

Tektonik am Schloßberg bei Freiburg i. Br.

von

Rolf Stellrecht, Freiburg i. Br.

Vier Tafeln

Inhaltsverzeichnis

I. Übersicht	120
II. Bedeutung kleintektonischer Untersuchungen	120
III. Bisherige Untersuchungen am Schloßberg und Fragestellung dieser Arbeit	121
IV. Kluftektonische Untersuchungen am Schloßberg	123
1. Vorbemerkungen und Darstellungsmöglichkeiten der Klüfte	123
2. Untersuchungen und Befunde	127
A. Schloßbergbunker am Milchhäusle	127
a) Störungen	127
b) Kluftektonik	127
c) Olivin-Nephelinit-Gang	129
B. Schloßberg	130
a) Störungen	130
b) Kluftektonik	130
C. Sandfang	132
a) Störungen	132
b) Kluftektonik	132
D. Straße Jägerhäusle—St.Ottilien	132
a) Störungen	132
b) Kluftektonik	132
3. Ergebnisse	133
V. Angeführte Schriften	136
VI. Tafeln	
Tafel 1 Lage und Richtung der eingemessenen Störungen am Schloßberg bei Freiburg im Breisgau	
Tafel 2 Sammeldiagramme:	
Diagramme a—e: Klufte sammeldiagramme	
Diagramm f: Sammeldiagramm der Störungen	
Diagramm g: Sammeldiagramm des Gneisstreichens	
Tafel 3 Verwerfungen, Störungsklüfte und Klüfte des Bunkers am Milchhäusle bei Freiburg im Breisgau	
Tafel 4 Vereinfachte Darstellung der Kluftrichtungen am Schloßberg bei Freiburg im Breisgau	

I. Übersicht

In dieser Arbeit* wird zunächst eine Einführung in die Methodik kluftstatistischer Arbeitsweise gegeben. Auf Diagrammen und Karten werden sämtliche meßbaren bruchtektonischen Elemente, wie Klüfte, Harnische und Ruscheln, zeichnerisch dargestellt. Die Diagramme und Karten werden kurz erläutert und daraus einige Ergebnisse über die Tektonik des Schloßberges abgeleitet.

Ein neu aufgefundenener Olivin-Nephelinit-Gang wird beschrieben.

II. Bedeutung kleintektonischer Untersuchungen

„Wie verworren das Spaltenbild einer Gegend auch erscheinen mag, so ist doch sicher, daß jede Spalte einem bestimmten Zweck gedient hat.“ Dieser Satz von E. LJUNGNER (1927—1930) zeigt klar den Wert klufttektonischer Untersuchungen.

Die Entstehung der meisten Klüfte durch tektonische Beanspruchung ist schon lange bekannt und wurde nach A. DAUBRÉE (1880, S. 232) von JOHN PHILLIPS erstmals erwähnt.

L. MÜLLER (1933) gibt eine vorzügliche historische Darstellung der Entwicklung klufttektonischer Erkenntnis. Ausgehend von der Beobachtung, daß Klüfte in bestimmter Anordnung auftreten (LONGWELL, KNOFF & FLINT 1944, S. 254), wurden zunächst die Zusammenhänge zwischen Klüften und anderen tektonischen Erscheinungen aufgesucht. Hierauf folgt in der geschichtlichen Entwicklung eine Zeit, in der man besonders Klüfte mit Bewegungsspuren untersuchte. Dabei wurde oft übersehen, daß Harnische nur letzte Bewegungen abbilden, während vorhergehende meist nicht mehr erhalten sind. Die Beachtung der mechanischen Grundlage von Brucherscheinungen brachte viel Licht in die Beziehungen zwischen Kraft, Beanspruchung, Spannung und Bruch. Durch B. LACHMANN (1915), F. RINNE (1928), R. SCHWINNER (1924, 1928), W. SCHMIDT (1917, 1925) und andere wurden die physikalischen Grundlagen für die Untersuchungen von Spannungszuständen und Brucherscheinungen herausgearbeitet.

Durch physikalische Untersuchungen und die Beobachtungen im Gelände zeigte sich, daß Klüfte und Verwerfungen Folgen einer Beanspruchung sind; gesetzmäßig angeordnet zur Richtung dieser Beanspruchung liegen die Richtungen von Klüften und Verwerfungen. Die Bedeutung solcher Inhomogenitätsflächen liegt folglich in der Möglichkeit, die durch die Beanspruchung hervorgerufene Deformation zu erkennen und aus der uns sichtbaren Richtung der Deformation auf die Spannung und Beanspruchung zu schließen, die zur Deformation geführt hat.

Auszug aus: STELLRECHT, R.: Klufttektonische Untersuchungen am Schloßberg bei Freiburg i. Br. — Naturwiss.-math. Diss., masch.-schriftl., 52 S., 3 Abb., 5 Kart., 11 Taf., Freiburg i. Br. 1957.

