# Tektonische Untersuchungen im nördlichen Bergsträßer Odenwald.

Von **Waldemar Portmann.**

Mit 12 Textfiguren, 6 Kluftdiagrammen, 7 Gefügediagrammen und Tafel I.

## Begrenzung des Gebietes und Überblick.

Der Bau des in dieser Arbeit untersuchten Teiles des Odenwaldes wird von mehreren SW—NO streichenden Gesteinszügen beherrscht. Im Süden erstreckt sich ein breiter Streifen von Hornblendegranit von Schönberg bei Bensheim bis Lichtenberg. An diesen grenzt auf der Nordseite ein schmales Band metamorpher Gesteine an, das ihn vom jüngeren Biotitgranit trennt. Biotitschiefer, Amphibolite und Kalksilikathornfelse setzen diesen Schieferzug zusammen, der vom Felsberg über Beedenkirchen, Hoxhohl bis Groß-Bieberau zu verfolgen ist. Nördlich dieser Zone kontaktmetamorpher Gesteine schließt sich das Gebiet des Biotitgranites an, das wiederum durch ein Band von vorwiegend Amphiboliten und Hornfelsen vom Gabbromassiv des Frankensteins (F) getrennt wird. Aplite, Pegmatite, Alsbachite, Malchite, sowie im östlichen Teil Granitporphyre bilden eine mannigfaltige Ganggefolgschaft. Um dem Leser unnützen Zeitverlust zu ersparen, habe ich in meinem ganzen Text hinter diejenigen Ortsnamen, welche auf meiner Karte nicht zu finden sind, den Buchstaben F in Klammern gesetzt. Diese sind nur auf der Klemmschen Odenwaldkarte in 1 : 100 000 und auf den Spezialkarten zu finden.

Im Südosten wird das Gebiet von der breiten Zone von Dioriten, metamorphen Schiefern und Flasergranit begleitet, die sich vom Rheintalrand in nordöstlicher Richtung durch den Bergsträßer Odenwald bis zur Gersprenz hinzieht. Im Nordosten wird durch das Untersinken des Grundgebirges unter die diluviale Bedeckung der weiteren Verfolgung des Biotitgranites eine natürliche Grenze gesetzt. Die Schieferhülle des Gabbros vom Frankenstein (F) und die des Melibokusmassives bilden die NW- und W-Grenze. Das ganze Gebiet ist verhältnismäßig schlecht auf-

geschlossen. Sämtliche Steinbrüche im Biotitgranit sind auflässig und größtenteils ist der Granit stark verwittert.

Im Hornblendegranit wird noch gebrochen; doch hat die tiefgründige Verwitterung hier nur noch große Kugeln und Blöcke frischen Gesteins übrig gelassen, die im Verwitterungsgrus eingebettet liegen.

Die erste eingehende Untersuchung und Aufnahme des Gebietes wurde von Chelius unternommen. Seine Eintragungen auf dem Blatt Neunkirchen sind vielfach rein schematisch. Eine ganze Reihe von eingezeichneten Verwerfungen ist im Gelände nicht nachweisbar. Die zweite Bearbeitung und Aufnahme erfuhr das Gebiet durch Klemm. Er erkannte folgende Altersfolge der Tiefengesteinsintrusionen:

1. Gabbro mit dioritischer Randfazies,
2. Hornblendegranit,
3. Älterer Biotitgranit,
4. Jüngerer Biotitgranit.

Über die Tektonik des Odenwaldes auf Blatt Neunkirchen schreibt Klemm (1918 S. 7): „Die Auffaltung dieses Gebirges dürfte zugleich mit der Intrusion der Tiefengesteine, welche mit jener Auffaltung in engem Zusammenhange stand und dieselbe gewissermaßen hervorrief, wohl schon bald nach Ablagerung der ältesten Schichten begonnen und sich über sehr lange Zeiträume fortgesetzt haben, so daß immer neue Tiefengesteinsmassen empor und zwischen die sedimentären Massen und die älteren Tiefengesteine eindringen konnten". „Die Abtragung des alten kristallinen Gebirges ist bis zu solcher Tiefe vorgedrungen, daß von dem ursprünglichen Schichtgesteinsmantel desselben nur noch spärliche Reste übrig geblieben sind, aus denen sich ein klares Bild des ursprünglichen Aufbaues nicht mehr wiederherstellen läßt. Ja, man kann nicht einmal mit Sicherheit sagen, ob die noch vorhandenen Schiefergebirgsreste Muldenkerne der alten, allem Anscheine nach vorwiegend nordöstlich streichenden Faltenzüge sind, oder ob es sich um Schollen handelt, die von jenen losgebrochen und in die Tiefengesteine eingesunken sind."

In den Jahren 1924, 1925 untersuchte L. Bolbach den nördlichen Bergsträßer Odenwald nach der „mikrotektonischen Methode" und nahm die Arbeiten von H. Cloos als Grundlage. Er schreibt in seiner Arbeit (1926 S. 110): „Die konkordanten Granite fanden bei ihrem Aufdringen schon ein System sehr steil

gestellter Schichten vor. Ihre Aufpressung bewirkte derselbe Druck, der auch die Sedimente in Falten legte. Ein Beweis dafür bietet die primäre Streckung des Granits und die konkordante Lage seiner Schollen. Daß derselbe Druck aus SSO bezw. SO auch während der Erstarrung des Granits weiterwirkte, zeigt die Regelmäßigkeit in der Anordnung der Klüfte."

Die Geländebeobachtungen allein reichen aber meiner Ansicht nach nicht aus, die Tektonik des Gebietes restlos zu erklären. Es soll daher in dieser Arbeit versucht werden, durch Geländebeobachtungen und gefügeanalytische Bearbeitung der Gesteine, wie sie zuerst von Sander und Walter Schmidt angewandt wurden, für die Deutung der Tektonik wieder neues Tatsachenmaterial zu liefern.

## Arbeitsweise.

Im Gelände wurden alle primären Merkmale aufgenommen. Die Klüfte habe ich dort, wo sie in genügender Zahl vorhanden waren, statistisch durchgemessen, ohne dabei die einzelne Kluft zu bewerten. Die Darstellung erfolgte in der von Rüger (1928) dargelegten Weise. Man denkt sich die Kluftflächen in den Mittelpunkt einer Kugel gerückt. Die Durchstichpunkte der Flächennormalen durch die untere Halbkugel trägt man nach Azimut und Polhöhe in ein flächentreues Gradnetz ein. Die Polpunkte häufen sich dann an bestimmten Stellen. Flächen mit gleicher Punktzahl auf der Flächeneinheit werden im Diagramm durch Kurven abgegrenzt. Diese Methode bietet gewisse Vorteile gegenüber den Kluftsternen, da einerseits das Fallen der Klüfte in den Diagrammen zum Ausdruck kommt, und andererseits eine Vergleichsmöglichkeit mit den Gefügediagrammen besteht. An vielen günstigen Stellen wurden orientierte Handstücke entnommen. Die Schliffebene der orientierten Schliffe legte ich horizontal mit Nord-Südmarkierung, so daß astronomische Koordinaten und die Koordinaten des U-Tisches zusammenfielen. Hierdurch wird ein Vergleich der Gefügediagramme untereinander und mit den Kluftdiagrammen erleichtert. Was das Messen, Auswerten und Deuten von Diagrammen anbetrifft, so verweise ich auf die bahnbrechenden Arbeiten von Sander und Walter Schmidt, namentlich (1925 b, 1926).

In den nachstehenden Ausführungen bringe ich zuerst meine Beobachtungen, die an der Hand der beigegebenen Karte zu verfolgen sind.

# Feldgeologischer Teil.

## Der Hornblendegranit.

Der Hornblendegranit erstreckt sich als breiter Streifen, welcher sich in der Mitte bei Webern verschmälert, von Schönberg bei Bensheim nach NO bis Lichtenberg. In einem Schliff vom Felsberg überwiegen die Plagioklase (Oligoklas-Andesin). Orthoklas und Quarz treten zurück. Biotit und Hornblende sind reichlich vorhanden. Jedoch geht die mineralogische Zusammensetzung nicht einheitlich durch das ganze Gebiet, sondern ist starken Schwankungen unterworfen. Hierauf hat Klemm wiederholt (1913, 1918, 1925 a, b) hingewiesen.

Dort, wo der Granit mit den metamorphen Schiefern im Kontakt steht, ist die Ausbildung einer saueren Randfazies zu beobachten, in der die Hornblenden verschwunden sind, wie beispielsweise an der Straße Hoxhohl—Brandau. Klemm beschreibt solche Erscheinungen sehr eingehend (1918).

Die chemische Zusammensetzung ist ebenfalls beträchtlichen Schwankungen unterworfen, wie es aus den Analysen bei Klemm (1925 b) ersichtlich ist. Er führt (1925 b S. 129) die Schwankungen auf wechselnde Resorption von Schollen des ursprünglichen Sedimentdaches zurück. Einschlußreich ist der Granit an der Ludwigshöhe (F) östlich vom Fürstenlager und im östlichen Teil des Gebietes von Brandau bis Lichtenberg, besonders ist dies bei Annäherung an den Kontakt mit metamorphen Gesteinen zu beobachten.

### Schieferung, Schollen, Gänge.

Die flächenhafte Paralleltextur des Hornblendegranites ist in den verschiedenen Teilen des Gebietes mehr oder weniger deutlich zu erkennen und streicht überall 60—65° mit vorwiegend 80° Südfallen. Die kleinen Amphiboliteinschlüsse streichen und fallen in derselben Richtung. Im westlichen Teil des Felsberges ist der Granit mittelkörnig und nur schwach geschiefert. Am Osthang wird er etwas kleinkörniger bei ausgeprägter Schieferung. Dort, wo der Granit sehr schollenreich ist, z. B. am Heidenhügel bei Webern, wird er feinkörniger, dunkler und stark geflasert. Am Kontakt mit der nördlich angrenzenden Schieferzone an der Straße Hoxhohl—Brandau, sowie in dem großen Aufschluß bei Lichtenberg wird die Paralleltextur undeutlich bei mittlerer Korngröße. Hier im nordöstlichen Teil fällt die

Schieferung abweichend vom übrigen Gebiet mit 80° nach Norden oder steht saiger. Am Eichelberg, wo die metamorphen Gesteine nordsüdlich streichen, wurde an einem Felsen von Hornblendegranit eine Paralleltextur gemessen, die 40° streicht und saiger steht. Entweder schmiegt sich hier der Granit dem Schieferkontakt an, oder es ist ein loser Block. Das isolierte Vorkommen von Hornblendegranit im Biotitgranit bei Herschenrode, dessen tektonisches Verhältnis zum Biotitgranit bisher noch nicht aufgeklärt ist, zeigt eine schwach ausgebildete Schieferung. Diese streicht wie diejenige des Hauptzuges 60—65° und fällt mit 80° gegen Süden. In dem Granit ist ein Steinbruch angelegt worden, der heute noch in Betrieb ist. Der Biotitgranit streicht in dieser Gegend 45° und fällt steil südöstlich. Er ist jedoch in der Nähe des Kontaktes nicht aufgeschlossen.

Im Gebiet des Hornblendegranites sind nur wenige Gänge zu finden. Diese sind ausschließlich sauer. Am Felsberg wurde ein 30 cm mächtiger Gang von feinkörnigem Granit beobachtet, dessen Streichen 70° beträgt mit 70° N-Fallen. Einige Aplitgänge streichen unregelmäßig, nämlich am Felsberg Str. 165° F. 35° O, 170° 45° W und Str. 75° F. 50° N, bei Lichtenberg Str. 70° F. 55° N, 140° 30° NO, und Str. 85° F. 40° N. Hierin kommen drei Richtungen zum Ausdruck. Einmal annähernd dem Streichen der Schieferung parallel, jedoch mit einer Abweichung von 20°, dann annähernd senkrecht zur Schieferung und drittens etwa Nordsüdstreichen mit sehr flach östlichem und westlichem Einfallen. Bis zu einem gewissen Grade stimmen diese Gänge mit tektonischen Richtungen überein, doch ist die Zahl der Gänge meiner Ansicht nach zu gering, um sie zu irgend welchen sicheren Schlüssen auszuwerten. Bolbach (1926 S. 111) äußert die Ansicht, daß die Aplite vielleicht in Schrumpfungsklüfte eingedrungen sind. Im Biotitgranit sind die Gänge zahlreicher, so daß die Unregelmäßigkeit mehr hervortritt, worauf weiter unten noch eingegangen wird.

## Klüfte.

Im Folgenden gebe ich meine Beobachtungen in allen Einzelheiten genau wieder, um eine Nachprüfung an Ort und Stelle jederzeit zu ermöglichen. Eine Zusammenfassung der Ergebnisse folgt auf Seite 54 [27].

Im Hornblendegranit des Felsberggebietes treten zwei Kluftsysteme deutlich hervor. Siehe Diagramm 1. Eins streicht 130 bis 140, also senkrecht zu s[1]), und fällt 85° nach Südwesten. Nur auf diesen Klüften findet man Epidot und Quarzbeläge entsprechend den „Q"-Klüften von Cloos. Einige Kluftflächen tragen Harnischstreifen, die meist etwa 35° nach NW einfallen. Durch die tiefgründige Verwitterung sind aber die meisten Kluftflächen zerstört. Das andere scharf im Diagramm hervortretende System streicht 30° und fällt 80° nach Südost. Ein im Diagramm nur angedeutetes, weil schlecht im Aufschluß hervortretend, flaches System streicht 35° und fällt mit 30° nach Norden. In dem Bruch im Hainzerwald (F) am Felsberg sind 100—110° streichende steil N fallende Klüfte ziemlich zahlreich. Die best entwickelte Harnischkluft (Str. 105° F. 80° N) trägt Rutschstreifen, die 95° streichen und 30° SO einfallen. Etwa 5° streichende und 30° O fallende Klüfte sind hier deutlich ausgeprägt. Sie verlaufen annähernd parallel dem Gehänge. Am Osthang des Felsberges sind zwei Harnischklüfte beobachtet worden, die 15° streichen und 55° O einfallen. Sie tragen Epidotbeläge und Harnische. Letztere streichen etwa 21° und fallen 30° NO.

Der kleine Aufschluß an der Straße Hoxhohl—Brandau am Kontakt mit den metamorphen Schiefern weist ähnliche Verhältnisse auf. Ein System streicht 135°, das andere 65° in der Schieferung. Ein flaches System streicht ungefähr 45° und fällt mit 30° nach NW, was später noch in anderem Zusammenhang erörtert wird.

Bei Lichtenberg—Obernhausen sind im Hornblendegranit drei steile Systeme ausgebildet. Ihr Streichen beträgt 25—35°, 110—120° und 165°. Zwei steile Klüfte mit 155 und 160° Streichen ließen 20 und 35° S fallende Rutschstreifen erkennen. Eine flache Kluft (Str. 5° F. 35° O) trug Rutschstreifen, deren Horizontalprojektion mit dem Streichen der Schieferung zusammenfällt. In dem kleinen auflässigen Bruch am Nordhang von Lichtenberg streichen die vorherrschenden steilen Systeme 35°, 85° und 155°, doch ist das Bild noch zu unsicher infolge der geringen Zahl von Messungen.

Im Einschnitt des Weges von Lichtenberg zum Altscheuer ist eine Schieferscholle aufgeschlossen, die im Hornblendegranit

[1]) s = Sander'sche Abkürzung für Schieferung und Schichtung.

schwimmt. Es ist nach Klemm (1918 S. 12) ein glimmerreicher Schieferhornfels mit Kalksilikathornfelseinlagerungen. Seine Schieferung streicht 45° und steht saiger. In dem Schiefer sind drei Kluftsysteme vorhanden. Eins streicht 5° und fällt ungefähr 70° gegen Osten, ein zweites geht parallel der Schieferung, und das dritte steht auf der Schieferung senkrecht bei steil westlichem Einfallen. Die Klüfte dieser Schieferscholle zeigen eine von denen des Hornblendegranites etwas abweichende Richtung.

Im mittleren und östlichen Teil wird der Hornblendegranit am Südostkontakt von grobflaserigem, porphyrischem Biotitgranit begleitet. In einem Aufschluß in diesem nordwestlich von Lützelbach streicht die Flaserung 45° und fällt 75° gegen NW. Zwei annähernd senkrecht aufeinander stehende steile Kluftsysteme streichen 160—165° und 60—70°. Das Fallen ist unregelmäßig. Am Nordhang vom Streiterberg (F) ist die Schieferung undeutlich. Sie streicht etwa 55° und fällt 85° nach NW. Weiter östlich am Südosthang des Altscheuers stehen sehr viele metamorphe Schieferschollen an, die von Hornblendegranit injiciert werden. Der Hornblendegranit hat große Mengen Schiefermaterial resorbiert und bildet ein dioritisches Mischgestein, das am Altscheuer überall anzutreffen ist. Seine Grenze ist daher keine scharfe gegen die Schiefer.

