

# Geologische Untersuchungen der Beziehungen zwischen den Gesteinsspalten, der Tektonik und dem hydrographischen Netz in den östlichen Mittelvogesen.

Von **Bernhard Engstler** aus Konstanz.

Mit zwei Karten und drei Abbildungen im Text.

## Inhaltsverzeichnis.

	Seite
Vorwort . . . . .	373
Literaturverzeichnis . . . . .	374
Einleitung.	
Erster Abschnitt: Abgrenzung und Umfang des Untersuchungsgebietes . . . . .	377
Zweiter Abschnitt: Kurzer Überblick über die geologische Geschichte, die Formationen und Erstarrungsgesteine des Gebietes . . . . .	377
Dritter Abschnitt: Übersicht der allgemeinen Tektonik der Mittelvogesen . . . . .	381
Vierter Abschnitt: Das Flußnetz . . . . .	384
Erster Teil:	
Erstes Kapitel: Die gemeinen Klüfte des untersuchten Gebietes und ihre Orientierung . . . . .	385
Zweites Kapitel: Beziehungen zwischen dem Flußnetz und den Klüften . . . . .	391
Zweiter Teil:	
Welche Aufschlüsse gibt die geologische Orientierung der Klüfte und Harnische über die Stellung der Randverwerfungen des Rheintalgrabens? . . . . .	399
Erstes Kapitel: Messung der Harnischstreifen . . . . .	399
Zweites Kapitel: Vertikalebene der Harnischstreifenrichtung . . . . .	401
Drittes Kapitel: Orientierung der Spalten mit Harnischen . . . . .	403
Viertes Kapitel: Orientierung der Vertikalebene der Harnischstreifenrichtung und Harnischflächen . . . . .	407
Fünftes Kapitel: Über das Einfallen der gemeinen Klüfte . . . . .	413
Sechstes Kapitel: Schlußfolgerungen aus dem zweiten Teil . . . . .	415

## Vorwort.

---

Im Odenwald und Pfälzerwald sind bereits in zwei Arbeiten<sup>1)</sup> übereinstimmende Beziehungen zwischen den Gesteinsspalten, der Tektonik und dem hydrographischen Netz nachgewiesen. Es war deshalb von Interesse, diese Untersuchungen auch auf die beiden den Rheintalgraben in seiner südlichen Hälfte begrenzenden Gebirge, auf den Schwarzwald und die Vogesen, auszudehnen.

Die vorliegende Arbeit behandelt den östlichen Teil der Mittelvogesen.

Die Anregung zu ihr ging von meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Professor Dr. WILHELM SALOMON, aus. Ich möchte ihm für die vielfachen Anregungen und die liebenswürdige Unterstützung bei meiner Arbeit sowie das mir stets bewiesene Wohlwollen auch an dieser Stelle meinen herzlichsten Dank aussprechen.

---

1) JOHN GUSTAV LIND, Geologische Untersuchungen der Beziehungen zwischen den Gesteinsspalten, der Tektonik und dem hydrographischen Netz des Gebirges bei Heidelberg. Verhandlungen des Naturhistorisch-medizinischen Vereins zu Heidelberg, N. F., Bd. XI, Heft 1, S. 7—46 (Heidelberg 1910, Carl Winters Universitätsbuchhandlung). — JON J. DINU, Geologische Untersuchungen der Beziehungen zwischen den Gesteinsspalten, der Tektonik und dem hydrographischen Netz im östlichen Pfälzerwalde (Hardt). Verhandlungen des Naturhistorisch-medizinischen Vereins zu Heidelberg, N. F., Bd. XI, S. 238—300 (Heidelberg 1912, Carl Winters Universitätsbuchhandlung).

---

## Literaturverzeichnis.

Nachfolgend gebe ich ein nach Autorennamen alphabetisch geordnetes Verzeichnis der von mir benutzten Literatur.

- A. ANDREAE, Eine theoretische Reflexion über die Richtung der Rheintalspalte und Versuch einer Erklärung, warum die Rheintalebene als schmaler Graben in der Mitte des Schwarzwald-Vogesenhorstes einbrach. Verhandl. d. Naturhist.-med. Vereins Heidelberg, N. F., Bd. IV, Heft 1, 1887.
- Beiträge zur Kenntnis des Rheintalspaltensystems. Ebenda.
- R. BECK, Lehre von den Erzlagerstätten, 2. Aufl., Berlin 1903.
- E. W. BENECKE, Die Trias von Elsaß-Lothringen und Luxemburg. Abhandl. geol. Karte Els.-Lothr., Bd. I, Heft 4, S. 491—829.
- H. BÜCKING, E. SCHUMACHER und L. VAN WERVEKE, Geologischer Führer durch das Elsaß, Berlin 1900.
- F. BEYSLAG, P. KRUSCH, J. H. L. VOGT, Die Lagerstätten der nutzbaren Mineralien und Gesteine, Bd. II, Stuttgart 1912.
- J. BLAAS, Über die Lage der Schnittlinie von Terrainflächen und geologischen Ebenen. Jahrbuch d. k. k. geol. Reichsanstalt, Bd. XLVI, 1896, S. 269—278.
- Der Klinokompaß, Jahrbuch d. k. k. geol. Reichsanstalt, Bd. LIII, 1903, S. 453—458.
- M. BRÄUHÄUSER, Erl. zur geol. Spezialkarte von Württemb., Blatt Schramberg, Stuttgart 1909.
- R. BRAUNS, Über die Entstehung der sogenannten Rutschflächen im bunten Sandstein der Umgebung von Marburg. N. Jahrbuch f. Mineralogie usw. 1890, I u. II.
- A. DAUBRÉE, Description géologique et minéralogique du département du Bas-Rhin. Mit einer Karte. Straßburg 1872.
- Études synthétiques de Géologie expérimentale, Paris 1879.
- C. DEFFNER, Begleitworte zur geognostischen Spezialkarte von Württemberg. Atlasblatt Kirchheim, Stuttgart 1872.
- und O. FRAAS, Die Jura-Versenkung bei Langenbrücken. N. Jahrbuch f. Mineralogie usw. 1859.
- J. DELBOS und J. KOEHLIN-SCHLUMBERGER, Description géologique et minéralogique du département du Haut-Rhin, Mülhausen 1866.
- J. DINU, Geologische Untersuchungen der Beziehungen zwischen den Gesteinsspalten, der Tektonik und dem hydrographischen Netz im östlichen Pfälzerwald (Hardt). Verhandl. d. Naturhist.-med. Vereins zu Heidelberg, N. F., Bd. XI, S. 238—299.
- A. FRENTZEL, Das Passauer Granitmassiv. Geognost. Jahresh. 1911.
- W. FREUDENBERG, Die Rheintalspalten bei Weinheim an der Bergstraße aus tertiärer und diluvialer Zeit. Zentralbl. f. Mineralogie 1906.

- J. E. GEROCK, Die Benennung und Gliederung des linksrheinischen Gebirges. Mitt. d. Philom. Ges. in Elsaß-Lothr., Bd. IV, 1910.
- P. GROTH, Das Gneißgebiet von Markirch im Ober-Elsaß. Abhandl. z. geol. Karte von Els.-Lothr., Bd. I, Heft 3.
- O. GRUPE, Über das Alter der Dislokationen des hannoversch-hessischen Berglandes und ihren Einfluß auf Talbildung und Basalteruption. Zeitschr. d. Deutsch. Geol. Ges., Bd. 63, Jahrg. 1911, Heft 2.
- F. HAAG, Bemerkungen zur Geologie von Schwennigen. Zentralbl. f. Mineralogie 1911.
- EDMUND CECIL HARDER, The joint system in the rocks of south western Wisconsin and its relation to the drainage network. Bulletin of the University of Wisconsin, No. 138. Madison, Wisconsin 1906.
- F. HAUCK, Morphologie des kristallinen Odenwaldes, Heidelberg 1909.
- A. HETTNER, Der Gebirgsbau der sächsischen Schweiz, Stuttgart, Engelhorn, 1887.
- Die Felsbildungen der sächsischen Schweiz. Geographische Zeitschrift, Bd. 9, 1903, Leipzig, B. G. Teubner.
- Die deutschen Mittelgebirge. Ebenda, Bd. 10, 1904.
- H. HÖFER, Die Ausrichtung der Verwerfungen. Österreichische Zeitschrift für Berg- und Hüttenwesen 1881, Wien.
- F. JÄGER, Über Oberflächengestaltung im Odenwald, Stuttgart 1904.
- G. H. KINAHAN, Valleys and their relation to fissures, fractures, and faults. London, Trübner 1875.
- A. v. KOENEN, Über postglaziale Dislokationen. Jahrb. d. Königl. Preuß. Geol. Landesanst. u. Bergakademie zu Berlin für das Jahr 1886.
- W. KRANZ, Über Zusammenschub und Senkungen in Horstgebirgen. Zentralbl. f. Mineralogie, Nr. 11, 1911, S. 352—356.
- A. KRÜMMER, Die Tektonik des Emser Gangzuges nebst einer Betrachtung über Anwendung tektonischer Begriffe in Bergbau und Geologie, Berlin 1912.
- A. C. LAWSON, On some post-glacial faults near Banning, Ont. Bulletin of the Seismological Society.
- A. LEPPLA, Über den Bau der pfälzischen Nordvogesen und des triadischen Westriches. Jahrbuch d. Königl. Preuß. Geol. Landesanstalt für 1892, Berlin, S. 23—90.
- R. LEPSIUS, Die oberrheinische Tiefebene und ihre Randgebirge. Forschungen z. deutsch. Landes- und Volkskunde, Bd. I, Heft 2, Stuttgart 1885.
- Geologie von Deutschland und den angrenzenden Gebieten, Stuttgart 1887—1892.
- J. G. LIND, Geologische Untersuchungen der Beziehungen zwischen den Gesteinsspalten, der Tektonik und dem hydrographischen Netz des Gebirges bei Heidelberg. Verhandl. d. Naturhist.-med. Vereins zu Heidelberg, N. F., Bd. XI, Heft 1, 1910.
- TH. LORENZ, Über den Gebirgsbau Mitteldeutschlands. Berichte über die Vers. d. Niederrhein. Geol. Vereins zu Marburg 1907.
- PH. MUCKLE, Morphologie des Kraichgaus, Heidelberg 1908.
- C. VON OEYNHAUSEN, H. VON DECHEN und G. VON LAROCHE, Geogn. Umriss der Rheinländer zwischen Basel und Mainz, Essen 1825.

- PEARL SHELDON, Some observations and experiments on joint planes. The Journal of Geology. Volume XX, Number 1, 1912.
- A. PHILIPPSON, Die Entstehung der Flußsysteme. Verhandl. d. Naturh. Vereins der Rheinlande, Bonn 1898.
- C. REGELMANN, Über die Schollenkarte (tektonische Erdbebenkarte) Südwestdeutschlands. Ber. über die 29. Vers. d. Oberrhein. Geol. Vereins zu Lindenfels 1896.
- Ertl. z. geol. Spezialkarte von Württemb., Blatt Enzklosterle, 1911.
- H. F. REID, Geometry of faults. (Bull. Geol. Soc. Amer. 20. 171—196. New-York 1909.)
- R. REINISCH, Entstehung und Bau der deutschen Mittelgebirge, Leipzig 1910.
- REUTLINGER, Notiz zu dem süddeutschen Erdbeben 16. November 1911. Naturwiss. Wochenschrift 1912.
- R. RINNE, Referat über die von L. PRANDTL und F. RINNE durchgeführte vergleichende Untersuchungen über die Methoden zur Bestimmung der Druckfestigkeit von Gesteinen. „Kali“ 1909, Heft 16.
- II. ROSEBUSCH, Die Steiger Schiefer und ihre Kontaktzone an den Graniten von Barr-Andlau und Hohwald. Abhandl. geol. Karte von Els.-Lothr., Bd. I, Heft 2.
- W. SALOMON, Über eine eigentümliche Grabenversenkung bei Eberbach im Odenwald. Mitt. d. Großh. Bad. Geol. Landesanstalt, Bd. IV, Heft 2, 1901.
- Über die Stellung der Randspalten des Eberbacher und des Rheintalgrabens. Zeitschr. d. Deutsch. Geol. Ges., Bd. 55, Heft 3, 1903, S. 403—418.
- Über Gesteinsklüftung und Klüftbarkeit. Der Steinbruch, Jahrg. VI, 1911, Heft 20.
- Die Bedeutung der Messung und Kartierung von gemeinen Klüften und Harnischen mit besonderer Berücksichtigung des Rheintalgrabens. Zeitschrift d. Deutsch. Geol. Ges., Bd. 63, Heft 4, 1911.
- Überschiebung des Rheintalgrabens bei Nußloch südlich Heidelberg. Jahresber. und Mitt. d. Oberrhein. Geol. Vereins, N. F., Bd. II, Heft 1.
- F. SPIEGELHALTER, Die Tektonik im obersten Teil des Bonndorfer Grabens. Mitt. d. Bad. Geol. Landesanstalt 1912.
- L. VAN WERVEKE, Bemerkungen zu den Blättern Saarbrücken und Pfalzburg der tektonischen Übersichtskarte von Elsaß-Lothringen und über die Einfallrichtung der Rheintalspalten. Mitt. d. Philom. Ges. in Elsaß-Lothr., Bd. III, 1905.
- Begleitworte zur Höhenschichtenkarte von Elsaß-Lothringen und den angrenzenden Gebieten, Straßburg 1906.
- Die Entstehung des Rheintals. Mitt. d. Philom. Ges. in Els.-Lothr., Straßburg 1907.
- Über einen angeblichen seitlichen Zusammenschub im Buntsandstein der Vogesenberge von Sulzmatt. Mitt. d. Geol. Landesanst. von Els.-Lothr. 1909, Bd. VII, Heft 2.
- O. WILKENS, Grundzüge der tektonischen Geologie, Jena 1912.

## Einleitung.

### Erster Abschnitt.

#### **Abgrenzung und Umfang des Untersuchungsgebietes.**

(Vgl. die Karte.)<sup>1)</sup>

Das von mir untersuchte Gebiet wird im Norden vom Breuschtal, im Osten von dem Gebirgsrand von Molsheim bis Kaysersberg begrenzt. Im Süden bilden das Weißbachtal und das Bechinetal die Grenze. Im Westen fällt sie mit der Landesgrenze zusammen, die ja auch die Wasserscheide in den Vogesen bildet.

Die Ausdehnung des untersuchten Gebietes beträgt ungefähr 50 km in nordsüdlicher, 30 km in ostwestlicher Richtung.

### Zweiter Abschnitt.

#### **Kurzer Überblick über die geologische Geschichte, die Formationen und Erstarrungsgesteine des Gebietes.**

Im folgenden will ich aus Rücksicht auf Leser, die mit der Geologie von Südwestdeutschland nicht vertraut sind, einen ganz kurzen Überblick über die geologische Geschichte des untersuchten Gebietes geben, soweit dies für das Verständnis meiner Arbeit nötig ist. Es ist mir natürlich nicht möglich, eine erschöpfende Darstellung des Gebietes zu geben. Wer sich eingehender orientieren will, sei auf die vorhandene Spezialliteratur verwiesen.

Ich benützte bei meinen Feldaufnahmen den trefflichen „Geologischen Führer durch das Elsaß“ von E. W. BENECKE, H. BÜCKING, E. SCHUMACHER und L. VAN WERVEKE.

---

<sup>1)</sup> Im folgenden bedeutet (K) immer „vgl. die Karte“. Um dem Leser das rasche Auffinden der verschiedenen, in dieser Arbeit besprochenen Punkte zu ermöglichen, habe ich die Karte in Quadrate eingeteilt, die mit Buchstaben und Zahlen bezeichnet sind.

Eine geologische Spezialkarte des untersuchten Gebietes existiert bis jetzt noch nicht; wohl aber sind in den „Abhandlungen zur Geologischen Spezialkarte von Elsaß-Lothringen“ zahlreiche Untersuchungen über einzelne Teile meines Gebietes veröffentlicht, die bei den nun folgenden Zusammenstellungen öfters benutzt worden sind. Alle diese Arbeiten sowie sämtliche anderen, die verwendet wurden, sind in dem Literaturverzeichnis zusammengestellt.

Der Sockel des „Variskischen Gebirges“, der für ganz Südwestdeutschland die Unterlage der permisch-mesozoischen Schichten bildet, aber meistens von den jüngeren Formationen bedeckt ist, tritt in dem südlichen Teil der Vogesen offen zutage. Er streicht im allgemeinen ziemlich genau von SW nach NO. In den muldenartigen Vertiefungen dieses zur Mittelkarbonzeit aufgefalteten Grundgebirges lagerte sich das Oberkarbon ab. Das Rotliegende setzte die Ausfüllung der Mulden im alten Grundgebirge fort. Erst die Ablagerungen des Buntsandsteins bildeten eine zusammenhängende Decke über das ganze Gebirge. Es folgte die Transgression des Muschelkalkmeeres, dann die Bildung der im wesentlichen wohl festländischen Ablagerungen des Keupers und schließlich eine neue Transgression durch das Jurameer. Zur Kreidezeit bildete ganz Südwestdeutschland mit den Vogesen und dem Schwarzwald eine zusammenhängende Insel. In der Tertiärzeit begannen die bekannten Vorgänge, die zur Bildung des Rheintalgrabens führten.