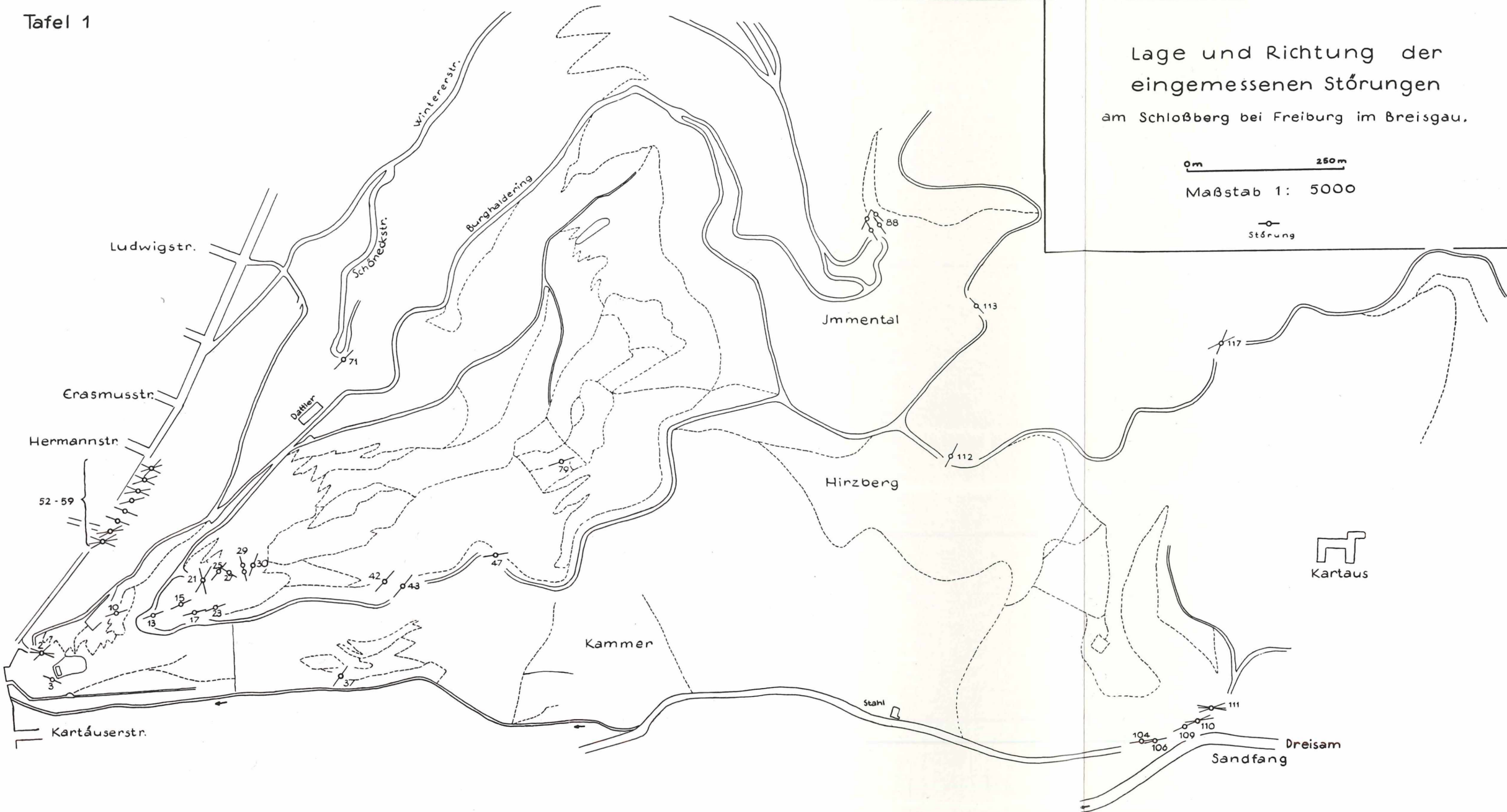
Tafel 1

Lage und Richtung der eingemessenen Störungen am Schloßberg bei Freiburg im Breisgau.

0 m 250 m

Maßstab 1: 5000

—○—
Störung



Nach E. CLOOS (1937, S. 75) besteht kein Zweifel, daß jede Kluft eine bestimmte Aufgabe hat, obwohl sie unregelmäßig ausgebildet sein und jede mögliche Richtung einnehmen kann: im Aufbrechen von Klüften zeigt sich eine Reaktion des Gesteins auf Spannungen. Die Vielzahl auftretender Richtungen bei Klüften erschwert natürlich die Deutung der Kräfte, durch deren Einwirkung sie entstanden sind, zumal da in einer tektonischen Phase verschieden gerichtete Kluftsysteme entstehen können. Diese große Mannigfaltigkeit möglicher Kluftrichtungen wird jedoch durch deren Abhängigkeit von Art und Richtung der Beanspruchung eingeschränkt; daraus folgt, „daß es keine noch so kleine Kluft gibt, die nicht irgendwelchen Klüften, Spalten und Verwerfungen in der Nähe parallel geht“ (E. SCHENK 1936, S. 130).