Östlich des Fischbaches liegt ein Gebiet mit vorwiegend anders gerichteten primären tektonischen Merkmalen. Vom Gaßnerberg bis Groß-Bieberau steht ein Hypersthengabbro an. Dieser ist schlierig ausgebildet, wie man im Steinbruch dicht an der Straße Niedernhausen—Groß-Bieberau erkennt. Die Schlieren streichen 145° und fallen 60° NO. Ihnen parallel geht das im Bruch vorherrschende Kluftsystem. Zwei 175° streichende und 85° W fallende Klüfte tragen Rutschstreifen, die 5° nördlich einfallen. Ein flaches System streicht 20° und fällt etwa 25° nach NW. Diesem parallel ist ein 4 cm mächtiger Pegmatitgang orientiert.

Südlich vom Gabbro greift der Hornblendegranit noch in einem schmalen Zipfel auf das östliche Gebiet über. In einem kleinen Aufschluß an der Straße Niedernhausen—Fränk. Grumbach (F) streicht die undeutlich erkennbare Schieferung 45 bis 65° und fällt steil NW. In der Nähe dieses Aufschlusses ist Flasergranit anstehend, dessen Schieferung 45° streicht und 80° SO einfällt.

Wendet man sich gegen Süden, so kann man ein Umschwenken der Schieferungen von Granit und metamorphen Gesteinen in eine Ostwestrichtung beobachten.

Die Paralleltextur des Flasergranites an der Straße Niedernhausen—Nonrod streicht 75—80° und steht saiger, während nordöstlich vom Russberg (F) die metamorphen Schiefer noch 65° streichen und steil südöstlich einfallen.

Der Diorit im Bruch an der Straße Billings—Niedernhausen zeigt schlierige Bänder, die etwa 130° streichen und saiger sind.

## Die Zone kontaktmetamorpher Gesteine.

Entlang der Nordwestgrenze des Hornblendegranites verläuft ein schmales Band metamorpher Gesteine, das ihn vom jüngeren Biotitgranit trennt. Es sind vornehmlich Biotitschiefer, die infolge starker Durchtränkung mit granitischem Material gneisartigen Charakter tragen, schiefrige Amphibolite und Hornfelse, die sich vom Marmorlager bei Auerbach (F) bis Groß-Bieberau erstrecken.

Am Kamm des Felsberges steht ein feinkörniger, injicierter Schiefer von gneisartigem Charakter an, der stellenweise in grobkörnigen Augengneis mit Feldspat-„Augen" übergeht. Er setzt sich aus Quarz, Orthoklas, etwas Plagioklas und Biotit zusammen. Die Schieferung streicht 45° und fällt 70° nach SO, also diskordant zum Hornblendegranit, der in einiger Entfernung vom Kontakt 60—65° streicht. Auf den Schieferungsflächen ist eine Striemung zu beobachten, die etwa 15° westlich einfällt. Konkordant im Gneis treten dunkle, feinkörnige Einlagerungen auf. Wie aus Diagramm 2 ersichtlich ist, streichen die beiden steilen Hauptkluftsysteme parallel und senkrecht zur Schieferung; ein drittes flaches System streicht ungefähr 50° und fällt mit 25° gegen NW. Diese Systeme bedingen die plattige Absonderung des Gneises. Außerdem sind noch 170—190° streichende steil östlich fallende Klüfte ausgebildet, die im Diagramm noch deutlich erkennbar sind. Weiter östlich bei Beedenkirchen stehen ganz feinkörnige Schiefer an. Die Schieferung streicht 85° und fällt 70° gegen Süden. Auf dieser ist eine deutliche Striemung zu beobachten, die 100° streicht und 35° gegen Osten fällt.

An der Straße Hoxhohl—Brandau wird der Schieferzug von feinkörnigen Biotitschiefern gebildet, deren Schieferung 60°

streicht und 70—75° nach SO fällt. Es besteht ein konkordanter Verband mit dem Hornblendegranit, der den Schiefer am Kontakt aufgeblättert hat, wie es die Abb. 1 veranschaulicht. In der Nähe des Kontaktes

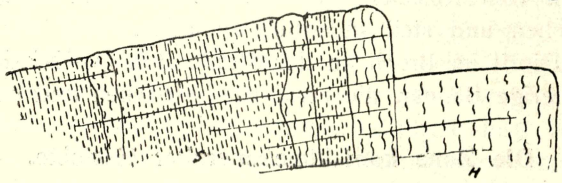



Abb. 1. Kontakt Hornblendegranit-Schiefer.

1 m

treten im Schiefer ungefähr 45° streichende und flach 30—40° nach NW fallende Klüfte auf, die sich vom Hornblendegranit in den Schiefer fortsetzen. Diese Klüfte sind ziemlich zahlreich. Da auf ihnen keine Rutschstreifen beobachtet wurden und nichts auf etwaige Verschiebungen hindeutet, so liegt es nahe, sie vielleicht als Kontraktionsklüfte zu deuten. Ein zweites, weniger ausgeprägtes System streicht 125—140° und fällt vorwiegend steil nach NO. Einige dieser Kluftflächen tragen Rutschstreifen, welche 135—140° streichen bei flachem NW- oder SO-Einfallen.

Weiter östlich wird dieser Schieferzug aus schiefrigen Amphiboliten und Hornfelsen zusammengesetzt. Diese streichen im Wegeinschnitt nordwestlich von Klein-Bieberau 60—65° und fallen steil SO. An der Straße Klein-Bieberau—Rodau bei der Schnakenmühle ist ein Streichen der metamorphen Gesteine von 55° bei Saigerstellung festzustellen. Hier schwenkt das Streichen scharf nach Norden um, denn am Westhang des Eichelberges ist ein feinkörniger Schieferhornfels aufgeschlossen, dessen Schieferung 5° streicht und saiger steht. Die Schieferungsflächen weisen eine leichte Wellung bis Fältelung auf. Stellenweise sind kleine ausgezogene Quarzlinsen eingeschaltet, die sich aber wie die Fältelung nicht im Aufschluß einmessen lassen. Die Klüfte verlaufen parallel und senkrecht zur Schieferung. Ein flaches System streicht ungefähr 60° und fällt 15° nach SO. Ein 4 cm mächtiges Gängchen von Schwerspat durchsetzt den Amphibolit. Es streicht 110° und steht saiger.

Nordöstlich vom Eichelberg ändern die metamorphen Gesteine wieder ihr Streichen. Am Hellersberg (F) beträgt dieses etwa 55—60°. In dem Aufschluß südlich von Groß-Bieberau streichen die metamorphen Schiefer 75—85° und stehen saiger. Sie bestehen aus einem Wechsel von dunklen, glimmerreichen und helleren, quarzreicheren Schieferhornfelsen. An einer Stelle konnte eine Falte der ursprünglichen sedimentären Schichtung beobachtet werden. Die Faltenachse steht annähernd saiger. Ihr parallel ließ sich eine schwache Striemung auf den Schieferungsflächen feststellen, die ungefähr 70—75° westlich einfiel.

Die Schiefer sind sehr stark zerklüftet. Die wichtigsten Systeme streichen 0° und 80° und fallen etwa 85° nach Norden. Ein flaches System streicht 100° mit 40° Südfallen. Außerdem treten noch 130° streichende und 80° SW fallende Klüfte hervor.

## Älterer Biotitgranit.

Nördlich dieser schmalen Schieferzone dehnt sich das Gebiet des Biotitgranites aus. Am Westabhang des Felsberges und im Hochstädter Tal steht ein grobkörniger Biotitgranit an, der eine deutliche Schieferung erkennen läßt. Diese streicht durchweg 40—45° und fällt 80° SO. Klemm bezeichnet ihn als älteren Biotitgranit (1918 S. 40). Letzterer nimmt nur ein kleines Areal ein. Er umschließt mehrere Schollen metamorpher Schiefer, wie es am Adamsgrund (F) bei Hochstädten gut zu beobachten ist. Die Schieferung des Granites streicht hier 35°, und das Streichen der Schieferschollen schwankt zwischen 30 und 40°. An der Straße Balkhausen—Hochstädten stehen bei Kilometerstein 4,1 km etwa in der Mitte zwischen beiden Orten Schiefer an, die ungefähr 45° streichen und mit 70° gegen SO fallen. Ein kleiner Pegmatitgang streicht 55° und fällt 60° SO ein. Bei Hochstädten wird ein Aplitgang, der 100° streicht und saiger steht, von einer 5° streichenden und 75° westlich fallenden Kluft verworfen. Ebenso werden ein 100° streichender saigerer Aplitgang, sowie ein gleich orientierter minetteartiger Gang von etwa 30° streichenden Klüften verworfen.

In dem grobkörnigen Granit sind zwei senkrecht aufeinander stehende steile Kluftsysteme deutlich ausgebildet. Eins streicht 45—50° in Richtung der Schieferung, das andere 135° mit steilem NO- und SW-Fallen; im verwachsenen Steinbruch bei Hochstädten vorwiegend 60° NO. Außerdem kommt noch ein drit-

tes System hinzu, das zwischen 165° und 175° streicht. Die flachen Klüfte streichen 145 und 170° und fallen 20° bis 35° westlich ein. Ein ungefähr 50° streichender und steil SO fallender Gang von feinkörnigem Granit zeigt die gleiche Klüftung wie der grobe Biotitgranit. In dem Aufschluß bei Hochstädten, auf der Karte Kiesgrube bezeichnet, ist eine 30 cm mächtige Ruschel aufgeschlossen, die schwach epidotisiert ist. Sie streicht 45° und fällt 76° SO. In diesem Aufschluß dominiert ein 105 bis 115° streichendes System, das steil nördlich und südlich einfällt. Diese Klüfte sind auch in den andern Aufschlüssen zu erkennen.

Ein Vorkommen von älterem grobkörnigem Biotitgranit bei Lichtenberg ist unterhalb vom Bollwerk in einem auflässigen Bruch aufgeschlossen. Die Schieferung streicht 45° und fällt 80° nach SO. Das Hauptkluftsystem streicht 155° und fällt steil nach Westen. Auf einer von diesen Klüften wurden 15° N fallende Rutschstreifen beobachtet. Außerdem treten noch ungefähr 90—100° und 45° streichende steile Klüfte hervor. Rutschstreifen streichen 105° und fallen 15° östlich ein.

## Flasergranit.

Bei Hoxhohl wird das Band metamorpher Gesteine von einem flaserigen, mittelkörnigen Granit begleitet, der bis an den Ort Hoxhohl reicht und sich vom Hasenberg bis in den Birkenwald (F) bei Herschenrode erstreckt. Klemm und auch Bolbach stellen ihn zum älteren Granit.

In dem Steinbruch am Nordwesthang des Mandelberges bei Hoxhohl streicht die Schieferung des Biotitgranites noch 45°, während am Westhang in dem Aufschluß unmittelbar an der Straße ein Streichen von 60° mit steilem SO-Fallen beobachtet wurde. Letzterer Aufschluß liegt in der Nähe des Schieferkontaktes. Man kann also ein deutliches Einlenken der Schieferung des Granites in die Streichrichtung der Schieferzone beobachten. Hier besteht demnach ein konkordanter Verband zwischen geflasertem Biotitgranit und dem Schieferband.

In dem Flasergranit des Mandelberges ist ein Kluftsystem stark vorherrschend. Es streicht etwa 35° und fällt 75° nach SO. Siehe Diagramm 3. Zwei weitere weniger ausgeprägte Systeme streichen etwa 175° und 150° bei saigerer Stellung. Ein

80° streichendes und 80° S fallendes System ist erkennbar neben einem flachen 50° streichenden und 20° NW fallenden. 135° streichende Klüfte tragen Epidotüberzüge und Rutschstreifen, die flach nordwestlich einfallen. Auch auf 110° streichenden Klüften wurden horizontal bis flach östlich einfallende Harnischstreifen gemessen. Zwei 10° und 15° streichende steile Klüfte zeigen Epidot und 5° S fallende Rutschstreifen. In dem Bruch direkt an der Straße wurde eine interessante Erscheinung beobachtet. Hier lenkt die Schieferung des Granites in die Streichrichtung einer großen 15° streichenden und 80° O fallenden Harnischkluft ein. Die Kluftfläche trägt 10° N fallende Harnischstreifen und ist schwach epidotisiert. An dem Harnisch sieht man, daß sich der östliche Flügel relativ nach Norden bewegt hat. Dies stimmt auch mit ähnlichen Beobachtungen von Cloos überein, der (1922 S. 14) schreibt: „Allenthalben zeigen sich Anzeichen horizontaler Verschiebungen längs der Störungen, und immer wieder erscheint an den rheinischen Linien der östliche, an den herzynischen der westliche Flügel vorgeschoben."

In dem Aufschluß im Biotitgranit bei Herschenrode sind zwei senkrecht aufeinander stehende Systeme vorhanden, eins streicht etwa 45° und steht steil, während das andere 135—145° streicht und 50—55° nach Nordost fällt. Auch die Nordsüdklüfte und Ostwestklüfte sind ausgebildet. Zwei Ruscheln durchsetzen den Granit. Sie streichen 20° und 70° bei steilem Nordwestfallen.

Am Mandelberg stehen mehrere große Hornfelsschollen an, die der Schieferung des Granites parallel streichen, also im Bruch am Nordwesthang 45° und am Westhang 60° mit steilem südöstlichem Einfallen. Makroskopisch zeigen diese Schieferschollen eine gewisse Ähnlichkeit mit Blastomyloniten im Sinne Sanders, doch das mikroskopische Bild entscheidet ganz klar hierüber.

Ein Schliff zeigt größere Quarze und Feldspäte, die von einer feineren Grundmasse umgeben sind. Die Quarzhaufen bestehen aus größeren undulösen Quarzen und kleinen nicht undulösen, die teilweise ineinander verzahnt sind. Die Feldspäte (Orthoklase) sind deformationsverglimmert. Biotite sind fetzenförmig verteilt und teilweise chloritisiert. An einigen Stellen bildet er Nester mit Wabenstruktur. Dies sind Reliktstrukturen. Ursprünglich war ein Hornfels vorhanden, der später stark deformiert wurde.

In einem anderen Schliff ist der Schiefer feinkörniger. Die Quarze und Feldspäte bilden rundliche Körner. Der Feldspat ist vorwiegend Orthoklas und untergeordnet Plagioklas (Albit-Oligoklas). Er ist noch verhältnismäßig frisch und nur wenig serizitisiert.

Neu gebildete Epidotkriställchen sind stellenweise stark angehäuft und treten ähnlich in Erscheinung wie der von Sandkühler (1913 S. 231) in Malchiten beobachtete Epidot. Noch deutlicher als im ersten Schliff ist hier die Hornfelsstruktur ausgebildet, so daß es sich nur um einen metamorphen Schiefer handeln dürfte.

## Jüngerer Biotitgranit.

### Schieferung, Schollen.

An den grobkörnigen und den flaserigen Granit grenzt der jüngere, kleinkörnige Biotitgranit nördlich an. Dieser nimmt das ganze Gebiet von der Schieferzone bis zum Gabbromassiv des Frankensteins (F) ein. Seine Ausbildung ist stark wechselnd. Am Felsberg, bei Stettbach, Oberbeerbach trifft man mittelkörnige Abarten, die anscheinend ununterbrochen in den normalen, kleinkörnigen, porphyrischen Typus übergehen, wie er am ausgeprägtesten bei Neutsch zu finden ist und von Chelius (1901) als sogenannter „Mikrogranit" beschrieben wurde. Der Granit hat nach Klemm viel sedimentäres Material aufgenommen und soll an solchen Stellen eine ausgesprochene Paralleltextur zeigen, wie beispielsweise am Nordhang des Felsberges. Weiter nördlich bei Oberbeerbach, Neutsch, Frankenhausen ist die Schieferung nur noch schwach erkennbar.

Die Schieferung streicht im Gebiet des jüngeren Biotitgranites 45° und fällt steil SO ein. Im NO zwischen Nieder-Modau, Rohrbach, Hahn und Groß-Bieberau kann man ein leichtes Abdrehen der Streichrichtung um ungefähr 10—15° nach Norden beobachten. Dieser Granit steht also in konkordantem Verband mit dem älteren Biotitgranit.