### Übersicht der im untersuchten Gebiet auftretenden Formationen.

Die Vogesen kann man geradeso wie Schwarzwald und Odenwald in zwei geologisch und orographisch einigermaßen getrennte Teile scheiden: den ausschließlich aus Grundgebirge zusammengesetzten Teil und das Gebiet, in dem die Deckschichten fast ganz das Grundgebirge verhüllen. Ohne scharfe Grenze geht das Deckgebirge in den Buntsandstein der Hardt über. Das Grundgebirge enthält die höchsten Erhebungen der Vogesen: im Süden den Belchenstock und im Norden das Hochfeld, dessen Massiv bis an das Breuschtal reicht. In meinem auf der beigegebenen Karte dargestelltem Gebiet gehört nur der nordöstliche Zipfel zum Grundgebirge.

Das Grundgebirge wird von Gneisen der verschiedenartigsten Beschaffenheit, in denen auch kristalline Kalke ein-

gelagert sind, gebildet. Eine genauere Untersuchung von Vogesen-Gneisen liegt nur in der aus dem Jahre 1877 stammenden Abhandlung von P. GROTH über das Gneisgebiet von Markirch vor.

Im Weilertal werden die Gneise konkordant von Schiefen überlagert, den von ROSENBUSCH unterschiedenen Weiler und Steiger Schiefen, von denen die ersteren in der Literatur meist als Glimmerschiefer oder phyllitische Gesteine bezeichnet werden, die letzteren jüngere echte Tonschiefer sind. In diesen Schiefen stecken auch die Granitstöcke von Barr-Andlau und Hohwald, berühmt durch die Kontaktmetamorphose, die sie in den Steiger Schiefen erzeugt haben.

Eine große Verbreitung in den Vogesen haben Gesteine devonischen Alters. Es sind dies hauptsächlich Tonschiefer, Grauwacken und Konglomerate. Die Grauwacken bestehen zum Teil aus eckigen Fragmenten verschiedener älterer Gesteine, teils sind unter diesem Namen allerhand Arkosen und schwer definierbare Gesteine zusammengefaßt, die in jedem einzelnen Falle eine besondere Beschreibung erfordern.

Es beteiligen sich endlich an der Zusammensetzung der Vogesen einige kleinere Reste von oberkarbonischen Ablagerungen, deren einst vorhandene Steinkohlenflötze längst abgebaut sind. Es sind dies Schollen von Arkose-Sandsteinen, Konglomeraten und Schiefen mit einigen Kalkbänken, die in flacher Lagerung die Tonschiefer und Gneise in der Umgegend des Leber- und Weilertales oberhalb Schlettstadt diskordant überlagern.

Die größte Verbreitung unter den Erstarrungsgesteinen besitzt der Granit. Südlich vom Breuschtal setzt er mehr als ein Drittel des ganzen Gebirges zusammen. Das größte Massiv aber wird von einem Granit gebildet, der dem Kamm des Gebirges folgt, dem Kammgranit.

Von anderen Erstarrungsgesteinen ist der Quarzporphyr von Bedeutung. Er kommt im Rotliegenden in ausgedehnten Lagern vor. Der Keratophyr ist in einem sehr großen Steinbruch bei Schirmeck aufgeschlossen.

Von der bei vollständiger Entwicklung aus Rotliegendem und Zechstein bestehenden Dyas tritt nur ersteres in den Vogesen auf.

Wir unterscheiden: die Trienbacher Schichten, nach einem Dorf unterhalb Weiler so benannt. Sie bestehen aus sandigen, grauen und violetten Schiefeln und Schiefertonen, Arkosen und Konglomeraten.

Die Schichten von Heißenstein führen in ihren schwarzen Schiefertonen Einlagerungen von Kalk.

Die Meisenbuckelschichten bestehen aus Arkosen, Schiefertonen und besonders aus Porphyrtuffen.

Am ausgedehntesten ist die obere Abteilung des Rotliegenden, die sogenannten Kohlbächelschichten. Sie greifen weit über alle älteren Bildungen des Rotliegenden hinweg und legen sich oft unmittelbar auf älteres Gebirge.

Von besonderem Interesse ist der Horizont von Sandsteinen mit Dolomitbänken und Karneolschnüren. Dieser Horizont darf aber nicht als Zechstein angesehen werden.

Wichtig sind für das Oberrotliegende ausgedehnte Decken von Quarzporphyr.

### **Die Trias.**

#### **Buntsandstein.**

Der Buntsandstein, der eine Mächtigkeit von über 500 m erreicht, ist in dem untersuchten Gebiet stark verbreitet. Er ist in zahlreichen, zum Teil sehr großen Brüchen aufgeschlossen, die weitaus die meisten und genauesten Messungen für meine Untersuchung lieferten. Er gliedert sich in zwei verschieden mächtige Abteilungen: in den etwa 400 m mächtigen mittleren Buntsandstein, auch Hauptbuntsandstein oder Vogesensandstein genannt, und in den etwa 90 m mächtigen oberen Buntsandstein.

Der untere Buntsandstein fehlt in meinem Gebiet.

Der mittlere Buntsandstein führt in seinen untersten, oft mehrere Meter dicken Bänken, Gerölle von Quarz, Gneis, Granit, Porphyr. Es ist dies der untere Konglomerathorizont. Auf ihn folgen grobkörnige Sandsteine. Nach oben schließt der Hauptbuntsandstein mit einer bis zu 20 m mächtigen Konglomeratbildung ab, dem sogenannten Hauptkonglomerat, das hauptsächlich aus Geröllen von Quarz und Quarzit besteht. Da das Hauptkonglomerat gegen Verwitterung sehr widerstandsfähig ist, so bildet es häufig Plateaus.

Der obere Buntsandstein wird in die sogenannten Zwischenschichten und den Voltziensandstein eingeteilt. Die

Zwischenschichten, die eine Mächtigkeit bis zu 60 m erreichen, bestehen aus festen grobkörnigen, dunkelroten Sandsteinen. Darauf folgt etwa 25—30 m Voltziensandstein. Er besteht aus feinkörnigen, tonreichen, dicken Bänken, die einen vorzüglichen Baustein liefern.

#### **Muschelkalk.**

Der Muschelkalk ist nur in einigen kleinen Brüchen in der Vorhügelzone aufgeschlossen. Hauptsächlich ist der obere Muschelkalk gut entwickelt.

Der untere Muschelkalk ist in den Vogesen als Muschel-sandstein entwickelt und ist in dem Gebirge nur an einer einzigen Stelle bei Altweier erhalten geblieben.

Bei Dorlisheim finden wir *Nodosuskalk* und bei Bergheim verkieselten *Trochitenkalk*.

Der Keuper ist nur mit dem unteren Teile des mittleren Keupers, dem sogenannten Salzkeuper, vertreten. Er führt zahlreiche, den Schichten eingelagerte Lagen von Gips.

#### **Jura.**

Von dieser Formation ist in dem untersuchten Gebiet nur der mittlere Teil, der *Dogger*, aufgeschlossen. In mehreren, zum Teil sehr großen Brüchen in der Umgebung von Barr werden die etwa 50 m mächtigen, hellgrauen, dicken Bänke des Hauptoolithes des oberen Doggers abgebaut.

Jüngere Formationen kommen in meinem Gebiet entweder nicht vor, oder wenn sie vorhanden sind, liefern sie keine zuverlässigen Messungen.

### **Dritter Abschnitt.**

#### **Übersicht der allgemeinen Tektonik der Mittelvogesen.**

Wenn wir die Vogesen als Ganzes überblicken, tritt uns sofort ein scharfer Gegensatz in der Ost- und West-Begrenzung entgegen: im Osten der steile, unvermittelte Abfall zur Rheinebene, im Westen der allmähliche sanfte Übergang zum Hügel-land. Der Steilabfall der Ostgrenze erhält noch an vielen Stellen dadurch ein besonderes Gepräge, daß zwischen Ebene und Gebirge eine Vorhügellandschaft eingeschaltet ist. Diese besteht

aus ganz unregelmäßig gelagerten Schollen des Gebirges, die staffelförmig nach der Rheinebene zu abgesunken sind. In meinem Gebiet bilden sie zwischen dem Gießenbachtal und dem Weißbachtal eine schmale Zone. Weiter im Norden fehlen sie ganz in der Gegend zwischen Dambach und dem Weilertal. Hier stoßen Hochvogesen und Rheinebene direkt aneinander. Noch weiter im Norden bilden sie eine sehr breite Vorhügelzone.

Der Kern der Hochvogesen wird ganz ähnlich wie der Schwarzwald von kristallinen Gesteinen gebildet, die, wie VAN WERVEKE zuerst gezeigt hat, eine sattelförmige Erhebung erfahren haben. Auf dieses kristalline Massiv legen sich in flacher Lagerung die Sedimente des Deckgebirges. Das kristalline Gebirge sowie die auflagernden Sedimente sind an der Ostseite in die Tiefe gesunken.

Besondere Erwähnung verdient die Tektonik des Weiler-tales, das ziemlich in der Mitte des von mir untersuchten Gebietes liegt. Es stellt sich als eine Senke dar, die etwa senkrecht zum Rheintalgraben in das Gebirge hineinzieht. Die darin vorkommenden Gesteine des Oberkarbon und Rotliegenden lassen ihrer Lagerungsform nach schließen, daß hier bereits vor Ablagerung der oberen Kohlenformation eine muldenartige Vertiefung im alten Gneis- und -Schiefergebirge bestand (Führer S. 9).

Im Norden meines Gebietes kommt der kristalline Kern im Massiv des Hochfeldes noch einmal zum Vorschein. Mit der Hauptmasse des kristallinen Grundgebirges besteht nur ein ganz schmaler Zusammenhang. Das Hochfeld wird im Norden und Westen durch das Breuschtal begrenzt; es ist dies das nördlichste Vorkommen kristalliner Gesteine in den Vogesen. Zum Massiv des Hochfeldes gehört wohl auch der Granitstock von Andlau, der allerdings durch die Buntsandsteinplatte des Odilienberges etwas davon getrennt ist.

Erwähnenswert ist noch das Vorkommen isolierter Sandsteinplateaus; so auf dem Ungersberg, Climont und Hohkönigsburg. Erst nördlich vom Breuschtal beginnt das zusammenhängende Buntsandsteinplateau, das jedoch schon außerhalb meines Gebietes liegt. Das von mir behandelte Buntsandsteingebirge südlich des Breuschtals gehört tektonisch schon in die Vorhügelzone, die hier den südlichen Teil der Zaberner Bucht bildet.

### Verwerfungen.

Wenn wir die Karte betrachten, fällt uns sofort auf, daß wir es fast nur zwischen Rodern und Dambach mit einer einheitlichen Rheintalspalte zu tun haben. Meistens, und zwar besonders im nördlichen Teil, tritt uns ein System von Verwerfungen entgegen, die im großen und ganzen dem Rheintal parallel laufen.

Am einheitlichsten erscheint die Strecke zwischen Kaysersberg und Dambach. Hier sehen wir die Hauptverwerfung in der Richtung des Rheintals und östlich davor, ihr parallel die abgesunkene Vorhügelzone von Rappoltsweiler. Von Dambach setzt sich die Hauptspalte in fast nördlicher Richtung über Barr und Molsheim bis zu unserer Gebietsgrenze fort. Von Dambach nach Urmatt zieht in etwa nordnordwestlicher Richtung eine Verwerfung, die die Vorhügelzone am kristallinen Gebiet absinken läßt. Diese Vorhügelzone des nördlichen Gebietsteiles ist noch durch eine Reihe von Verwerfungen, die teils der eben beschriebenen, teils der Hauptspalte parallel ziehen, in eine ganze Anzahl einzelner Schollen zerlegt. So liegen bei Oberhaslach Muschelkalk und Buntsandstein nebeneinander. Verfolgen wir diese letztere Verwerfung nach Süden, so finden wir, daß sie zunächst in südöstlicher Richtung bis etwa Otrott läuft, von hier in die südliche Richtung übergeht. Weiter nach Osten nach der Hauptspalte zu folgen noch in kurzen Abständen eine Reihe kleinerer Verwerfungen, die nacheinander Buntsandstein, Muschelkalk und Jura in dieselbe Höhe bringen. In den Richtungen folgen sie entweder annähernd der Hauptspalte oder der oben genannten Nordnordwest streichenden Verwerfung. Hier im Norden des Gebietes macht sich schon, wie oben bemerkt, der Einfluß der Zaberner Bucht bemerkbar.

Im eigentlichen Grundgebirge treffen wir eine deutliche Verwerfung nördlich von Diedolshausen. Sie beginnt südwestlich vom Col du Bonhomme, läuft über Eckerich nach Deutsch-Rumbach. Sie stimmt genau mit dem Lauf des Leberbaches überein. Am Nordende dieser langen Spalte stößt man im Gneis und Granit auf das von einem Bruchrand begrenzte Senkungsfeld des Weilertales.

Von Altweier über Schnierlach läuft eine Verwerfung, die ungefähr mit dem Oberlauf des Weißbaches parallel ist.

## Vierter Abschnitt.

### Das Flußnetz.

Wie schon früher erwähnt, steigt das Gehänge über der Rheinebene in einer Flucht bis zu einer Höhe an, die nur wenig hinter der weiter gegen Westen gelegenen höchsten Erhebung des Gebirges zurücktritt. Wir haben infolgedessen auf der ganzen Ostseite ziemlich kurze Wasseradern. Sie verlaufen entweder in ihrer ganzen Länge oder doch wenigstens im unteren Teil ziemlich geradlinig nach dem Rheintal. Werfen wir einen Blick auf die Karte, so sehen wir, daß sämtliche Flüsse die eben geschilderte Orientierung haben. Einflüsse der Gebirgsstörungen kommen nur an wenigen Punkten in Betracht. Es handelt sich fast immer um die Wirkungen der Erosion, d. h. es sind im DAVIS'schen Sinne konsequente Täler. Im allgemeinen erreichen die Gewässer die Rheinebene auf dem kürzesten Wege, wenn sie gleichartige Gesteine zu durchschneiden haben. Ein Gesteinswechsel bedingt oft eine Ablenkung des Laufes. So ist zum Beispiel der nach Nordosten gerichtete Verlauf des Leberbaches durch den Granitstock des Bressoir bedingt. Ebenfalls in eine nordöstliche Richtung gedrängt wurde der Oberlauf der Breusch durch den Granitstock des Hochfeldes. Die orographische Selbständigkeit des Hochfeldes tritt uns beim Betrachten der Karte klar vor Augen. Alle Täler des nördlichen Teils meiner Karte verlaufen radial von dem Hochfeld nach außen.

Nur an wenigen Stellen in meinem Gebiet kann man eine deutliche Abhängigkeit der Flußsysteme von größeren Gebirgsstörungen erkennen. Am auffallendsten ist dies, wie schon erwähnt, beim Lebertal zu sehen. Auch der Oberlauf des Weißbachtals kann vielleicht mit der parallel dazu verlaufenden Verwerfung zusammenhängen. Auch im nördlichen Teil meiner Karte kann man vielleicht dem Parallelismus von einigen Nebenflüssen der Breusch mit Verwerfungen eine gewisse Bedeutung beimessen. So liegt das Haselbachtal parallel zwischen zwei Verwerfungen. Auch der Unterlauf des Magelbaches und der Verlauf des Zweibächels stimmen gut mit parallelen Verwerfungen überein.

## Erster Teil.

### Erstes Kapitel.

#### Die gemeinen Klüfte des untersuchten Gebietes und ihre Orientierung.

In der Arbeit „Die Bedeutung der Messung und Kartierung von gemeinen Klüften und Harnischen mit besonderer Berücksichtigung des Rheintalgrabens“ bezeichnet W. SALOMON als „gemeine Klüfte“ im Gegensatz zu „Harnischen“ alle Gesteinspalten ohne Rücksicht auf ihre Bildungsart, deren Wandflächen keine Glättung besitzen.

Nach der Art ihrer Entstehung unterscheidet er drei Typen unter den gemeinen Klüften<sup>1)</sup>, die er als Druckfugen, Strukturfugen und Verwitterungsfugen bezeichnet. Für meine Untersuchungen kommen die reinen Verwitterungsfugen nicht in Betracht. Ebenfalls sollen die Strukturfugen unberücksichtigt bleiben, die in Erstarrungsgesteinen beim Festwerden des Magmas und bei der Abkühlung entstehen. Ich habe in Erstarrungsgesteinen nur Klüfte gemessen, deren tektonische Entstehung durch Politur oder Schrammung der Wände nachgewiesen ist. Nur die Druckfugen, die lange nach der Bildung und Verfestigung der Gesteine durch gebirgsbildende Vorgänge entstanden sind, sind der Gegenstand meiner Untersuchungen.

