine Versteilung durch die emporgepreßten schieferreichen Grauwackenschichten mit Schleppung bis zur Saigerstellung, um dann — ergänzt durch einen Luftsattel — in gegensinnigem steilem Einfallen im Zechsteineinbruch der oberen Zone des Waidsehkopfganges das NE Salband zu bilden. Eine der Aufschiebungsflächen, auf denen die Emporbewegung der Grauwacke bei gleichzeitiger Schleppung des Zu_2 erfolgte, ist in dem Stollen II mit $130-140^\circ$ Streichen und 45° NE Fallen aufgeschlossen. In diesem Stollen, der etwa noch 30 m über der Reichsstraße liegt, wurde der Gang schon nicht mehr angetroffen. Entweder fand die Mineralisation nur oberhalb dieser Aufschiebungsfläche statt, oder die Wurzel des Ganges verläuft weiter nordöstlich; auf jeden Fall hat eine erhebliche Mächtigkeitsabnahme des Ganges bis in diese Tiefe stattgefunden. Die Lage der Gangspalte ist also einerseits an die steile Flanke des Alten Gebirges und andererseits auf dieser an eine Spezialaufwölbung des Zechsteins oberhalb der Aufschiebungsfläche der Grauwackenserie gebunden.

Die geschilderten tektonischen Verhältnisse am Waidsehkopf gehören vorwiegend der Post-Zechstein-Tektonik an. Denn nach konstruktiver Glättung des Zechsteinkalkes bleiben die mittelsteil NE bzw. ENE fallenden herzynisch streichenden Grauwackenfolgen, z. T. invers gelagert, mit der alten Anlage des Waidsehkopfganges (Quarz-Kupferkies-Generation) zurück.

Der Abschnitt des Dohlsbacher Gangzuges hat am Waidsehkopf im Hinblick auf die Menge der Gangfüllung und mit einer Breite von annähernd 30 m die größten Ausmaße aller Gänge des Alten Gebirges überhaupt. Doch sind weite Teile des Ganges verquarzt oder durch Nebengesteinsbruchstücke verunreinigt. Der Schwerspatabbau der Grube „Chattenberg“ hat heute durch neu erschürfte Partien reinen Schwerspat Bedeutung.

Im vorderen Tagebau wird die südwestliche Begrenzung des Ganges von „Gipsaschen“, Letten und zermürbtem Hauptdolomit des Zm gebildet, während das NE Salband nicht scharf ausgebildet ist, sondern aus einer Folge schwerspat- und quarzdurchtrümterter Platten des Zechsteinkalkes in steiler Stellung besteht. Verschiedener Grad von Metasomatose hat die tektonisch gelockerten Kalkplatten angenagt und ausgespitzt (Taf. 3 Fig. 18).

Der Ganginhalt besteht aus einer älteren Generation von Quarz und Kupferkies mit seinen Zersetzungsmineralen und einer jüngeren Generation von Schwerspat und Quarz. Der vielfach löcherige und wie angenagt aussehende ältere Quarz, vorwiegend grob kristallin, weniger als Milchquarz ausgebildet, hat vor Absatz der Schwerspatgeneration eine intensive Lösungsperiode durchgemacht. Er bildet zum Teil Durchtrümmerungszonen und Bestege am Nebengestein, zum Teil liegt er in mehr oder weniger zusammenhängenden Partien innerhalb des Ganges. Schwerspat füllt vorwiegend die Gangmitte aus oder schiebt in größeren Zonen seitlich zwischen dem Quarz ein.

Dieser laterale Wechsel der Gangart ist auf dem Dohlsbacher Gangzug häufig zu beobachten und ist auf ungleichmäßiges Wiederaufreißen der Spalten bei der jüngeren Mineralisation zurückzuführen. In den tieferen Teilen des Ganges ist die Quarzföhrung allgemein überwiegend. Ob mit der alten Quarz-Kupferkies-Generation bereits Schwerspat abgesetzt wurde, ließ sich nicht feststellen; roter Schwerspat wurde nicht beobachtet. Nach den Lösungserscheinungen am Quarz zu urteilen, kann der Zeitraum zwischen den beiden Mineralisationsperioden bedeutend gewesen sein.

b) Südteil des Dohlsbacher Gangzuges (Witzgenstein bis Halbemark)

Verquarzte Partien in der Grauwacke zwischen Witzgenstein und der Andreaskapelle deuten die Ausläufer des Waidschekopfganges nach SE auf dem rechten Werraufer an.

Nach NW zieht der Gang mit verschiedenen Unterbrechungen über den Dohlsbach. Die alten Baue am Südhang des Dammstieges föhren neben Quarz mit wenig Kupferkies und Schwerspat etwas Mangan. Letzterer wird von dem Fahrweg entlang dem Dohlsbach als dunkler Mulm in der Böschung aufgeschlossen.

Etwas nach SW im Streichen versetzt, liegt SE Orpherode auf einer Störung, die Zechsteinkalk und Hauptdolomit gegen Grauwacke verwirft, ein Quarzgang, der viel Milchquarz mit vereinzelt Kupferkies neben wenig Schwerspat föhrt. Die Fortsetzung dieses Ganges nach NW deutet sich in zahlreichen mehrere Zentimeter mächtigen Schwerspatadern an, die den aufgewölbten Zechsteinkalk des Aufschlusses am Wegeknie SE Orpherode mit konstantem Streichen von 130° durchschwärmen.

An Schwerspatbrocken auf den Feldern N Orpherode läßt sich die weitere Erstreckung des Gangzuges verfolgen, der jedoch erst westlich Försterei Halbemark wieder bauwürdige Mächtigkeit erlangt. Dort ist an einer Störung der Zechsteinkalk auf $40\text{--}60^{\circ}$ steilgestellt, zum Teil mit Schleppung und Ausdünnung der Kalkplatten. Neben grobkristallinem Schwerspat findet sich heller, zuckerkörnig-feinkristalliner Kalkspat. Dieser Gangteil ist in zwei kleineren Tagebauen und verschiedenen Stollen abgebaut worden.

Der Zechstein-Kalkbruch 500 m SE Punkt 349 an der Straße Kammerbach—Bad Sooden-Allendorf föhrt als nordwestliche Fortsetzung noch dünne Schnüre von Schwerspat.

c) Nordteil des Dohlsbacher Gangzuges

Erwähnenswerte Konzentration der azendenten Mineralisation setzt erst wieder im Gebiet zwischen Wendershausen und Domäne Ruckerode ein. Am Osthang des Klepper-Berges, etwa 300 m W Punkt 181,5 an der Gabelung der Straße Flachsbaumühle—Ruckerode, befindet sich dicht an der Grenze Zechstein/Grauwacke ein alter Schacht, der jedoch im Streichen den Gang nicht weiter verfolgt zu haben scheint. Der Schwerspat ist grobkristallin, vielfach mit Eisenoxydhäuten verunreinigt. Auf der nach NW fortstreichenden Störung, die eine Versteilung des Zechsteinkalkes der vorspringenden Nase SSW Wendershausen verursacht hat, ist auf demselben Gang oder einem parallelen Trum in Pinggen und kleinen Schächten Schwerspat abgebaut

worden. Aufgeschüttetes Haufwerk zeigte sehr reinen, grobkristallinen Schwerspat. Auf dieses Vorkommen ist die Berechtsame „Mathilde“ verliehen.

Im Gegensatz zu diesem Vorkommen im NE zieht in der Gegend des Wechselgrabens N Rückerode ein Schwarm von Gängen mit etwa 120° südwestlich der Sattelachse entlang. Alte Pingen in der Waldnase NE des Ellersteins haben Gangtrümer mit reinem Quarz und wenig Kupferkies angeschürft. Weiter nach NW, zwischen Wechselgraben und Ellerstein, ließen sich im frisch umgepflügten Acker vier bis fünf bis zu 1,5 m mächtige Gangtrümer auskartieren. Ganginhalt ist hier eine feste Masse von Brauneisen und Schwerspat. Von stark braun gefärbtem Schwerspat bis zu fast reinem Brauneisen, z. T. mit Quarzbeimischung, finden sich alle Übergänge. In Verlängerung dieser Gangzone zeigen Hauptdolomitbrocken der kleinen Kuppe nördlich des Ellersteins eine intensive Rotfärbung durch Metasomatose mit Fe. Ließe sich der hohe Eisengehalt dieser Gangtrümer durch die Nähe der Zechsteingrenze als metasomatische Anreicherung deuten, so wäre das Auftreten reinen Schwerspates mit zunehmender Teufe wahrscheinlich; andererseits bleibt die Möglichkeit stärkerer Verquarzung offen. Die komplexe Zusammensetzung des Ganginhaltes hat eine Gewinnung bisher unwirtschaftlich gemacht. Beleihungen dieser Gangzone auf Schwerspat erfolgten an die Gewerkschaft „Herrmann-Heinrich“ und auf Eisen im Gebiet Habichtstein-Flachsbachtal-Gelstertal Osthang an „Eisenzeche I“.