Der Biotitgranit enthält zahlreiche Schollen metamorpher Gesteine als Einschlüsse. Ihre allgemeine Streichrichtung beträgt ungefähr 45° mit geringen Abweichungen. Das Fallen ist fast durchweg steil südöstlich. Westlich von Ober-Beerbach am Weg nach Jugenheim stehen Schiefer an, deren Schieferung 75° streicht und gegen Süden fällt. Noch weiter westlich konnte ich

ein Streichen der Schieferung von 160° messen mit undeutlich östlichem Fallen. Es handelt sich hier um die in Schollen aufgelöste Schieferzone, die das Melibokusmassiv abgrenzt.

## Klüfte.

Im Ort Hoxhohl ist der Granit massig bis schwach flaserig. Die Kluftsysteme entsprechen ungefähr denen des Mandelberges. Einige Rutschstreifen wurden auf 100—110°, 135° und 30° streichenden steilen Klüften beobachtet, sie fallen etwa 20° westlich ein.

Am Meisenberg südwestlich von Ernsthofen sind zwei senkrecht aufeinander stehende Kluftsysteme deutlich ausgeprägt. Diagramm 4. Das Hauptsystem streicht 95° und fällt 80° nach Norden, das andere streicht 0—10° und steht saiger. Flache weniger hervortretende Klüfte streichen ungefähr 140° mit 40—50° südlichem Einfallen. Die Rutschstreifen haben einen großen Spielraum im Streichen, fallen aber fast ausnahmslos nach Westen. Die mit Harnischen versehenen Klüfte streichen 0—300°, 20, 40, 70°.

In der Gegend von Neutsch am Rämster (F) streicht ein System 35—45° und fällt steil NW, ein anderes streicht 120° bei steilem SW Fallen. Deutlich tritt ein 85° streichendes System in Erscheinung und ein schwächeres 0—5° streichendes. Die wenigen Rutschstreifen sind auf 65—95° streichenden Klüften zu finden. Etwas nördlicher an der Straße Frankenhausen—Nieder-Modau ist ein 135—145° streichendes und 65° nordöstlich einfallendes System schärfer erkennbar.

Am Nordhang des Lohberges ist ein kleiner Aufschluß. Hier streicht das Hauptsystem 5° und fällt 40—50° nach Westen. Deutlich ausgeprägt ist noch das 105—115° streichende und saiger bis steil südlich fallende System.

An der neuen Fahrstraße von Asbach nach Ernsthofen ist im Biotitgranit ein Granitporphyrgang aufgeschlossen, der 5° streicht und 80° westlich einfällt. Im Biotitgranit streicht das Hauptsystem 175° und fällt steil östlich. Die anderen Systeme sind verwischt. Zwei 170° und 15° streichende Klüfte lassen Harnischstreifen erkennen, die 20° und 40° nach Süden fallen.

In dem Bruch am Hohen Stein (F) bei Wembach ist der Granit stark zerklüftet. Das vorherrschende System streicht 80 bis 90° und fällt ungefähr 60—70° gegen Süden. Die andern

Systeme sind weniger deutlich ausgebildet. Die beobachteten Harnischstreifen streichen 80—95° und fallen 15° nach Osten.

Wenden wir uns dem westlichen Teil des Gebietes zu. Im Bruch südlich von Ober-Beerbach streicht das vorherrschende System 95—105° und fällt steil südlich. Ein zweites System streicht 25° und fällt steil nordwestlich. Senkrecht hierzu stehen 40—50° nördlich und südlich einfallende Klüfte; ihr Streichen beträgt 125—130°. Deutlich ausgeprägt sind etwa 170° streichende saigere bis steil östlich einfallende Klüfte. Die Rutschstreifen auf 90—110° streichenden Klüften fallen 0—5° nach Osten. Eine 165° streichende saigere Kluft trägt 45° nördlich einfallende Harnischstreifen.

In einem kleinen Aufschluß nordwestlich von Ober-Beerbach beim Wirtshaus Waldeslust finden wir diese Systeme gleichfalls vor; doch sind hier noch 145—155° streichende und wechselnd fallende Klüfte hervortretend. Eine 10° streichende saigere Kluft läßt 25° SW fallende Harnischstreifen erkennen. Auch im Gebiet von Stettbach sind diese Kluftrichtungen ausgeprägt. Eine 100° streichende und 65° südlich einfallende Kluft zeigt einen Quarzbelag mit Rutschstreifen, die 15° nach Westen einfallen und etwa 90° streichen.

Die Schiefer westlich von Ober-Beerbach an der Straße nach Jugenheim zeigen folgende Kluftsysteme. Das Hauptsystem streicht 135° und fällt von 60° nordöstlich bis 60° südwestlich. Ein zweites System streicht 55° und fällt flach bis steil nordwestlich. Außerdem treten noch anders streichende Klüfte stark hervor. An einer 25° streichenden und 50° südöstlich fallenden Kluft, die von einem Aplitgang erfüllt ist, läßt sich eine kleine Überschiebung von 1 m dadurch nachweisen, daß ein anderer Aplitgang um diesen Betrag verworfen ist.

## Gänge.

### Aplite, Pegmatite, Alsbachite.

Aplitische und pegmatitische Gänge sind im Gebiet des jüngeren Biotitgranites ziemlich häufig anzutreffen. Ihr Streichen und Fallen ist stark wechselnd. Es sind meist nur einige cm mächtige Gängchen.

An der Straße von Frankenhausen nach Nieder-Modau streichen diese Gänge von 10°—105° und fallen südöstlich und nördlich ein.

Bei Staffel streichen mehrere Aplit- und Pegmatitgängchen 30—80° und fallen flach bis steil nordwestlich. Im westlichen Teil bei Ober-Beerbach fallen die Gänge im Schiefer fast ausnahmslos flach bis steil östlich ein. An der Straße von Rodau nach Rohrbach konnte ich zwei 10 und 170° streichende und 60 bezw. 50° westlich fallende Gänge beobachten. Auffallend ist die unregelmäßige Orientierung dieser Gänge im Gegensatz zu den Alsbachiten, welche eine ziemlich einheitliche Richtung aufweisen. Das Streichen der Alsbachite schwankt zwischen 50° und 80° bei steilem südlichen Einfallen. Es sind nach Klemm (1918 S. 46) durch Gebirgsdruck während der Verfestigung schiefrig gewordene Aplite, die stellenweise zu Verwechselungen Anlaß gegeben haben. So wurde ein Alsbachit zwischen Hoxhohl und Allertshofen von Chelius (1907 S. 15) als ein serizitschieferartiges Zermalmungsprodukt des Granites gedeutet. Vielleicht kommt den Alsbachiten eine besondere Bedeutung in der Tektonik des Granites zu, worauf Bubnoff (1922 S. 35) kurz hingewiesen hat. Am Südhang des Meisenberges bei Ernsthofen ist ein Alsbachitgang sehr gut erschlossen, der weiter unten in anderem Zusammenhang besprochen werden soll. An der Straße von Balkhausen nach Staffel ist ein Alsbachitgang aufgeschlossen. Er streicht 65° und fällt 60° SO ein. In ihm sind drei Kluftsysteme ausgebildet. Eines streicht 65° und fällt 60° SO, ein zweites saigeres streicht 115° und das dritte streicht 25° und fällt 75° nach Westen. Gegenüber vom Sägewerk bei Hoxhohl konnten zwei Alsbachitgänge beobachtet werden, die ungefähr 80° streichen und etwa 45° südlich einfallen. Die Schieferung streicht 70° und fällt 45° südlich ein. Auf den Schieferungsflächen ist eine deutliche Striemung sichtbar, die 100° streicht und 35° östlich einfällt. In den Gängen beobachtete ich Klüfte mit folgender Orientierung Str. 150°, F. 80° O, Str. 70° F. 40° S und Str. 70° F. 60° N. Sie zerlegen die Gänge in kleine Blöcke.

### Malchite.

Malchitgänge sind im Gebiet des jüngeren Biotitgranites ziemlich häufig. Sie treten größtenteils im westlichen und mittleren Teil des Gebietes auf. Das Streichen der Malchitgänge schwankt zwischen 55° und 75°.

In dem Steinbruch am Südende des Meisenberges ist nach Klemm (1918 S. 56) und Sandkühler (1912 S. 209) ein

Malchitgang aufgeschlossen, der von einem Alsbachitgang durchsetzt wird. Siehe Abb. 2. Nach dem feldgeologischen Befunde ist es mir jedoch sehr wahrscheinlich, daß es sich nicht um einen Malchitgang handelt, sondern um eine mächtige Hornfelsscholle. Auf 60° streichenden und 60° SO fallenden Klüften kann man nämlich noch Reste von Apophysen beobachten, die der Granit in die Scholle entsandte. Im Schliff lassen sich große Plagioklaseinsprenglinge erkennen, die eine ausgezeichnete Zonarstruktur aufweisen. Nach der Federowschen Methode wurden sie

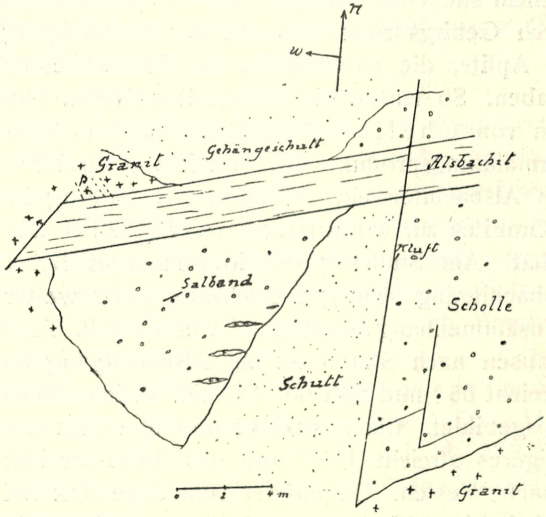



Abb. 2. Bruch am Meisenberg.

Das dreieckige Feld mit der Bezeichnung Salband ist die Kontaktfläche zwischen Scholle und Granit. Die Paralleltextur (p) des Granites (+) ist im nordwestlichen Teil des Bruches erkennbar.

als Oligoklase—Andesine mit einem An-Gehalt von 26—27 % bestimmt. Verzwillingt sind die Plagioklase teilweise nach den Gesetzen Roc Tourné und benachbart Karlsbad (Rosenbusch-Wülfing, Mikroskopische Physiographie, Bd. I, 1. Hälfte, Tafel III). Einige Einsprenglinge sind im Innern stark verglimmert. Die Grundmasse besteht aus Hornblende und Plagioklas mit etwas Biotit. Die Feldspäte sind zum Teil leistenförmig und schwach in einer Richtung angeordnet. Untergeordnet tritt noch Kalkspat auf und etwas Epidot, sowie Eisenerz.

Am nordwestlichen Kontakt ist eine Erscheinung wahrzunehmen, die Sandkühler (1912 S. 209) als „Typenvermi-

schung" bezeichnet hat. Sie besteht nach ihm aus einer „Verknetung" von Malchit und Aplit, der am Salband auftritt. Meiner Ansicht nach hat keine Verknetung stattgefunden, sondern kleine Aplitgängchen setzen sich von dem Granit in die von Sandkühler für Malchit gehaltene Scholle fort.

Ein 2 m mächtiger, granatführender Alsbachitgang durchsetzt die Scholle. Er streicht 70—75° und fällt 80° südlich ein. Auf den Schieferungsflächen des Alsbachites ist eine Striemung festzustellen, die 75° streicht und etwa 5° östlich einfällt. Sie wird besonders durch die streifige Anordnung der Glimmer sichtbar.

Der Alsbachitgang ist stark geklüftet, so daß ein Diagramm (5) gezeichnet werden konnte. Ein Kluftsystem streicht 65—75° und fällt steil südöstlich ein. Ich vermute, daß es Scherklüfte sind, die parallel dem Salband und der Schieferung verlaufen. Ein zweites steiles System von Reißklüften steht annähernd senkrecht auf dem ersten und streicht 145°. Es tritt im Diagramm nicht sehr stark hervor. Ein flaches System streicht etwa 55° und fällt 20° nördlich ein. Diese drei Systeme bedingen einen quaderförmigen Zerfall des Alsbachites. Siehe Abb. 3. Die

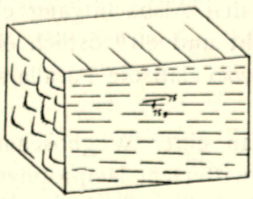


Abb. 3. Alsbachitquader.

Reißkluftflächen zeigen kleine Absätzchen, die in der Figur auf der linken Kluftfläche angedeutet sind. Ganz scharf tritt ein nordsüdlich streichendes, saigeres System im Diagramm hervor. Auf vielen 340—10° streichenden Klüften konnte man nachträglich gebildeten Glimmer beobachten, der auch auf einer nordsüdlich streichenden Kluft im Granit auftritt. Der Alsbachitgang wird von einer 35° streichenden und 50° NW einfallenden Kluft etwas verworfen. Die Rutschstreifen streichen 50—55° und fallen 25° südwestlich ein. Auch in der Scholle, die ungefähr 60° streicht und 60° südöstlich einfällt, sind mehrere Kluftsysteme deutlich ausgeprägt, wie es aus dem Diagramm 6 ersichtlich

ist. Das N—S streichende System wird von großen, glatten Klüften gebildet, die teilweise dünne Beläge von Quarz tragen. Zwei flache sehr deutlich ausgebildete Systeme streichen 40° bezw. 100° und fallen 20° bezw. 50° nördlich ein. Ein annähernd parallel dem Salband des Ganges verlaufendes System ist auch im Diagramm deutlich ausgeprägt. Auch in der Scholle treten „Reißklüfte" auf, die etwa 145° streichen und saiger bis steil NO einfallen.

Im Granit ist das Kluftbild verschwommener, doch sind 2 Systeme scharf hervortretend. (Diagramm 4.) Eins streicht 95° und fällt 75° nach N. Das andere ist das N—S streichende, saigere System. Eine kleine Kluft trägt einen dicken Quarzbelag, der wohl ursprünglich die ganze Kluft schloß. Auf ihr ist ein Harnisch zu sehen. Sie ändert allmählich ihre Orientierung von 10°, 85° W bis 80°, 50° S. An dieser Kluft hat vermutlich eine Art Torsionsbewegung stattgefunden, die der saxonischen Bewegungsphase angehören dürfte. Wie aus dem Vergleich aller 3 Diagramme hervorgeht, ist das N—S streichende System durch alle 3 Gesteine zu verfolgen. Dagegen stimmen die anderen Kluftrichtungen nur in dem Alsbachitgang und in der Scholle überein.

Auffällig ist in diesem Bruch, daß der Granit in der Nähe des Salbandes gegen den Alsbachitgang eine Paralleltextur aufweist, die 150° streicht und 80° östlich einfällt. Der Alsbachitgang streicht 70—75°, so daß die Paralleltextur annähernd senkrecht darauf steht.

Bei Staffel sind an einer Wegböschung schmale und breitere Platten eines verwitterten, lamprophyrischen Ganggesteines, wahrscheinlich Malchit, zu beobachten. Sie streichen 65° und fallen 40° nach NW. Einerseits wird ein Quarzgang von diesen Lamprophyren durchschnitten, während andererseits feine einen halben cm mächtige aplititische Adern die lamprophyrischen Platten durchsetzen, wie dies aus Abb. 4 ersichtlich ist. Auf diese Erscheinung wurde auch von Klemm (1918 S. 56) hingewiesen. Sie ist sehr auffällig, da ja die normale Altersfolge 1. Aplit und Pegmatit, 2. Lamprophyr ist. Ich bin allerdings nicht sicher, ob mein „Aplit"-Äderchen wirklich ein echter Aplit ist. Das Gestein war nicht frisch und konnte nicht mikroskopiert werden. In Hoxhohl steht ein 80 cm mächtiger Gang von feinkörnigem Granit an, der 55° streicht und 80° nördlich einfällt. Am Salband erkennt man

Rutschstreifen. Vielleicht ist das Gangmaterial in eine Harnischkluft eingedrungen.

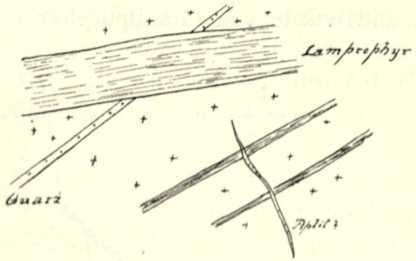



Abb. 4. Wegböschung b. Staffel.

## Granitporphyre.

Im Gebiete östlich der Modau treten häufig Granitporphyrgänge auf, deren Streichen mit geringen Abweichungen vorwiegend nordsüdlich ist und zwischen 355° und 10° schwankt.

Nach Klemm (1914 S. 16) durchsetzen die Granitporphyre die Granite und die in diesen auftretenden Aplite, Pegmatite, Malchite und wahrscheinlich auch Minetten. Sie sind daher wohl als die jüngsten Ganggesteine anzusehen.