Im ganzen habe ich an 152 Stellen Messungen der Kluffrichtungen vorgenommen und ihre Resultate in den Tabellen 1—5 zusammengestellt. Sind an einem Beobachtungspunkt, zum Beispiel an einem Straßeneinschnitt, mehrere Klüfte im Abstand von einigen Metern Entfernung gemessen worden, so habe ich diese Messungen in der Tabelle als die eines einzigen Aufschlusses zusammengefaßt.

Die meisten und besten Messungen konnte ich im Buntsandstein vornehmen. Einen immer noch großen Teil lieferten die Aufschlüsse im Gneis und Granit und den devonischen Grauwacken, einen kleinen Teil die Schichten des Rotliegenden, ferner Muschelkalk und die Keratophyre.

<sup>1)</sup> W. SALOMON, Über Gesteinsklüftung und Kluffbarkeit. Der Steinbruch, VI. Jahrgang, 1911, Heft 20.

Tabelle 1.

Übersicht über die Zahl der Aufschlüsse, in denen eine bestimmte Kluftrichtung beobachtet wurde, also nicht etwa die Zahl der beobachteten Klüfte von dieser Orientierung, sondern die Zahl der Aufschlüsse, in welchen die betreffende Kluftrichtung vorkommt.

Kluftrichtung	Anzahl der Aufschlüsse	Kluftrichtung	Anzahl der Aufschlüsse
N 0—5 O	37	N 0—5 W	37
N 6—10 O	45	N 6—10 W	24
N 11—15 O	32	N 11—15 W	15
N 16—20 O	34	N 16—20 W	38
N 21—25 O	44	N 21—25 W	38
N 26—30 O	33	N 26—30 W	41
N 31—35 O	30	N 31—35 W	37
N 36—40 O	28	N 36—40 W	28
N 41—45 O	30	N 41—45 W	29
N 46—50 O	24	N 46—50 W	26
N 51—55 O	30	N 51—55 W	20
N 56—60 O	32	N 56—60 W	25
N 61—65 O	24	N 61—65 W	30
N 66—70 O	29	N 66—70 W	28
N 71—75 O	32	N 71—75 W	20
N 76—80 O	34	N 76—80 W	36
N 81—85 O	39	N 81—85 W	29
N 86—90 O	28	N 86—90 W	35

In der folgenden Tabelle 2 sind alle gemessenen Klüfte zusammengestellt. Die Zahl nach jeder Kluftrichtung bedeutet die Anzahl der einzelnen gemessenen Klüfte von derselben Richtung.

Tabelle 2.

Übersicht sämtlicher gemessenen Klüfte.

Kluftrichtung	Zahl der Klüfte	Kluftrichtung	Zahl der Klüfte
Ungefähr N 0 O	58	—	—
„ N 5 O	75	Ungefähr N 5 W	66
„ N 10 O	50	„ N 10 W	40
„ N 15 O	52	„ N 15 W	18
„ N 20 O	74	„ N 20 W	58
„ N 25 O	46	„ N 25 W	64
„ N 30 O	40	„ N 30 W	60
„ N 35 O	34	„ N 35 W	59

Kluftrichtung	Zahl der Klüfte	Kluftrichtung	Zahl der Klüfte
	Übertrag: 429		Übertrag: 365
Ungefähr N 40 O	41	Ungefähr N 40 W	43
„ N 45 O	35	„ N 45 W	44
„ N 50 O	49	„ N 50 W	30
„ N 55 O	39	„ N 55 W	25
„ N 60 O	31	„ N 60 W	31
„ N 65 O	46	„ N 65 W	43
„ N 70 O	52	„ N 70 W	38
„ N 75 O	51	„ N 75 W	30
„ N 80 O	74	„ N 80 W	49
„ N 85 O	43	„ N 85 W	42
		„ N 90 W	55
	890		795

Gesamtsumme der gemessenen Klüfte: 1685

Zur leichteren Übersicht sind in der Tabelle 3 alle gemessenen Klüfte noch einmal in Gruppen von 20° zusammengefaßt.

Tabelle 3.

Kluftrichtung	Zahl der Klüfte	Kluftrichtung	Zahl der Klüfte
1. Max.	N 0 O — N 20 O	N 90 W — N 70 W	176
	N 5 O — N 25 O	N 85 W — N 65 W	159
	N 10 O — N 30 O	N 80 W — N 60 W	160
	N 15 O — N 35 O	N 75 W — N 55 W	142
	N 20 O — N 40 O	N 70 W — N 50 W	137
	N 25 O — N 45 O	N 65 W — N 45 W	129
	N 30 O — N 50 O	N 60 W — N 40 W	130
	N 35 O — N 55 O	N 55 W — N 35 W	142
	N 40 O — N 60 O	N 50 W — N 30 W	176
	N 45 O — N 65 O	N 45 W — N 25 W	206
	N 50 O — N 70 O	N 40 W — N 20 W	226
	N 55 O — N 75 O	N 35 W — N 15 W	241
	N 60 O — N 80 O	N 30 W — N 10 W	200
	N 65 O — N 85 O	N 25 W — N 5 W	180
2. Max.	N 70 O — N 90 O	N 20 W — N 0 W	182
	N 75 O — N 95 O	N 15 W — N 5 O	182
	N 80 O — N 100 O	N 10 W — N 10 O	239
	N 85 O — N 105 O	N 5 W — N 15 O	249
		3. Max.	

Die Tabelle 3 zeigt sehr deutlich, daß in dem untersuchten Gebiet drei Hauptssysteme von Klüften vorkommen. Das erste liegt zwischen N 5 O und N 25 O. Es ist das System, welches der Rheintalverwerfung entspricht, das longitudinale Hauptkluftsystem, zu dem 251, also 14,9% sämtlicher gemessener Klüfte gehören. Es weicht von dem longitudinalen Hauptsystem im Odenwald und in der Pfalz nur um 5° nach Westen ab. Zum zweiten System gehören 223 Klüfte, also 13% sämtlicher gemessener Klüfte. Es ist das transversale Hauptkluftsystem, das zwischen N 75 O und N 95 O liegt, also ziemlich senkrecht zur Rheintalverwerfung. Während bei den Untersuchungen von DINU im Pfälzerwald sich ergeben hat, daß das transversale Hauptkluftsystem zwischen N 65 W und N 85 W liegt, sehe ich aus meinen Untersuchungen, daß in dem von mir begangenen Gebiet das transversale Hauptkluftsystem zwischen N 75 O und N 95 O liegt. Jedenfalls hängt dies auch mit der Richtungsveränderung des Rheintalgrabens zusammen; außerdem möchte ich noch hervorheben, daß hier wohl auch der Einfluß der Zaberner Bucht zu erkennen ist.

Im Gegensatz zum Odenwald und Pfälzerwald haben wir in meinem Gebiet noch ein drittes Hauptkluftsystem. Es liegt mit 241 Klüften, also mit 14,4% aller gemessenen Klüfte, zwischen N 15 W und N 35 W, also senkrecht zum transversalen Hauptkluftsystem. Es entspricht genau der Richtung der großen Verwerfung, die von Dambach nach Urmatt zieht und die Vorhügelzone am kristallinen Gebirge hat absinken lassen.

In der Tabelle 3 sind sämtliche Klüfte gleich bewertet. Es ist kein Unterschied gemacht worden hinsichtlich der Größe und Güte der zutage tretenden Kluftoberfläche. Auch ist der Altersunterschied der Gesteine, in denen die Klüfte gemessen worden sind, unberücksichtigt geblieben. Ich habe nun in der Tabelle 4 sämtliche Klüfte des Buntsandsteins zusammengestellt, die ich in Steinbrüchen oder sonstigen großen Aufschlüssen beobachten konnte. Straßeneinschnitte, bei denen meistens nur eine oder zwei Klüfte sichtbar sind, habe ich nicht mitgerechnet. Es sind also nur Beobachtungspunkte zusammengestellt, bei denen alle vorhandenen Klüfte genau zu messen sind.

Tabelle 4.

Übersicht sämtlicher im Buntsandstein gemessenen Klüfte.

Kluftrichtung	Zahl der Klüfte	Kluftrichtung	Zahl der Klüfte
N 0 O — N 20 O	59	N 90 W — N 70 W	27
N 5 O — N 25 O	62	N 85 W — N 65 W	32
N 10 O — N 30 O	59	N 80 W — N 60 W	39
N 15 O — N 35 O	59	N 75 W — N 55 W	42
N 20 O — N 40 O	57	N 70 W — N 50 W	41
N 25 O — N 45 O	50	N 65 W — N 45 W	33
N 30 O — N 50 O	42	N 60 W — N 40 W	37
N 35 O — N 55 O	38	N 55 W — N 35 W	40
N 40 O — N 60 O	41	N 50 W — N 30 W	53
N 45 O — N 65 O	38	N 45 W — N 25 W	63
N 50 O — N 70 O	45	N 40 W — N 20 W	58
N 55 O — N 75 O	40	N 35 W — N 15 W	56
N 60 O — N 80 O	32	N 30 W — N 10 W	43
N 65 O — N 85 O	38	N 25 W — N 5 W	36
N 70 O — N 90 O	34	N 20 W — N 0 W	35
N 75 O — N 95 O	40	N 15 W — N 5 O	41
N 80 O — N 100 O	39	N 10 W — N 10 O	53
N 85 O — N 105 O	30	N 5 W — N 15 O	56

Ebenso habe ich in der Tabelle 5 alle im Granit liegenden Beobachtungspunkte mit derselben Voraussetzung zusammengestellt.

Tabelle 5.

Übersicht sämtlicher im Granit gemessenen Klüfte.

Kluftrichtung	Zahl der Klüfte	Kluftrichtung	Zahl der Klüfte
N 0 O — N 20 O	34	N 90 W — N 70 W	26
N 5 O — N 25 O	31	N 85 W — N 65 W	23
N 10 O — N 30 O	27	N 80 W — N 60 W	21
N 15 O — N 35 O	24	N 75 W — N 55 W	14
N 20 O — N 40 O	26	N 70 W — N 50 W	14
N 25 O — N 45 O	26	N 65 W — N 45 W	13
N 30 O — N 50 O	23	N 60 W — N 40 W	13
N 35 O — N 55 O	26	N 55 W — N 35 W	14
N 40 O — N 60 O	22	N 50 W — N 30 W	18
N 45 O — N 65 O	19	N 45 W — N 25 W	24
N 50 O — N 70 O	19	N 40 W — N 20 W	33
N 55 O — N 75 O	27	N 35 W — N 15 W	44
N 60 O — N 80 O	34	N 30 W — N 10 W	42
N 65 O — N 85 O	44	N 25 W — N 5 W	34
N 70 O — N 90 O	44	N 20 W — N 0 W	20
N 75 O — N 95 O	35	N 15 W — N 5 O	15
N 80 O — N 100 O	33	N 10 W — N 10 O	23
N 85 O — N 105 O	29	N 5 W — N 15 O	30

Vergleicht man die Tabellen 4 und 5 mit der Tabelle 3, in der sämtliche gemessenen Klüfte zusammengestellt sind, so ist deutlich zu ersehen, daß die Hauptklufsysteme des Buntsandsteins und des Granits mit geringen Abweichungen mit den Hauptsystemen sämtlich gemessener Klüfte gut übereinstimmen.

Zur besseren und klareren Übersicht dieser Tatsachen habe ich diese Klufsysteme graphisch dargestellt.

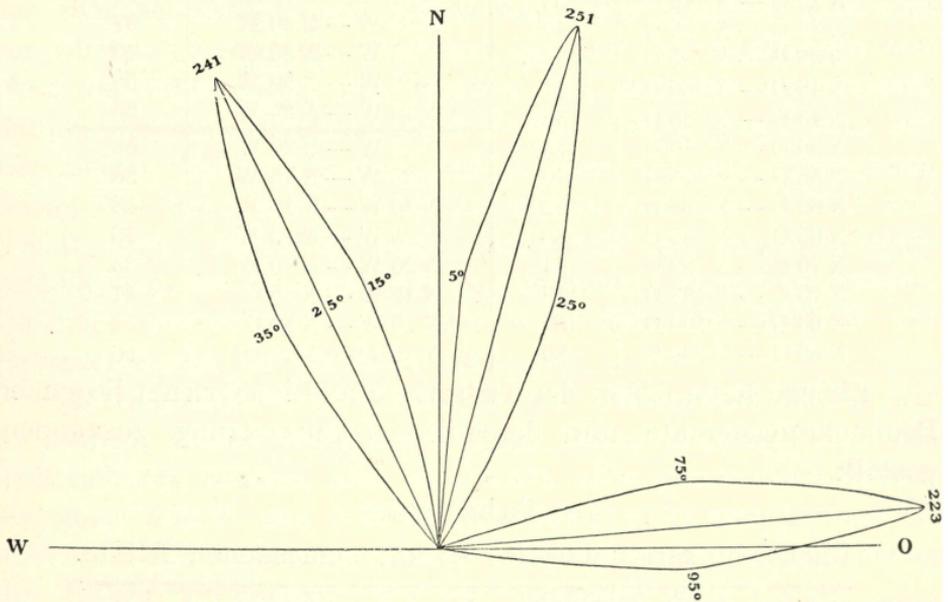


Fig. 1. Graphische Darstellung aller Klufsysteme.

In Figur 1 entspricht die Orientierung des Radius der Orientierung der Kluff. Die Länge des Radius entspricht der Anzahl der gemessenen Spalten von dieser Orientierung. In dieser Figur ist die Orientierung und die Anzahl sämtlicher gemessener Spalten, ohne Rücksicht auf das Gestein, in dem sie aufsetzen, eingezeichnet. Wir sehen die schon oben erwähnten drei Hauptklufsysteme deutlich hervortreten.

In Figur 2 habe ich die Orientierung und die Anzahl der Klüfte im Buntsandstein und im Granit getrennt eingetragen. Um bei der kleineren Anzahl dieser Spalten eine ungefähr gleich große Kurve wie in Figur 1 zu erhalten, habe ich die Anzahl der Klüfte im Verhältnis 4:1 eingezeichnet, während die Orientierung der Radien natürlich geblieben ist. Die ausgezogene

Kurve gilt für die Spalten des Buntsandsteins, die gestrichelte Kurve entspricht den Spalten des Granits.

Vergleichen wir die drei Kurven miteinander, so ersehen wir deutlich, daß die drei Hauptkluftsysteme sämtlicher Spalten auch in den für sich allein dargestellten Klüften des Buntsandsteins bzw. des Granites klar zum Ausdruck kommen.

Für die tektonische Entstehung der Klüfte in den Vogesen sprechen dieselben Tatsachen, die schon bei den Klüften im Odenwald und in der Pfalz erwähnt wurden; nämlich die meisten Kluftsysteme behalten ihre Richtung bei, auch wenn sie aus einem Gestein in ein anderes übergehen, wie ja deutlich aus

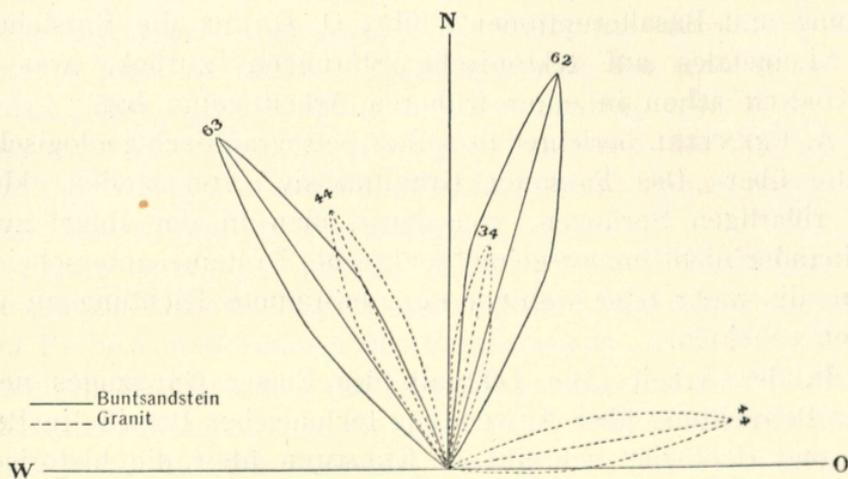


Fig. 2. Graphische Darstellung der Kluftsysteme.

der graphischen Darstellung der Klüfte im Buntsandstein und im Granit hervorgeht. Ferner stimmt die Streichrichtung sehr gut mit der Hauptverwerfung überein.

## Zweites Kapitel.

### Beziehungen zwischen dem Flußnetz und den Klüften.

In dem folgenden Kapitel will ich den Zusammenhang von Flußnetz und Gesteinsspalten schildern. Über die Frage, ob die Klüfte einen erheblichen Einfluß auf die Talbildung haben, hat W. SALOMON in seiner Arbeit „Die Bedeutung der Messung und Kartierung von gemeinen Klüften und Harnischen mit besonderer Berücksichtigung des Rheinalgrabens“ ausführlich berichtet. Darin wird eine Reihe von Arbeiten angeführt, in denen nach-

gewiesen wurde, daß ein inniger Zusammenhang zwischen der Richtung der Klüfte und der Täler herrscht; und diese Frage wird insbesondere auch für die oberrheinischen Randgebirge erörtert.