Ganz im Gegensatz zu diesen Ausführungen steht die Ansicht von H. FREUDENBERG (1940, S. 290 ff.), zu der er bei seinen Untersuchungen der Klüfte des oberen Höllentales gekommen ist: „Wider Erwarten ist unter den Richtungen der Klüfte auch diejenige der Ruschelzonen kaum dichter besetzt. Darin kommt einerseits die auch sonst bekannte Unabhängigkeit vieler Klüfte von der bleibenden Deformation der Gesteine zum Ausdruck. Andererseits fiel gerade die Gneisschieferung, welcher die meisten Ruscheln folgen, als vorgebildetes Fugensystem für die Bildung neuer Klüfte aus.“ Zu diesen Beobachtungen von FREUDENBERG werde ich im Abschnitt IV, 3 (Ergebnisse) noch Stellung nehmen.

In der Literatur wird immer wieder erwähnt (z. B. bei A. EBERT, 1924, S. 60), daß es für Kluftmessungen außerordentlich wichtig ist, auch Parallelflächenscharen „leichtester Trennbarkeit bzw. geringster Schubfestigkeit des Gesamtgefüges“ (z. B. die Paralleltexur des Gneises) aufzunehmen (B. SANDER 1928, S. 1158), um die Abhängigkeit der Klüftung von diesen Flächen mit in die Untersuchungen einbeziehen zu können.

FREUDENBERG (1940, S. 288) stellt in dieser Hinsicht fest, daß zwischen der alten Paralleltexur des Gneises und der jungen Verruschelung eine Übereinstimmung bestehe. Ebenso ist nach M. LUTZ (1958) im Gebiet des unteren Wehrtales eine weitgehende Übereinstimmung des Gneisstreichens mit der Richtung der Hauptstörungen des Wehratal-Abbruches festzustellen.

III. Bisherige Untersuchungen am Schloßberg und Fragestellung dieser Arbeit

Der Schloßberg bei Freiburg ist von drei morphologisch deutlich sichtbaren Linien begrenzt:

1. Im Süden vom Dreisamtal, das nach den geophysikalischen Untersuchungen von H. HOLST (1925, S. 94) eine flache Felsschale darstellt, „in die nur an einer Stelle des Querschnitts eine etwas tiefere Rinne eingeschnitten scheint“;

im Westen durch den tiefen Abbruch zum Rheintal hin;

3. durch den deutlich hervortretenden Einschnitt des oberen Immentales (W. DEECKE 1932, S. 4), durch den der Schloßberg scharf vom Roßkopf getrennt wird. Das nordwestlich gerichtete Immental scheidet den Schloßberg vom nördlich gelegenen Immenbergrücken.

Das Dreisamtal gehört, wie schon S. v. BUBNOFF (1912, S. 156) vermutet, als nordwestliche Fortsetzung zum Bonndorf-Lenzkircher Graben; W. DEECKE (1909, S. 287) glaubt, das Spaltensystem könne nur deshalb nicht ins Höllental und in die Freiburger Bucht verfolgt werden, „weil das jüngere Deckgebirge fehlt und daher die Verschiebungen nur Gneisse gegen Gneisse verworfen haben“ Die Untersuchungen von H. FREUDENBERG (1940, S. 287) zeigen jedoch die Übereinstimmung der Richtung des Hauptruschelsystems mit der des Bonndorfer Grabens.

W. v. SEIDLITZ (1913, S. 266) gibt in seiner Untersuchung über „Erdbeben und Gebirgsbau in Südwestdeutschland“ an, die Fortsetzung von Verwerfungen sei in „stärker erschütterten Flächen“ zu suchen, wie sie im Dreisamtal auftreten. Mit dieser Aussage wird die Vermutung von W. DEECKE (1909, S. 287) und F. SPIEGELHALTER (1912, S. 783) bestätigt, „daß der Bonndorfer Graben durch eine Störungslinie mit dem Rheintalgraben in Verbindung steht“ (W. v. SEIDLITZ 1913, S. 266).