An der Straße Asbach—Ernsthofen ist ein Granitporphyrgang gut aufgeschlossen. Der Gang streicht 5° und fällt 80° westlich. Am Salband läßt sich eine Verfeinerung des Korns feststellen. Seine Hauptklüftung streicht 125° und fällt 30—90° nach Nordost ein. Außerdem treten 355—5° streichende steil östlich einfallende Klüfte deutlich hervor. Am westlichen aufgeschlossenen Salband erkennt man, daß dieses von einer 40° streichenden und 45° nordwestlich einfallenden Störung um etwa 30 cm verworfen wird. Siehe Abb. 5. Auch ein kleiner Aplitgang wird um diesen Betrag verworfen. Die Störung ist bis zum Salband des Granitporphyrganges mit einem etwa 10 cm mächtigen, dunklen, feinkörnigen, schieferigen Material erfüllt, das völlig verwittert ist. Wahrscheinlich handelt es sich hier um einen lamprophyrischen Gang.

Im Granitporphyr ist jedoch von dieser Störung nichts zu erkennen. Eine 75° streichende und 80° südlich fallende Kluft verwirft wiederum den fraglichen lamprophyrischen Gang. Auch diese Kluft ist im Granitporphyr nicht erkennbar.

Die ganze Erscheinung läßt sich vielleicht folgendermaßen deuten. Erst wurde die Kluft, in die später der Granitporphyr eindrang, an der Störung um 30 cm verworfen. Dann erst öffnete sie sich und wurde von Granitporphyr erfüllt.

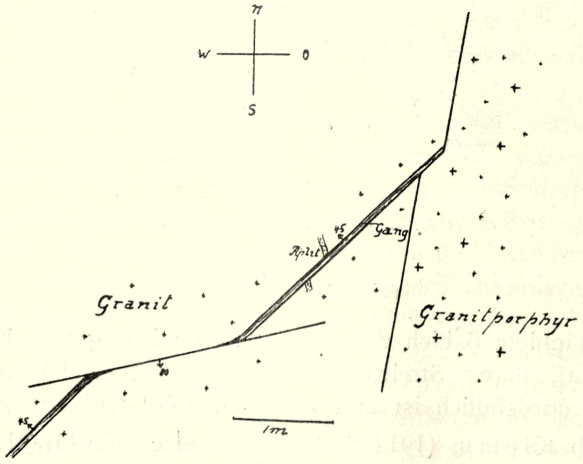



Abb. 5.
Das Salband des Granitporphyrganges ist an einem basischen Gang 30 cm versetzt. Letzterer wird wieder verworfen. Beide Störungen sind nicht in den Granitporphyr zu verfolgen.

## Nördlicher Schieferzug.

Die nördliche Grenze des Biotitgranites gegen den Gabbro des Frankensteins (F) wird wiederum von einer schmalen Zone metamorpher Gesteine gebildet. Es sind vorwiegend Amphibolite, die streifig ausgebildet sind. In einem Bruch östlich der Straße von Ober-Beerbach nach Nieder-Beerbach streicht der Amphibolit 60—70° und fällt 75° nach Norden. Der Bruch wird von einer 75° streichenden und 80° nördlich einfallenden Ruschelzone durchzogen, an der sich die Klüfte scharen. Das vorherrschende Kluftsystem streicht 105—115° und fällt steil südlich. Westlich von Frankenhausen streichen völlig verwitterte schiefrige Amphibolite 65° und fallen 75—80° SO ein.

In dem Amphibolitaufschluß bei der Schloßmühle (F) unterhalb von Nieder-Modau ist der Amphibolit massig ausgebildet. Er wird von zahlreichen Epidotschnüren durchzogen. Eine 140° streichende und 80° südwestlich einfallende Kluft ist von einem 1 cm dicken Quarzgängchen erfüllt. Die Hauptkluftsysteme

streichen 95—105° mit flach bis steil nördlich und südlich gerichtetem Einfallen, sowie 350—5° mit steil östlichem und westlichem Einfallen. Ein drittes deutlich hervortretendes System streicht 140—150° und fällt steil nordöstlich und südwestlich. Zwei beobachtete Harnische streichen 130° bezw. 85° und fallen 35° bezw. 10° westlich ein. Sie sind auf 150° bezw. 100° streichenden Klüften beobachtet.

## Die Mylonite.

An mehreren Stellen wurden im Gebiet des Biotitgranites scharf begrenzte schmale Mylonitzonen beobachtet. Das Granitmaterial ist feinkörnig zerrieben und trägt zum Teil schiefrigen Charakter. Am Salband der Mylonite erkennt man den Übergang vom unveränderten Granit zum zerriebenen. Neuerdings hat Klemm (1926 S. 107—110) gangartige Massen aus völlig zermalmten Granit beschrieben, in denen er neugebildete Turmaline beobachtete. Die Untersuchungen von Rüger (1928 b) am Melibokus, wo ähnliche Gesteine auftreten, haben gezeigt, daß es sich dort um alte karbonische Mylonite handelt.

### Streichen der Mylonite.

Nordöstlich von Stettbach wurde ein Mylonit gefunden, der 85° streicht und 60° südlich einfällt. Auf den Klüften desselben hat sich sekundär Quarz und Glimmer gebildet. In den Aufschlüssen am Mandelberg an der Straße Hoxhohl—Brandau sind einige schmale Mylonitzonen vorhanden. Eine Störungszone streicht 70° und fällt 80° südlich ein. Die Schieferung des Granites geht mit 45° Streichen an die Störung heran und setzt sich auf der anderen Seite mit gleichem Streichen fort, ohne ein Einlenken in die Störung zu zeigen. Ein kleines Granitstück, das von der Störungszone eingeschlossen ist, hat sich mit seiner Schieferung in die Streichrichtung der letzteren eingestellt. In dem Aufschluß unmittelbar an der Straße wird der Granit besonders im südlichen Teil des Bruches von dünnen, $^1/_2$ cm mächtigen Störungszonen durchsetzt. Diese streichen etwa 60° mit 75° südöstlichem Einfallen und haben nur wenige Dezimeter Abstand von einander. Ihnen parallel geht die Schieferung des Granites mit den Schollen.

Im nördlichen Teil des Gebietes stehen an mehreren Stellen Mylonite an, die sich in eine Linie einordnen lassen. Wahr-

scheinlich handelt es sich hier um eine Mylonitzone, die vom Rheintalrand mit nordöstlichem Streichen bis Hahn und darüber hinaus verläuft.

Nun schreibt Klemm (1918 S. 72) „Bei Seeheim stößt der Gabbro ohne Schieferhülle direkt an den Granit der Bergstraße (Melibokusmassiv). Starke Zertrümmerungserscheinungen, die man längs der Straße von Seeheim nach Ober-Beerbach überall sieht, wo das feste Gestein aus der diluvialen Hülle hervorsteht, machen das Vorhandensein einer nordöstlich bis ostnordöstlich verlaufenden Verwerfung wahrscheinlich, die sich zwischen Dammrücksbühl (F) und Forstbühl (F), zwischen Frankenhausen und Neutsch nach Nieder-Modau und weiter in nordöstlicher Richtung hin erstrecken dürfte, aber wegen Mangels von Aufschlüssen und starker diluvialer Hülle nicht näher zu verfolgen ist, so daß sie auch auf der Karte nicht eingetragen werden konnte. An dieser Verwerfung ist offenbar die Schieferkuppel mit ihrem intrusiven Gabbrokern abgesunken, eine Bewegung, die mit der Entstehung des Saar-Saale-Grabens zusammenhängt, und welche zahlreiche Rutschflächen in dem Gebiete des jüngeren Biotitgranites hervorrief.“

Der Verlauf dieser von Klemm vermuteten Verwerfung deckt sich im mittleren und östlichen Teil des Gebietes mit der Anordnung der beobachteten Mylonite. An dem Weg von Rohrbach nach Hahn und in dem Aufschluß am Nordhang des Lohberges südlich von Nieder-Modau konnte ich Mylonite mit etwa 50° Streichen beobachten. Das Einfallen schwankt zwischen 40 und 55° SO. Im Gebiet zwischen Seeheim und dem Beerbach wurde in der Nähe des nicht aufgeschlossenen Kontaktes Gabbro-Biotitgranit kein Mylonit gefunden. Die Grenze zwischen Gabbro und Biotitgranit stimmt in ihrem Verlauf auf der Karte mit dem Streichen der Mylonitzone nicht überein, sondern zeigt eine östlichere Orientierung. Daher ist es wahrscheinlich berechtigt, wenn man ein Schwenken der Störungszone in eine ostwestlichere Richtung annimmt. Vielleicht ist aber auch die Richtung der Verwerfung auf der Karte nicht richtig dargestellt.

Von Bedeutung für den Bau des Bergsträßer Odenwaldes ist die Frage, ob an der festgestellten Mylonitzone eine Überschiebung des südlichen Flügels über den nördlichen stattgefunden hat. Im westlichsten Teil, an der Straße Seeheim—Oberbeerbach, stößt der Gabbro ohne Schieferhülle an den Biotitgranit des

Melibokusmassives. Der Kontakt ist jedoch nicht aufgeschlossen, so daß sich über das Einfallen desselben nichts feststellen läßt. Der Granit in der Nähe der Grenzzone macht den Eindruck starker mechanischer Beanspruchung und ist sehr stark zerklüftet. Etwas weiter östlich an der Straße Ober-Beerbach—Nieder-Beerbach ist das Amphibolitband, das den Gabbro vom Granit trennt, aufgeschlossen. Die Streifung des Amphibolits streicht 70° und fällt steil nach Norden. Man geht wahrscheinlich nicht fehl, ein ähnliches Fallen der ursprünglichen Schieferhülle im westlichsten Teil anzunehmen. Berücksichtigt man, daß die Störungszone sicherlich flacher nach Süden einfällt, so werden die heutigen Verhältnisse am besten durch eine Überschiebung des

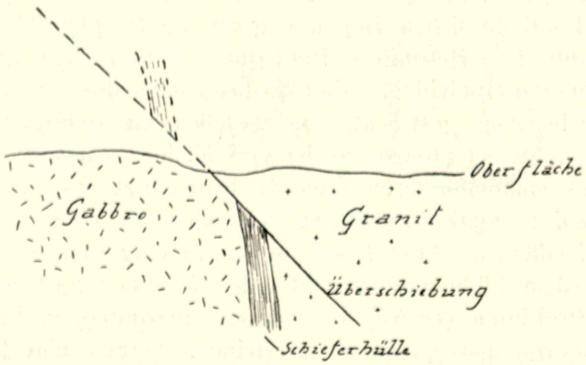


Abb. 6.

südlichen Teiles über den nördlichen erklärt. Abb. 6 soll dies veranschaulichen. Wenn eine Überschiebung noch nicht mit völliger Sicherheit nachgewiesen werden konnte, so sprechen doch die Beobachtungen für die Wahrscheinlichkeit einer solchen.

Wenden wir uns der Betrachtung der Mylonite bei Nieder-Modau und Hahn zu.

Zwischen Rohrbach und Hahn ist der Granit in der Störungszone völlig zermalmt, so daß man makroskopisch keine größeren Mineralfragmente mehr erkennt. Auch im Schliff kommt der mylonitische Charakter des Gesteins zum Ausdruck. Der Mylonit ist schwach schiefrig. Am Salband erkennt man den Übergang zum Granit.

Von etwas anderer Beschaffenheit ist der Mylonit vom Loh-

berg bei Nieder-Modau. Dieser zeigt eine Reihe sehr interessanter Erscheinungen. Makroskopisch lassen sich noch Porphyroklasten erkennen. Auf der Schieferfläche ist eine Striemung nur undeutlich sichtbar. Sie fällt etwa 10° östlich ein. Ihr parallel sind scheinbar die Quarzporphyroklasten gestreckt.

### Mikroskopische Untersuchung.

Das Schliffbild zeigt eine feinkörnige Grundmasse, in die Porphyroklasten aus Quarz und Feldspat eingebettet sind. Die Feldspäte sind vorwiegend stark deformationsverglimmerte Orthoklase; Plagioklase treten dagegen zurück. Die Biotite sind gebleicht, und das Eisen hat sich in Form von Erz ausgeschieden. Der gebleichte Biotit ist völlig verschmiert und schmiegt sich in kontinuierlichen Bögen eng an die Porphyroklasten an. Siehe Abb. 7c. Besondere Bedeutung kommt dem Quarz zu. Die größeren Individuen sind fast ausnahmslos undulös und größtenteils lang gestreckt, sogar stellenweis gebogen. Siehe Abb. 7a. An der Grenze zweier verschieden auslöschender Felder eines spindelförmigen Quarzes beobachtet man eine mehr oder weniger starke Besetzung mit winzigen nicht undulösen Quarzkriställchen. Diese Erscheinung hat eine gewisse Ähnlichkeit mit dem Bilde gereckter Metalle. Walter Schmidt hat solche Strukturen (1925a) beschrieben, besonders in bezug auf den Umformungsvorgang an Gesteinen. Gegen eine Übertragung der in der Metallkunde üblichen Begriffe auf die Gesteinsgefüge erhob aber Sander (1925) eine Reihe von Einwänden. Wo nämlich in Gesteinsgefügen Erscheinungen beobachtet werden, die mit bestimmten Bildern gereckter Metalle übereinstimmen, ist dennoch nur mit größter Vorsicht auf ähnliche Umformungsbedingungen zu schließen. In vorliegendem Mylonit erscheint der Quarz „kaltgereckt", siehe Abb. 7a. An den Grenzen verschieden auslöschender Quarze treten kleine Quarzkriställchen auf. Diese sind nicht undulös und zeigen keine Spur einer mechanischen Beanspruchung. Ich halte es daher auf Grund der Untersuchungen von Walter Schmidt für sehr wahrscheinlich, daß diese Kriställchen keine Zertrümmerungsprodukte an der Grenze der großen Quarzkristalle darstellen, sondern durch Rekristallisation entstanden sind. Zu völligem Kornzerfall ist es in vorliegendem Mylonitschliff nicht gekommen. Der Feldspat verhielt sich unter den gleichen Umformungsbedingungen anders.

Er wurde deformationsverglimmert und reagierte teilweise mit Zerbrechen auf die Beanspruchung. Abb. 7b zeigt diese Erscheinungen. In den Rissen der Feldspäte hat sich sekundär Quarz ausgeschieden.

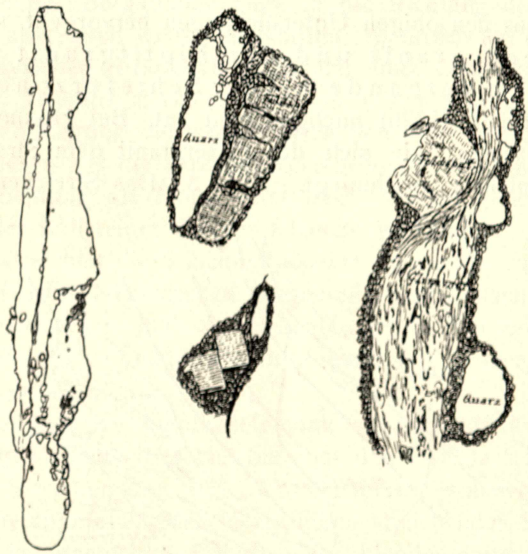



Abb. 7.

| Gereckter Quarz mit Rekristallisationserscheinungen. | Zerbrochene Feldspäte. | Von Glimmer umflossener Feldspat. |
|---|---|---|
| a | b | c |

Der Mylonit bei Nieder-Modau ist stark geklüftet. In ihm treten drei steile Systeme deutlich hervor. Eins streicht 130 bis 140° und fällt steil nach SW, ein anderes streicht etwa 50 bis 60° bei steilem Südostfallen und das dritte streicht 175° und fällt steil östlich ein. Einige Rutschstreifen sind auf 80—90° streichenden Klüften beobachtet und fallen 0—15° östlich ein. Flache Klüfte fallen 40° nordwestlich ein.

Die vorstehend beschriebenen Blastomylonite haben wahrscheinlich prätriadisches Alter. Damit würde auch die Überschiebung paläozoisch sein.

Klemm (1918 S. 74) hält jedoch die Grenze zwischen dem Gabbro des Frankensteins (F) und dem jüngeren Biotitgranit zwischen Seeheim und Frankenhausen für postpermisch.