Zu diesen Arbeiten möchte ich noch einige hinzufügen, auf die ich von Herrn Prof. SALOMON hingewiesen wurde, und ganz kurz besprechen.

In den Begleitworten zur geognostischen Spezialkarte von Württemberg, Atlasblatt Kirchheim, weist C. DEFFNER auf den Zusammenhang von Verwerfungslinie und Talverlauf hin.

In der Arbeit „Über das Alter der Dislokationen des Hanoversch-Hessischen Berglandes und ihren Einfluß auf Talbildung und Basalteruptionen“ führt O. GRUPE die Entstehung des Leinetales auf tektonische Störungen zurück, was ja v. KOENEN schon in einer früheren Arbeit getan hat.

A. FRENTZEL berichtet in seiner petrographisch-geologischen Studie über „Das Passauer Granitmassiv“ von steilen, kluft- und rißartigen Sprüngen, von denen man in der Regel zwei, zueinander nicht immer genau senkrechte Systeme unterscheiden kann, die mehr oder weniger eine bestimmte Richtung zu verfolgen scheinen.

In der Arbeit „Die Tektonik des Emser Gangzuges nebst einer Betrachtung über Anwendung tektonischer Begriffe in Bergbau und Geologie“ schreibt A. KRÜMMER über die historische Entwicklung und Definition der Begriffe „Sprung“ und „Faltung“. Ferner finden wir in dieser Arbeit eine Zusammenstellung der Begleit- und Folgeerscheinungen der Faltung, nämlich Überschiebungen, Blattverschiebungen und Schieferung.

F. RINNE schreibt in seiner Arbeit „Vergleichende Untersuchungen über die Methoden zur Bestimmung der Druckfestigkeit von Gesteinen:“ «Bei vorsichtig verstärkter Druckausübung ließ sich auf der Oberfläche der Marmorprobestücke verhältnismäßig sehr leicht die interessante Erscheinung von regelmäßigen Rißsystemen beobachten, von bestimmt angeordneten kleinen Sprüngen nämlich, die ungefähr bei Maximalbelastung auftraten.» Ferner führt er eine theoretische Begründung von O. MOHR an, worin es heißt: «Die an einem gleichartigen Körper nach Überschreiten der Elastizitätsgrenze zu beobachtenden Formänderungen erstrecken sich nicht auf die kleinsten Teile des Körpers. Sie bestehen vielmehr darin, daß Körperteile von endlicher Aus-

dehnung in zwei Gruppen von Gleitschichten sich gegeneinander verschieben. Bei gleichbleibender Art und wachsender Größe der Inanspruchnahme bleibt die Stellung der Gleitschichten unverändert bis zum Bruch. Oft fallen die Bruchflächen mit den Gleitschichten zusammen. Die benachbarten Gleitschichten einer Gruppe sind parallel zueinander gestellt. Beide Gruppen kreuzen sich unter einem Winkel, dessen konstante Größe nur von der Materialbeschaffenheit abhängig ist. In Prismen, die in ihrer Achsenrichtung gezogen oder gedrückt werden, wird der Gleitschichtenwinkel von der Achsenrichtung halbiert.»

A. C. LAWSON schreibt in seinem Bericht „On some post-glacial faults near Banning, Ont.“: «This glaciated surface is dislocated by a series of reverse or overthrust faults. The fault plane in most of these is coincident with the cleavage of the slates.» Über die Bewegung an den Spalten schreibt er: «In every case observed, the movement on the faults appeared to be in the direction of the dip, or to have no horizontal component except that normal to the strike».

PEARL SHELDON: „Some observations and experiments on joint planes.“ In dieser interessanten Arbeit zeigt der Verfasser an einer Reihe von Beispielen den Parallelismus von Talverlauf und Spalten, deren Streichen mit Kompaß gemessen wurde. Er kann Kluftsysteme konstatieren, die meist aufeinander senkrecht stehen. Ferner wird auf die Übereinstimmung von Kluftsystemen und Verwerfungen hingewiesen. Auch führt der Verfasser verschiedene Theorien über die Entstehung der Spalten an.

G. H. KINAHAN: „Valleys and their relation to fissures, fractures and faults.“ In diesem schon 1875 erschienen Buch, auf das ich von Herrn W. SPITZ aufmerksam gemacht wurde, wird ebenfalls auf den Einfluß, den die Klüfte auf die Talrichtung ausüben, hingewiesen. Ich zitiere wörtlich: «In most straight, or nearly straight, valleys, or in those formed of a series of straight portions, the connection with the associated breaks is easily traced out; but in many tortuous valleys it is not so apparent; nevertheless, after a little examination, it is seldom that proof cannot be found that all the different lines, no matter how irregular, have connections with breaks, either faults or joints. A ravine which illustrates this fact occurs on the east slopes of Slieve Gallion, Co. Londonderry. This glen is most irregular, and after a casual examination its excavations might

be supposed to be due solely to the influence of rain and rivers. This, however, is not the case, as the rocks are traversed by system of joints; one system, parallel to the strike of the beds, while the other is slightly oblique to it. Of these systemes of joint lines the stream has taken advantage, at one time excavating along the lines of one system, at another time along the lines of the other; thus a ravine has been cut apparently most irregularly, but really systematically. In all such valleys or ravines the protruding angles will be more or less modified, or even carried away by metoric abrasion, as in many of the Devonshire valleys, where the relation between the old joints, openings, and the present valleys, is often very much obliterated and obscured.»

Bei meinen Untersuchungen handelt es sich nur um eine weitere Prüfung der Ergebnisse für ein Spezialgebiet.

Beim Betrachten der Karte fällt uns der Parallelismus der einzelnen Täler im mittleren Teil des Gebietes auf. So laufen auf der Westseite Barenbach, Rothaine, Schirgoutte und Climon-taine unter sich parallel, aber auch parallel zu den benachbarten östlichen Bächen, zum Kirneckbach, Andlaubach und Steiger-Gießen. Diese Anordnung stimmt, wie ich später zeigen werde, gut mit gleichgerichteten Spalten überein.

Nur an wenigen Stellen in meinem Gebiet ist ein deutlicher Einfluß von großen Verwerfungen auf die ganze Talrichtung zu beobachten. Wohl aber besteht in dem untersuchten Gebiet ein deutlicher Zusammenhang zwischen den Gesteinsspalten und den benachbarten Talstücken.

Im folgenden will ich an einer größeren Anzahl von Beispielen diese Übereinstimmung nachweisen. Dabei hebe ich hervor, daß dieser Zusammenhang nicht immer auf der Karte deutlich hervortritt, weil bei dem Maßstabe von 1:100000 die kleineren Windungen nicht mehr darstellbar sind.

Ich beginne mit dem Aufzählen der einzelnen Beispiele im nördlichen Teil meiner Karte. Dabei fange ich im Osten an und gehe dann nach Westen. 1. In dem Aufschluß nördlich von Mutzig (A 5) stimmt die Hauptrichtung genau mit dem Breuschtal überein. 2. Südlich davon finden wir eine dem Breuschtal gleich gerichtete Spalte, während die Hauptspalte parallel der Rheintalverwerfung verläuft. 3. Nordöstlich von Greßweiler deckt sich die Hauptspalte mit der Richtung des benachbarten Baches.

4. In den Aufschlüssen im Tälchen südlich von Greßweiler kommt eine Übereinstimmung zwischen Flußnetz und Kluftsystem einerseits und Kluftsystem und Verwerfung andererseits deutlich zum Vorschein. 5. In dem Aufschluß bei Dinsheim ist das Hauptsystem parallel dem Breuschtal. 6. In den beiden benachbarten nördlichen Aufschlüssen deckt sich die Haupttrichtung mit dem Verlauf des Zweibächels. 7. Bei Heiligenberg ist wenigstens ein Nebensystem parallel mit dem Breuschtal. 8. Im benachbarten Bruch südlich der Breusch finden wir Spalten, deren Haupttrichtung einerseits parallel mit dem Breuschtal, andererseits mit dem Magelbachtal verlaufen. 9. An der Einmündung des Haselbachtals haben wir zwei Aufschlüsse; im nördlichen ist das Hauptsystem parallel mit dem Breuschtal, im südlichen mit dem Haselbachtal. 10. In dem Aufschluß zwischen Eimerbächel und Sulzbach ist eine Spalte parallel diesen Tälern und der Verwerfung. Die Hauptspalte deckt sich mit dem Verlauf der Breusch. 11. In den drei Aufschlüssen, die in dem kleinen Seitentälchen der Breusch, südlich von Lützelhausen liegen, finden wir Klüfte, die mit dieser Talrichtung übereinstimmen; in den beiden nördlichen Aufschlüssen finden wir auch Spalten, die mit dem Breuschtal gleichgerichtet sind. 12. Bei den Aufschlüssen links und rechts von Schwarzbach finden wir Spalten, die einerseits parallel mit dem Breuschtal, andererseits mit dem Schwarzbachtal verlaufen. 13. Die Richtung der Hauptspalte bei Ruß stimmt genau mit dem benachbarten Tälchen, die der Nebenspalte mit der Breusch überein. 14. In dem Aufschluß zwischen Ruß und Tommelsbachtal bemerken wir wieder eine vollkommene Übereinstimmung zwischen den Hauptspalten und der Breusch und zwischen den Nebenspalten und dem Lauf des Tommelsbaches. 15. Bei dem Aufschluß am Barenbach ist die Übereinstimmung zwischen Spalten und Richtung des Barenbaches sehr genau. 16. In dem großen Aufschluß bei Schirmeck deckt sich die Hauptspalte mit der Richtung des Breuschtals, eine Nebenspalte mit der des Framontbaches. 17. In dem Aufschluß bei Rothau treffen wir Spalten, die genau mit dem Breuschtal übereinstimmen. 18. In den beiden Aufschlüssen nördlich von Fouday ist in einem die Hauptspalte parallel zum Breuschtal. 19. Südlich von Fouday ist in einem der beiden Aufschlüsse eine Spalte dem Breuschtal gleichgerichtet, aber keine Übereinstimmung mit dem Schirgouttetal zu beobachten.

20. Bei Waldersbach und in dem Aufschluß südlich davon gibt es Klüfte, welche genau parallel mit der Schirgoutte verlaufen. 21. In den beiden Aufschlüssen von Colroy, zwischen welchen die Climontaine durchfließt, finden wir Spalten, die ihrem Lauf genau parallel gerichtet sind. 22. Bei Saulxures haben wir einerseits eine Kluft, welche parallel mit dem Breuschtal gerichtet ist, andererseits ein Hauptkluftsystem, das parallel mit dem Climontainetal verläuft. 23. Nördlich von Bourg-Bruche finden wir eine Spaltenrichtung, die gut mit dem Lauf der Breusch übereinstimmt. 24. In den beiden Aufschlüssen südlich von Bourg-Bruche treffen wir in dem Aufschluß links der Breusch Kluftrichtungen, welche sich mit dem Breuschtal decken; rechts der Breusch laufen sie parallel mit dem vom Climent herabkommenden Tälchen. 25. Am Sonnenberg sehen wir eine Übereinstimmung zwischen der einen Spalte und dem Verlauf des Tälchens, das vom Sonnenberg herunterfließt.

In dem vorhergehenden Abschnitt habe ich den deutlichen Zusammenhang zwischen den Kluftsystemen und den benachbarten Talstücken im Breuschtal beschrieben. Im folgenden Abschnitt will ich an einer Reihe von Beispielen einerseits den Zusammenhang zwischen den Tälern und den Spalten, andererseits zwischen diesen und den Verwerfungen im östlichen und südlichen Teil meines Gebietes nachweisen, aber auch Abweichungen von der Regel aufführen.

26. Bei Dorlisheim (A 6) finden wir die Hauptspalte gleichgerichtet mit der Hauptverwerfung. 27. Südlich davon bei Rosheim sehen wir eine Übereinstimmung zwischen Spaltenrichtung und dem Verlauf des Rosheimer Baches; das Hauptsystem deckt sich mit der Hauptverwerfung. 28. Bei Rosenweiler ist die Hauptkluftrichtung parallel mit der weit entfernten Hauptverwerfung, dagegen merkwürdigerweise nicht mit einer unmittelbar benachbarten Verwerfung. 29. Betrachten wir die Spaltenrichtungen in den Aufschlüssen bei Bischofsheim, so können wir überall beobachten, daß Hauptverwerfung und Hauptkluftsystem sich genau decken. In dem Aufschluß, der am Rosheimer Bach liegt, verläuft die Kluft parallel mit dem dortigen Talstück. 30. Bei Börsch verläuft eine Spalte parallel mit einem Seitenbach des Ehnbaches, eine andere mit der Verwerfung. 31. In den Aufschlüssen, die westlich von Börsch liegen, ist die Übereinstimmung zwischen Kluftrichtung, Verwerfung und benach-

barten Talstücken sehr deutlich. 32. Nordwestlich von Klingental finden wir eine Spalte, die sich gut mit dem oberen Ehnbachtal deckt. 33. In den Aufschlüssen bei Ottrott finden wir Kluftrichtungen, die parallel mit den Hauptverwerfungen und dem Vorbach verlaufen und solche, die mit dem Ehnbachtal übereinstimmen. 34. Auch bei St. Nabor können wir den Verlauf der Spalten mit der benachbarten Verwerfung und zum Teil auch mit dem obersten Stück des Dachsbaches in Einklang bringen. 35. Bei Barr deckt sich die nordsüdliche Richtung der Hauptspalte sehr genau mit der dortigen Rheintalrandverwerfung, die Nebenspalte ist parallel dem Kirneckbach. 36. Betrachten wir die Kluftrichtungen im Andlautal, so sehen wir, daß in den beiden Aufschlüssen bei Andlau, südlich vom Andlaubach, in dem einen das Hauptkluftsystem parallel der Gesamtrichtung des Andlaubaches verläuft; in dem andern stimmt die Hauptspalte annähernd mit der Talrichtung des untersten Weihermattenbaches überein. 37. Nördlich von Andlau ist kein Zusammenhang zwischen Spalten und Talrichtung zu beobachten, wohl aber ist die Übereinstimmung von Klüften und Verwerfung sehr deutlich. 38. In dem Aufschluß im Totenbachtal verläuft eine Spalte parallel mit dem Andlautal. 39. Genau der Einmündung des Hasselbachtals gegenüber ist ein Hauptspalten-system vorhanden, das dessen Richtung entspricht. 40. Im Lilsbachtal deckt sich die Hauptspalte mit dem Andlautal, eine andere Kluftrichtung stimmt genau mit dem Verlauf des Lilsbaches überein. 41. Die Hauptspalte in dem Aufschluß östlich vom Fischbachtal deckt sich genau mit der Talrichtung, eine Spalte zieht gleichgerichtet dem Andlautal. 42. Eine ausgezeichnete Deckung zwischen Kluft-, Tal- sowie Seitentalrichtungen können wir bei dem Aufschluß östlich von Hohwald beobachten. 43. Westlich von Hohwald ist eine Spalte dem Rohrbächel gleichgerichtet. 44. Bei Blienschweiler (E 5) können wir in sämtlichen Aufschlüssen eine gute Übereinstimmung von Spalten und Talrichtung finden, dagegen aber meist nicht mit der benachbarten Verwerfung, sondern mit der Hauptverwerfung am Gebirgsrande. 45. In den beiden Aufschlüssen südlich von Diefenthal (F 5) decken sich Kluftrichtung und Rheintalrandverwerfung sehr genau. 46. Bei Erlenbach (E 4) deckt sich eine Spalte mit dem Verlauf des Erlenbachtals. 47. Nordwestlich von Breitenbach (E 3) stimmt in dem einen Aufschluß eine Kluft mit dem Seiten-

tälchen des Breitenbaches überein, in dem andern läuft eine Spalte parallel dem obersten Talstück der Schirgoutte. 48. In den Aufschlüssen südlich von Lach (E 3) ziehen die Hauptspalten parallel dem Urbeiser Gießen, die Nebenspalten stimmen zum Teil mit der Richtung des Nebentälchens überein. 49. In den Aufschlüssen im Mollenbachtal südöstlich von Leberau (F 3) können wir eine ausgezeichnete Deckung zwischen Kluft-, Tal- sowie Seitentalrichtungen beobachten. 50. Bei Deutsch-Rumbach finden wir ebenfalls eine Spalte, deren Richtung sich in einem Talstück fortsetzt. 51. Im St. Blasiental (G 2) ist in dem einen Aufschluß die Hauptspalte parallel dem Lebertal, in dem benachbarten deckt sich die Kluftrichtung mit dem St. Blasiental. 52. Im Fischtal (G 2) können wir die Hauptspalte mit keiner Talrichtung in Übereinstimmung bringen, jedoch läuft eine Nebenspalte parallel dem Lebertal. 53. Auch im Rauental (G 2) können wir keinen Zusammenhang von Spalten und Flußrichtung finden. 54. Bei Markkirch können wir eine ausgezeichnete Deckung zwischen Kluft-, Tal- und Seitentalrichtung finden, wenn wir den Verlauf des Leberbaches und des Robinotbaches beobachten. 55. Im obersten Teil des Leberbaches (H 1) finden wir ebenfalls den Talstücken gleichgerichtete Klüfte.