Diese Gangschwärme ziehen mit annähernd gleichem Streichen ins Gelstertal und sind jenseits der Grauwackengrenze am Steinberg noch im Zechstein nachweisbar.

Westlich des Schmachte-Berges, beim Bahnkilometer 16,4, wird die Grenze Grauwacke/Kieselschiefer durch zwei Störungen gebildet, von denen eine bis zu zwei Meter Mächtigkeit mit Quarz und Schwerspat mineralisiert ist (siehe S. 21). Oberhalb der Bahn ist ein Schürfschacht auf diesen Gang niedergebracht worden. Die Fortsetzung jenseits der Gelster wird von BEYSCHLAG (1886) in den Erläuterungen zum Blatt Witzenhausen (S. 7) erwähnt. Sie verläuft offenbar in der heute stark verwachsenen Ravine am NE-Hang des Steinberges und ist durch Schwerspatbrocken und Brauneisenblöcke bis auf die Höhe nördlich des Berges verfolgbar. Schwerspatabbau durch die Gewerkschaft „Pochhaus“ auf diesem Gang erfolgt z. Z. nicht.

Westlich des Steinberges finden sich bis dezimeterstarke Schwerspatschnüre, zum Teil mit grobkristallinem Kalkspat und wenig Kupferkies, an 120° streichende Störungen gebunden.

Verschiedene Schürfstollen auf Kupferschiefer haben am SW-Hang des Schmachte-Berges Trümer der Quarzgänge N Rückerode angefahren. In löcherigem Quarz der Haldenstücke finden sich Kupferkies und Pyrit mit deren Verwitterungsprodukten.

Bauwürdigkeit erlangt erst wieder ein Gangtrum östlich Dohrenbach, das eine Verwerfungsspalte an der SW-Seite der Zechsteininsel auf der „Söhre“ ausfüllt. Aufgeschlossen ist das Vorkommen durch eine Schachtpinge auf der hangabführenden Schneise oberhalb des „r“ und, in der Fortsetzung, nördlich der kleinen Zechsteininsel unterhalb des „e“ von „Dohrenbach“ (Top. Karte 1:25 000). Der Schwerspat ist grobkristallin mit wenig Eisenoxydhäuten, teilweise stark zermürbt.

Ein ähnliches Vorkommen setzt in dem Verwurf des Zechsteinkalks und seiner Unterlage an der Bergnase zwischen Fahrenbach und Gelster („Breiteloh“ N Punkt 285,9 auf. Der mit etwa 15° nach SW einfallende Zechsteinkalk verflacht vor einer gut

aufgeschlossenen Störungszone, an der mit schwacher Schleppung die NE-Scholle um $2\frac{1}{2}$ bis 3 m gehoben wurde. Die bis zu 1,5 m breite Störungszone ist mit reinem Schwerspat mineralisiert. Ein kurzer Schürfstollen ist in dem Gang vorgetrieben worden; Abbau scheint nicht stattgefunden zu haben. — Da die mit 130° streichende Störung längere Erstreckung zu haben scheint und allen Anzeichen nach tiefer in die unterlagernde Grauwacke reicht, erscheint Mächtigkeitzunahme mit der Teufe durchaus möglich.

3. Gänge im Bereich der Grabenenden

Im Bereich der heutigen Grabenenden erfahren die Scheitelgänge des Dohlsbacher Gangzuges eine Modifikation, die es rechtfertigt, sie in einem besonderen Abschnitt zu behandeln.

a) *Gelstertalbereich N Hundelshausen*

Die Randstörungen des Hessisch-Lichtenauer Grabens haben in diesem Gebiet insofern einen Einfluß auf die Gangbildung, als einzelne Trümer der an sich nicht bedeutenden Vorkommen südlich Karmshausen in die NNE-SSW-Richtung (die „rheinische“ Richtung) einbiegen. Diese bis zu einem Meter mächtigen Trümer — gut aufgeschlossen an der Böschung oberhalb Bahnkilometer 15,0 — unterscheiden sich von den herzynisch streichenden durch fleischroten Schwerspat mit vereinzelt schlauchartigen Einschüben von Kupferkies und Pyrit. Versuchsweise scheinen diese bis zu wenigen Dezimetern mächtigen Schläuche in den verschiedenen alten Stollen und Schachtlingen abgebaut worden zu sein.

Diese sonst auf den Gängen des Alten Gebirges nicht beobachtbare Häufung von Kupferkies im Schwerspat dürfte eine sekundäre Mobilisation aus der Tiefe sein. An Verwitterungsmineralen tritt neben Brauneisen Malachit in Nestern oder als Anflüge auf. Unter dem Erzmikroskop zeigt Brauneisen Gitter- und Netzstruktur um noch erhaltene Kupferkies- oder Pyritkörner. Stellenweise finden sich kleine Partien von Kupferglanz und zuweilen Häutchen von Kupferindig um Kupferkies. Im Brauneisen, das überwiegend aus Nadeleisenerz besteht, finden sich wenige dünne Schnüre von Rubinglimmer.

Auf jüngste tektonische Bewegungen weisen Ost-West-streichende Störungen mit Verwurf des fleischroten Schwerspates. Diese Störungen waren gleichzeitig Aufstiegsbahnen leerer Thermen, wie die z. T. stärkeren Bleichungszonen, in denen auch der Schwerspat angegriffen ist, andeuten.

b) *Der Roßkopfgang*

Eine auffällige Tatsache ist die Armut an Schwerspat im Bereich von Roßkopf und Sengelharth, also dem mittleren Abschnitt des Alten Gebirges.

Die 500 m NW des Roßkopfes (T.P. 482,3) liegenden alten Abbaue und Halden eines Quarzkupferkiesganges mit Streichen um 120° zeigen aber, daß eine Mineralisation auf dem Sattelscheitel in ungefähr dem Streichen des Dohlsbacher Gangzuges

erfolgte. Der Ganginhalt steht in völliger Übereinstimmung mit der älteren Generation des Waidschekopfganges, so daß offensichtlich in diesem Gebiet aus irgendwelchen Gründen der Absatz der jüngeren — Schwerspat- — Generation unterblieb. Da andererseits die tektonische Sonderstellung des Roßkopfes (Quersattel des Alten Gebirges, Zechsteinverteilung und Reduktion im NE) mit der Tektonik der bis unmittelbar an den Sattel des Alten Gebirges heranreichenden Absenkungsschollen des Leinetalgrabens im Zusammenhang steht, liegt es nahe anzunehmen, daß auch der Ausfall der jüngeren Mineralisation durch die grabenbildenden Vorgänge verursacht wurde.

Die noch teilweise zugänglichen Stollen und Abbauzonen zeigen ein Einfallen des Ganges 80° N, maximal etwa 3 m Mächtigkeit bei vorwiegend scharfer Ausbildung der Salbänder mit geringer Bleichung und Verquarzung des Nebengesteins. Nach NW spaltet der Gang unter Tage in zwei parallele Seitentrümer auf.

Die Schieferbänder in der Grauwacke des Nebengesteins streichen mit 80° bei Fallen 60° SE. Intensive Klüftung der Grauwacke in Streichrichtung des Ganges mit Rutscheln und Harnischen zeigt eine bedeutendere Störungszone an. SW des Ganges schieben Faltenachsen der Grauwackenschiefer mit 15° SW ein, während nordöstlich in zwei Aufschlüssen Einschieben von Wulstungen bzw. Faltenachsen nach N und NE von ebenfalls 15° gemessen wurde. Hieraus sowie aus der Lage des Ganges in der Mitte des Gebirgssattels geht die tektonische Position als Scheitelgang klar hervor.

Nach Haldenstücken und den geringmächtigen Gangtrümmern an den Enden und im Hangenden des Abbaues zu urteilen, bildet vorwiegend fein- bis grobkristalliner Quarz mit Kupferkies und geringen Mengen von Kalkspat die Gangfüllung. Kupferkies und der seltenere Pyrit sind in den vielfach löcherigen und drusenreichen Quarzpartien von ihren Verwitterungsmineralen begleitet. Nadeleisenerz und vereinzelt Rubin- glimmer in konzentrischen Zonen um Pyrit- und Kupferkieskörner deuten auf Bildung aus schrumpfenden Gelen. Wenig wolkigem oder schön kristallisiertem Kupferlasur steht reichlich Malachit, z. T. in charakteristischen Büschelaggregaten gegenüber.