## Zusammenfassung.

Wie aus den obigen Untersuchungen hervorgeht, stehen der Hornblendegranit und der Biotitgranit in konkordantem Verbande mit der Schieferzone, was bereits Bolbach (1926) nachgewiesen hat. Bei Hoxhohl konnte man beobachten, wie sich der Flasergranit dem Streichen des Schieferkontaktes anschmiegt. Abb. 8. Das Streichen des Bio-

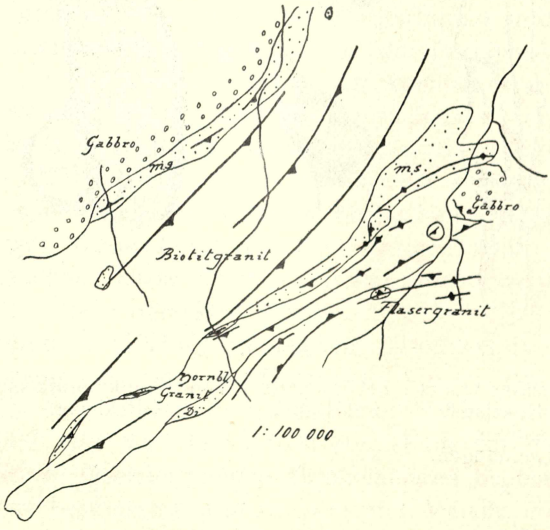



Abb. 8. Streichlinien.

titgranites beträgt im ganzen Gebiet 45°, doch kann man östlich der Modau bei Rohrbach, Wembach ein Umschwenken nach Nordnordost um etwa 15° beobachten. Wahrscheinlich ist dies Umschwenken durch das Gabbromassiv des Frankensteines (F) bedingt, indem sich die Schieferung des Biotitgranites dem ungefähren Verlauf der Gabbrogrenze anschmiegt.

Die Zone kontaktmetamorpher Gesteine, die den Biotitgranit im Südosten begrenzt, verläuft mit vorwiegend 45—60° Streichen vom Rheintalrand bis zur Schnakenmühle und biegt dann auf eine kurze Strecke am Eichelberg in eine Nordsüd-Richtung

um. Nördlich vom Eichelberg schwenkt sie wieder in die alte Richtung ein und biegt sogar fast west-östlich um, so daß sie südlich von Groß-Bieberau ein Streichen von 75—80° besitzt.

Nach Bubnoff (1922 S. 29) soll im östlichen Teil ein Einbiegen in die „Otzbergspalte" stattfinden. Er schreibt: „Das Einschwenken der Bergsträßer Züge in die Richtung der Otzbergspalte ist aber auch weiter im Norden, eigentlich auf der ganzen Strecke zwischen Fränkisch-Grumbach und Groß-Bieberau bemerkbar." Hierauf erwidert Klemm (1925 S. 17): „Die angebliche Verbiegung der sedimentären Schichten der Gegend von Groß-Bieberau aus der variskischen Nordostrichtung in nordnordöstliche Richtung als Folge einer nach Norden gerichteten Bewegung des Böllsteiner Blockes ist nicht vorhanden." „In Wahrheit aber streichen die Schichten so, wie dies in der zweiten Auflage des Blattes Neunkirchen dargestellt wurde, nämlich südlich von Groß-Bieberau und zwischen Niedernhausen und Nonrod etwa N 80° O." Letzteres stimmt auch mit meinen Beobachtungen überein.

Der südlich an die Schieferzone angrenzende Hornblendegranit zeigt im ganzen Gebiet bis über den Fischbach hinaus einheitliches Streichen von 60°. Am Eichelberg schmiegt sich der Granit scheinbar etwas dem nordsüdlich streichenden Schiefer an. Während im westlichen Teil des Hornblendegranites bis Klein-Bieberau die Schieferung nach Südosten einfällt, steht sie im östlichen saiger oder fällt etwa 80° nordwestlich ein. Östlich von Brandau wird der Hornblendegranit am Südrand von Flasergranit begrenzt. In der Kiesgrube bei Lützelbach streicht die Schieferung des Flasergranites 45°, näher an dem Kontakt mit dem Hornblendegranit scheint sie sich demselben anzuschmiegen und biegt östlich vom Fischbach in eine ostwestliche Richtung um. Man kann überall beobachten, daß die Schieferung saiger steht oder steil nach Nordwest einfällt.

Für das ganze Gebiet erhält man folgendes Bild. Nordwestlich der Linie Brandau—Eichelberg—Groß-Bieberau fallen die Schieferungen vorwiegend südöstlich ein und südöstlich dieser Linie saiger bis nordwestlich ein. Jedoch muß man berücksichtigen, daß das Einfallen sehr steil ist und der von den Schieferungen gebildete Winkel höchstens 25—30° beträgt.

In dem Gebiet des jüngeren Biotitgranites wurden an einigen Stellen alte paläozoische Blastomylonite gefun-

den. An Hand dieser Gesteine konnte eine Überschiebung im nördlichen Teil des Gebietes wahrscheinlich gemacht werden. Diese besitzt offenbar paläozoisches Alter. Die Überschiebungszone streicht etwa 50° und fällt ungefähr 50° nach Südosten. An ihr wurde der südliche Teil über den nördlichen geschoben. Bei diesem Vorgang ist wahrscheinlich östlich von Seeheim die Schieferhülle des Gabbros entfernt worden, so daß heute der Granit direkt an den Gabbro stößt.

## Einteilung der Klüfte.

Nach ihrer Orientierung, Ausbildung und Erfüllung kann man mehrere Kluftgruppen unterscheiden.

### 1. Gangklüfte.

Zunächst sind Klüfte vorhanden, die mit Gängen erfüllt sind. Bei diesen lassen sich wieder drei Untergruppen trennen, nämlich erstens die Klüfte der Aplit- und Pegmatitgänge. Diese sind, wenn ich von unsicheren Vorkommen absehe, die ältesten Gangbildungen und der Erstarrung des Granites unmittelbar gefolgt. Sie haben sehr verschiedenartiges Streichen und Fallen wie aus folgender Tabelle ersichtlich.

| | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0° | 80 | O | 50° | 80 | NW | 70° | 55 | N | 155° | 80 | SW |
| 0 | 80 | W | 50 | 70 | SO | 80 | 70 | N | 165 | 35 | O |
| 10 | 55 | O | 50 | 55 | NW | 80 | 55 | S | 170 | 45 | W |
| 10 | 45 | O | 50 | 70 | NW | 90 | steil | N | 170 | 80 | W |
| 15 | 60 | NW | 55 | 10 | SO | 75 | 50 | N | 170 | 40 | O |
| 20 | 65 | NW | 60 | 80 | SO | 90 | 70 | N | | | |
| 25 | 45 | SO | 60 | 55 | SO | 100 | 90 | | | | |
| 30 | 40 | NW | 65 | 80 | SO | 105 | 80 | N | | | |
| 30 | 65 | SO | 65 | 20 | SO | 105 | 60 | N | | | |
| 30 | 90 | | 65 | 90 | | 130 | 90 | | | | |
| 40 | 60 | NW | 70 | 80 | N | 140 | 30 | NO | | | |
| 40 | 45 | NW | 70 | 30 | S | 145 | 30 | SW | | | |
| 45 | 75 | NW | 70 | 65 | N | 150 | 50 | NO | | | |
| 50 | 60 | SO | 70 | 90 | | 155 | 55 | NO | | | |

Im Gegensatz zu den Aplit- und Pegmatitgängen zeigen die jüngeren Malchit- und Alsbachitgänge im ganzen Gebiet annähernd gleiches Streichen und Fallen, nämlich Str. 50—75°, F. steil südöstlich.

Jünger als Aplite, Pegmatite, Malchite und Alsbachite sind die Granitporphyre. Sie sind ausschließlich östlich der Modau anzutreffen und treten dort in annähernd nordsüdlich streichenden Klüften auf. Die betreffenden Klüfte dürften also wohl karbonisch sein; und es liegt nahe, anzunehmen, daß auch ein Teil der anderen N—S-Klüfte gleiches Alter hat, während andere durch die saxonische Tektonik entstanden sein können.

2. Klüfte mit Mineralausscheidungen.

Auf einer Reihe von Klüften in den Graniten konnte Epidot festgestellt werden. Diese Klüfte streichen vorwiegend 130 bis 150° und 355—15° und fallen sowohl östlich als auch westlich ein. Nur vereinzelt wurde auch auf 40—50° streichenden Klüften Epidot beobachtet. Verschiedentlich konnten auch Klüfte mit Quarz gemessen werden. Diese streichen überwiegend 120 bis 150°, also ganz ähnlich wie viele Epidotklüfte. Sie fallen steil nordwestlich und südöstlich ein. Dagegen streichen die Klüfte mit Eisenhydroxyden sehr unregelmäßig.

Auf zwei steilen Granitklüften, die 20° und 175° streichen, konnte Muskovit beobachtet werden.

3. Harnischklüfte.

Neben den gemeinen Klüften sind Harnischklüfte ziemlich häufig. Drei Richtungen treten bei ihnen besonders hervor. Ein System streicht 125—150°, ein anderes etwa 90—110° und das dritte etwa nord-südlich. Das Einfallen der Harnischstreifen ist fast ausnahmslos flach.

4. Gemeine Klüfte.

Den Hauptbestandteil der Klüfte bilden die gemeinen Klüfte im Sinne von Salomon. Sie streichen fast in allen Richtungen, aber man kann auch bei ihnen bevorzugte Richtungen unterscheiden, nämlich N—S, O—W, NW—SO und NO—SW.

Während ich im Vorhergehenden die Klüfte nach ihrer Erfüllung mit fremdem Material bezw. Fehlen eines solchen oder endlich nach ihrer Beschaffenheit eingeteilt habe, gruppiere ich sie im Folgenden nach ihrer Orientierung. Ich habe zunächst ein 130—150° streichendes steiles System. Hierzu gehören neben gemeinen Klüften, ein großer Teil der Harnischklüfte, der Epidotklüfte und der Quarzklüfte. Von den mit Aplit- und Pegmatitgängen erfüllten Klüften folgen nur wenige dieser Richtung,

während Klüfte mit Malchit-, Alsbachit- und Granitporphyrgängen ganz fehlen.

Ein zweites System streicht 30—50°. Dieses besteht in erster Linie aus gemeinen Klüften. Vereinzelt wurden auch Harnischklüfte und Epidotklüfte beobachtet. Klüfte mit Quarz scheinen zu fehlen. Von den Aplit- und Pegmatitgängen streicht eine ganze Anzahl in dieser Richtung. Hingegen fehlen Malchit, Alsbachit und Granitporphyrgänge.

Das dritte System streicht nordsüdlich. Hierzu gehört ein Teil der Epidotklüfte und auch der Harnischklüfte. Quarzklüfte fehlen. Dagegen wurde auf zwei Kluftflächen Muskowit beobachtet. Von den Aplit- und Pegmatitgängen folgen mehrere dieser Richtung. Malchite und Alsbachite fehlen wiederum gänzlich, dagegen streichen fast sämtliche Granitporphyrgänge in dieser Richtung.

Annähernd senkrecht darauf streicht ein 90—110° streichendes System. Ein Teil der Klüfte ist als Harnischklüfte ausgebildet. Vereinzelt wurde Epidot und an einer Stelle Quarz beobachtet. Auch in dieser Richtung streichen einige Aplit- und Pegmatitgänge, während Malchite, Alsbachite und Granitporphyre fehlen.

Die Alsbachite und Malchite streichen ungefähr 50—75° und fallen steil südöstlich ein. Die Klüfte, auf denen sie emporgedrungen sind, treten in Diagrammen nicht hervor, da sie gegen die anderen Systeme nicht zahlreich genug sind.

## Zusammenfassung über die Klüfte.

Die vier vorher aufgeführten Kluftsysteme lassen sich über das ganze Gebiet mehr oder weniger deutlich verfolgen, also sowohl in den Graniten wie in den Schiefern.

Die etwa 135—150° streichenden steilen Klüfte, welche vielfach Epidot oder Quarz oder Harnische aufweisen, stehen in den Graniten senkrecht zur Schieferung und entsprechen demnach den „Q"-Klüften von Cloos. Sie sind also nach der Cloosschen Annahme primärtektonisch. Bei Hoxhohl setzen sie sich in die mit dem Granit in konkordantem Verband stehenden Schiefer fort. Die zu den „Q"-Klüften annähernd senkrecht streichenden Nord-Ost-Klüfte wären dann wohl als „S"-Klüfte aufzufassen, da sie ungefähr der Schieferung folgen.

Die beiden anderen senkrecht aufeinander stehenden steilen Kluftsysteme streichen etwa 90—110° und 355—15°, also annähernd senkrecht und parallel dem Rheintalrande. Es drängt sich hier die Frage nach dem Alter der nordsüdlich streichenden Klüfte auf. Da, wie oben erwähnt, ein Teil von ihnen mit Granitporphyrgängen erfüllt sind, so ist ein karbonisches Alter für viele dieser Klüfte sicher. Andere können aber, wie oben erwähnt, jüngerer Entstehung sein.

Durch die vorliegenden Beobachtungen wird also Deecke's (1917) Ansicht gestützt, daß die tektonischen Linien SW Deutschlands alt sind. Auch die Untersuchungen von Cloos (1922 S. 16) im Schwarzwald und von Bubnoff (1922), Klemm (1926), Rüger (1928b), sowie Pfannenstiel (1927 S. 18 z. B.) und Voelcker (1928 S. 58—59) im südlichen Odenwald bestätigen diese Auffassung.

Im ganzen Gebiete konnten gemeine flache Klüfte nachgewiesen werden, die 20—40° nordwestlich einfallen. In dem Hornblendegranitbruch bei Obernhausen konnte ich beobachten, daß die flachen Klüfte südöstlich einfallen, während dort die Schieferung des Granites steil nordwestlich fällt.

Wie bereits erwähnt, ist der Mylonit bei Nieder-Modau stark geklüftet. Es drängt sich nun die Frage nach der Beziehung seiner Klüfte zu denen des übrigen Gebietes auf. Drei steile Systeme treten im Mylonit zwar nicht nur durch ihre Flächenausdehnung, aber durch ihre Anzahl hervor, nämlich ein 130 bis 140° streichendes und steil SW fallendes, ein zweites 55 bis 70° streichendes und steil südöstlich fallendes und ein drittes 175—180° streichendes und steil östlich einfallendes System. Die Messungen zeigen also, daß drei der Hauptkluftrichtungen des Gebietes auch im Mylonit wiederzuerkennen sind.

## Erörterung.

In den Arbeiten von Pfannenstiel (1927) und Voelcker (1928) wurden im südlichen Odenwald auch die Klüfte der triadischen Sedimente untersucht. Diese Klüfte können ihre Entstehung nur den saxonischen Bewegungen verdanken. Zwar unterliegen sie in den verschiedenen Aufschlüssen einem kleinen Wechsel im Streichen, wie aus den Kluftsternen und Ausführungen von Pfannenstiel hervorgeht; jedoch sind vier Sy-

steme deutlich zu erkennen. Sie streichen N—S, O—W, NW—SO und NO—SW. Diese Richtungen decken sich annähernd mit denen der Kluftsysteme meines Arbeitsgebietes. Daher könnte man geneigt sein, letztere für sekundärtektonisch zu halten; doch sprechen viele Erscheinungen ihrer Ausbildung und Erfüllung für ein höheres Alter mindestens eines Teiles.

Wie die Tabelle auf Seite 56 [29] zeigt, haben die Aplit- und Pegmatitgänge sehr wechselndes Streichen und Fallen. Es liegt daher nahe, anzunehmen, daß sie in Schrumpfungsklüfte eingedrungen sind, denn die primärtektonischen Klüfte verlaufen nach der üblichen Annahme regelmäßig. Eine ähnliche Ansicht hat auch Bolbach (1926 S. 111) geäußert. Er schreibt: „Die ältesten Ganggesteine dagegen, die Aplite, sind noch großen Schwankungen unterworfen. Wahrscheinlich überwog bei ihrer Intrusion zeitlich die Schrumpfung, so daß auch untektonische Spalten aufrissen, die von Aplitmagma erfüllt wurden."

Die Malchite und Alsbachite hingegen sind sicherlich in tektonische Klüfte eingedrungen, worauf ihr regelmäßiges Streichen und Fallen hindeutet. Ob sie primär- oder sekundärtektonisch sind, kann ich nicht entscheiden. Ihr offenbar erheblicher Altersunterschied gegenüber den Apliten und Pegmatiten spricht hier für sekundärtektonische Entstehung.