Im folgenden Abschnitt will ich die Untersuchungen über die Beziehungen zwischen den Tälern und Spalten einerseits, und zwischen diesen und den Verwerfungen andererseits auch in dem südöstlichen Teil meines Gebietes weiter führen.

56. In den Aufschlüssen bei Kestenholz (F 5) ist in beiden, dem Gießenbach zunächst liegenden eine deutliche Übereinstimmung von Hauptkluftsystem und Talrichtung zu beobachten. In allen hier gelegenen Aufschlüssen ist der Parallelismus von Spalten und Rheintalrandverwerfung in die Augen fallend. 57. Auch in den Aufschlüssen südlich der Hohkönigsburg sind die Klüfte der Verwerfung gleichgerichtet. 58. Verfolgen wir die Spalten im Bergenbachtal (H 4), so finden wir sie auch hier zum Teil der Flußrichtung parallel laufend. 59. In den Aufschlüssen bei Rappoltzweiler finden wir nur in dem einen eine dem Strengbach gleichgerichtete Spalte. 60. Im Adelsbachtal (G 3) decken sich Kluft- und Talrichtung sehr gut. 61. Bei Reichenweier (H 3) haben wir eine gute Übereinstimmung von Kluft- richtung, Verwerfung und Talrichtung. 62. In den Aufschlüssen südlich von Kaysersberg (I 3) ist der Zusammenhang der Kluft-

richtungen mit dem Verlauf des Weißbachtals sehr deutlich. 63. Auch in den Aufschlüssen im Bechinetal zwischen Schnierlach (12) und Diedolshausen können wir ebenfalls einen guten Zusammenhang zwischen Kluft- und Talrichtungen beobachten.

Ich glaube, mit den angeführten Beispielen den Nachweis erbracht zu haben, daß tatsächlich auch in dem von mir untersuchten Gebiet ein inniger Zusammenhang zwischen Kluft- und Talrichtung besteht. Ich will nicht behaupten, daß überall die Gesteinsfugen die ganze Flußrichtung bedingt haben, wohl aber ist in den meisten Fällen der Einfluß der Klüfte auf die Talstücke unleugbar. Die ganz kurzen Tälchen, die vom Bruchrand des Rheintalgrabens nach der Rheinebene führen, sind wohl meist auf reine Erosionswirkung zurückzuführen. Dagegen ist bei den großen Wasserläufen aus der Reihe der aufgezählten Beispiele klar zu ersehen, daß in dem untersuchten Gebiet eine deutliche Übereinstimmung von Flußrichtungen, Spaltensystemen und Verwerfungen herrscht.

## Zweiter Teil.

### **Welche Aufschlüsse gibt die geologische Orientierung der Klüfte und Harnische über die Stellung der Randverwerfungen des Rheintalgrabens?**

Es erübrigt sich für mich, näher auf die historische Entwicklung der Auffassungen des Rheintalgrabens einzugehen, da dies bereits in den Arbeiten von LIND und DINU geschehen ist. Auch berichtete W. SALOMON in seiner schon öfters erwähnten Arbeit „Die Bedeutung der Messung und Kartierung von gemeinen Klüften und Harnischen mit besonderer Berücksichtigung des Rheintalgrabens“ über seine Auffassung von der Entstehung des Rheintals. Er gibt darin eine kurze Zusammenfassung über seine Beobachtungen und führt auch schon die Resultate der von ihm im Odenwald und im Pfälzerwald veranlaßten Arbeiten an.

## Erstes Kapitel.

### **Messung der Harnischstreifen.**

Im folgenden möchte ich auf die Art der Messung der Harnischstreifen etwas näher eingehen, da nämlich in den Arbeiten von LIND und DINU das Ansteigen der Harnischstreifen

verschieden gemessen worden ist. Zunächst wurde das Streichen und Fallen der Harnischfläche festgestellt. LIND hat nun durch Anlegen des Klinometers den Winkel zwischen einer beliebigen Harnischstreifenrichtung und der Horizontalebene gemessen, also das wahre Fallen der Harnischstreifen im Raume. DINU und ich haben jedoch den Winkel gemessen, welchen die Projektion der Harnischstreifen auf eine parallel zur Streichrichtung der Kluft gestellte Vertikalebene mit der Horizontalen bildet. Diese Vertikalebene, welche ich der Kürze halber die „Vertikalebene des Kluftstreichens“ nennen will, ist ja nicht zu verwechseln mit der Vertikalebene, welche durch einen der unter sich parallelen Harnischstreifen selbst gelegt wird. Für diese letztere Ebene will ich die Bezeichnung „Vertikalebene der Harnischstreifen-Richtung“ oder kürzer der „Harnischstreifen“ gebrauchen. Der Vorgang der Messung nach DINUS und meiner Art vollzieht sich also in folgender Weise: Wir messen zuerst das Streichen und Fallen der Kluft. Darauf visieren wir mit dem als Klinometer benutzten Kompaß auf die Harnischstreifen, indem wir die Kompaßplatte parallel zur „Vertikalebene der Harnischstreifen“ halten. Und nun drehen wir den Kompaß aus dieser Vertikalebene in die „Vertikalebene des Kluftstreichens“ und finden so den Winkel zwischen der Projektion der Harnischstreifen auf diese zweite Vertikalebene und der Horizontalen. Man wird natürlich bei dieser Drehung des Kompasses einen kleinen Fehler bekommen. Indessen glauben wir, daß er so klein ist, daß man ihn vernachlässigen kann.

Bei nur um wenige Grad von der Horizontalen ansteigenden Harnischstreifen, ebenso bei ziemlich vertikal stehenden Harnischflächen ist der Unterschied zwischen dem LIND'schen Winkel und dem von DINU und mir gemessenen Winkel nicht bedeutend. Er wird aber beträchtlich, wenn die Harnischfläche wesentlich von der Vertikalen abweicht; dann kann der Unterschied in den Messungen sehr groß werden. Nach der LIND'schen Methode kann das Maximalfallen der Harnischstreifen ja nie das Fallen der Harnischfläche selbst übersteigen, während bei der von DINU und mir angewandten Messungsart auch bei ziemlich flach geneigten Harnischflächen unser gemessener Winkel bis zu beinahe  $90^\circ$  ansteigen kann. Vergleichen wir die von DINU zusammengestellte Tabelle der sämtlichen gemessenen

Spalten mit Harnischen, so sehen wir, daß in einigen Fällen das Ansteigen der Harnischstreifen größer ist, als das Einfallen der Harnischflächen. Wie ich schon weiter oben angeführt habe, ist der Unterschied zwischen beiden Messungsarten bei steil stehenden Flächen nicht bedeutend. Da die Harnischflächen in dem von DINU begangenen Gebiet, wie aus der Tabelle leicht zu ersehen ist, im großen und ganzen annähernd vertikal stehen, so wird dadurch das Gesamtergebnis nicht merklich geändert.

Um aber in allen Tabellen einen einheitlichen Winkel zu haben, habe ich alle von DINU und mir gemessenen Harnische umgerechnet so daß in den, am Ende meiner Arbeit zusammengestellten Tabellen unter dem Ansteigen des Harnischstreifens, der Winkel zwischen den Streifen und der Horizontalebene, also der LIND'sche Winkel, zu verstehen ist.

Zur Umrechnung dieser beiden Winkel benützte ich die mir von Herrn Lehramtspraktikanten FR. RÖHRER, der sich mit einer ähnlichen Untersuchung im nördlichen Schwarzwald befaßt, freundlichst zur Verfügung gestellte Formel. Diese lautet:

$$\sin h = \sin \alpha \cdot \operatorname{tg} d \sqrt{\frac{1}{\sin^2 \alpha + \operatorname{tg}^2 d}}$$

Darin bedeutet:

$\alpha$  = das Einfallen der Harnischfläche,

$d$  = Winkel der Projektion der Harnischstreifen auf die Vertikalebene des Kluffstreichens mit der Horizontalen (DINU-ENGSTLER'scher Winkel),

$h$  = Winkel der Harnischstreifen im Raume mit der Horizontalebene (LIND'scher Winkel).

## Zweites Kapitel.

### Verticalebene der Harnischstreifenrichtung.

Im folgenden Abschnitt möchte ich auf die Bewegungsrichtung der Massenteilchen an den Harnischstreifen etwas näher eingehen. In den Arbeiten von LIND und DINU wurde das Streichen und Fallen der Kluffflächen sowie das Ansteigen der Harnischstreifen zusammengestellt. Aus diesen Daten können wir aber auch die Bewegungsrichtung der Massenteilchen an den Harnischstreifen ausrechnen, das heißt, wir können das

Streichen der Ebene bestimmen, in der der Harnischstreifen selbst liegt. Wenn wir nämlich durch die Harnischstreifen die Vertikalebene legen, so erhalten wir dadurch jene Ebene, in welcher die Verschiebung der Massenpunkte stattgefunden haben muß. Wir haben sie zum Unterschied von der „Vertikalebene des Klufftstreichens“ als „Vertikalebene der Harnischstreifenrichtung“ bezeichnet.

Bei vertikal stehenden Harnischflächen, aber auch bei horizontal verlaufenden Streifen fallen Harnischflächen und die Vertikalebene der Harnischstreifen zusammen. Sobald sich einer dieser beiden Faktoren ändert, bilden diese beiden Ebenen einen Winkel miteinander. Dieser Winkel kann bis zu  $90^\circ$  wachsen. Er wird ein rechter Winkel, wenn die Harnischstreifen parallel dem Fallen der Harnischflächen verlaufen. Da in den bis jetzt untersuchten Gebieten das Ansteigen eines großen Teiles der Harnischstreifen annähernd oder gleich groß dem Fallen der Harnischflächen ist, so sehen wir jetzt schon, daß die Orientierung der Vertikalebene der Harnischstreifen und der Harnischflächen ziemlich verschieden ist.

Da bei der großen Anzahl (über 500) der von LIND, DINU und mir gemessenen Harnischen die mathematische Ausrechnung der Vertikalebene der Harnischstreifen umständlich gewesen wäre, benützte ich zur Umrechnung das von Herrn cand. geol. O. SEITZ für eine analoge Arbeit konstruierte Schema mittels der stereographischen Projektion, das er mir freundlichst zur Verfügung stellte. Ich hatte mich auch bei der Umrechnung seiner Mithilfe zu erfreuen und möchte ihm dafür auch hier meinen Dank aussprechen.

Ich habe am Schluß meiner Arbeit die Tabellen beigegeben, in denen sämtliche im Odenwald, Pfälzerwald und in den Vogesen gemessenen Vertikalebenen der Harnischstreifen zusammengestellt sind.

Die von mir in den Vogesen gemessenen Harnische habe ich auf einem besonderen Kärtchen im Maßstab 1:200000 eingezeichnet. Da in einem Aufschluß oft mehrere Harnische gemessen wurden, habe ich sie einzeln nebeneinander eingezeichnet. Wo dies wegen der großen Anzahl nicht möglich war, habe ich die Harnische außerhalb des Untersuchungsgebietes gezeichnet und durch Pfeile die Stelle auf der Karte bezeichnet, an welcher die betreffenden Harnische gemessen wurden.

Ich habe bei jedem Harnisch das Streichen der Harnischfläche und ihr Einfallen schwarz eingezeichnet. Die zugehörige Vertikalebene der Harnischstreifen wurde rot eingezeichnet. Die Richtung des Pfeiles gibt die Richtung des Ansteigens und die beigesetzte Zahl den Winkel des Ansteigens der Harnischstreifen an.

### Drittes Kapitel.

#### Orientierung der Spalten und Harnischstreifen.

In dem von mir untersuchten Gebiet habe ich 180 Spalten gemessen, deren Wände Harnischstreifen aufweisen. Die Tabelle Nr. 6 gibt das Streichen der Harnischflächen. Da in meinem Gebiet die Rheintalrandverwerfung etwa N 15 O streicht, habe ich diese Richtung als Longitudinalrichtung angenommen und die Harnischflächen in entsprechenden Gruppen angeordnet.

Tabelle 6.

#### Streichen der Harnischflächen.

##### Gruppe I.

Streichen	Prozentzahl der Harnische
OW bis N 30 W und N 60 O	43,3 %
OW bis N 55 W und N 85 O	14,4 %
OW bis N 65 W und N 85 W	20 %

##### Gruppe II.

NS bis N 30 W und N 60 O	56,7 %
NS bis N 5 W und N 35 O	28,3 %
NS bis N 5 O und N 25 O	13,3 %

Aus dieser Tabelle ersieht man, daß die Zahl der Harnische mit einem NS-Streichen um 13,4% größer ist als die Zahl der OW streichenden.

Die folgende Tabelle gibt uns eine Übersicht über die Winkel, die die Harnischstreifen mit der Horizontalebene bilden.

Tabelle 7.

Zahl der Spalten	Winkel der Harnischstreifen mit der Horizontalebene	Zahl der Spalten	Winkel der Harnischstreifen mit der Horizontalebene
27	0 — 5°	7	46 — 50°
18	6 — 10°	7	51 — 55°
17	11 — 15°	10	56 — 60°
16	16 — 20°	4	61 — 65°
13	21 — 25°	9	66 — 70°
13	26 — 30°	6	71 — 75°
8	31 — 35°	5	76 — 80°
7	36 — 40°	2	81 — 85°
9	41 — 45°	2	86 — 90°
		<u>180</u>	

Wir sehen aus dieser Tabelle, daß wir zwei getrennte Maxima haben: das eine und weitaus das größte in der Nähe der Horizontalen, das andere, kleinere, liegt zwischen 56—60°.

In der Tabelle 8 habe ich die umgerechneten Resultate der von DINU gemessenen Harnischwinkel im Pfälzerwald zusammengestellt. Wir können auch hier wieder zwei Maxima erkennen: das eine in der Nähe der Horizontalen hat sich nicht geändert; das zweite jedoch nähert sich nicht mehr der Vertikalen, wie aus DINUS Darstellung hervorzugehen schien, sondern liegt zwischen 61—65°.

Tabelle 8.

Zahl der Spalten	Winkel der Harnischstreifen mit der Horizontalebene	Zahl der Spalten	Winkel der Harnischstreifen mit der Horizontalebene
23	0 — 5°	10	46 — 50°
8	6 — 10°	17	51 — 55°
1	11 — 15°	14	56 — 60°
6	16 — 20°	22	61 — 65°
12	21 — 25°	19	66 — 70°
4	26 — 30°	20	71 — 75°
2	31 — 35°	18	76 — 80°
5	36 — 40°	7	81 — 85°
8	41 — 45°	3	86 — 90°
		<u>199</u>	

Fassen wir nun die Resultate über die gemessenen Winkel der Harnischstreifen mit der Horizontalebene im Odenwald,

Pfälzerwald und in den Vogesen zusammen, so ergibt sich die wichtige Tatsache, daß in allen drei Gebieten das weitaus größte Maximum in der Nähe der Horizontalen liegt. Das zweite Maximum liegt im Odenwald zwischen 66—75°, im Pfälzerwald zwischen 61—65° und in den Vogesen zwischen 56—60°.

In der Tabelle 9 sind die Einfallswinkel der Harnischflächen zusammengestellt. Wir sehen, daß auch hier die meisten Harnischflächen nur wenig von der Vertikalen abweichen.

Tabelle 9.

Zahl der Spalten	Einfallswinkel der Harnischfläche	Zahl der Spalten	Einfallswinkel der Harnischfläche
2	0 — 30°	11	61 — 65°
3	31 — 35°	17	66 — 70°
2	36 — 40°	20	71 — 75°
6	41 — 45°	26	76 — 80°
2	46 — 50°	27	81 — 85°
6	51 — 55°	47	86 — 90°
11	56 — 60°		

Betrachten wir die Winkel der Harnischstreifen mit der Horizontalebene etwas näher, so sehen wir, daß bei 71,1% aller Harnische die horizontale Komponente der Bewegung größer ist als die vertikale. 25% der gemessenen Harnische zeigen Streifen, die mit der Horizontalebene einen Winkel von 0—10° bilden. Genau horizontale Streifen besitzen 7,2% der Harnische.

DINU hatte für den Pfälzerwald 31,6% Harnische angegeben, deren horizontale Komponente der Bewegung größer sei als die vertikale. Bei der Umrechnung dieses Winkels erhöht sich die Zahl sogar noch auf 34,7%.

Aus der Tabelle 6 ist deutlich zu erkennen, daß die Hauptstreichrichtungen der Harnischflächen entweder parallel mit der Rheintalrandverwerfung verlaufen oder senkrecht dazu gerichtet sind.

Wir bezeichnen die Harnische, deren Streichen zwischen N 30 W-NS-N 60 O liegt, als die Rheintal- oder Longitudinal-Harnischgruppe. Hierher gehören 56,7% aller Harnische. 43,3% haben ein Streichen zwischen N 30 W-OW-S 60 W. Wir wollen sie als die Transversal-Harnischgruppe bezeichnen.