Die enge Verwachsung von Quarz und Erz beweist die Zugehörigkeit zur gleichen Generation.

4. Vorkommen an der Hitzeröder Hochfläche

Am Ost- und Südrand der Hitzeröder Hochfläche treten eine Anzahl kleinerer Schwerspatvorkommen auf, die tektonisch an Randverwerfungen des Plateaus, mit annähernd parallelem Streichen zum „Dohlsbacher Gangzug“, gebunden sind. Da die Sprunghöhen dieser Verwerfungen nicht bedeutend sind und bei der sanften Wölbung des Plateaus ein mächtigeres Klaffen von Spalten nicht zu erwarten ist, hat größere Gangbildung nicht stattgefunden.

Von den Forstwegen am Ostabfall der Hochfläche sind mehrfach bis zu 30 cm starke Trümer mit vorwiegend 130° Streichen und etwa saigerem Einfallen aufgeschlossen worden.

500 m NE⁷ der Schnepfenburg, in einem Seitental des Kuhbaches, liegt ein auf- lässiger Schwerspatabbau. Das Streichen beträgt ebenfalls etwa 130° und schneidet die von Schieferbändern durchzogene Grauwacke spitzwinklig. Die Lagerung der

Grauwacke im mittleren Abbau ist verhältnismäßig flach; bei etwa N-S Streichen fällt sie mit 15° Ost ein. Außer in einem ca. 30 m langen Tagebau ist der Gang durch einen annähernd gleichlangen Stollen abgebaut worden. Vor Ort im Stollen soll der Gang eine Mächtigkeit von 1 m gehabt haben bei sehr reinem Schwerspat.

5. Verquarzungszone an der Grenze zur Diabas-Serie

Nicht zu den Lagerstätten, aber in den Zusammenhang der aszendenten Mineralisation gehört die Erwähnung der Verquarzung der Grauwacke in einer etwa 200-300 m breiten Zone entlang der Grenze zur liegenden Diabas-Serie. Von der Försterei Schmelzhütte erstreckt sie sich bis an die Andreaskapelle. Besonders starke Verquarzung zeigen die Grauwackenfelsen westlich der Schnepfenburg und oberhalb des Weges „Frau Holle“-Bilstein.

Die Grauwacke der Grenzzone ist durchschwärmt von einem wirren Netzwerk verquarzter Risse und Klüfte, die kaum über einen Zentimeter, meist nur wenige Millimeter dick, regel- und richtungslos das Gestein durchsetzen. Mit der Verquarzung ist eine Verfärbung der Grauwacke verbunden; sie erscheint etwas heller, intensiver grau-grün. In den kiesigen Lagen sind die Kalkgerölle fast völlig herausgelöst und durch Eisenocker ersetzt.

Die Ausfüllung besteht fast ausschließlich aus Milchquarz, zuweilen mit einer feinen Bänderung oder Drusenbildung. Im angewitterten Handstück, wenn der Eisenocker herausgelöst ist, erscheinen die Adern löcherig und zerfressen.

Eine zeitliche Einstufung dieser Mineralisation ist schwer zu geben. Da sie genetisch mit der Anfaltung der Grauwacke an die bereits gefaltete Diabas-Serie zusammenzuhängen scheint, käme ein palaeozoisches (wahrscheinlich sudetisches) Alter in Frage.

III. Allgemeine Beobachtungen

1. Zur Genese der Schwerspatgänge

Für die Entstehung der Schwerspatgänge ist die Beantwortung der Frage nach der Herkunft der Mineralbestandteile von ausschlaggebender Bedeutung. THIENHAUS (1940, S. 41—43) gibt einen zusammenfassenden Überblick über die bestehenden Anschauungen. Er lehnt für das Richelsdorfer Gebirge deszendente Zufuhr des Bariums aus dem Buntsandstein ab, da die Gänge bereits im Zechstein auskeilen, im Rotliegenden die größte Mächtigkeit haben und die mobilen Horizonte des Zechsteins Abwärts wandern von Lösungen sehr unwahrscheinlich machen.

Am Unterwerrasattel kann diese Feststellung bestätigt werden, da aus dem Buntsandstein der Umgebung keinerlei Schwerspatvorkommen bekannt sind, sondern alle Gänge an das Grundgebirge und den unteren Zechstein gebunden sind. Zur Lateralsekretion fehlen geeignete Ursprungsgesteine.

Danach ist die Bariumzufuhr, wie auch die der anderen Gangminerale, nur durch aszendente Lösungen erklärbar.

Für die Ausfällung des Bariums dürfte das Sulfat der Zechsteingipse an der unteren Werra eine wichtige Rolle, wenn auch vielleicht nicht allein, gespielt haben. Denn die Gelände- und Untertagebeobachtungen zeigen, daß durch die lagerstättenbildende Tektonik — klaffende Scheitelspalten oder stufenartige Randstörungen — ausgedehnte Berührung und damit Auslaugung des Gipses durch die auf den Spalten zirkulierenden Lösungen stattgefunden hat (Tagebau Waidseckopf, oberer Abbau im Höllentalgang).

Während die Spaltenbildung im Grundgebirge, vor allem in den großbankigen Grauwackenfolgen und den Diabasen gut ist, kann im oberen Zechstein und unteren Buntsandstein nur sehr begrenzte Wegsamkeit oder sogar völlige Absperrung angenommen werden.

2. Mineralisationsablauf und Tektonik; zeitliche Einstufung und lagerstättenkundliche Beziehungen zu den Nachbargebieten

Wie zu Beginn dieses Abschnittes ausgeführt wurde, zeigt eine Einteilung der Lagerstätten des Unterwerrasattels nach dem Ganginhalt bereits die Bindung der reinen oder schwerspatführenden Quarz-Kupferkiesgänge an den Sattelscheitel, also den Dohlsbacher Gangzug. Nach der Typisierung der Schwerspatgänge durch BÄRTLING (1911) — deren Problematik hier nicht erörtert werden soll — gehören diese Gänge dem Lauterberger Typus an. Bei dem Ganginhalt nimmt BÄRTLING für den löcherigen, zerfressen aussehenden, kupferkiesführenden Quarz ein höheres Alter gegenüber der jüngeren Schwerspatgeneration an. Dasselbe konnte für den Waidseckkopfgang nachgewiesen werden.

Nach den Ergebnissen über die Reihenfolge der tektonischen Ereignisse ist die erste Spaltenbildung des Dohlsbacher Gangzuges der herzynischen Prae-Zechstein-Quartektonik — Absenkung des erzgebirgisch gefalteten Gebirges im NE — zuzuordnen. Ein Hinweis auf das Prae-Zechstein-Alter dieser herzynischen Störungen ergibt sich auch daraus, daß sowohl am Waidseckopf wie im Gelstertal der kupferkiesführende, poröse, meist grobkristalline ältere Quarz nicht im Zechstein vorkommt, sondern an das Grundgebirge gebunden ist. Der Einwand eines möglichen topominalischen Effektes kann nicht zwingend widerlegt werden, doch wird er durch die Tatsache hinlänglich entkräftet, daß kompakter, selten drusig ausgebildeter kupferkiesfreier Quarz, der vorwiegend als Milchquarz ausgebildet ist, zusammen mit dem Schwerspat der jüngeren Generation bei Rückerode und am Waidseckopf im unteren Zechstein anzutreffen ist.

Für die herzynische Quartektonik bleibt nach der vorausgegangenen erzgebirgischen Einengungstektonik der sudetischen Phase nur die asturische oder eine jüngere vor dem Zechstein übrig. Da SCHRIEL (1923) für die Südharzer Erzgänge asturisches Alter nachgewiesen hat, kann die ältere Generation des Dohlsbacher Gangzuges aller Wahrscheinlichkeit nach ebenfalls als asturisch angesehen werden.

Einer jüngeren Quarzgeneration, die kupferkiesfrei oder sehr arm ist, gehören die Blöcke auf dem Zechstein nördlich des Wechselgrabens bei Rückerode (70 m östlich Punkt 328,5) und Partien im hinteren Teil des Tagebaues am Waidseckopf an. Zeitlich scheint sie dem Anfang der Schwerspatgeneration anzugehören.