Die Störungszone streicht nach W. CARLÉ (1955, S. 36) „vom Höllental auf die breite Dreisambucht zu, unter der wohl eine 100° streichende Störung anzunehmen ist“

Die „Rheintalhauptspalte“ streicht nach R. BRILL (1934, S. 97) im Loretotunnel mit 17°; verlängert man diese „Rheintalhauptspalte“ nach Norden, so stellt man einen ostwärtigen Versatz des Schloßberges fest, was nach W. CARLÉ „auf eine N-fallende herzynische Abschiebung von mehreren 100 m Sprunghöhe schließen“ läßt. Diese N-fallende Abschiebung kann jedoch nicht auf der Nordseite des Dreisamtales liegen, da alle von mir eingemessenen Störungen auf der Nordseite nach Süden einfallen.

Die Richtung der Störungen des Dreisamtales ist nach E. GUENTHER (1935, S. 52) und F. WESTPHAL (1953, S. 65 ff.) auch am Nimberg und nach G. STOBER (1955) am Kaiserstuhl zu beobachten. Nach O. WILCKENS (1908, S. 269) zeigen die Vorkommen der Basalte im Grundgebirge des Schwarzwaldes in der Nähe des Dreisam- und Höllentales ost-südöstliches Streichen: „Die Eruptionszone deutet allem Anschein nach das Vorhandensein einer bedeutenden Störung zwischen dem mittleren und südlichen Schwarzwald an.“

Die Westbegrenzung des Schloßberges tritt als Steilstufe auf; der Gneis, der den Schloßberg aufbaut, grenzt an die Schotter des Dreisamschuttkegels. Zwischen Lorettoberg und Herdern (J. L. WILSER 1933, S. 134) sind keine Aufschlüsse im Deckgebirge bekannt, die den Dreisamschotter durchteuft hätten.

Zur Rheintal- und Dreisamstörung tritt als Nordostbegrenzung des Schloßberges die Immentalverwerfung (J. L. WILSER 1933, S. 135), die „vom südwestlichen Steilrand der Röte am Hebsack entlang über den Immenberg bis an die Kartaus an Klüften und Harnischen zu verfolgen ist“ WILSER schließt aus dieser Verschiebung der Sedimente nördlich von Herdern auf die Sprunghöhe der Immentalverwerfung und gibt etwa 100 m an. An der Kartaus nordöstlich vom Sandfang trifft diese Verwerfung auf die Dreisamtalstörung.

Das Grundgebirge des Schloßberges, soweit es noch auf der geologischen Spezialkarte von Baden, Blatt Waldkirch Nr. 107 (topographisches Blatt Waldkirch 7913), von BRILL & EIGENFELD (1935) eingetragen ist, wurde als feinkörnig-schiefrig-flaseriger, quarzitischer Biotitgneis mit Übergang zu Lagengneis auskartiert. Nach einer freundlichen mündlichen Mitteilung, die ich Herrn Dr. W. WIMMENAUER verdanke, bestehen die Gesteine auf dem topographischen Blatt Freiburg i. Br. (Nr. 8013) hauptsächlich aus meta-tektonisch überprägten Paragneisen. An der Schöneckstraße und an der Burghalde, wenige Meter nördlich Pt. 370.48 der topographischen Grundkarte 1 : 5000 (badische Nr. 107—37), sind die Gneise cordieritführend. In dem Graben um den Bismarckturm wurde metaaplische Ausbildung des Gesteines beobachtet. Im aufgelassenen Steinbruch bei Pt. 339.507 etwa 200 m südwestlich vom Gasthaus DATTLER stehen diatektonisch umgeprägte Gneise an.

In dieser Arbeit wird versucht, folgende Fragen zu beantworten:

Trägt das Grundgebirge des Schloßberges tektonische Züge, die nur im Grundgebirge auftreten, die sich aber im Deckgebirge der Vorbergzone nicht nachweisen lassen?

Ist der Schloßberg im tektonischen Aufbau ein Abbild der Tektonik, wie sie aus der Vorbergzone bekannt ist?

Kommt am Schloßberg eine Mischung aus einer „Grundgebirgs-“ und einer „Deckgebirgstektonik“ zustande?

Weiterhin soll die Frage angeschnitten werden, ob Zusammenhänge zwischen dem Gneisstreichen und den jüngeren bruchtektonischen Erscheinungen der Klüfte und Verwerfungen bestehen.

IV. Klufftektonische Untersuchungen am Schloßberg

1. Vorbemerkungen und Darstellungsmöglichkeiten der Klüfte

Die Arbeiten von J. L. WILSER (1933), E. GUENTHER (1935) und O. GÖPERT (1937) haben als Ausgangspunkte für die Bearbeitung der Tektonik am Schloßberg gedient.