Die flachen, nordöstlich streichenden und nordwestlich einfallenden Klüfte, die in beiden Graniten und in dem Schieferband beobachtet wurden, sind von Bolbach (1926) als „Lagerklüfte" im Sinne von Cloos aufgefaßt worden. Es scheint jedoch noch zweifelhaft, ob die flachen Klüfte nicht Kontraktionsklüfte sind. Daß in Tiefengesteinen wahrscheinlich Kontraktionsklüfte auftreten, darauf hat Salomon wiederholt hingewiesen (z. B. 1927 S. 5). Es liegt nun nahe, besonders die flachen Klüfte als solche zu deuten, zumal auf ihnen keine Harnische beobachtet wurden.

Außer dem nordöstlich streichenden und flach nordwestlich einfallenden System wurden noch wechselnd orientierte flache Klüfte gemessen, die an Zahl nicht hervortreten. Vereinzelt wurden auf solchen Klüften Aplitgänge und Harnische beobachtet. Diese Klüfte sind vermutlich auch Kontraktionsklüfte. Die wenigen Harnische entstanden wahrscheinlich in einer späteren Zeit.

Wie oben erwähnt, ist der Mylonit bei Nieder-Modau stark geklüftet, und seine Hauptrichtungen stimmen mit denen des

übrigen Gebietes annähernd überein. Nachdem nun Rüger (1928 b) am Melibokus ein karbonisches Alter für die Blastomylonite wahrscheinlich gemacht hat, und der Mylonit von Nieder-Modau in der gleichen Zeit entstanden zu sein scheint, gewinnen die darin auftretenden Klüfte an Wichtigkeit für das Kluftproblem. Die Mylonitklüfte müssen sekundärtektonisch sein. Da ihre Richtungen mit denen der Klüfte des umgebenden Gebietes übereinstimmen, so kann es zunächst zweifelhaft erscheinen, ob überhaupt primärtektonische Klüfte im Sinne von Cloos vorhanden sind. In dieser Frage sind aber zwei Deutungen möglich.

1. Der primärtektonische Druck, der einen Teil der Klüfte im Granit erzeugte, dauerte weiter an und hat später im Mylonit ähnliche Klüfte erzeugt.

2. Erst nach der Bildung des Mylonites hat ein sekundärtektonischer Druck alle hierhergehörigen Klüfte, sowohl im Granit, als auch im Mylonit erzeugt.

Mir ist die erste Deutung sehr wahrscheinlich, weil die Nordwest streichenden Klüfte im Granit doch viele Merkmale der primärtektonischen Klüfte von Cloos aufweisen.

Wie oben erwähnt, haben die nordsüdlich streichenden Klüfte zum Teil karbonisches Alter, was sich an Hand von Granitporphyrgängen leicht nachweisen ließ. Bei den 90—110° streichenden Klüften, die vielfach mit flach östlich oder westlich einfallenden Harnischstreifen ausgestattet sind, ist eine Altersbestimmung schwierig, da diesbezügliche Anhaltspunkte fehlen. Wahrscheinlich sind auch diese Klüfte bereits teilweise im Karbon angelegt worden. Voelcker (1928 S. 59) und Pfannenstiel (1927 S. 89) sind in ihren Arbeitsgebieten zu der gleichen Ansicht gekommen. Die beiden nordsüdlich und ostwestlich streichenden Kluftgruppen wird man nach Salomon (1927 S. 4) nicht als Diagonalklüfte ansehen können.

Auf Grund obiger Ausführungen läßt sich folgendes zusammenfassend sagen:

Kontraktionsklüfte, primärtektonische Klüfte im Sinne von Cloos und sekundärtektonische Klüfte sind in dem untersuchten Gebiet vorhanden, doch lassen sich diese Gruppen nicht mit Sicherheit unterscheiden.

## Anhang.

In diesem Teil sollen die Gefügediagramme sowie mikroskopischen Befunde besprochen werden. Wie in der Einleitung erwähnt, habe ich die Schliffebene nach den astronomischen Koordinaten gelegt, da ich hoffte, daß durch regionalen Vergleich der Diagramme untereinander einheitliche Züge hervortreten würden, und daß sich ein besserer Vergleich mit den Kluftdiagrammen ermöglichen ließe. Die Untersuchungen haben jedoch gezeigt, daß es zweckmäßiger ist, die Schliffebene nach den sonst üblichen Elementen des Gesteins zu orientieren. In dem Granit und den meisten Schiefern dieses Gebietes fehlt auf den Schieferungsflächen eine Striemung, so daß es nicht möglich war, das tektonische Streichen y und die Durchbewegungsrichtung x nach der von Schmidt eingeführten Bezeichnungsweise festzulegen. Das einzig bestimmbare Element ist z. B. der Pol der Schieferung.

### Die metamorphen Schiefer.

Der bei Beedenkirchen anstehende feinkörnige metamorphe Schiefer läßt eine deutliche Striemung erkennen, so daß der Schliff nach den Elementen des Gesteins orientiert werden konnte. Der Grundkreis des Diagramms 7 liegt in der zx Ebene und y fällt in den Mittelpunkt. Es wurden 500 Quarze gemessen. Die Besetzung liegt auf zwei Großkreisen, die sich in x unter 30° schneiden. Es entsteht also ein Eingürtelbild mit schwacher Besetzung in x und z, während y völlig leer bleibt. Die Maxima von 50 ‰ und 40 ‰ liegen etwas abseits vom Großkreis xz und sind um etwa 35—40° gegen s geneigt. Dies Diagramm zeigt eine ziemlich deutliche Übereinstimmung mit dem des Radstädter Quarzits; siehe W. Schmidt (1926). Letzteres zeigt mäßige Anhäufungen um x und z mit zwei Maxima annähernd symmetrisch zu s geneigt.

Der Gneis vom Kamm des Felsberges zeigt eine deutlich ausgeprägte Schieferung, auf der nur eine schwache Striemung zu beobachten ist, die 15—20° westlich einfällt. Im Schliff sind lang gestreckte Quarzlagen zu sehen, die sich zwischen gekreuzten Nikols in ein verzahntes Pflaster von länglichen Quarzkörnern auflösen. Diese zeigen großenteils undulöse Auslöschung. Zwischen den spindelförmigen Quarzlagen ist stellenweise Hornfelsstruktur ausgebildet. Die Biotite sind durchweg in s eingestellt, und die Feldspäte sind stark deformationsverglimmert.

Das Quarzgefügediagramm 8, aus 400 Quarzmessungen ermittelt, zeigt eine deutliche Regelung, und zwar liegt das Maximum mit 60 ‰ 80° von z entfernt und fällt fast mit dem y des Gesteins zusammen, während z und x völlig unbesetzt sind. Dieses Bild weicht von den bisher beschriebenen ab. Letztere zeigen eine starke Besetzung in x und ein unbesetztes y. Es drängt sich hier die Frage auf, ob wir es in vorliegendem Falle nicht mit einer x-Striemung zu tun haben.

W. Schmidt (1926 S. 423) hält eine x-Striemung für möglich, ja er hat selbst einen Fall beschrieben, wo es sich wahrscheinlich um eine x-Striemung handelt.

Die Besetzung liegt auf zwei Großkreisen, die sich unter einem Winkel von 45° im Maximum schneiden.

Der injicierte Schiefer vom Mandelberg bei Hoxhohl, welcher den Hornblendegranit vom Biotitgranit trennt, zeigt im Schliff Kristallisationsschieferung. Die Quarze sind teilweise undulös und verzahnt.

Es wurden 500 Quarze gemessen. Im Diagramm 9 lassen sich durch die Häufungsstellen zwei Großkreise zeichnen, die sich unter 35° schneiden. Da am Gestein eine Striemung fehlt, so kann man nur z im Diagramm festlegen. Die Regelung ist aber sehr deutlich mit einem Maximum von 50 ‰ und einem von 40 ‰, die annähernd symmetrisch zu s liegen.

In dem Bruch südlich von Ober-Beerbach ist eine große injizierte Gneisscholle aufgeschlossen, die den größten Teil des Bruches einnimmt. Die Schieferung streicht 80—90° und fällt 50—60° nach Norden; jedoch weicht sie stellenweise von diesen Werten ab. In dem Handstück, dem ich den Schliff entnommen habe, streicht die Paralleltextur 45° und fällt 60° nach Südosten. Im Schliff ist die Spur der Schieferung kaum erkennbar. Der Quarz bildet zum Teil kleine Massen, in denen eine deutliche Pflasterstruktur zu erkennen ist. Teilweise zeigen die Quarze undulöse Auslöschung; jedoch tritt die Erscheinung ganz zurück. Die Feldspäte sind deformationsverglimmert und der Biotit ist fetzenförmig verteilt.

Das Diagramm 10 aus 500 Quarzmessungen zeigt eine sehr scharfe Regelung mit einem eng umgrenzten Maximum, während die übrige Diagrammfläche schwach besetzt oder leer bleibt. Trägt man die am Handstück ermittelte Schieferung im Diagramm ein, so fällt der Pol ins Maximum der Besetzung. Dieses beträgt 80 ‰.

Es liegt ein Eingürtelbild mit Maximum in z vor, das eine gewisse Ähnlichkeit mit dem von Schmidt (1925) beschriebenen Muglgneistypus hat, der durch rein mechanische Umformung entstanden ist und auch starke Besetzung in z zeigt. Jedoch fehlt in meinem Falle das Maximum in x. Die Durchbewegung des mir vorliegenden Gneises muß präkristallin sein. Sie hat wahrscheinlich stattgefunden bevor der Gneis als Scholle in den Granit gelangte und umkristallisiert wurde. Zwei Umstände stützen diese Ansicht. Einerseits schwimmt die Gneisscholle in fast massigem Granit und andererseits weist das Gestein im Schliff keine kataklastischen Erscheinungen auf.

## Der Hornblendegranit.

Es wurde versucht, auch die Granite gefügeanalytisch zu untersuchen. Ein Schliff vom Osthang des Felsberges, wo der Hornblendegranit eine ausgeprägte Schieferung besitzt, läßt Be-

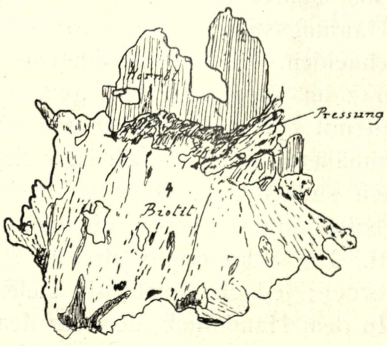



Abb. 9.
Biotit gegen einen Hornblendekristall gepreßt.

anspruchungsspuren erkennen. Hornblende und Biotit bilden größere Individuen, die sich mehr oder weniger in die Schieferung einstellen. Die großen Feldspäte sind nur sehr schwach serizitisiert, vermutlich deformationsverglimmert. Der Quarz besteht aus größeren, meist undulösen Individuen und kleineren Kristallen. Auf eine Beanspruchung des Granites weist die folgende Erscheinung hin. Wie im Schliff zu sehen ist, wurde ein Biotitkristall gegen einen Hornblendekristall gepreßt, so daß er an der Berührungsfläche zersplitterte. Abb. 9. Die Quarze des Schliffes wurden durchgemessen und in zwei Diagrammen ausgewer-

tet. Das Diagramm 11 zeigt die Regelung von 375 nicht undulös auslöschenden Quarzen. Es scheint ein Zweigürtelbild vorzuliegen mit einem Maximum von 50 $^0/_{00}$ und drei Häufungsstellen von 40 $^0/_{00}$. z bleibt fast unbesetzt. x und y sind nicht eingezeichnet, da sie nicht ermittelt werden konnten. Vergleicht man dies Diagramm mit Diagramm 9 der Schiefer bei Hoxhohl, so läßt sich eine gewisse Übereinstimmung erkennen. Bei beiden Diagrammen liegen die Haupthäufungsstellen annähernd symmetrisch zur Schieferung und haben eine ähnliche Orientierung. Diese Erscheinung ist sehr auffällig und läßt vielleicht auf ähnliche Umformungsbedingungen in den beiden Gesteinen schließen.

Die gesonderte Auswertung der undulös auslöschenden Quarze mit Undulationsstreifung durchweg parallel c läßt ausserordentlich deutliche Häufungsstellen der c-Achsen im Diagramm 12 erkennen. Es wurden 125 undulöse Quarze gemessen. Man muß aber im Folgenden berücksichtigen, daß die geringe Anzahl von Quarzen eine viel zu scharfe Regelung vortäuscht.

Das scharf hervortretende Maximum mit 80 $^0/_{00}$ liegt nur 10° vom Pol der Schieferung entfernt. Die anderen Häufungsstellen mit 60 $^0/_{00}$ liegen auf zwei Großkreisen, die sich unter einem Winkel von annähernd 50° im Maximum schneiden. Das Maximum in z würde der „Alpharegel" Sander's entsprechen. Die undulöse Auslöschung der Quarze ist wohl hauptsächlich auf mechanische Beanspruchung nach der Erstarrung des Granites zurückzuführen. Wie weit in diesem Falle auch „aktive" Erstarrungsregelung mitspielt, entzieht sich vorläufig der Beurteilung.

Vergleicht man Diagramm 11 und 12, so sieht man, daß die Häufungsstellen beider Diagramme auf den gleichen Gürteln liegen. Wahrscheinlich waren beide Gesteine einer gemeinsamen Beanspruchung unterworfen.

## Der Biotitgranit.

Der Biotitgranit vom Nordhang des Felsberges, der schiefrig ausgebildet ist, wurde gleichfalls gefügeanalytisch untersucht. Am Gestein konnte keine Striemung festgestellt werden. Im Schliff treten größere Orthoklase porphyrisch hervor. Die Feldspäte sind deformationsverglimmert. Der Biotit ist in kleinen Fetzen verteilt. Die Deformation ist wahrscheinlich präkristallin in bezug auf den Glimmer. Die Quarze sind undulös und verzahnt. Die

Kornumrisse der kleinen Quarzkörner werden erst zwischen gekreuzten Nikols sichtbar.

Es wurden 500 Quarze gemessen. Diagramm 13. Die Regelung ist sehr deutlich, doch sind die Flächen der Besetzung ziemlich zerlappt. Es besteht eine gewisse Ähnlichkeit mit dem Gefügediagramm des Gneises vom Felsberg.

Der Flasergranit bei Hoxhohl zeigt im Schliff folgende Erscheinungen. Die Schieferung ist deutlich erkennbar. Der Quarz bildet größere in der Schieferung länglich gestreckte Massen. Diese lösen sich unter gekreuzten Nikols in ein Haufwerk von

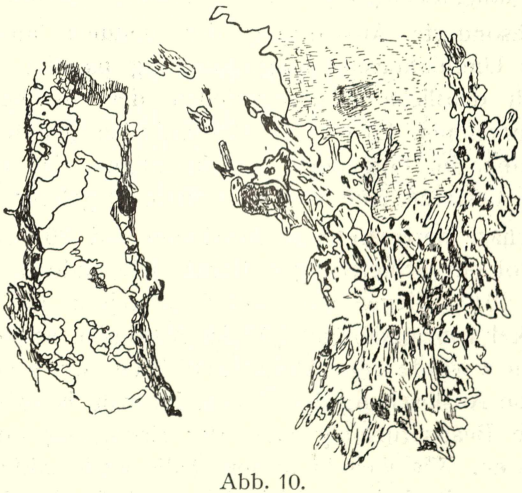


Abb. 10.
Kornzerfall eines Quarzes. Glimmerbogen um einen Feldspat.

größeren und kleineren verzahnten Quarzkristallen auf. Die größeren Quarzindividuen sind durchweg mehr oder weniger undulös und besitzen teilweise längliche Form. Es erweckt den Eindruck, als ob es sich hier um eine „Kornzerfallsstruktur" handelt. Hier wie im Folgenden wird der Begriff „Kornzerfallsstruktur" rein beschreibend gebraucht, ohne einen genetischen Sinn damit zu verbinden. Die Feldspäte sind stark deformationsverglimmert. Biotit tritt in kleinen fetzenförmig verteilten Individuen auf, an einigen Stellen in Form von kleinen Nestern. Jedoch tritt er gegenüber dem Quarz und Feldspat stark zurück. An einer Stelle lehnt sich der Glimmer in einer Art Polygonalbogen an einen großen Feldspat an, ohne gebogene Kristalle aufzuweisen.

Siehe Abb. 10. Einige „Quarzüberindividuen“ werden durch dünne Biotitstreifen geteilt. Die im Schliff erkennbaren Erscheinungen, besonders die wahrscheinliche „Kornzerfallsstruktur“ des Quarzes und auch der Polygonalbogen des Biotites lassen den Schluß berechtigt erscheinen, daß starke mechanische Deformation mit nachfolgender Kristallisation stattgefunden hat. Auf alle Fälle ist die Deformation präkristallin in bezug auf den Biotit, der nirgends gebogen ist, sondern wieder neu gebildet wurde. Auch in bezug auf den Quarz erscheint die Deformation wenigstens teilweise präkristallin. Es drängt sich nun die Frage auf, wie die Schieferung des Granites entstanden ist. Nach der Schliffuntersuchung zu urteilen, muß sie durch mechanische Beanspruchung hervorgerufen sein.