### Gruppe I. (Transversalgruppe).

Betrachten wir diese Gruppe etwas näher, so ergibt sich (vgl. die am Schluß der Arbeit abgedruckte Tabelle), daß 3,8% der Harnischspalten dieser Gruppe Streifen aufweisen, die dem Einfallen der Harnischflächen parallel laufen. Genau horizontale Streifen haben 2,5%. Bei 53,8% steigen die Streifen nach Osten an, nur bei 39,7% nach Westen.

Die horizontale Komponente der Bewegung ist bei 60,2% größer als die vertikale; von den Spalten mit größerem horizontalen Element der Bewegung haben nur 40,4% nach Westen ansteigende Streifen, während 55,3% nach Osten ansteigende und 4,2% horizontale Streifen haben.

Von sämtlichen Harnischen der Transversal-Harnischgruppe haben 19,2% Streifen, welche mit der Horizontalebene einen Winkel von 0—10° bilden.

### Gruppe II. (Rheintal- oder Longitudinal-Harnischgruppe.)

Zu dieser Gruppe gehören 56,7% aller Harnischspalten. 5,8% der Streifen laufen parallel dem Einfallen der Harnischflächen. Auffallend ist der hohe Prozentsatz der Harnische, deren horizontale Komponente der Bewegung größer ist als die vertikale Komponente, nämlich 74,5%. Genau horizontale Streifen in dieser Gruppe haben wir 10,7%. Einen Winkel von 0—10° mit der Horizontalebene bilden 27,4% der Harnischstreifen. Von den Harnischspalten, deren Horizontalelement der Bewegung größer als das vertikale ist, haben 53,9% nach Norden ansteigende Streifen und nur 31,6% nach Süden ansteigende; genau horizontal verlaufen 14,4%.

### Harnische der Randzone für sich allein.

Im folgenden Abschnitt will ich die Harnische näher untersuchen, die nicht mehr als 1,5 km von den Randverwerfungen entfernt sind. Zu dieser Gruppe gehören 89 von sämtlichen 180 von mir gemessenen Harnischen, also 49,4%. Sie verteilen sich ziemlich gleichmäßig auf die ganze Randzone. Die größere Anzahl im nördlichen Teil meines Gebietes erklärt sich durch die größere Anzahl der Aufschlüsse.

Von diesen Harnischen der Randzone gehören 58, d. h. 65,2% zu der Transversal-Harnischgruppe, 31, d. h. 34,8% zu der Longitudinal-Harnischgruppe.

Von den Harnischen der Transversalgruppe haben

35,4% nach Osten, 54,4% nach Westen ansteigende Streifen. 6,4% haben Streifen, die parallel mit dem Einfallen der Harnischflächen verlaufen, und 3,2% haben horizontale Streifen. Bei 54,8% ist die horizontale Bewegungskomponente größer als die vertikale. Von diesen haben wieder 41,1% nach Osten und 52,9% nach Westen ansteigende Streifen. 29,4% haben Streifen, die einen Winkel von 0—10° mit der Horizontalen bilden.

Unter den Harnischen der Longitudinalgruppe haben 62% nach Norden ansteigende Streifen und nur 20,6% nach Süden. Horizontale Streifen haben 10,3%. 6,8% haben Streifen, die parallel mit dem Einfallen der Harnischflächen verlaufen. Bei 62% ist die horizontale Bewegungskomponente größer als die vertikale. Von diesen haben wieder 63,8% nach Norden und nur 19,4% nach Süden ansteigende Streifen. Horizontale Streifen haben 16,6%.

#### Viertes Kapitel.

### Orientierung der Vertikalebene der Harnischstreifen und Harnischflächen.

In den Tabellen 10, 11, 12 habe ich die Streichrichtung der Vertikalebene der Harnischstreifen der von LIND, DINU und mir gemessenen Harnischen zusammengestellt.

Tabelle 10.

Streichrichtung der Vertikalebene der Harnischstreifen	Anzahl von dieser Orientierung	Streichrichtung der Vertikalebene der Harnischstreifen	Anzahl von dieser Orientierung
N 0 O — N 20 O	14	N 90 W — N 70 W	22
N 5 O — N 25 O	20	N 85 W — N 65 W	19
N 10 O — N 30 O	18	N 80 W — N 60 W	20
N 15 O — N 35 O	19	N 75 W — N 55 W	20
N 20 O — N 40 O	15	N 70 W — N 50 W	17
N 25 O — N 45 O	11	N 65 W — N 45 W	23
N 30 O — N 50 O	11	N 60 W — N 40 W	21
N 35 O — N 55 O	10	N 55 W — N 35 W	17
N 40 O — N 60 O	13	N 50 W — N 30 W	17
N 45 O — N 65 O	10	N 45 W — N 25 W	11
N 50 O — N 70 O	9	N 40 W — N 20 W	12
N 55 O — N 75 O	11	N 35 W — N 15 W	11
N 60 O — N 80 O	9	N 30 W — N 10 W	9
N 65 O — N 85 O	12	N 25 W — N 5 W	10
N 70 O — N 90 O	13	N 20 W — N 0 W	15
N 75 O — N 95 O	13	N 15 W — N 5 O	15
N 80 O — N 100 O	14	N 10 W — N 10 O	17
N 85 O — N 105 O	17	N 5 W — N 15 O	17

Tabelle 11.

Streichrichtung der Vertikal- ebene der Harnischstreifen	Anzahl von dieser Orien- tierung	Streichrichtung der Vertikal- ebene der Harnischstreifen	Anzahl von dieser Orien- tierung
N 0 O — N 20 O	13	N 90 W — N 70 W	27
N 5 O — N 25 O	12	N 85 W — N 65 W	27
N 10 O — N 30 O	12	N 80 W — N 60 W	24
N 15 O — N 35 O	14	N 75 W — N 55 W	20
N 20 O — N 40 O	19	N 70 W — N 50 W	16
N 25 O — N 45 O	23	N 65 W — N 45 W	27
N 30 O — N 50 O	27	N 60 W — N 40 W	28
N 35 O — N 55 O	27	N 55 W — N 35 W	28
N 40 O — N 60 O	34	N 50 W — N 30 W	32
N 45 O — N 65 O	33	N 45 W — N 25 W	19
N 50 O — N 70 O	37	N 40 W — N 20 W	18
N 55 O — N 75 O	36	N 35 W — N 15 W	19
N 60 O — N 80 O	30	N 30 W — N 10 W	14
N 65 O — N 85 O	26	N 25 W — N 5 W	12
N 70 O — N 90 O	20	N 20 W — N 0 W	14
N 75 O — N 95 O	18	N 15 W — N 5 O	15
N 80 O — N 100 O	19	N 10 W — N 10 O	14
N 85 O — N 105 O	23	N 5 W — N 15 O	15

Tabelle 12.

Streichrichtung der Vertikal- ebene der Harnischstreifen	Anzahl von dieser Orien- tierung	Streichrichtung der Vertikal- ebene der Harnischstreifen	Anzahl von dieser Orien- tierung
N 0 O — N 20 O	29	N 90 W — N 70 W	12
N 5 O — N 25 O	23	N 85 W — N 65 W	11
N 10 O — N 30 O	17	N 80 W — N 60 W	14
N 15 O — N 35 O	16	N 75 W — N 55 W	11
N 20 O — N 40 O	18	N 70 W — N 50 W	9
N 25 O — N 45 O	21	N 65 W — N 45 W	8
N 30 O — N 50 O	22	N 60 W — N 40 W	9
N 35 O — N 55 O	21	N 55 W — N 35 W	11
N 40 O — N 60 O	24	N 50 W — N 30 W	15
N 45 O — N 65 O	19	N 45 W — N 25 W	22
N 50 O — N 70 O	19	N 40 W — N 20 W	24
N 55 O — N 75 O	20	N 35 W — N 15 W	28
N 60 O — N 80 O	23	N 30 W — N 10 W	24
N 65 O — N 85 O	30	N 25 W — N 5 W	22
N 70 O — N 90 O	28	N 20 W — N 0 W	24
N 75 O — N 95 O	26	N 15 W — N 5 O	27
N 80 O — N 100 O	15	N 10 W — N 10 O	34
N 85 O — N 105 O	10	N 5 W — N 15 O	34

Aus diesen drei Tabellen ist deutlich zu ersehen, daß wir es in jedem Gebiet mit zwei Maxima zu tun haben, die ziemlich genau aufeinander senkrecht stehen.

Von besonderem Interesse sind die Beziehungen der Vertikalebene der Harnischstreifen mit der Streichrichtung der Harnischflächen. Ich habe deshalb in den Tabellen 13, 14, 15 die Streichrichtung der Harnischflächen für den Odenwald, Pfälzerwald und für die Vogesen zusammengestellt.

Tabelle 13.

Streichrichtung der Harnischflächen	Anzahl von dieser Orientierung	Streichrichtung der Harnischflächen	Anzahl von dieser Orientierung
N 0 O — N 20 O	24	N 90 W — N 70 W	17
N 5 O — N 25 O	23	N 85 W — N 65 W	16
N 10 O — N 30 O	20	N 80 W — N 60 W	13
N 15 O — N 35 O	19	N 75 W — N 55 W	14
N 20 O — N 40 O	15	N 70 W — N 50 W	10
N 25 O — N 45 O	16	N 65 W — N 45 W	13
N 30 O — N 50 O	17	N 60 W — N 40 W	13
N 35 O — N 55 O	15	N 55 W — N 35 W	9
N 40 O — N 60 O	12	N 50 W — N 30 W	14
N 45 O — N 65 O	9	N 45 W — N 25 W	16
N 50 O — N 70 O	6	N 40 W — N 20 W	16
N 55 O — N 75 O	8	N 35 W — N 15 W	18
N 60 O — N 80 O	7	N 30 W — N 10 W	16
N 65 O — N 85 O	7	N 25 W — N 5 W	14
N 70 O — N 90 O	8	N 20 W — N 0 W	21
N 75 O — N 95 O	6	N 15 W — N 5 O	23
N 80 O — N 100 O	12	N 10 W — N 10 O	25
N 85 O — N 105 O	14	N 5 W — N 15 O	26

Tabelle 14.

Streichrichtung der Harnischflächen	Anzahl von dieser Orientierung	Streichrichtung der Harnischflächen	Anzahl von dieser Orientierung
N 0 O — N 20 O	17	N 90 W — N 70 W	15
N 5 O — N 25 O	19	N 85 W — N 65 W	15
N 10 O — N 30 O	29	N 80 W — N 60 W	13
N 15 O — N 35 O	33	N 75 W — N 55 W	13
N 20 O — N 40 O	34	N 70 W — N 50 W	22

Streichrichtung der Harnischflächen	Anzahl von dieser Orientierung	Streichrichtung der Harnischflächen	Anzahl von dieser Orientierung
N 25 O — N 45 O	32	N 65 W — N 45 W	22
N 30 O — N 50 O	30	N 60 W — N 40 W	25
N 35 O — N 55 O	26	N 55 W — N 35 W	22
N 40 O — N 60 O	24	N 50 W — N 30 W	21
N 45 O — N 65 O	22	N 45 W — N 25 W	21
N 50 O — N 70 O	23	N 40 W — N 20 W	23
N 55 O — N 75 O	22	N 35 W — N 15 W	34
N 60 O — N 80 O	18	N 30 W — N 10 W	29
N 65 O — N 85 O	20	N 25 W — N 5 W	30
N 70 O — N 90 O	16	N 20 W — N 0 W	25
N 75 O — N 95 O	15	N 15 W — N 5 O	19
N 80 O — N 100 O	20	N 10 W — N 10 O	14
N 85 O — N 105 O	18	N 5 W — N 15 O	15

Tabelle 15.

Streichrichtung der Harnischflächen	Anzahl von dieser Orientierung	Streichrichtung der Harnischflächen	Anzahl von dieser Orientierung
N 0 O — N 20 O	30	N 90 W — N 70 W	12
N 5 O — N 25 O	24	N 85 W — N 65 W	12
N 10 O — N 30 O	18	N 80 W — N 60 W	14
N 15 O — N 35 O	14	N 75 W — N 55 W	11
N 20 O — N 40 O	16	N 70 W — N 50 W	13
N 25 O — N 45 O	18	N 65 W — N 45 W	11
N 30 O — N 50 O	16	N 60 W — N 40 W	9
N 35 O — N 55 O	18	N 55 W — N 35 W	13
N 40 O — N 60 O	14	N 50 W — N 30 W	14
N 45 O — N 65 O	12	N 45 W — N 25 W	18
N 50 O — N 70 O	17	N 40 W — N 20 W	22
N 55 O — N 75 O	17	N 35 W — N 15 W	25
N 60 O — N 80 O	24	N 30 W — N 10 W	22
N 65 O — N 85 O	31	N 25 W — N 5 W	26
N 70 O — N 90 O	28	N 20 W — N 0 W	30
N 75 O — N 95 O	27	N 15 W — N 5 O	31
N 80 O — N 100 O	21	N 10 W — N 10 O	40
N 85 O — N 105 O	15	N 5 W — N 15 O	37

Es ergibt sich, daß wir es hier ebenfalls in jedem Gebiet mit zwei aufeinander senkrechten Maxima zu tun haben, die

ihre-seits wieder senkrecht zu der Streichrichtung der Vertikal-ebene der Harnischstreifen verlaufen. Im Odenwald und in den

Pfälzerwald

Odenwald

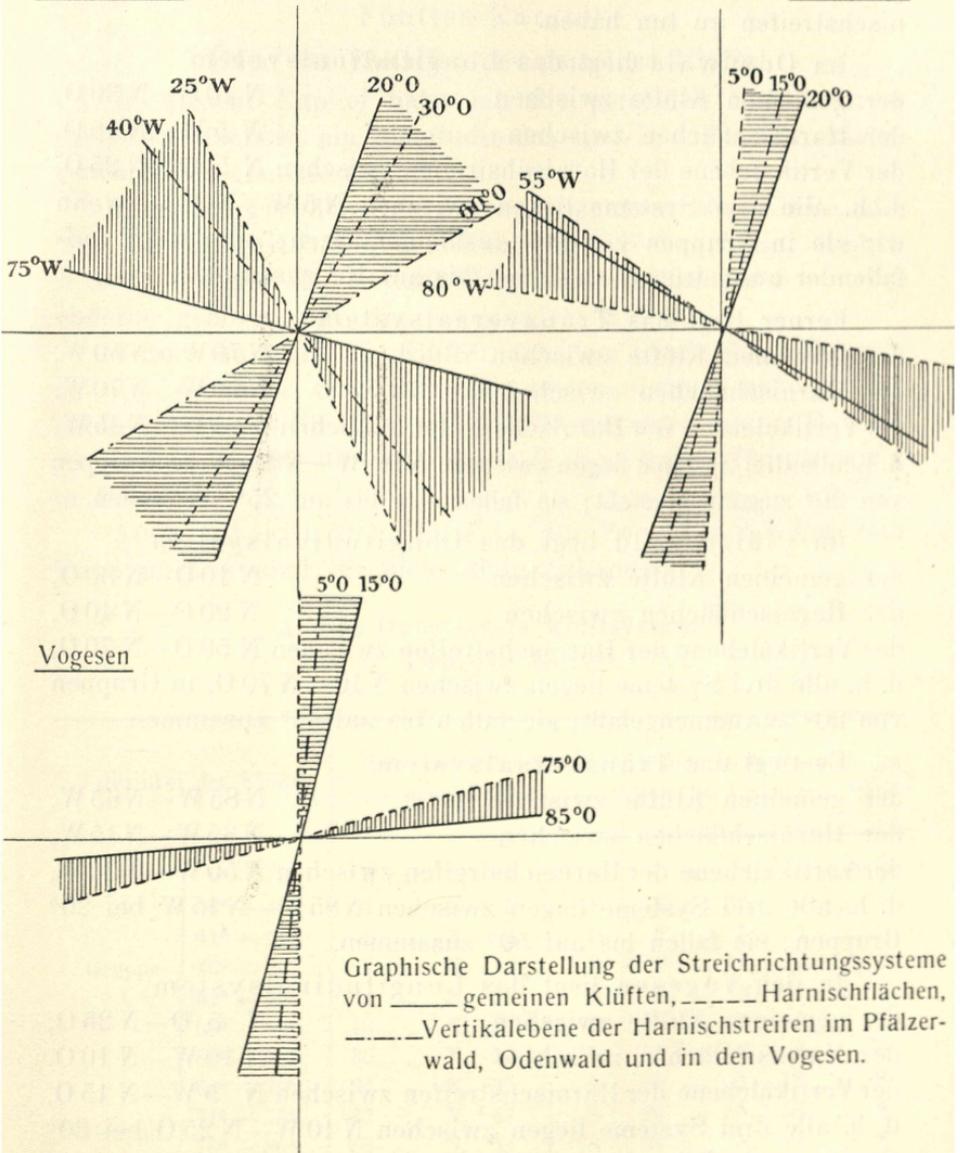


Fig. 3.

Vogesen ist dies sehr deutlich zu beobachten, während es bei den Harnischflächen im Pfälzerwald nicht so deutlich hervortritt.