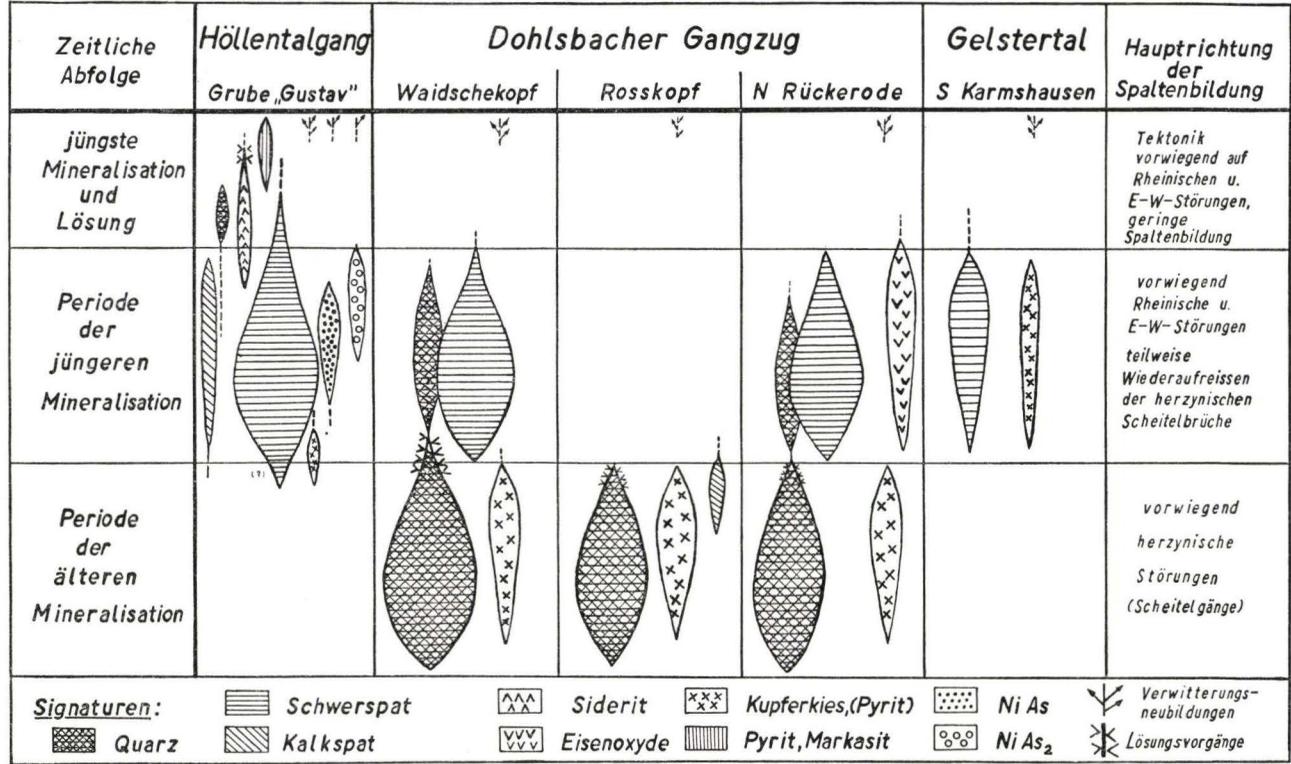


Abb. 8. Zeitlicher und regionaler Mineralisationsablauf im Alten Gebirge an der unteren Werra

Auf das Fehlen der Schwerspatgeneration im Roßkopfgang wurde bereits hingewiesen. Sonst hat mit der Post-Zechstein-Tektonik im Nord- und Südabschnitt erneutes Aufreißen der alten Gangspalten und Absatz der Schwerspatgeneration stattgefunden. Die zeitliche Festlegung ist mangels jüngerer Sedimente nicht durchzuführen. Jedoch scheint nach Analogie zu anderen Gebieten (Rhön, Spessart) eine Mineralisationsperiode an der Wende Oligozän-Miozän stattgefunden zu haben. Da die Schwerspattrümer im Gelstertal S Karmshausen tektonisch den Randverwerfungen des Hessisch-Lichtenauer Grabens zugehören, ist ihre Entstehung während oder nach der Grabenbildung erfolgt, also ebenfalls im unteren bis mittleren Tertiär.

Ob auf dem Dohlsbacher Gangzug oder im Gelstertal die Schwerspatmineralisation in mehreren Generationen stattgefunden hat, wie es THIENHAUS (1940) für das Richelsdorfer Gebirge nachweisen konnte, läßt sich wegen fehlender Aufschlüsse oder Unzulänglichkeit der alten Abbaue nicht feststellen.

Im Gegensatz zu diesen Gängen gehört der Höllentalgang nach seinem Inhalt zu dem Richelsdorfer Typ BÄRTLING's. Der Schmalkaldener Typ hat mit den Nickel-erzen eine gewisse Ähnlichkeit, unterscheidet sich aber durch reichliche Flußspatführung. Zwar sind die Nickelerze topomineralisch an den Kupferschiefer gebunden, der auf den anderen Gängen des Unterwerrasattels nicht aufgeschlossen oder abgetragen ist, doch weicht er auch mit seinem Streichen von 100° von den übrigen Gängen ab.

Bereits auf CANCRINUS (1767) geht die Beobachtung zurück, daß im Richelsdorfer Gebiet die kobalt- und nickelerzführenden Gänge vorwiegend $90-120^{\circ}$ (bzw. 135°) streichen, während das $135-150^{\circ}$ streichende Spaltensystem in der Erzführung zu enttäuschen pflegt (G. BEIN 1932, S. 789; O. HAUSBRAND 1938, S. 144). Dasselbe ist der Fig. 1 bei THIENHAUS (1940, S. 23) zu entnehmen. Von den Schwerspatgängen mit „Kobaltrücken“ von Schweina am Thüringer Wald berichtet J. C. W. VOIGT (1782) ebenfalls, daß sie W-E streichen.

Danach erscheint es möglich, daß sich die kobalt- und nickelführenden Gänge oder Gangteile auch altersmäßig von den anderen Schwerspatgängen unterscheiden und einer besonderen, wahrscheinlich jüngeren Mineralisationsperiode angehören. Jedoch ist das erst nach einer besonderen Untersuchung, vor allem im Richelsdorfer Gebirge, klarzustellen.

Für den Höllentalgang läßt sich noch eine jüngste Generation der Bänderze mit Eisenkarbonat, tiefthermale Pyrit und Markasit nachweisen, die auf den anderen Gängen mangels Beobachtungsmöglichkeiten weder bestätigt noch widerlegt werden kann.

Das gemeinsame Vorkommen von Gängen des Lauterberger Typs nach BÄRTLING und eines Ganges des Richelsdorfer Typs läßt das Alte Gebirge an der unteren Werra lagerstättenkundlich als Übergangsgebiet zwischen Harz und Richelsdorfer Gebirge erscheinen.

Teil D: Erdgeschichtliche Entwicklung

Die stratigraphischen, tektonischen und lagerstättenkundlichen Untersuchungen werden in dem folgenden Abschnitt zu einer chronologischen Darstellung des geologischen Geschehens im Alten Gebirge an der unteren Werra zusammengefaßt.

Nach H. SCHMIDT (1931) und H. STARK (1951) erfolgte die Faltung des Albunger Palaeozoikums in der marsischen Phase der bretonischen Gebirgsbildung.

Über das gefaltete, geringgradig metamorphe und teilweise wieder abgetragene Albunger Palaeozoikum lagerte sich, wahrscheinlich als Basisglied der Witzenhäuser Grauwacke und diskordant, der Kieselschiefer an der Försterei Schmelzhütte.

Mit Schüttungsrichtung aus SE wurde im oberen Oberdevon (=Tanner Grauwacke) bzw. tiefstem Unterkarbon aus dem Material des Sedimentmantels und der metamorphen Hülle der im SE langsam im Aufstieg begriffenen Mitteldeutschen Hauptschwelle BRINKMANN's die Witzenhäuser Grauwacke abgelagert.

Ihre verschiedenen Ausbildungsformen zeigen eine gewisse Ähnlichkeit mit dem von SCHRIEL aufgestellten Normalprofil der Tanner Grauwacke des Harzes. Pflanzhäcksel, Rippelmarken und vereinzelte Wurmsspuren weisen auf Landnähe und geringe Wassertiefe des Sedimentationsraumes.

Nach den wenig guten Aufschlüssen zu urteilen, durchschlägt der Diabas am Klepper-Berg die bereits schwach gefaltete Witzenhäuser Grauwacke. Kommt für das Alter dieses Diabases Kulm II₇, maximal III_a (Kulmtonschiefer, *Coniatites crenistria*) in Frage, so wäre damit ein Hinweis auf das Vorhandensein der nassauischen Phase der bretonischen Faltung gegeben. Der ursprüngliche Verband zu den aller Wahrscheinlichkeit kulmischen Kieselschiefern des Gelstertales würde dann als Transgression nach dieser Faltung und vor der Diabaseruption anzusehen sein.