Ein Schliff von jüngerem Biotitgranit aus dem nördlichen Teil des Gebietes bei Frankenhausen läßt teilweise ähnliche Ver-

Abb. 11.
Quarzkornpflaster.
Parallele Nicols.

Abb. 12.
Kornzerfallstruktur.
Gekreuzte Nicols.

hältnisse erkennen. Zwar ist die Schieferung sehr undeutlich. Die größeren Quarzkomplexe bestehen aus einem Haufwerk von großen und kleinen Quarzkristallen. Teilweise läßt sich schon bei parallelen Nikols erkennen, daß einige größere Quarze in einem kleinkörnigen Quarzpflaster eingebettet liegen, indem nämlich an den Grenzen der Quarzkörner fein verteilte andere Substanz auftritt. Abb. 11. Es handelt sich hier um eine Reliktstruktur ursprünglich sedimentären Materials, das der Granit in größeren Mengen aufgenommen hat. Die Struktur kann man „blastopsammitisch“ nennen.

An anderen Stellen lösen sich die Quarzflecken erst zwischen gekreuzten Nikols in eine Masse kleiner und größerer, verzahnter Körner auf. Abb. 12. Die großen Quarze sind fast durchweg undulös, die kleinen Kristalle nicht. Auch hier scheint es sich um „Kornzerfallstruktur“ zu handeln. Die Feldspäte sind

schwach serizitisiert, vermutlich durch Deformationsverglimmerung. Biotit tritt ganz zurück. Die kleinen Individuen sind zerfetzt und schwach in die Schieferung eingestellt. Wahrscheinlich ist die Beanspruchung präkristallin in bezug auf den Glimmer.

## Zusammenfassung.

In allen besprochenen Gefügediagrammen kommt eine deutliche Regelung zum Ausdruck. Die Schiefer sind mehr oder weniger stark präkristallin durchbewegt. Besonders das Diagramm der undulösen Quarze des Hornblendegranites deutet auf eine starke mechanische Beanspruchung des Gesteines hin. Auffällig ist die Ähnlichkeit der Regelung in dem Diagramm der nicht undulösen Quarze des Hornblendegranites vom Felsberg und den Schiefern von Hoxhohl, was eine ähnliche Umformung beider Gesteine vermuten läßt.

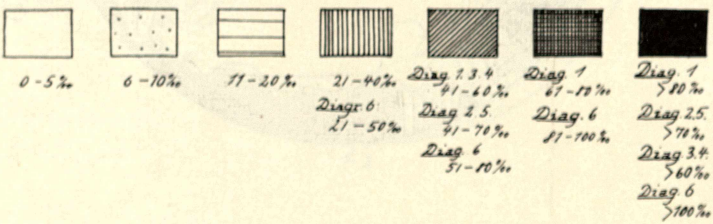
Der Felsberggneis zeigt im Diagramm das y annähernd im Maximum der Besetzung, was ganz von der sonst üblichen Regelung abweicht. Es ist schwierig für diese Erscheinung eine Erklärung zu finden.

Der Biotitgranit sowie der Gneis vom Felsberg und die Schiefer von Hoxhohl, die stark mit granitischem Material durchtränkt sind, zeigen im Diagramm unruhige, zerlappte Bilder im Gegensatz zum Schiefer von Beedenkirchen, der ausschließlich aus sedimentärem Material hervorging. Dieser zeigt ein ruhiges, gleichmäßiges Bild.

Wenn sich auch nur in wenigen Gesteinen eine Striemung feststellen läßt, und in den Diagrammen der anderen x und y nicht genau bestimmbar sind, so liefert doch die vorstehende Untersuchung einen Anfang für spätere zusammenfassende Arbeiten.

# Legende zu Abb. 1—6

(Kluftdiagramme).

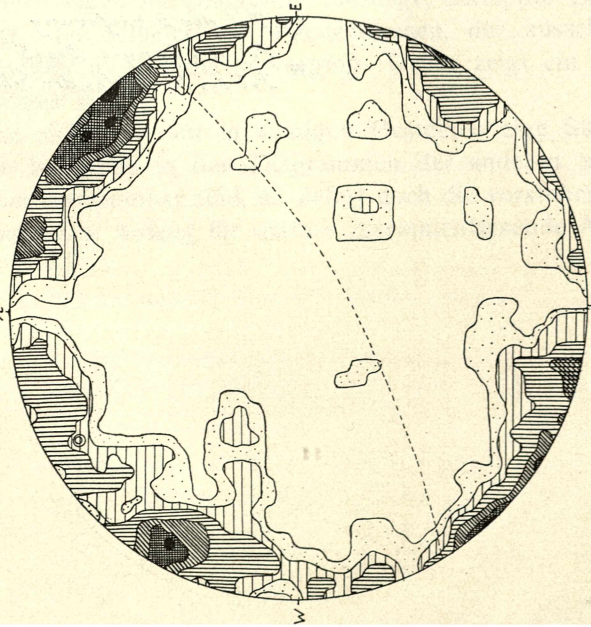



◎ Pol der Schieferung

Pol des Ganges Diag. 5

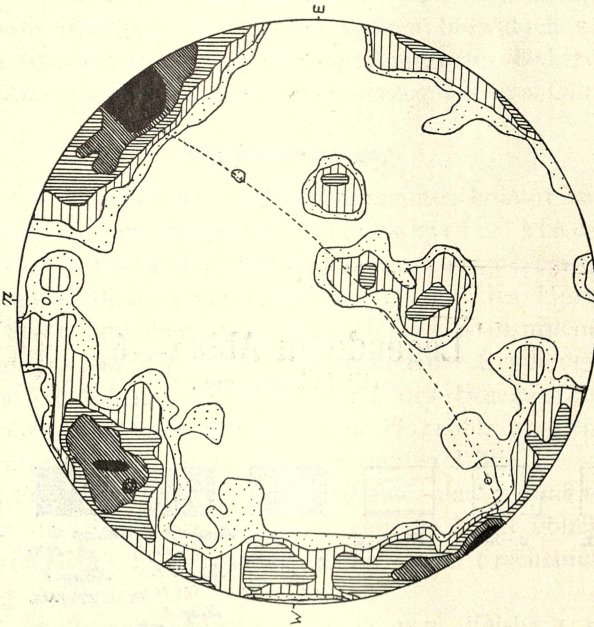
⊠ Pol des Kontaktes der Scholle Dg. 6

Hornblendegranit vom Felsberg.
Kluftdiagramm, 270 Klüfte.



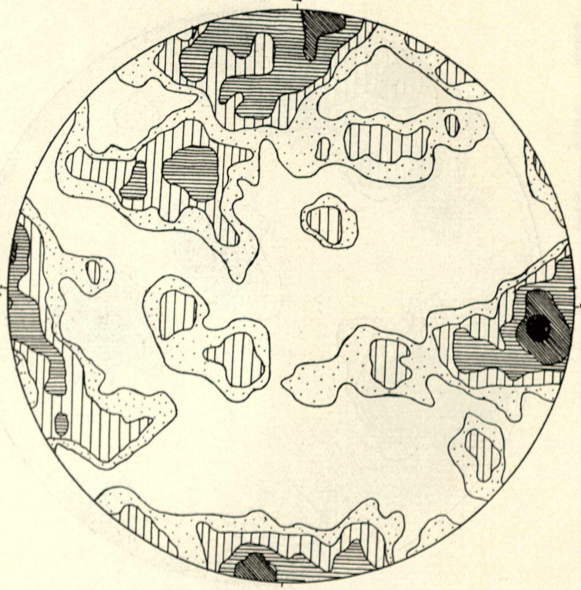

Nr. 1.

Gneis vom Felsberg.
Kluftdiagramm, 205 Klüfte.



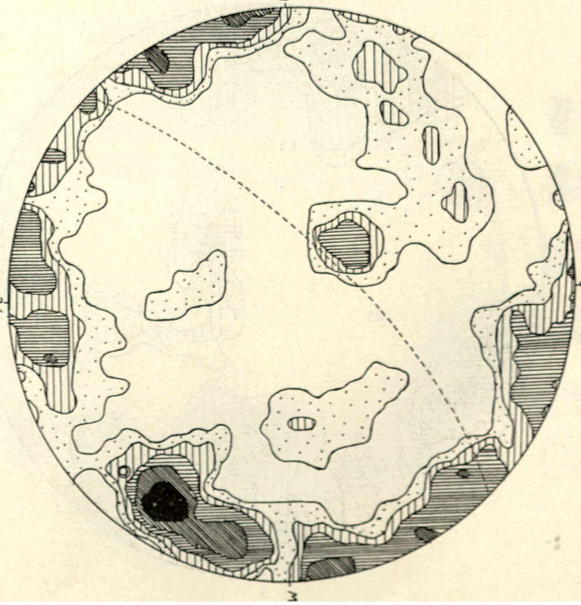

Nr. 2.

Granit vom Meisenberg.
Kluftdiagramm, 205 Klüfte.



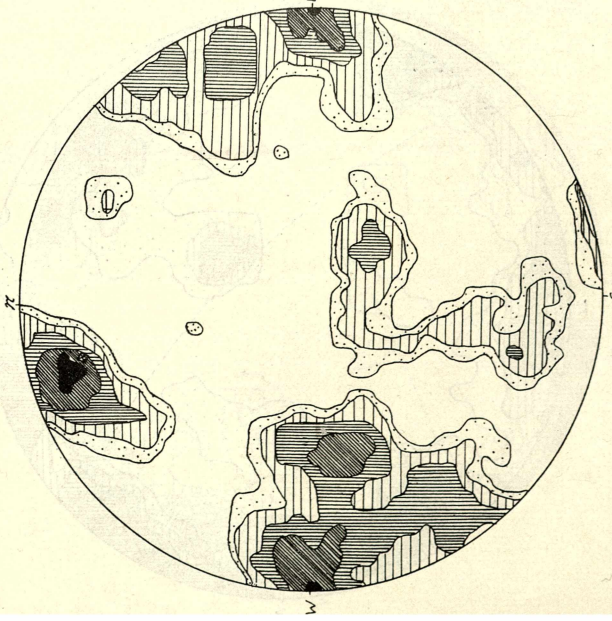

Nr. 4.

Granit vom Mandelberg.
Kluftdiagramm, 250 Klüfte.



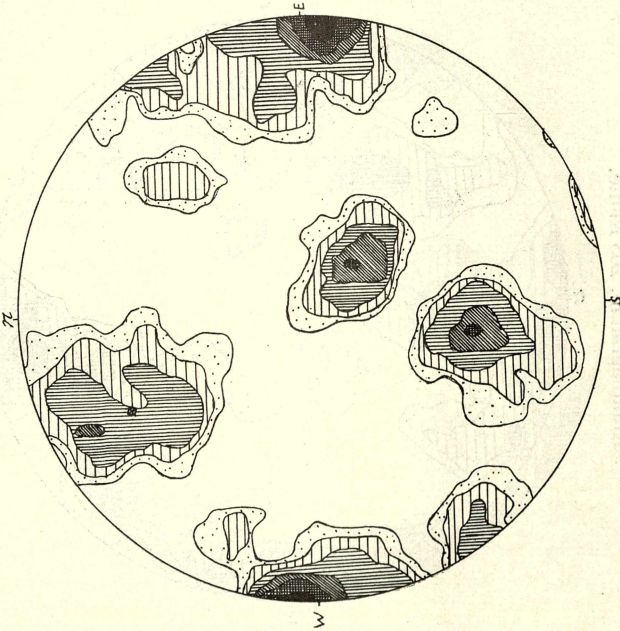

Nr. 3.

Alsbachit am Meisenberg.
Kluftdiagramm, 360 Klüfte.

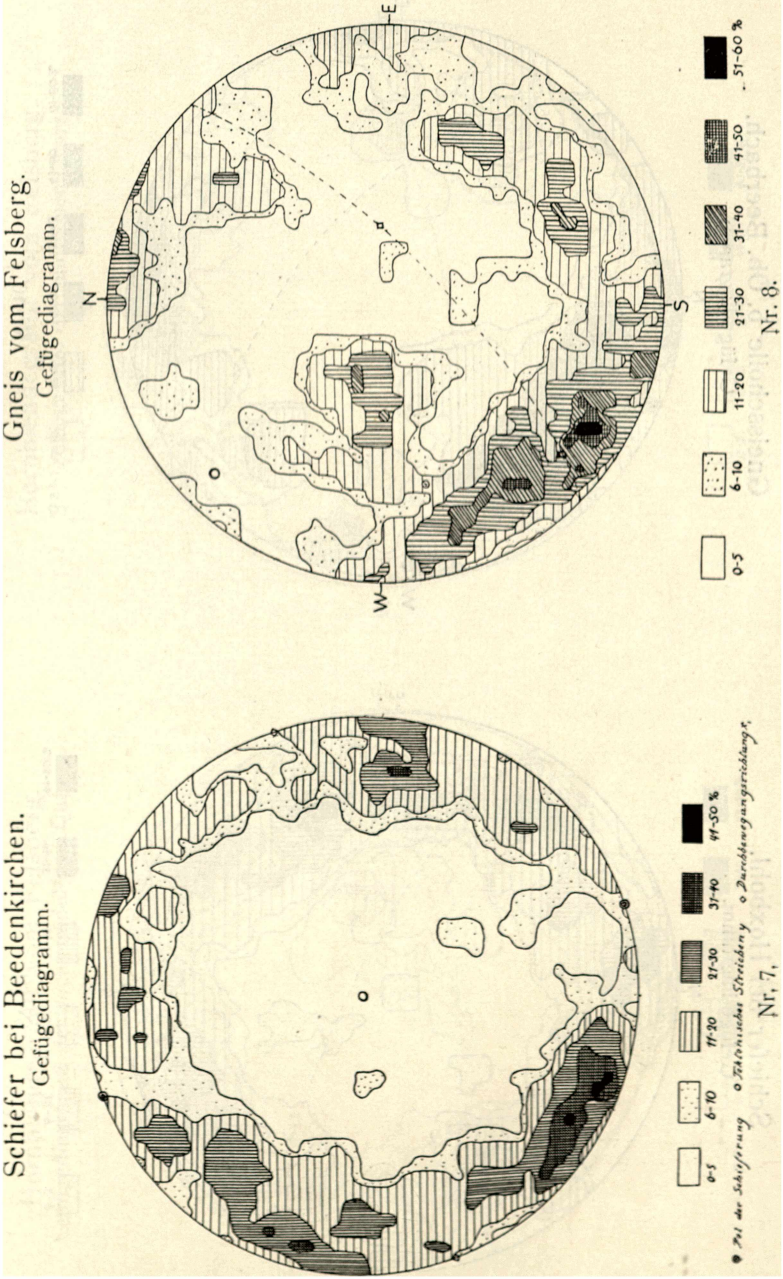


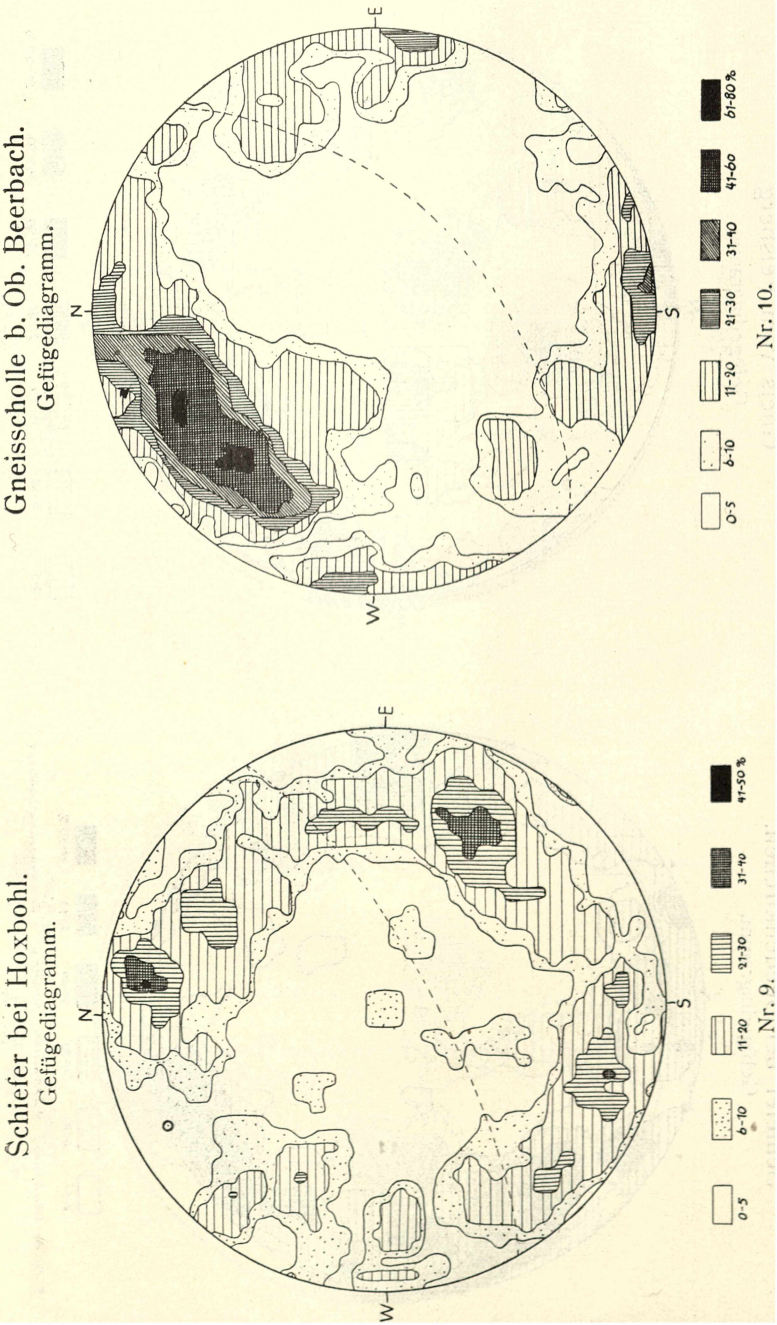

Nr. 5.