In den dieser Arbeit beigegebenen Karten sind die einzelnen Aufschlüsse, in denen es möglich war, eine genügend große Anzahl von Kluffmessungen

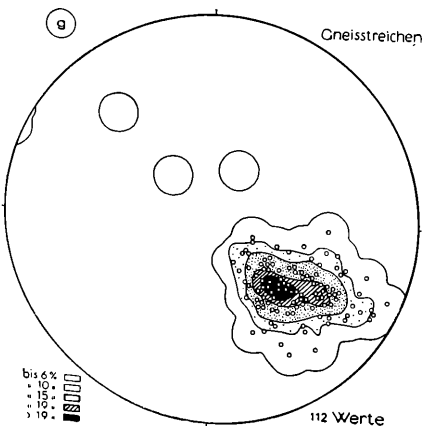
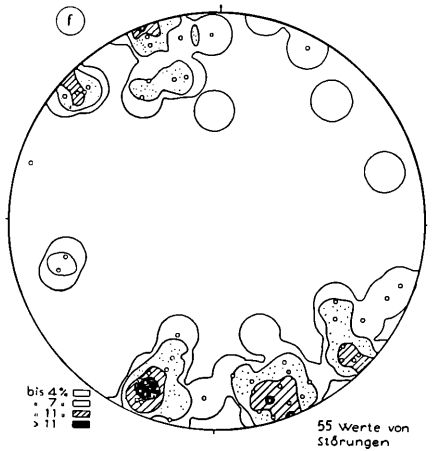
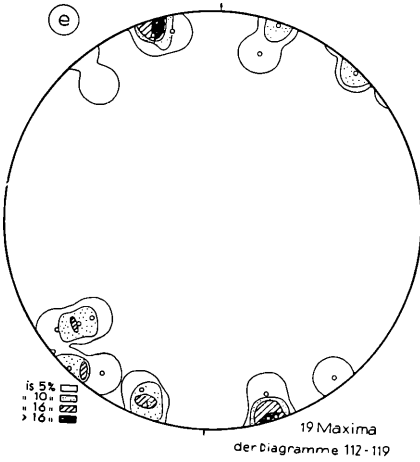
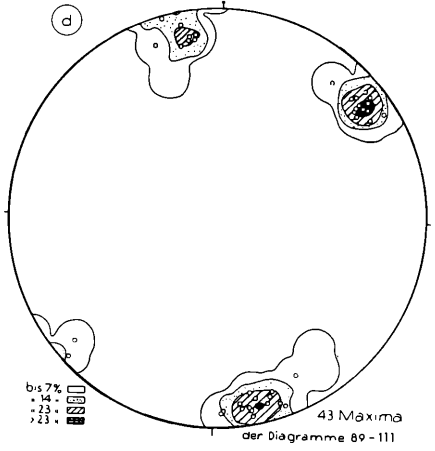
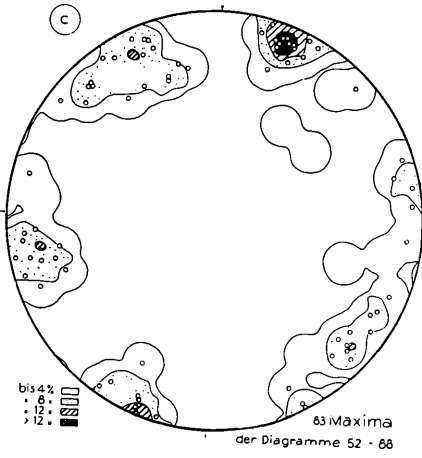
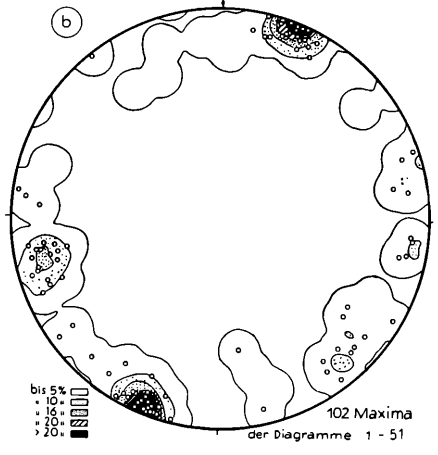
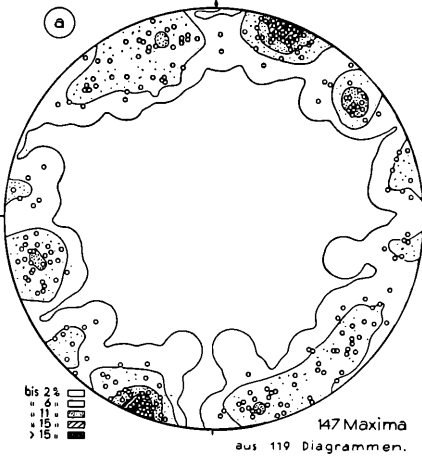
vorzunehmen, mit Zahlen versehen (diese Zahlen entsprechen denen in STELLRECHT 1957). Das Streichen aller beobachteten Verwerfungen wurde auf der Karte der Tafel 1 eingetragen. Das Gneisstreichen wurde in jedem Aufschluß, in dem das Gneisstreichen faßbar war, mehrmals eingemessen und in einem Sammeldiagramm dargestellt (Diagramm g der Tafel 2). In 119 Aufschlüssen, die zu Diagrammen ausgewertet wurden, habe ich 17 974 Klüfte eingemessen. Die Forderung von H. I. PINCUS (1951, S. 92) wurde berücksichtigt: alle Messungen sollen nur von einer Person durchgeführt werden.