Mit Sicherheit erfolgte dann die große NW-vergente Faltung erzgebirgischer Richtung in der sudetischen Phase, da die Kieselschiefer des Gelstertales ebenfalls von ihr erfaßt wurden. Sie faltete die Witzenhäuser Grauwacke endgültig an das Albunger Palaeozoikum an. Vielleicht fällt in diese Phase die Verquarzung entlang der Grenze zum Albunger Palaeozoikum.

Im Harz intrudiert nach der sudetischen Phase der Brockengranit. In der gesamten magnetischen Abfolge des Oberharzes tritt ein Umschwung aus der erzgebirgischen Richtung (Peridotit, Gabbro) in die herzynische (Ilsesteingranit) ein (ERDMANNSDÖRFER 1905), so daß der Hauptteil der Erzgänge in die asturische Phase zu stellen ist. Mit ziemlicher Sicherheit kann also für den Zeitraum der herzynischen Quertektonik — die Abknickung der erzgebirgischen Faltenachsen nach NE und damit die alte Anlage der heutigen Sattelachse — die asturische Phase angenommen werden.

Da mit der herzynischen Tektonik Spaltenbildung entlang der Abknickungszone verknüpft war, ist die alte Quarz-Kupferkies-Generation des Dohlsbacher Gangzuges (= Scheitelgänge) mit großer Wahrscheinlichkeit ebenfalls auf die asturische Phase zurückzuführen.

Im Rotliegenden gehörte das Alte Gebirge zur Hunsrück-Oberharz-Schwelle (H. STILLE 1930, Taf. 5) und war Liefergebiet der Sedimentationströge im SE. Stellenweise ist an der intensiven Rotfärbung der Grauwacke unter dem Zechstein die Einwirkung der permischen Landoberfläche zu erkennen (B. SIPPEL 1947).

Mit Aufarbeitung der spärlichen Rotliegend-Bodenbildung zu einem teilweise gut geschichteten und gebleichten Sandstein (Weißliegendes), das nur stellenweise konglomeratisch wird, transgrediert das Zechsteinmeer über ein geringes Relief des Untergrundes. Entlang der Liegendgrenze fällt lokal der sonst allgemein ausgebildete Kupferschiefer aus, und Weißliegendes geht direkt in den Zechsteinkalk über.

Nach H. STILLE (1930, Taf. 4) macht sich die herzynische Richtung des Unterwerrasattels während des Zechsteins faciell als SW-Rand des älteren Kalisalzes (? = Staßfurt-Serie) und des jüngeren Steinsalzes bemerkbar. Nach G. RICHTER-BERNBURG (Vorlesung 1950) verlaufen die Faciesgrenzen im Zechstein III des Hauptanhydrits und der Steinsalzführung nordöstlich der unteren Werra.

Im Buntsandstein zeichnet sich über dem Alten Gebirge nach einer Karte bei H. BOSSE (1931, Abb. 1) eine „Thüringer-Wald-Schwelle“, die SW Eschwege und Witzhausen in herzynischer Richtung verläuft, und eine „Rheinische Schwelle“, Waldkappel gegen Heiligenstadt (NNW), durch geringe Mächtigkeiten von s_{II} und s_{III} ab. Gegenüber 1100 m bei Kassel und Karlshafen beträgt die Mächtigkeit bei Großalmerode und Eschwege mit 360 und 370 m nur ein Drittel.

Über die Ausgestaltung des Unterwerrasattels in der Post-Zechstein-Tektonik läßt sich zeitlich mangels jüngerer Sedimente wenig aussagen. Möglicherweise ist das Roßkopfgebiet, als höchste Aufwölbung, in einer ersten Phase, unabhängig von den übrigen Teilen im SE und NW, emporbewegt worden. Sicher ist auch die erste Aufwölbung des Sattels weitgehend durch Ausweichen der mobilen Schichtglieder des Zechsteins nach den Seiten kompensiert worden, wie aus der beträchtlichen Anhäufung von Gips bei Hundelshausen hervorgeht.

Mit Entstehung des Hessisch-Lichtenauer und des Leinetalgrabens, deren praeozänes Alter durch die Transgression untersten Tertiärs über aufgerichteten Grabenschichten festgelegt ist, war die Anlage des Sattels bereits erfolgt, wie aus der bajonettförmigen Abknickung der Grabenrichtung hervorgeht. Daß auch über dem Sattel eine grabenbildende Einbruchstektonik stattgefunden hat, zeigen die zahlreichen Triasschollen auf der Zechsteinbrücke zwischen Wendershausen und Hundelshausen, gleichgültig, wie man die Mechanik der Absenkung dieser Schollen im einzelnen erklären möchte (F. E. KLINGNER 1935).

C. DIETZ (1923-25) wies an den Ohmgebirgsgräben vorcenomane Bewegungen nach; für den Unterwerrasattel waren sie wahrscheinlich auch von Bedeutung.

Die von E. SCHRÖDER (1923—25) und neuerdings von E. PLEIN (Dissertation Göttingen 1952) im Tertiär von Großalmerode nachgewiesenen bzw. modifizierten Bewegungen haben sicher ebenfalls an der Ausgestaltung des Sattels mitgewirkt.

Der große Tertiärquarzitblock auf der Grauwacke SE der Försterei Halbemark, den LACHMANN (1912) als Beweis des praemiozänen Alters der Aufsattelung ansah, erscheint keineswegs beweisend, sondern deutet lediglich darauf hin, daß die Verbreitung des Tertiärs bis an das Grauwackengebirge heranreichte. Auf der Söhre liegen die Quarzitblöcke zusammen mit großen Basaltblöcken in diluvialen Ablagerungen, stellen also ebenfalls kein Alterskriterium dar.

Mit der Hebung Mitteldeutschlands im Diluvium, die an der unteren Werra in den zahlreichen hochliegenden Vorkommen von älterem Diluvium und den Talmäandern zu erkennen ist, dürfte die jüngste Bewegung am Unterwerrasattel stattgefunden haben.

Zusammenfassung

Durch stratigraphische, tektonische und lagerstättenkundliche Untersuchungen, deren enge kausale Verknüpfung gemeinsame Behandlung erforderlich machte, wurde eine umfassende Bearbeitung der Witzenhäuser Grauwacke, die den wesentlichen Anteil am Aufbau des Alten Gebirges an der unteren Werra hat, durchgeführt.

Die makroskopische Untersuchung der Grauwacke, Grauwackenschiefer und Konglomerate, deren Anordnung und Horizontbeständigkeit im Profil gaben die Grundlage für eine facielle oder wahrscheinlich horizontmäßige Untergliederung der Grauwacke. Die verschiedenen Ausbildungsformen, in Profilen dargestellt, zeigen in ihrer Anordnung von der Liegendgrenze nach NW eine gewisse Ähnlichkeit mit dem Normalprofil der Tanner Grauwacke des Harzes, wodurch sich die Wahrscheinlichkeit der Ausbildungsformen als echte stratigraphische Horizonte erhöht.

Unter den Kalkgeröllen in der Grauwacke ließen sich Styliolinen- und Tentaculitenkalksteine unterscheiden. Durch Beobachtung anderer Fossilreste in den Kalkgeröllen und den Erhaltungszustand isolierter Fossilien wurde eine kritische Beurteilung der bekannten Fauna auf ihre Autochthonie, Allochthonie oder sekundäre Lagerung angestrebt.

Zwei sicher bestimmbare Tentaculitenarten aus den Kalkgeröllen liefern in ihrem zeitlichen Verbreitungsschwerpunkt eine annähernde Untergrenze für die Alterseinstufung der Witzenhäuser Grauwacke. Diese Untergrenze ist durch Einstufung der jüngsten Glieder des Albunger Palaeozoikums (H. STARK 1950) ins untere Oberdevon noch weiter eingengt.

Die bei der tektonischen Aufnahme gewonnene Einsicht in die Lagerungsverhältnisse der Gelstertal-Kieselschiefer als mit Sicherheit Hangendem der Witzenhäuser Grauwacke sowie deren Führung kulmischer Radiolarien, deren Präparation neue Gesichtspunkte zur Genese der Radiolarite ermöglichte, stufen die Witzenhäuser Grauwacke mit aller Wahrscheinlichkeit in das Liegende des Kulm-Kieselschiefers (II_{γ}), also ins obere Oberdevon bis untere Unterkarbon, ein (= Tanner Grauwacke).

Ein weiteres unabhängiges und zwingendes Argument für diese Alterseinstufung bedeutet die Entdeckung eines Diabasvorkommens in der Grauwacke am Klepperberg S Wendershausen. Dieses Vorkommen wird in Form, Lagerung und Petrographie eingehend beschrieben.