Scholle am Meisenberg.
Kluftdiagramm, 255 Klüfte.

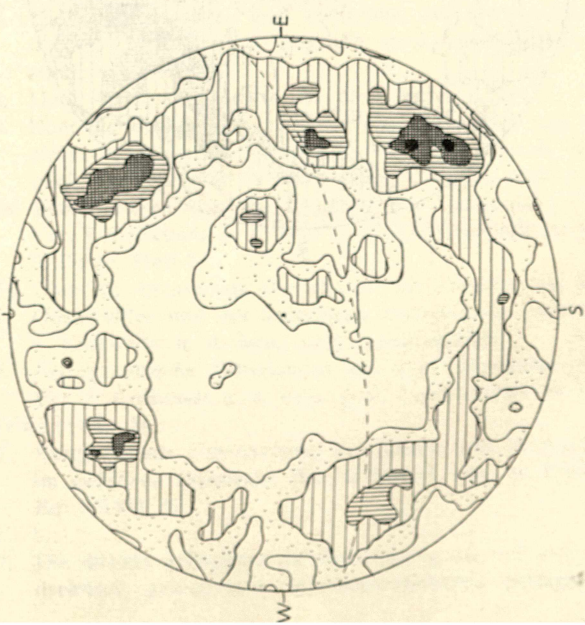



Nr. 6.


Gneis vom Felsberg.
Gefügediagramm.
N
E
S
W
0-5
6-10
11-20
21-30
31-40
41-50
51-60 %
Nr. 8.
Schiefer bei Beedenkirchen.
Gefügediagramm.
0-5
6-10
11-20
21-30
31-40
41-50 %
● Pol der Schieferung
○ Tektonische Streichen
○ Durchbewegungsrichtungen.
Nr. 7.

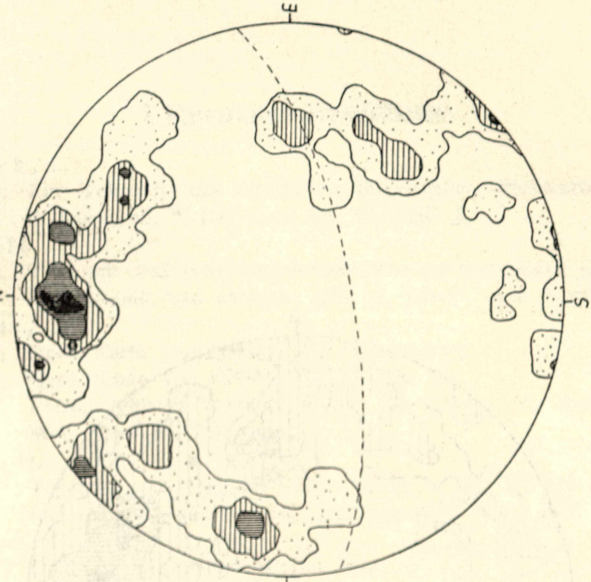

Schiefer bei Hoxbohl.
Gefügediagramm.
N
E
S
W
0-5
6-10
11-20
21-30
31-40
41-50 %
Nr. 9.
Gneisscholle b. Ob. Beerbach.
Gefügediagramm.
N
E
S
W
0-5
6-10
11-20
21-30
31-40
41-60
61-80 %
Nr. 10.

Hornblendegranit vom Felsberg.
Gefügediagramm der nicht undulösen Quarze.




Nr. 11.

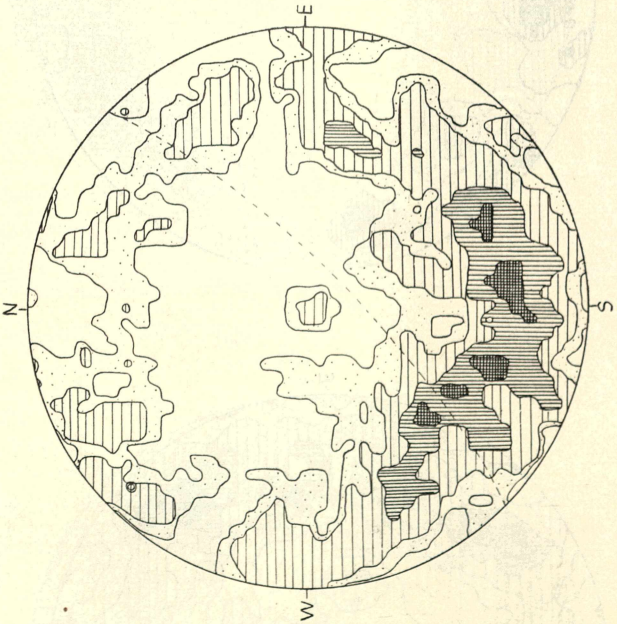
Hornblendegranit vom Felsberg.
Gefügediagramm der undulösen Quarze.




Nr. 12.

Biotitgranit vom Felsberg.

Gefügediagramm.




Nr. 13.

## Literaturverzeichnis.

Bolbach, L.:
1926. Zur Tektonik des nördlichen Bergsträßer Odenwaldes. Abh. d. Senckenb. Naturf. Ges. Bd. 40, Heft 2.

Bubnoff, S. v.:
1922. Tektonik und Intrusionsmechanismus im kristallinen Odenwald. In Tektonik und Magma. Abh. d. preuß. geol. Landesanstalt.

Chelius, C.:
1896. Geol. Karte von Hessen, Bl. Zwingenberg.
1901. Geol. Karte von Hessen, Bl. Neunkirchen.
1907. Petrographische Untersuchungen im Odenwald. Centralbl. f. Min., Geol. u. Palaeontol.

Cloos, H.:
1922. Tektonik und Magma, Untersuchungen zur Geologie der Tiefen. Abh. d. preuß. geol. Landesanstalt, N. F., Heft 89.

Deecke, W.:
1917. Geologie von Baden. Berlin 1917.

Klemm, G.:
1913. Bericht über die Aufnahme des Blattes Neunkirchen. Notizbl. d. Ver. f. Erdkunde. Darmstadt, 4. Folge, Heft 34.
1914. Die Granitporphyre und Alsbachite des Odenwaldes. Notizbl. d. Ver. f. Erdkunde u. d. großh. geol. Landesanstalt zu Darmstadt.
1918. Geol. Karte von Hessen, Bl. Neunkirchen.
1923. Über die Beziehungen zwischen dem Böllsteiner und dem Bergsträßer Odenwald. Notizbl. d. Ver. f. Erdkunde u. d. hess. geol. Landesanstalt zu Darmstadt, 5. Folge, Heft 6.
1925a. Bemerkungen über die Tektonik des Odenwaldes. Notizbl. d. Ver. f. Erdkunde u. d. hess. geol. Landesanstalt zu Darmstadt, 5. Folge, Heft 7.
1925b. Über die chemischen Verhältnisse der Gesteine des kristallinen Odenwaldes und des kristallinen Vorspessarts. Notizbl. d. Ver. f. Erdkunde u. d. hess. geol. Landesanstalt.
1926. Petrographische Mitteilungen aus dem Odenwalde. Notizbl. d. Ver. f. Erdkunde u. d. hess. geol. Landesanstalt zu Darmstadt.

Pfannenstiel, M.:
1927. Vergleichende Untersuchung der Grund- und Deckgebirgsklüfte im südlichen Odenwald. Ber. d. Naturf. Ges. zu Freiburg i. Br., Bd. XXVII, 2.

Rüger, L.:
1927. Die direkte gebirgsgetreue Übertragung der auf dem Universaldrehtisch gewonnenen Messungsergebnisse gebirgsorientierter

Schliffe in das Diagramm. Sitzungsber. d. Heidelberger Akad. d. Wissensch. math.-nat. Kl., 12. Abh.

1928a. Einige Bemerkungen zur Darstellung tektonischer Elemente, insbesondere von Klüften und Harnischen. Sitzungsber. d. Heidelberger Akad. d. Wissensch. math.-nat. Kl., 1. Abh.

1928b. Über Blastomylonite im Grundgebirge des Odenwaldes. Notizblatt d. Ver. f. Erdkunde u. d. hess. geol. Landesanstalt zu Darmstadt.

Salomon, W.:

1927. Neue Kluft- und Harnischmessungen im südlichen Odenwald. Ber. d. Naturf. Ges. zu Freiburg i. Br., Bd. XXVII, 2.

Sander, B.:

1923, 1925, 1926. Zur petrogr.-tektonischen Analyse I, II, III. Jahrb. d. geol. Bundesanstalt Wien.

Sandkühler, B.:

1913. Über Malchite und verwandte Ganggesteine. Abh. d. großh. hess. geol. Landesanstalt zu Darmstadt.

Schmidt, W.:

1925a. Gesteinsumformung. Denkschr. d. Naturh. Museums in Wien, Bd. 3.

1925b. Gefügestatistik. Tschermaks min. u. petr. Mitt.

1926. Gefügesymmetrie und Tektonik. Jahrb. d. geol. Bundesanstalt, Bd. 76.

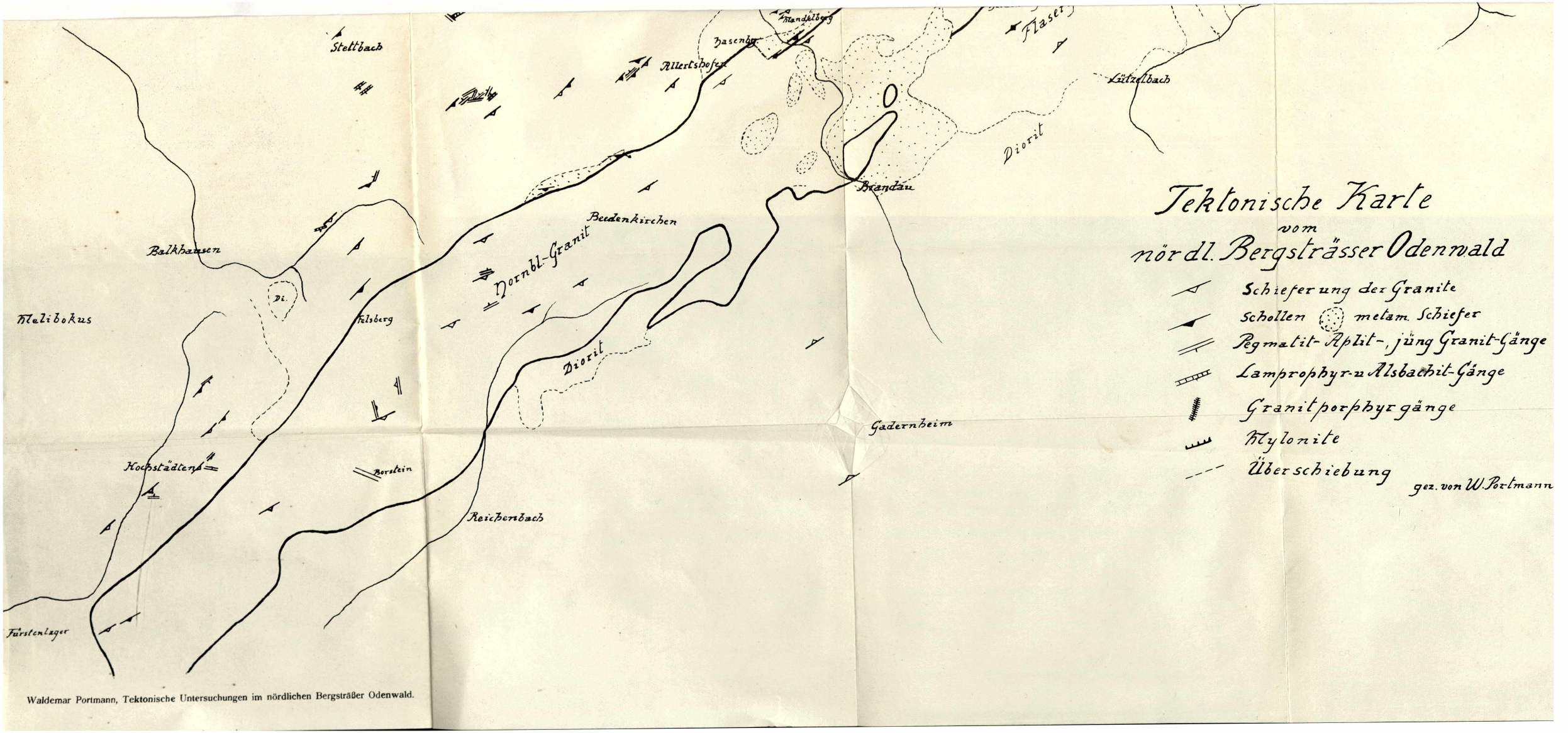
Voelcker, J.:

1928. Vergleichende Untersuchungen der Grund- und Deckgebirgsklüfte im südlichen Odenwald. Jahresber. u. Mitt. d. Oberrhein. geol. Ver.

# Inhalt.

Seite

Begrenzung und Überblick . . . . . 28 [1]
Arbeitsweise . . . . . 30 [3]
Feldgeologischer Teil . . . . . 31 [4]
Der Hornblendegranit . . . . . 31 [4]
Schieferung, Schollen, Gänge . . . . . 31 [4]
Klüfte . . . . . 32 [5]
Die Zone kontaktmetamorpher Gesteine . . . . . 35 [8]
Älterer Biotitgranit . . . . . 37 [10]
Flasergranit . . . . . 38 [11]
Jüngerer Biotitgranit . . . . . 40 [13]
Schieferung, Schollen . . . . . 40 [13]
Klüfte . . . . . 41 [14]
Gänge . . . . . 42 [15]
Aplite, Pegmatite, Alsbachite . . . . . 42 [15]
Malchite . . . . . 43 [16]
Granitporphyre . . . . . 47 [20]
Nördlicher Schieferzug . . . . . 48 [21]
Die Mylonite . . . . . 49 [22]
Streichen der Mylonite . . . . . 49 [22]
Mikroskopische Untersuchung . . . . . 52 [25]
Zusammenfassung . . . . . 54 [27]
Einteilung der Klüfte . . . . . 56 [29]
Zusammenfassung über die Klüfte . . . . . 58 [31]
Erörterung . . . . . 59 [32]
Anhang. Mikroskopische und gefügeanalytische Untersuchungen . 62 [35]
Die metamorphen Schiefer . . . . . 62 [35]
Der Hornblendegranit . . . . . 64 [37]
Der Biotitgranit . . . . . 65 [38]
Zusammenfassung . . . . . 68 [41]
Kluftdiagramme . . . . . 69 [42]
Gefügediagramme . . . . . 73 [46]
Literaturverzeichnis . . . . . 77 [50]




Waldemar Portmann, Tektonische Untersuchungen im nördlichen Bergsträßer Odenwald.

# ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Verhandlungen des Naturhistorisch-medizinischen Vereins zu Heidelberg

Jahr/Year: 1929

Band/Volume: 16

Autor(en)/Author(s): Portmann Waldemar

Artikel/Article: Tektonische Untersuchungen im nördlichen Bergsträßer Odenwald 28-79