Sämtliche Richtungsmessungen sind auf magnetisch Nord bezogen. Die Abweichung von magnetisch Nord zu Gitternord betrug für das Jahr 1957, in dem die Geländeaufnahme abgeschlossen wurde, $2,97^\circ$ W. Sämtliche Streichwerte sind von Nord über Ost nach Süd gemessen, die Fallwerte sind mit der Angabe der Fallrichtung angeschlossen; es bedeutet also z. B. $135^\circ/60^\circ$ E nordwestlich-südöstliches Streichen und östliches Einfallen mit 60°

Um den persönlichen Meßfehler möglichst klein zu halten, wurden mehrere Aufschlüsse zweimal mit einem zeitlichen Zwischenraum von mehreren Wochen eingemessen und ausgezählt; es konnten keine Unterschiede in der Lage der Häufungsmaxima der Klüfte festgestellt werden. In jedem Aufschluß wurden durchschnittlich 150 Klüfte gemessen (Maximum 301, Minimum 42), nur in fünf Fällen wurde die von J. STINY (1925, S. 875) angegebene Mindestzahl von 80 Klüften je Diagramm unterschritten; die Auswertung hat jedoch ergeben, daß sich die Diagramme dieser Aufschlüsse zwanglos in das Klüftbild des Schloßbergs einfügen. Damit dürfte gerechtfertigt sein, auch diese geringbesetzten Diagramme in die Untersuchungen mit einzubeziehen.

Mein Bestreben beim Einmessen von Klüften war es, auf möglichst kleinem Raum im Aufschluß durch Berücksichtigung auch nur wenige Zentimeter großer Klüfte eine für die Auswertung ausreichende Zahl von Meßwerten zu erhalten. In einem Meßbereich sollte die gesamte Oberfläche erfaßt werden, die durch die Klüfte eingenommen wird; geht man von dieser Forderung aus, so werden große Klüfte, die vereinzelt aber beherrschend durchkommen, immer dann im Diagramm gegenüber häufig auftretenden kleinen Klüften einer anderen Richtung zurücktreten, wenn sie nur einmal als Meßwert aufgenommen werden. Daher habe ich auffallend große Klüfte mehrmals gemessen: teilt man nämlich einen Aufschluß in mehrere auszuzählende Flächen ein, so werden große Klüfte in mehrere dieser Auszählflächen hineinreichen und damit mehr als einmal gemessen werden.

Die von O. SEITZ (1917, S. 575) angeführte Darstellung von Flächen in der winkeltreuen Azimutalprojektion wurde von W. SCHMIDT (1925, S. 395 ff.) zugunsten einer flächentreuen Azimutalprojektion abgelehnt. Das SCHMIDTsche Verfahren wurde zunächst ausschließlich in der Gefügekunde



verwendet; obwohl W. SCHMIDT (1926, S. 409) schon die Möglichkeit zeigt, die Methode überall dort anzuwenden, „wo es auf solche statistische Erfassung von Richtungshäufigkeiten ankommt, z. B. zur Darstellung von Kluftsystemen“

W. SCHMIDT (1925, S. 396 ff.) und mit ihm W. WINCHELL (1937, S. 15—36), KNOPF & INGERSON (1938, S. 245—262), B. SANDER (1948, S. 125—130), F. I. TURNER (1948, S. 186), M. P. BILLINGS (1954, S. 108—115) und andere benutzen das transversale Gradnetz zur Eintragung der Richtungswerte, das sogenannte „SCHMIDTSche Netz“. Die Werte werden auf einem durchsichtigen Papier eingetragen, das um den Mittelpunkt des SCHMIDTSchen Netzes drehbar auf dieses gelegt wird. Der Nordpunkt des SCHMIDTSchen Netzes wird auf dem durchsichtigen Papier markiert. Auf diesem Papier wird die Fallrichtung eines gemessenen Winkels eingetragen, und zwar an der Stelle auf dem durchsichtigen Papier, an der dieser Fallrichtungswert auf dem äußeren Kreis des darunterliegenden SCHMIDTSchen Netzes eingetragen ist. Der so gewonnene Punkt wird auf den Nordpunkt des SCHMIDTSchen Netzes gedreht und der Wert des Einfallens auf der Ost-West-Achse festgehalten.