Ziehen wir noch die Orientierung der gemeinen Klüfte in

den Kreis unserer Betrachtungen, so ergibt sich die wichtige Tatsache, daß wir es im Odenwald, im Pfälzerwald und in den Vogesen mit einem Longitudinal- und Transversalsystem von gemeinen Klüften, Harnischflächen und Vertikalebene der Harnischstreifen zu tun haben.

Im Odenwald liegt das Longitudinalsystem  
 der gemeinen Klüfte zwischen N 10 O—N 30 O,  
 der Harnischflächen zwischen N 5 W—N 15 O,  
 der Vertikalebene der Harnischstreifen zwischen N 5 O—N 25 O,  
 d. h. alle drei Systeme liegen zwischen N 5 W—N 30 O, wenn wir sie in Gruppen von 20° zusammenfassen; oder noch auffallender ausgedrückt: sie fallen bis auf 15° zusammen.

Ferner liegt das Transversalsystem  
 der gemeinen Klüfte zwischen N 70 W—N 50 W,  
 der Harnischflächen zwischen N 90 W—N 70 W,  
 der Vertikalebene der Harnischstreifen zwischen N 65 W—N 45 W,  
 d. h. alle drei Systeme liegen zwischen N 90 W—N 45 W, in Gruppen von 20° zusammengefaßt; sie fallen also bis auf 25° zusammen.

Im Pfälzerwald liegt das Longitudinalsystem  
 der gemeinen Klüfte zwischen N 10 O—N 30 O,  
 der Harnischflächen zwischen N 20 O—N 40 O,  
 der Vertikalebene der Harnischstreifen zwischen N 50 O—N 70 O,  
 d. h. alle drei Systeme liegen zwischen N 10—N 70 O, in Gruppen von 20° zusammengefaßt; sie fallen bis auf 40° zusammen.

Es liegt das Transversalsystem  
 der gemeinen Klüfte zwischen N 85 W—N 65 W,  
 der Harnischflächen zwischen N 35 W—N 15 W,  
 der Vertikalebene der Harnischstreifen zwischen N 50 W—N 30 W,  
 d. h. alle drei Systeme liegen zwischen N 85 W—N 15 W bei 20° Gruppen; sie fallen bis auf 50° zusammen.

In den Vogesen liegt das Longitudinalsystem  
 der gemeinen Klüfte zwischen N 5 O—N 25 O,  
 der Harnischflächen zwischen N 10 W—N 10 O,  
 der Vertikalebene der Harnischstreifen zwischen N 5 W—N 15 O,  
 d. h. alle drei Systeme liegen zwischen N 10 W—N 25 O bei 20° Gruppen; sie fallen bis auf 15° zusammen.

Es liegt das Transversalsystem  
 der gemeinen Klüfte zwischen N 75 O—N 95 O,  
 der Harnischflächen zwischen N 65 O—N 85 O,

der Vertikalebene der Harnischstreifen zwischen N 65 O—N 85 O, d. h. alle drei Systeme liegen zwischen N 65 O—N 95 O bei 20° Gruppen; sie fallen bis auf 10° zusammen.

### Fünftes Kapitel.

#### Über das Einfallen der gemeinen Klüfte.

In diesem Kapitel habe ich die gemeinen Klüfte ihrem Streichen nach in ein longitudinales und in ein transversales Kluftsystem gruppiert.

Zum longitudinalen System gehören alle Klüfte, die von der Haupttrichtung der Rheintalrandverwerfung, nämlich N 15° O, weniger als 45° nach Osten und Westen abweichen; die anderen gehören zum transversalen System.

Ferner habe ich die Klüfte nach dem Grade ihrer Neigung in drei Gruppen eingeteilt: Zur ersten Gruppe gehören die Klüfte mit einem Einfallen von 0—70°, zur zweiten von 71—85°, zur dritten von 86—90°. Die dritte Gruppe kommt für uns nicht in Betracht.

Auch habe ich die Klüfte in der Zone bis 1,5 km vom Rand noch einmal für sich allein behandelt.

#### A. Das transversale Kluftsystem.

Tabelle 16.

I.

Fallwinkel der Klüfte	Zahl und Fallseite im ganzen Gebiet		Zahl und Fallseite in der Zone bis 1,5 km vom Rand	
Gruppe I	0° — 35°	3 nach N, 7 nach S	2 nach N, 5 nach S	
	36° — 40°	1 „ N, 2 „ S	1 „ N, 0 „ S	
	41° — 45°	9 „ N, 6 „ S	2 „ N, 4 „ S	
	46° — 50°	7 „ N, 8 „ S	3 „ N, 3 „ S	
	51° — 55°	11 „ N, 10 „ S	4 „ N, 1 „ S	
	56° — 60°	10 „ N, 17 „ S	6 „ N, 2 „ S	
	61° — 65°	30 „ N, 14 „ S	14 „ N, 2 „ S	
Gruppe II	66° — 70°	34 „ N, 35 „ S	18 „ N, 12 „ S	
	71° — 75°	37 „ N, 47 „ S	22 „ N, 16 „ S	
	76° — 80°	52 „ N, 53 „ S	24 „ N, 17 „ S	
81° — 85°	64 „ N, 71 „ S	42 „ N, 24 „ S		
Summe	258	270	138	81
Gruppe III 86° — 90°		257		107
		Gesamtsumme 785	Gesamtsumme	i. d. Randzone 537

## II.

Im ganzen Gebiete				Im ganzen Gebiete			
Zahl der Spalten		Prozentzahl	Zahl der Spalten		Prozentzahl		
Gruppe I	Nordfallen	105	51,5 %	Gruppe I	Nordfallen	50	67,6 %
	Südfallen	99	48,5 %		Südfallen	24	32,4 %
Gruppe II	Nordfallen	153	47,2 %	Gruppe II	Nordfallen	88	60,7 %
	Südfallen	171	52,8 %		Südfallen	57	39,3 %
Gruppe III		257		Gruppe III		107	

Wir ersehen aus dieser Tabelle, daß die meisten Klüfte zur zweiten Gruppe gehören: 40,1%. Zur dritten Gruppe gehören 34,0%, und nur 25,9% gehören zur ersten Gruppe. Die Klüfte haben im allgemeinen einen Fallwinkel, der mehr als 70° beträgt.

Betrachten wir das Einfallen der Klüfte im ganzen Gebiet, so ergibt sich in der Gruppe I ein Überwiegen der nordfallenden Klüfte, in Gruppe II der südfallenden. In der Randzone haben wir in beiden Gruppen ein größeres Nordfallen.

Fassen wir die Gruppen I und II zusammen, so ergibt sich, daß im ganzen Gebiet 48,8% der Klüfte nach Norden fallen; im Randgebiet allein 63,0%.

## B. Das longitudinale Kluftsystem.

Tabelle 17.

## I.

Fallwinkel der Klüfte		Zahl und Fallseite im ganzen Gebiete		Zahl und Fallseite in der Zone bis 1,5 km vom Rand	
Gruppe I	0° — 35°	10 nach O,	8 nach W	4 nach O,	3 nach W
	36° — 40°	7 „ O,	5 „ W	2 „ O,	2 „ W
	41° — 45°	4 „ O,	10 „ W	1 „ O,	4 „ W
	46° — 50°	7 „ O,	8 „ W	3 „ O,	1 „ W
	51° — 55°	11 „ O,	16 „ W	6 „ O,	10 „ W
	56° — 60°	21 „ O,	16 „ W	11 „ O,	9 „ W
	61° — 65°	27 „ O,	30 „ W	9 „ O,	16 „ W
	66° — 70°	39 „ O,	30 „ W	18 „ O,	18 „ W
Gruppe II	71° — 75°	54 „ O,	54 „ W	24 „ O,	25 „ W
	76° — 80°	69 „ O,	42 „ W	32 „ O,	30 „ W
	81° — 85°	91 „ O,	74 „ W	39 „ O,	30 „ W
Summe		340	293	149	141
Gruppe III	86° — 90°	267		130	
Gesamtsumme		900		Gesamtsumme	420
				in der Randzone	420

## II.

Im ganzen Gebiete			Im Gebiete bis 1,5 km vom Rand		
Zahl der Spalten		Prozent- zahl	Zahl der Spalten		Prozent- zahl
Gruppe I	Ostfallen 126	50,6 %	Gruppe I	Ostfallen 54	46,1 %
	Westfallen 123	49,4 %		Westfallen 63	53,9 %
Gruppe II	Ostfallen 124	55,7 %	Gruppe II	Ostfallen 95	54,9 %
	Westfallen 170	44,3 %		Westfallen 78	45,1 %
Gruppe III	267		Gruppe III	160	

Aus dieser Tabelle ersicht man, daß im ganzen Gebiet die Zahl der ostfallenden Klüfte größer ist als die der westfallenden. Was für unsere Betrachtungen aber wichtiger ist, ist die Tatsache, daß in der Randzone das Verhältnis der ost- und westfallenden Klüfte gleich ist. Ja, in der Gruppe I der Randzone ist das Westfallen größer als das Ostfallen, während dies in der Gruppe II umgekehrt ist.

## Sechstes Kapitel.

**Zusammenfassung der Ergebnisse des zweiten Teiles.**

Im Odenwald, im Pfälzerwald und in den Vogesen haben wir ein Longitudinal- und ein Transversalsystem von gemeinen Klüften, Harnischflächen und Vertikalebene der Harnischstreifen.

Auch in den Vogesen ist das horizontale Element der Bewegung sowohl längs der longitudinalen als auch der transversalen Spalten bedeutend größer als das vertikale. Die Zahl der nach Norden ansteigenden Harnischstreifen ist in der longitudinalen Gruppe größer als die der nach Süden ansteigenden. In der Transversalgruppe ist die Zahl der nach Osten ansteigenden Streifen größer als die der nach Westen ansteigenden Streifen. Die gemeinen Klüfte fallen in der Randzone zu gleichen Teilen nach Osten und nach Westen ein.

Alle diese Daten stimmen gut mit der Annahme überein, daß der Einbruch der Rheinebene nicht als ein rein vertikal nach unten gerichteter Einbruch aufzufassen ist, sondern daß auch tangentialen Bewegungen eine große Rolle zukommt. Die

angeführten Resultate sind also eine weitere Bestätigung der von SALOMON aufgestellten Hypothese, daß die Hauptursache des Einbruches der Rheintalscholle die tangentielle Spannung ist. „Ihr Einwirken ist für mich mehr ein Hinabgedrücktwerden längs schräger Verwerfungen durch seitlichen Druck als ein vertikales Absinken infolge des eigenen Gewichtes unter Ausübung eines relativ schwachen Seitendruckes.“

Geolog.-Paläont. Institut der Universität Heidelberg,  
April 1913.



# Tabelle der sämtlichen von Lind im Odenwald gemessenen Spalten mit Harnischen.

Erklärung: S = Streichen. F = Einfallen. H = Harnischstreifen ansteigend mit  $\times^{\circ}$  nach ... V = Vertikalebene der Harnischstreifen.  
 P = Harnischstreifen parallel mit Fallen. h = Harnischstreifen horizontal.

	Nr.	S	F	H	V	Nr.	S	F	H	V	Nr.	S	F	H	V	Nr.	S	F	H	V	
A <sub>1</sub> der Karte	1	N 57 W	78 S	75 W	N 5 W	2	N 3 O	85 O	83 N	N 53 O	3	N 27 W	80 W	50 N	N 14 W						
A <sub>2</sub>	1	N 12 O	40 O	P	N 78 W	5	N 23 O	90	13 S	N 23 O	9	N 10 O	90	h	N 10 O	13	N 80 W	72 N	55 W	N 73 O	
	2	N 16 O	48 O	P	N 74 W	6	N 15 W	87 O	41 S	N 5 W	10	N 73 W	90	4 W	N 73 W						
	3	N 18 O	51 O	P	N 72 W	7	N 42 W	54 O	15 N	N 30 O	11	N 2 W	90	17 N	N 2 W						
	4	N 8 O	90	32 S	N 8 O	8	N 83 W	80 S	23 O	N 87 W	12	N 38 W	65 O	28 S	N 23 W						
A <sub>3</sub>	1	N 34 O	85 W	9 S	N 33 O	3	N 57 W	87 N	11 O	N 56 W	5	N 85 O	60 N	17 W	N 75 O						
	2	N 4 W	52 W	11 S	N 13 W	4	N 47 W	64 S	8 O	N 51 W											
B <sub>1</sub>	1	N 28 O	71 O	70 N	N 42 W	6	N 0 O	69 O	66 N	N 62 W	11	N 11 W	62 O	60 N	N 78 W	16	N 21 O	90	32 N	N 21 O	
	2	N 40 O	63 O	59 N	N 18 W	7	N 45 W	73 S	P	N 45 O	12	N 29 W	90	10 N	N 29 W	17	N 18 W	75 O	14 N	N 22 W	
	3	N 5 W	75 O	P	N 85 O	8	N 27 W	80 O	63 N	N 48 W	13	N 65 O	82 S	73 W	N 89 W	18	N 31 W	90	20 S	N 31 W	
	4	N 36 O	56 O	56 N	N 54 W	9	N 42 O	66 O	36 N	N 60 O	14	N 61 O	68 S	65 O	N 1 W	19	N 90 W	84 N	4 W	N 90 W	
	5	N 8 O	86 O	50 N	N 14 O	10	N 45 W	73 S	70 N	N 15 O	15	N 35 W	83 W	10 N	N 34 W	20	N 34 W	75 W	55 S	N 57 W	
B <sub>2</sub>	1	N 9 W	79 O	5 S	N 9 W	3	N 5 O	81 O	5 S	N 6 O	5	N 20 W	90	38 N	N 20 W						
	2	N 1 O	82 W	25 S	N 3 W	4	N 59 W	87 S	13 O	N 59 W	6	N 34 W	85 O	19 N	N 36 W						
C <sub>1</sub>	1	N 85 O	85 S	58 O	N 77 O	5	N 80 W	77 N	38 O	N 69 W	9	N 35 W	90	20 N	N 35 W	13	N 74 W	85 S	18 O	N 76 W	
	2	N 84 O	62 N	59 W	N 23 O	6	N 42 O	53 O	P	N 48 W	10	N 84 O	68 N	62 O	N 46 W						
	3	N 1 W	68 W	21 N	N 8 O	7	N 11 W	80 O	72 S	N 23 O	11	N 20 O	86 W	85 N	N 69 O						
	4	N 44 O	86 O	84 S	N 86 O	8	N 60 W	80 S	44 O	N 69 W	12	N 31 O	85 O	h	N 31 O						
C <sub>2</sub>	1	N 38 O	80 O	75 S	N 16 O	2	N 5 W	88 O	6 N	N 5 W	3	N 29 W	81 W	78 S	N 76 W	4	N 57 W	90	78 O	N 57 W	
C <sub>3</sub>	1	N 13 O	63 W	60 S	N 49 W	2	N 5 O	90	13 N	N 5 O											
D <sub>1</sub>	1	N 28 W	82 W	80 S	N 79 W	7	N 23 O	70 O	68 N	N 85 O	13	N 90 W	90	87 O	N 90 W	19	N 71 O	77 N	70 O	N 72 W	
	2	N 79 W	84 N	35 W	N 75 W	8	N 81 W	79 N	75 O	N 35 W	14	N 3 W	75 O	P	N 87 O	20	N 63 O	86 N	84 O	N 24 O	
	3	N 37 W	75 O	4 N	N 38 W	9	N 6 O	73 W	70 S	N 49 W	15	N 39 W	83 O	78 S	N 5 O	21	N 21 W	86 O	70 N	N 51 W	
	4	N 17 W	80 W	75 S	N 22 O	10	N 72 O	80 N	5 W	N 71 O	16	N 26 W	65 O	37 N	N 48 W	22	N 19 O	79 O	76 S	N 32 O	
	5	N 80 W	74 N	10 O	N 75 W	11	N 82 W	65 N	55 W	N 40 W	17	N 25 W	63 W	P	N 65 O						
	6	N 46 W	88 S	10 W	N 76 W	12	N 83 W	73 N	15 W	N 88 W	18	N 24 W	80 W	75 S	N 60 W						
D <sub>2</sub>	1	N 62 W	90	P	N 62 W	2	N 57 W	90	87 O	N 57 O	3	N 62 W	90	85 O	N 62 W						
D <sub>6</sub>	1	N 30 O	85 W	3 N	N 30 O	3	N 20 O	90	2 N	N 20 O	5	N 48 O	71 N	10 O	N 51 O						
	2	N 51 O	86 N	3 O	N 51 O	4	N 18 O	86 O	5 S	N 19 O											
D <sub>8</sub>	1	N 55 O	90	h	N 55 O																
E <sub>2</sub>	1	N 8 O	84 W	80 S	N 30 W	2	N 5 W	82 O	14 N	N 6 W	3	N 4 W	84 W	14 N	N 3 W						
E <sub>3</sub>	1	N 45 O	88 O	30 S	N 44 O	5	N 72 W	86 N	19 W	N 74 W	9	N 5 O	63 O	P	N 85 W	13	N 73 O	90	2 O	N 73 O	
	2	N 46 O	90	12 W	N 46 O	6	N 65 W	87 S	67 W	N 57 W	10	N 32 O	87 W	9 N	N 32 O						
	3	N 72 O	90	2 W	N 72 O	7	N 13 O	89 W	83 S	N 24 O	11	N 50 W	86 S	9 O	N 51 W						
	4	N 41 O	88 O	7 N	N 41 O	8	N 16 O	88 O	86 S	N 49 O	12	N 67 W	78 S	6 O	N 69 W						
E <sub>6</sub>	1	N 50 W	90	6 W	N 50 W																
E <sub>7</sub>	1	N 75 W	85 N	10 W	N 76 W	3	N 25 O	90	h	N 25 O	5	N 84 W	86 N	5 W	N 84 W						
	2	N 87 W	90	6 W	N 87 W	4	N 58 O	90	4 O	N 58 O											
E <sub>8</sub>	1	N 44 O	90	h	N 44 O	2	N 13 O	90	3 S	N 13 O											
F <sub>1</sub>	1	N 16 O	90	78 S	N 16 O	2	N 87 O	75 S	70 W	N 47 W											
F <sub>7</sub>	1	N 47 W	90	4 W	N 47 W	2	N 33 O	85 O	h	N 33 O											
G <sub>2</sub>	1	N 11 O	86 W	9 N	N 12 O	2	N 5 W	68 O	10 N	N 9 W											
G <sub>4</sub>	1	N 2 W	73 O	70 N	N 60 W	3	N 6 W	65 W	P	N 84 O	5	N 6 W	87 W	P	N 84 O						
	2	N 10 W	90	63 S	N 10 W	4	N 21 O	86 O	85 N	N 28 W	6	N 15 W	74 O	P	N 75 O						