Mit der Lagerung des Zechsteinkalkes wurden Art und Ausmaße der Post-Zechstein-Tektonik gemessen. In der unterlagernden Grauwacke konnte eine alte (Prae-Zechstein-) Anlage der jungen herzynisch (SE-NW) gerichteten Achse des Unterwerrasattels nachgewiesen werden. Sie besteht in einer NE-Absenkung der vorher mehr oder weniger gleichmäßig mit erzgebirgischem Streichen NW-vergent gefalteten Grauwacke in einer Zone entlang der steilen NE-Flanke des Unterwerrasattels.

Scheint sich in der Intrusion des Diabases am Klepper-Berg in gefaltete Grauwacke die Auswirkung der nassauischen Phase der bretonischen Gebirgsbildung anzudeuten, so ist die Hauptfaltung in erzgebirgischer Richtung, nach der Einwirkung auf die Gelstertal-Kieselschiefer zu urteilen, postkulkmisch, also sicher sudetischen Alters.

Aus lagerstättenkundlichen Beobachtungen im Alten Gebirge an der unteren Werra und nach Analogie zu den Nachbargebieten Thüringer Wald, Harz und Kyffhäuser, die kurz diskutiert wird, ist für die herzynisch gerichtete „Quertektonik“ (Præ-Zechstein) asturisches Alter anzunehmen. Ihr gehört mit großer Wahrscheinlichkeit die alte Quarz-Kupferkies-Generation an.

Dagegen tritt (Post-Zechstein) mit den germanotypen Bewegungen der alpidischen Gebirgsbildung die Schwerspat-Generation auf. Die auf dem Höllentalgang gefundenen Nickelerze und Banderze einer jüngsten Mineralisationsperiode wurden eingehend untersucht und beschrieben.

Ein allgemeiner lagerstättenkundlicher Vergleich mit den Nachbargebieten berücksichtigt außer dem Ganginhalt und der Mineralisationsabfolge auch die topomineralischen Anreicherungen in Höhe des Kupferschiefers („Kobaltrücken“) und den Zusammenhang der Gangrichtung mit der Tektonik.

In einem chronologischen Abriß wird das geologische Geschehen im Alten Gebirge an der unteren Werra zusammengefaßt.

Schriftenverzeichnis

- AMPFERER, O.: Über den Wechsel von Falt- und Schubrichtungen beim Bau der Faltengebirge. — Verhandl. k. u. k. geol. Reichsanstalt, 1915, S. 163—167, 5 Fig., Wien 1915.
- BÄRTLING, R.: Die Schwerspatlagerstätten Deutschlands. 188 S., 19 Abb., Stuttgart 1911.
- BEIN, G.: Die Stellung des Richelsdorfer Gebirges zum Thüringer Walde und Rheinischen Schiefergebirge. — Z. deutsch. geol. Ges., 84, S. 786—829, Taf. 25—27, 8 Abb., Berlin 1932.
- BEYSCHLAG, FR.: Erl. geol. Spez.-Kte. Preußen u. Thür. St., Bl. Allendorf, Lfg. 23, 66 S., 1 Taf., 2 Prof., 1 Kte., Berlin 1886.
- Die Kobaltgänge von Schweina in Thüringen. — Z. prakt. Geol., 1898, S. 1—4, 3 Abb., Berlin 1898.
- BOSSE, H.: Tektonische Untersuchungen an niederhessischen Grabenzonen südlich des Unterwerrasattels. — Abh. preuß. geol. L.-A., N. F., 128, S. 1—37, Taf. 1, 10 Abb., Berlin 1931.
- BRANDES, TH.: Sandiger Zechstein am alten Gebirge an der unteren Werra und Fulda und die Kontinuität des Landwerdens in Mitteldeutschland. — Cbl. Mineral. usw., 1912, S. 660—671, 1 Fig., Stuttgart 1912.
- Die varistischen Züge im geologischen Bau Mitteldeutschlands. — N. Jb., Mineral. etc., Beil. Bd. 43, S. 190—250, 1 Kte., 2 Taf., 2 Abb., Stuttgart 1920.
- BRINKMANN, R.: Die Mitteldeutsche Schwelle. — Geol. Rdsch., 36, S. 56—66, 2 Abb., Stuttgart 1948.
- CANCRINUS, F.: Beschreibung der vorzüglichsten Bergwerke in Hessen, in dem Waldekkischen, an dem Haarz, in dem Mansfeldischen, in Chursachsen, und in dem Saalfeldischen. Frankfurt a. Main 1767.
- DIETZ, C.: Tektonik und Salz des unteren Eichsfeldes. — Abh. preuß. geol. L.-A., N. F., 95, S. 83—109, Taf. 9—13, 2 Abb., Berlin 1923—25.
- ERDMANNSDÖRFFER, O. H.: Über Bau und Bildungsweise des Brockenmassivs. — Jb. preuß. geol. L.-A. f. 1905, 26, S. 379—405, Taf. 9, Berlin 1908.
- FIEGE, K.: Untersuchungen über zyklische Sedimentation geosynklinaler und epikontinentaler Räume. — Abh. preuß. geol. L.-A., N. F., 177, S. 185, 10 Taf., 23 Abb., Berlin 1937.
- FISCHER, G.: Die Petrographie der Grauwacken. — Jb. preuß. geol. L.-A. f. 1933, 54, S. 320—343, 8 Abb., Berlin 1934.
- GUNDLACH, K.: Der unterkarbonische Vulkanismus im variskischen Gebirge Mitteldeutschlands. — Abh. preuß. geol. L.-A., N. F., 157, 59 S., 2 Taf., 2 Abb., Berlin 1933.
- HÄNTZSCHEL, W.: Die Schichtungsformen rezenter Flachmeer-Ablagerungen im Jadegebiet. — Senckenbergiana, 18, S. 316—356, 20 Abb., Frankfurt a. M. 1936.
- HAUSBRAND, O.: Der ehemalige Kobaltbergbau auf den sog. Zechsteinrücken. — Z. Berg-Hütten-Salinenwesen, 86, S. 127—152, Berlin 1938.
- HOFF, C. E. A. v.: Beschreibung des Trümmergebirges und des älteren Flözgebirges, welche den Thüringer Wald umgeben. — Taschenbuch ges. Mineral. von Leonhard, 8, S. 319—436, 2 Taf., Frankfurt a. M. 1814.