Neben dem SCHMIDTSchen Netz in der Querlage werden besonders Kluftmessungen auf dem Normalnetz ausgewertet. Auf diesem Normalnetz entsprechen die Hauptkreise den Meridianen der Kugel und die Horizontalkreise den Parallelkreisen. Dieses Netz wurde von F. SCHUCK (1927), L. MÜLLER (1933), G. STÖBER (1955) und anderen verwendet, da die Horizontalkreise des Netzes überall den gleichen Fallbetrag wiedergeben und deshalb das durchsichtige Papier nicht gedreht zu werden braucht. Bei der diagrammatischen Darstellung von Klüften werden Rotationen (KNOPF & INGERSON 1938, S. 253 ff.), wie sie bei Gefügeuntersuchungen mit dem SCHMIDTSchen Netz üblich sind, nicht durchgeführt. Das Normalnetz ist also zur Darstellung von Klufthäufigkeiten geeignet; ich habe es darum benützt.

Die Darstellung der Klüfte im Diagramm geht von folgenden Überlegungen aus: der gemessenen Kluftfläche wird eine Kugel umschrieben; der Kugelmittelpunkt liegt in der Fläche; in diesem Mittelpunkt wird die Normale auf dieser Kluftfläche errichtet; der Durchstichpunkt der Normalen in der oberen Halbkugel wird senkrecht auf die Äquatorebene — die Zeichenebene — projiziert; dieser Projektionspunkt — der Flächenpol — liegt dann in derjenigen Richtung im Diagramm, die dem natürlichen Einfallen der Kluftfläche entspricht. Sämtliche Kluftwerte eines Aufschlußbereiches werden auf einem Blatt durchsichtigen Papiers eingetragen, das über das Normalnetz gelegt wird. Auf diesem Polpunktdiagramm werden die Linien gleicher Besetzungsdichte konstruiert. Die Nulllinie der Diagramme wurde mit dem Zirkel gezeichnet, wogegen die übrigen Linien gleicher Besetzungsdichte mit dem Auszählkreis gleitend ermittelt wurden. Die Besetzungsdichte wurde nach L. RÜGER (1928, S. 12 ff.) und KNOPF & INGERSON (1938,

S. 245 ff.), B. SANDER (1948, S. 127 ff.) und M. P. BILLINGS (1954, S. 112 ff.) eingezeichnet.

Alle Diagramme nach Linien gleicher Prozentzahl der Besetzungsdichte auszuzählen, war wegen der unterschiedlichen Zahl der eingemessenen Klüfte je Aufschluß und je Flächeneinheit im Diagramm nicht ratsam.

Verschiedene Diagramme wurden zweimal ausgezählt, und zwar so, daß beim zweiten Mal weitere Linien zwischen schon vorhandene eingeschaltet wurden (z. B. wurden zwischen die 9⁰/₀- und die 15⁰/₀-Linie die 12⁰/₀-Linie eingefügt). Damit sollte festgestellt werden, ob sich dabei eine Verschiebung der Schwerpunkte der Diagramme ergibt; dies ist nicht eingetreten.

Um senkrechte Klüfte nicht durch doppelte Eintragung überzubewerten, wurden sie nur als Halbkreise eingetragen, die einander auf der Peripherie des Grundkreises gegenüber liegen (G. STÖBER 1955, S. 6).

In den Diagrammen, die auf der Karte der Tafel 4 eingetragen sind, wurden nach P. SCHMIDT-THOMÉ (1953) noch die Maxima in der Darstellungsart der Kluftrosen eingezeichnet, um die Streichrichtung der Klüfte zu verdeutlichen. Die Kluftrosen sind so angefertigt, daß jeweils Fünfergruppen von Streichwerten in Prozente der gesamten vermessenen Kluftzahl umgerechnet und diese Prozentwerte vom Mittelpunkt aus radial nach außen abgetragen sind: der Abstand der Endpunkte vom Mittelpunkt der Kluftröse ist damit das Maß der auf diese Richtung entfallenden Anzahl von Klüften.

Die von G. SEIDEL (1949) entwickelte Methode, tektonische Flächen darzustellen, wurde aus mehreren Gründen nicht berücksichtigt. In SEIDELS Diagrammen können Einzelwerte nicht eingetragen werden, da Gruppen von 15—25° Unterschied im Streichen zusammengefaßt und gemittelt wiedergegeben, Einzelwerte also gar nicht berücksichtigt werden: die Forderung nach der Reproduzierbarkeit der Werte ist damit nicht erfüllt. Die Auswahl der Gruppenverteilung ist überdies der Willkür des Bearbeiters überlassen. Alle Zwischenwerte im Streichen wie auch im Fallen können nach SEIDEL „vernachlässigt werden“, und beim Fallwinkel kann höchstens eine Zwischenunterteilung gemacht werden. Die Darstellung aber z. B. einer Gruppe von Fiederklüften, die entgegen der Richtung der Störung einfallen, zu der sie gehören, ist kaum möglich, da diese Werte der Fiederklüfte der Mittelung zum Opfer fallen. G. SEIDEL (1949, S. 340) schreibt, daß „sich gelegentlich die Flächen gegenseitig“ verdecken, „so daß die Einfallswinkel mancher Flächen bei folgerichtiger räumlicher Konstruktion nicht mehr erkennbar sind“. Die Gegenmaßnahme, die verdeckten Flächen zu stricheln, trägt nicht zur Übersichtlichkeit und zur Erleichterung der Konstruktion bei. Die SEIDELSche Darstellung hat zweifellos gegenüber der Kluftröse den Vorteil, das Fallen tektonischer Flächen aufzeigen zu können, bleibt aber durch das Fehlen vielseitiger Auswertungsmöglichkeiten und zum anderen durch das Fehlen der Einzelwerte eine Übersichtsdarstellung.