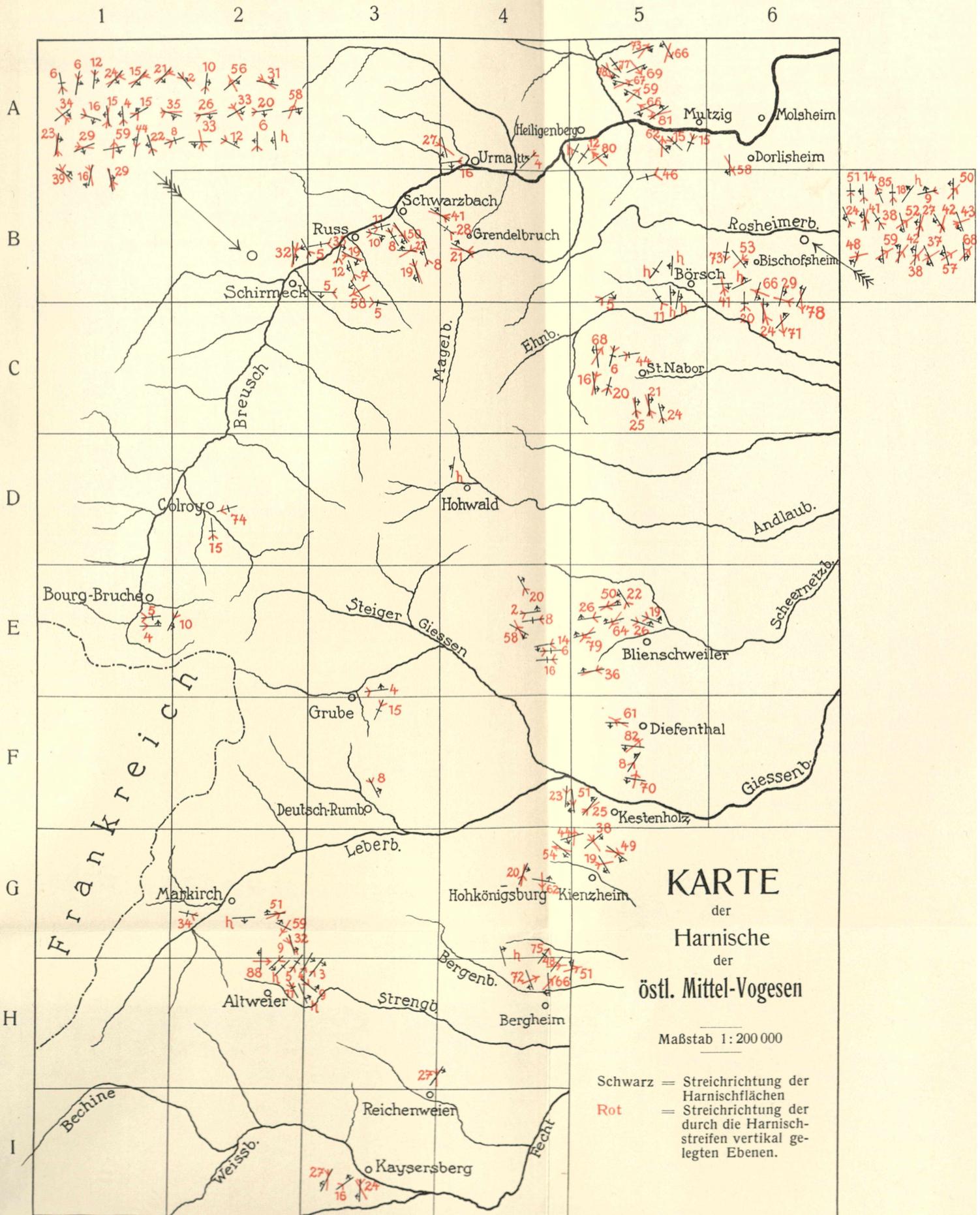




# Tabelle der sämtlichen von Engstler in den Vogesen gemessenen Spalten mit Harnischen.

Erklärung: S = Streichen. F = Einfallen. H = Harnischstreifen ansteigend mit  $\times^{\circ}$  nach ... V = Vertikalebene der Harnischstreifen.  
 P = Harnischstreifen parallel mit Fallen. h = Harnischstreifen horizontal.

	Nr.	S	F	H	V	Nr.	S	F	H	V	Nr.	S	F	H	V	Nr.	S	F	H	V	
A <sub>4</sub> der Karte	1	N 17 W	42 W	27 S	N 54 W	2	N 83 O	89 S	16 W	N 83 O	3	N 45 O	86 W	4 W	N 46 W						
A <sub>5</sub>	1	N 55 O	81 S	80 W	N 45 W	5	N 66 O	70 S	66 W	N 62 W	9	N 71 O	80 S	73 O	N 38 O	13	N 45 W	90	15 S	N 45 W	
	2	N 25 O	90	h	N 25 O	6	N 61 W	60 W	59 O	N 45 O	10	N 46 W	85 W	78 O	N 22 W	14	N 41 W	70 O	62 N	N 2 O	
	3	N 35 O	90	12 W	N 35 O	7	N 76 W	75 S	67 O	N 64 O	11	N 36 W	90	77 O	N 36 W	15	N 25 O	90	15 W	N 25 O	
	4	N 69 O	88 N	81 W	N 55 O	8	N 65 O	69 S	69 O	N 41 W	12	N 33 W	70 W	66 O	N 19 O						
A <sub>6</sub>	1	N 4 W	75 W	58 S	N 29 W																
B <sub>2</sub>	1	N 79 O	90	36 W	N 79 O	2	N 26 W	85 W	5 N	N 26 W	3	N 1 O	78 O	32 S	N 9 O						
B <sub>3</sub>	1	N 87 W	71 S	5 W	N 88 W	5	N 32 W	90	8 S	N 32 W	9	N 15 W	70 W	19 S	N 22 W	13	N 65 W	62 W	19 O	N 76 W	
	2	N 75 O	90	11 O	N 75 O	6	N 37 W	81 W	50 S	N 47 W	10	N 60 W	81 N	41 N	N 68 W	14	N 22 W	81 W	7 N	N 21 W	
	3	N 70 O	90	15 W	N 70 O	7	N 88 O	44 N	27 W	N 58 O	11	N 55 W	90	28 W	N 55 W	15	N 36 W	59 W	58 S	N 59 O	
	4	N 81 W	69 S	10 O	N 78 W	8	N 18 W	80 W	8 N	N 17 W	12	N 12 O	76 O	12 N	N 15 O	16	N 86 W	90	5 O	N 86 W	
B <sub>4</sub>	1	N 67 W	64 O	21 W	N 78 O																
B <sub>5</sub>	1	N 76 O	90	46 W	N 76 O	3	N 28 W	90	11 N	N 28 W	5	N 4 O	76 W	h	N 4 O	7	N 60 O	58 S	5 O	N 57 O	
	2	N 6 W	70 O	h	N 6 W	4	N 10 O	82 O	h	N 10 O	6	N 34 O	90	h	N 34 O						
B <sub>6</sub>	1	N 10 O	90	73 S	N 10 O	4	N 63 O	85 N	h	N 63 O	7	N 20 O	84 W	78 S	N 7 W	10	N 44 O	74 W	71 S	N 7 W	
	2	N 38 W	54 O	53 S	N 49 O	5	N 18 O	66 O	P	N 72 W	8	N 1 O	90	20 N	N 1 O						
	3	N 88 O	41 S	P	N 12 W	6	N 15 O	29 O	P	N 75 W	9	N 0 O	74 O	24 M	N 8 O						
C <sub>5</sub>	1	N 5 W	75 W	68 N	N 33 O	3	N 79 O	90	44 O	N 79 O	5	N 15 O	90	20 N	N 15 O	7	N 6 W	71 O	26 N	N 16 W	
	2	N 12 O	90	6 S	N 12 O	4	N 2 W	87 O	16 S	N 3 O	6	N 2 W	66 O	21 N	N 12 W	8	N 12 W	80 O	24 N	N 16 W	
D <sub>2</sub>	1	N 6 W	90	15 N	N 6 W	2	N 74 O	90	74 W	N 74 O											
D <sub>3</sub>	1	N 10 O	64 W	h	N 10 O																
E <sub>1</sub>	1	N 83 O	90	5 O	N 83 O	2	N 89 O	85 N	4 O	N 90 O	3	N 29 O	80 O	10 S	N 27 O						
E <sub>3</sub>	1	N 78 O	65 N	4 O	N 76 O	2	N 20 O	90	15 W	N 20 O											
E <sub>4</sub>	1	N 84 O	76 N	2 O	N 84 O	3	N 62 W	72 W	58 N	N 30 W	5	N 84 O	90	6 O	N 84 O	7	N 30 W	85 O	20 N	N 32 W	
	2	N 84 O	90	8 W	N 84 O	4	N 85 O	88 S	14 W	N 85 O	6	N 81 O	90	16 W	N 81 O						
E <sub>5</sub>	1	N 77 O	81 N	36 W	N 71 O	3	N 70 W	84 N	26 O	N 67 W	5	N 71 O	76 N	64 W	N 38 O	7	N 78 O	84 N	26 W	N 76 O	
	2	N 67 W	86 N	19 O	N 65 W	4	N 33 W	79 W	22 N	N 29 W	6	N 80 O	80 N	50 W	N 68 O	8	N 70 O	86 N	79 W	N 45 O	
F <sub>3</sub>	1	N 27 W	81 O	8 S	N 26 W																
F <sub>5</sub>	1	N 40 O	81 N	25 O	N 44 O	3	N 6 O	76 O	23 S	N 12 O	5	N 86 W	85 S	82 O	N 47 O	7	N 79 W	70 S	P	N 11 O	
	2	N 2 W	88 W	51 S	N 5 W	4	N 85 W	80 S	61 W	N 66 W	6	N 33 O	85 W	8 O	N 34 O						
G <sub>2</sub>	1	N 84 O	72 S	h	N 84 O	3	N 70 O	82 N	51 O	N 79 O	5	N 19 W	72 O	32 S	N 31 W						
	2	N 76 W	90	34 W	N 76 W	4	N 62 W	59 O	P	N 28 O											
G <sub>4</sub>	1	N 26 O	78 O	20 N	N 21 O	3	N 70 O	46 S	44 O	N 1 W	5	N 54 W	72 W	49 O	N 76 W	7	N 31 W	20 W	19 N	N 80 O	
	2	N 81 W	63 N	62 O	N 0 O	4	N 50 O	38 S	38 O	N 36 W	6	N 52 W	76 W	54 N	N 71 W						
H <sub>2</sub>	1	N 3 O	88 W	P	N 87 W	4	N 37 O	90	5 O	N 37 O	7	N 25 W	90	11 O	N 25 W						
	2	N 48 O	85 O	9 W	N 49 O	5	N 30 O	71 O	4 O	N 29 O	8	N 22 W	84 O	h	N 22 W						
	3	N 43 O	90	h	N 43 O	6	N 36 O	82 O	3 O	N 35 O	9	N 45 W	84 O	9 S	N 44 W						
H <sub>3</sub>	1	N 29 O	45 O	27 W	N 3 W																
H <sub>4</sub>	1	N 40 O	90	75 O	N 40 O	3	N 11 O	54 W	51 N	N 73 O	5	N 6 W	70 W	66 W	N 49 O						
	2	N 40 O	57 W	48 N	N 78 O	4	N 21 W	72 W	P	N 69 O	6	N 16 W	76 O	h	N 16 W						
J <sub>3</sub>	1	N 25 O	60 W	27 S	N 8 O	2	N 54 O	80 N	16 O	N 51 O	3	N 0 O	46 W	24 S	N 26 W						
B <sub>2</sub>	1	N 7 W	90	6 N	N 7 W	10	N 73 W	76 N	31 O	N 64 W	19	N 86 O	81 S	20 O	N 83 O	28	N 62 W	74 N	12 O	N 58 W	
	2	N 7 O	66 O	6 S	N 10 O	11	N 53 O	34 O	P	N 37 W	20	N 80 O	61 S	58 N	N 18 O	29	N 1 W	66 W	6 N	N 2 O	
	3	N 10 O	75 O	12 S	N 13 O	12	N 73 W	85 S	16 O	N 74 W	21	N 5 O	71 O	23 N	N 3 W	30	N 6 W	45 W	h	N 6 W	
	4	N 51 O	76 O	24 N	N 58 O	13	N 5 W	70 W	15 N	N 0 O	22	N 69 O	56 S	29 O	N 90 O	31	N 53 W	76 O	39 S	N 30 W	
	5	N 43 O	53 S	15 W	N 54 O	14	N 6 W	75 W	4 N	N 5 W	23	N 81 O	61 S	59 N	N 6 O	32	N 7 O	56 W	16 S	N 4 W	
	6	N 45 O	64 O	21 W	N 56 O	15	N 57 O	80 W	15 O	N 60 O	24	N 10 O	85 W	44 S	N 5 O	33	N 5 W	71 O	29 N	N 16 W	
	7	N 37 W	72 O	2 S	N 35 W	16	N 79 W	76 S	35 O	N 89 W	25	N 17 W	88 W	22 N	N 16 W						
	8	N 10 O	70 O	10 N	N 6 O	17	N 84 O	77 S	26 O	N 78 O	26	N 70 O	90	8 O	N 70 O						
	9	N 50 O	58 O	56 N	N 27 W	18	N 61 O	35 S	33 O	N 33 W	27	N 88 O	33 S	33 W	N 9 W						
B <sub>6</sub>	1	N 1 O	90	51 N	N 1 O	7	N 0 O	61 W	50 N	N 42 O	13	N 26 W	51 W	42 N	N 22 O	19	N 21 W	38 W	37 N	N 56 O	
	2	N 6 W	86 W	14 N	N 5 W	8	N 22 W	79 W	24 N	N 16 W	14	N 18 W	43 W	P	N 72 O	20	N 17 W	58 W	57 N	N 55 O	
	3	N 22 W	90	86 N	N 22 W	9	N 5 W	81 W	41 N	N 2 O	15	N 20 O	52 W	48 N	N 79 O	21	N 6 W	73 O	68 N	N 41 O	
	4	N 1 W	90	18 N	N 1 W	10	N 32 W	90	38 N	N 32 W	16	N 4 W	64 W	59 N	N 59 O						
	5	N 38 O	62 W	h	N 38 O	11	N 17 W	54 W	52 N	N 52 O	17	N 12 O	68 W	42 O	N 33 O						
	6	N 77 O	68 N	9 W	N 73 O	12	N 7 O	76 W	27 N	N 15 O	18	N 8 O	56 W	38 N	N 41 O						





**KARTE**  
 der  
**gemeinen Klüfte und Verwerfungen**  
 der  
**östlichen Mittel-Vogesen**

Maßstab 1:100000

**Zeichenerklärung:**

- Verwerfung
- Grenzlinie zwischen Formationen
- Senkrechte Spalte
- Geneigte Spalte

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Verhandlungen des Naturhistorisch-medizinischen Vereins zu Heidelberg](#)

Jahr/Year: 1912-1914

Band/Volume: [12](#)

Autor(en)/Author(s): Engstler Bernhard

Artikel/Article: [Geologische Untersuchungen der Beziehungen zwischen den Gesteinsspalten, der Tektonik und dem hydrographischen Netz in den östlichen Mittelyogesen 372-416](#)