- JORDAN, J. L.: Mineralogische, berg- und hüttenmännische Reisebemerkungen vorzüglich in Hessen. 288 S., 4 Taf., Göttingen 1803.
- KAPFF, FR.: Beiträge zur Geschichte des Kobaltbergbaues und der Blaufarbenwerke. 160 S., Breslau 1792.
- KLINGNER, F.-E.: Das Problem der Triasschollen auf dem Grauwackensattel der unteren Werra bei Hundelshausen. — Z. deutsch. geol. Ges., 87, S. 48—56, 3 Abb., Berlin 1935.
- KLOCKMANN, F.: Beiträge zur Erzlagerstättenkunde des Harzes. II. Zur Frage nach dem Alter der Oberharzer Erzgänge. — Z. prakt. Geol., 1893, S. 466—471, Berlin 1893.
- KRUSCH, P.: Die Untersuchung und Bewertung von Erzlagerstätten unter besonderer Berücksichtigung der Welt-Montanstatistik. 659 S., 133 Abb., 3. Aufl., Stuttgart (Enke-Verlag) 1920.
- Vortragsreferat. Über neue Kobaltaufschlüsse im Thüringer Wald. — Z. deutsch. geol. Ges., 54, Verh. S. 55—58, Berlin 1902.
- KUENEN, PH. H.: Marine Geology. New York, John Wiley & Sons, Inc., 1950.
- KUENEN, PH. H. & MIGLIORINI, C. J.: Turbidity currents as a cause of graded bedding. — J. Geology, 58, 2, Chicago 1950.
- LACHMANN, R.: Der Bau des niederhessischen Berglandes bei Hundelshausen. — Jber. schles. Ges. vaterländ. Cultur für 1912, 90, VI. Abt., S. 13—61, Breslau 1913.
- LOSSEN, K. A.: Geologische und petrographische Beiträge zur Kenntnis des Harzes. II. Über den Zusammenhang zwischen Falten, Spalten und Eruptivgesteinen im Harz. — Jb. preuß. geol. L.-A. f. 1881, S. 1—50, Berlin 1882.
- MEINECKE, FR.: Das Liegende des Kupferschiefers. — Jb. preuß. geol. L.-A. f. 1910, 31, 2, S. 253—296, Taf. 10, 4 Abb., Berlin 1913.
- MOESTA, F.: Das Liasvorkommen bei Eichenberg in Hessen in Beziehung auf allgemeine Verhältnisse des Gebirgsbaues im Nordwesten des Thüringer Waldes. — Jb. preuß. geol. L.-A. f. 1883, S. 57—80, 4 Taf., Berlin 1884.
- MÜGGE, O.: Zur Kenntnis der Petrographie des älteren Palaeozoikums zwischen Albugen und Witzenhausen, besonders des Variolits. — Jb. preuß. geol. L.-A. f. 1919, 40, 1, S. 201—217, Berlin 1921.
- NOVAK, O.: Über böhmische, thüringische, Greifensteiner und Harzer Tentaculiten. — Beitr. Palaeontol. Österr.-Ungarn usw., 2, S. 47—70, Taf. 12—13, Wien 1882.
- PAECKELMANN, W.: Das Oberdevon des Bergischen Landes. — Abh. preuß. geol. L.-A., N. F., 70, 356 S., 1 Kte., 1 Profilaf., 5 Taf., 4 Abb., Berlin 1913.
- PETTIJOHN, F. J.: Sedimentary rocks. 526 S., New York (Harper & Brothers) 1949.
- RAMDOHR, P.: Die Erzminerale und ihre Verwachsungen. 826 S., 431 Abb., Berlin (Akademie-Verlag) 1950.
- RIESS, J. PH.: Mineralogische und bergmännische Beobachtungen über einige Hessische Gebirgsgegenden. 102 S., 6 Taf. Berlin 1791.
- RÜST, D.: Beiträge zur Kenntnis der fossilen Radiolarien aus der Trias und den palaeozoischen Schichten. — Palaeontograph., 38, S. 107—200, Taf. 6—30, Stuttgart 1891/92.
- SCHMIDT, HERM.: Die ursprünglichen Zusammenhänge zwischen Harz und Rheinischem Schiefergebirge. — Die Naturwiss., 19, S. 911—916, 3 Abb., Berlin 1931.
- Der Kellerwaldquarzit, mit einer Beschreibung seiner Fauna und der aus der Tanner Grauwacke. — Geol. u. palaeont. Abh., N. F., 19, 5, 54 S., 4 Abb., 5 Taf., Jena 1933.
- SCHNEIDERHÖHN, H.: Lehrbuch der Erzlagerstättenkunde. 1. Die Lagerstätten der magmatischen Abfolge. 858 S., 264 Abb. u. Kten., Jena (G. Fischer) 1941.
- SCHOLZ, H.: Das varistische Bewegungsbild. — Fortschr. Geol. u. Palaeont., 25, S. 235—314, 31 Abb., 8 Taf., Berlin 1930.
- SCHRIEL, W.: Kritische Betrachtungen zur Deckenfrage im Harz. — Z. deutsch. geol. Ges., 91, S. 469—497, 2 Abb., Berlin 1939.

- Alte und junge Tektonik am Kyffhäuser und Südharz. — Abh. preuß. geol. L.-A., N. F., **93**, 65 S., 4 Taf., 4 Abb., Berlin 1922.
- SCHRÖDER, E.: Tektonische Studien an niederhessischen Gräben. — Abh. preuß. geol. L.-A., N. F., **95**, S. 57—82, Taf. 6—8, 2 Abb., Berlin 1923—1925.
- SCHWARZ, A.: Ein Verfahren zur Freilegung von Radiolarien aus Kieselschiefern. — Senckenbergiana, **6**, S. 239—244, 1 Taf., Frankfurt a. M. 1924.
- Die Natur des culmischen Kieselschiefers. — Abh. senckenberg. naturf. Ges., **41**, S. 189—242, 2 Taf., 1 Abb., Frankfurt a. M. 1928.
- Über den Körperbau der Radiolarien. — Abh. senckenberg. naturf. Ges., **43**, S. 1—17, 2 Prof., 3 Abb., Frankfurt a. M. 1931.
- SEIDLITZ, W. v.: Die Vergitterung tektonischer Achsen im geologischen Bauplan Thüringens. — Beitr. Geol. Thüringen, **1**, S. 1—15, 1 Kartenskizze, Jena 1927/28.
- SIPPEL, B.: Zur Morphologie des Soodener Berglandes. Diss. Göttingen 1947.
- STARK, H.: Altersstellung und Tektonik des Palaeozoikums bei Albungen. — Geol. Jahrb., **66**, S. 203—226, 9 Abb., Hannover 1952.
- STILLE, H.: Das Einsetzen der saxonischen Richtungen im westdeutschen Jungpalaeozoikum. — Abh. preuß. geol. L.-A., N. F., **116**, S. 38—74, Taf. 4—6, Berlin 1930.
- THIENHAUS, R.: Die Schwerspatgänge des Richelsdorfer Gebirges. — Z. angew. Mineral., **3**, S. 21—52, 16 Abb., Berlin 1941.
- VOLK, M.: Das Oberdevon am Schwarzburger Sattel zwischen Südrandspalte und Kamm des Thüringer Waldes. — Sber. phys.-med. Soz. Erlangen, **70**, 1938, S. 197—278, 1 Taf., 5 Abb., Erlangen 1939.
- ZIMMERMANN, E.: Erl. geol. Kte. Preußen u. ben. Bundesstaaten, Bl. Lobenstein, Lfg. **114**, Berlin 1911.

Manuskript eingegangen am 25. 9. 1954

Adresse des Autors:

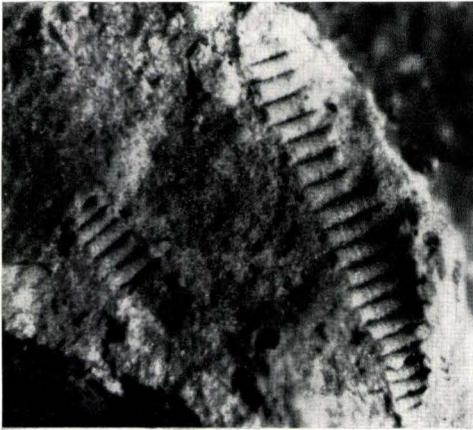
Dipl.-Geol. Dr. WERNER SCHUBART, Celle, Postfach 110, Deutsche Vacuum Oel A. G.

Für die Redaktion verantwortlich: Dipl.-Geol. Dr. FRITZ KUTSCHER, Regierungsgeologe beim Hessischen Landesamt für Bodenforschung, Wiesbaden, Mainzer Str. 25

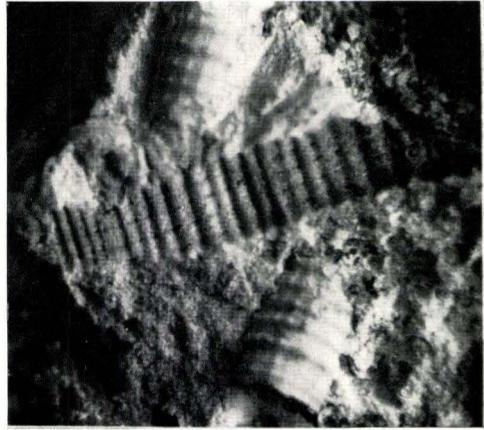
Tafel 1

Tafel 1

- Fig. 1 Kalkgeröll mit *Tentaculites acuaris* RICHTER. Steinkerne. — 30:1
- Fig. 2 *Tentaculites elegans* BARR
2 Steinkerne, in der Mitte Hohlform. — 30:1
- Fig. 3 Gehäuse von *Styliolina laevigata* und *Tentaculites cf. acuaris* in verschiedenen Schnittlagen. — 30:1
- Fig. 4 Styliolinen- und Tentaculitengehäuse. Ätzpräparat (verdünnte Salzsäure).—30:1
- Fig. 5 Kieselschiefer des Gelstertales
Packungsdichte der Radiolarien; von oben nach unten quarzgefüllte Kluft als Rippe. Flußsäurepräparat. — 30:1
- Fig. 6 Pyritisierte Radiolarien. Flußsäurepräparat. — 100:1
- Fig. 7 Radiolarie mit vollständiger Pyritausfüllung. Flußsäurepräparat. — 100:1
- Fig. 8 Radiolarie mit daumenförmiger Einstülpung der Schalenhaut
Präparation nach A. SCHWARZ. — 100:1



1



2



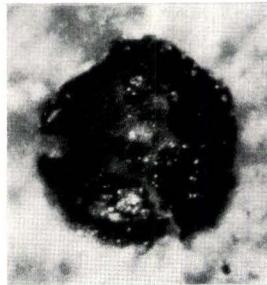
3



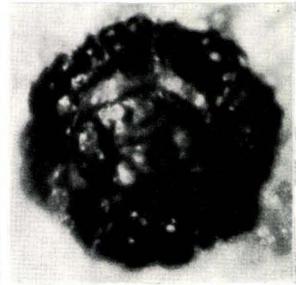
4



5



6



7

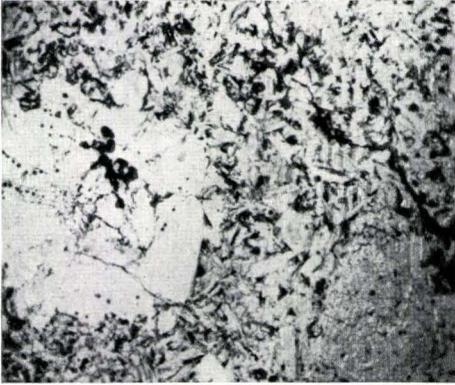


8

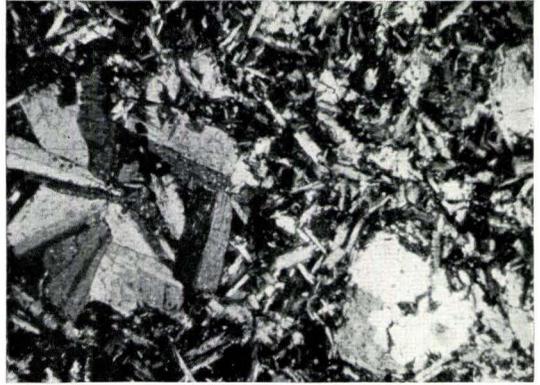
Tafel 2

Tafel 2

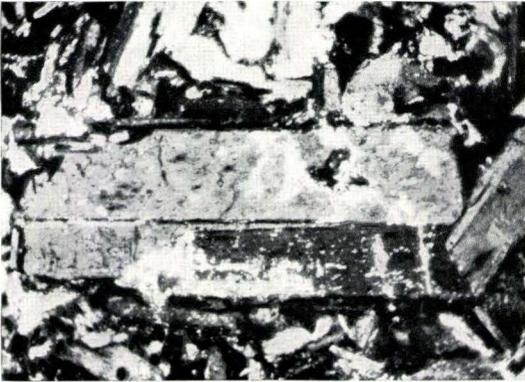
- Fig. 9 Diabas-Dünnschliff
Von oben nach links Mitte Roteisenäderchen, rechts darunter Kalkspatmandel,
links Feldspateinsprengling mit Erzeinschlüssen (Roteisen). — 35:1
- Fig. 10 Derselbe Diabas-Dünnschliff mit gekreuzten Nicols
- Fig. 11 Diabas-Schliff. Feldspateinsprengling mit Kalkspatflecken. — 105:1
- Fig. 12 Diabas, Erzanschliff
weiß: Eisenglanz, hellgrau: Feldspat. — 110:1
- Fig. 13 Steinbruch NW Försterei Schmelzhütte.
Ausdünnender Kupferschiefer (Schwarze Streifen) und Weißliegendes (steile
Klüftung) über altem Relief der Grauwacke (rechts). Überlagerung: Zechstein-
kalk normaler Mächtigkeit. Blick nach SW



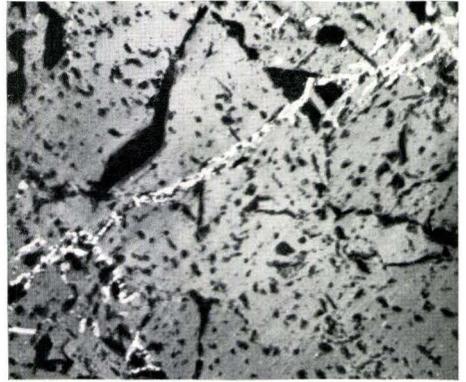
9



10



11



12



13

Tafel 3

Tafel 3

- Fig. 14 Steinberg, Gelstertal. Ungefaltete, extrem großbankige Grauwacke mit wenigen, mächtigen Schieferbändern. Mitte von rechts nach links: „Hauptschieferband“, Abb. 1 Prof. 1a, b, c
- Fig. 15 Straße W Kammerbach. Intensiv gefaltete dünnbankige bis plattige Grauwacke mit zahlreichen geringmächtigen Schieferlagen (Abb. 1 Prof. 5)
- Fig. 16 Bachtal E Hitzerode. Herzynisch streichende Schieferlage (130° , F 35° NE) mit Walzenbildung in erzgebirgischer Richtung (Str. 40° , F 35° NE)
- Fig. 17 Gesamtaufschluß zu Fig. 16. N-S streichende, $35-45^{\circ}$ E fallende Überschiebungsfäche als h01-Kluft der erzgebirgischen, NW-vergenten Einengungstektonik
- Fig. 18 Waidschekopf, vorderer Tagebau. Steilstehender Zechsteinkalk, durchtrübert von Schwerspat und jüngerem Quarz, NE-Seite des Ganges, Blick nach NW



16

17



18

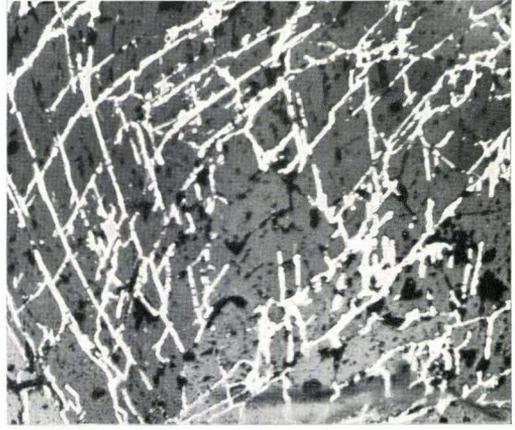
Tafel 4

Tafel 4

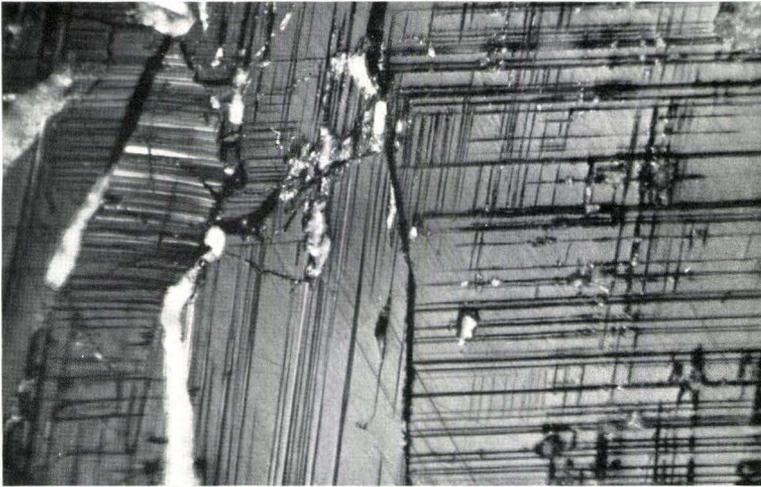
- Fig. 19 Banderz. Grube „Gustav“, Abbau über der 27-m-Sohle 1951
- Fig. 20 Banderz, Gerüst von Pyrit und Markasit (weiß) auf Rhomboederspaltflächen von Siderit. Imprägnierter Anschliff. — 110:1
- Fig. 21 Rotnickelkies mit Drucklamellierung, teilweise verbogen. Kataklyse durch Schwerspat verheilt. Gekreuzte Nicols. — 150:1
- Fig. 22 Weißnickelkies. Kataklyse durch Schwerspat verheilt



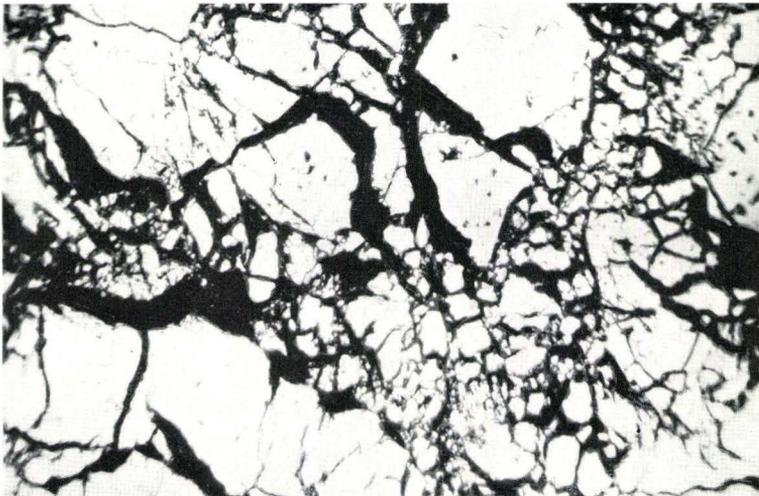
19



20



21



22