2. Untersuchungen und Befunde

A. Schloßbergbunker am Milchhäusle

Auf der Westseite des Schloßberges liegt beim Milchhäusle ein früherer Luftschutzbunker (Diagramm 52—59 der Karte auf Tafel 3). Er besteht aus einer etwa parallel der Schloßbergstraße streichenden, 140 m langen Hauptstrecke, die ursprünglich durch vier Querstollen von der Schloßbergstraße her zugänglich war. Zwei davon — ihre Zugänge befanden sich bei den Häusern 9 und 11 — sind verstürzt. Bei den noch zugänglichen Stollen, deren Eingänge bei Haus 7 und unterhalb vom Milchhäusle liegen, sind von der Straße her etwa 30 m ausgebaut und damit der Messung nicht zugänglich. Im Südteil des Bunkers sind Beobachtungen, besonders an Ruscheln, durch starke Kalkung der Wände erschwert.

a) Störungen

Im Schloßbergbunker wurden 18 Verwerfungen und Störungsklüfte aufgenommen (unter Störungsklüften verstehe ich mit MICHELAU & PILGER 1950 solche Klüfte, die durch einen dünnen Kluftbelag, durch Harnische oder durch die Ausbildung von Fiederklüften zeigen, daß an ihnen kleine Verschiebungen stattfanden). Neben diesen 18 Verwerfungen und Störungsklüften, die in der Karte auf Tafel 3 dargestellt sind, wurden noch Flächen mit Spuren sehr geringer Bewegungen beobachtet. Sie wurden in den Kluftdiagrammen verwertet, in den Karten aber nicht gesondert aufgeführt. Auf die Wiedergabe der Einzelbeschreibung der Verwerfungen und Störungsklüfte wurde hier verzichtet (siehe: STELLRECHT 1957, S. 17—22).

Der Bunkerzugang durch Haus 9 der Schloßbergstraße (siehe Tafel 3) ist etwa 2 m westlich vom vermuteten Auftreffen von Verwerfungskluft XII auf den Südstoß verstürzt. Durch die starke Zerrüttung des Gebirges in diesem Teil des Querschlages ist der Verlauf der Störung XII nicht einwandfrei festzulegen. Der Bunkerzugang östlich Haus 11 ist 8—10 m westlich der Luftschleuse verstürzt. Verbindet man die beiden Einsturzstellen, so streicht diese Linie mit etwa 40° Das Gebirge ist an beiden Orten stark zerrüttet. Die Verlängerung der Verbindungslinie nach Südwesten trifft den Zugang von Haus 7 und vom Milchhäusle im ausgebauten Teil.

b) Klufttektonik

Die Gesamtstrecke des Bunkers wurde in 8 Abschnitte eingeteilt, die auf der Karte der Tafel 3 durch Punktierung voneinander getrennt sind. Die im Bunker gemessenen Klüfte wurden nach diesen Abschnitten zu Diagrammen ausgewertet und an den entsprechenden Stellen in die Karte eingezeichnet. Aus den 8 Diagrammen ist folgendes abzulesen:

Diagramm 52: Das erste Maximum liegt in Ost-West-Richtung (80°) und ist mit 60° nach Norden geneigt; das gleiche Streichen zeigt auch Störung I,

wogegen das ebenso gerichtete Einfallen der Klüfte mit 60° weniger steil ist als das der Störung mit 70° . Das zweite Maximum mit 40° Streichen weist Südostfallen auf; es folgt eine Häufung mit westlichem Einfallen; untergeordnet tritt auch die 115° -Richtung auf, die man der Störung III mit $110^\circ/50^\circ$ S zuordnen kann.

Diagramm 53: Die Klüfte des Maximums streichen Nordnordwest (170°) und fallen sowohl nach Westen als auch nach Osten, die des zweiten und dritten Maximums streichen Nordost (45°) mit Ostfallen und Ostsüdost (105°) mit Nordfallen. Erst die untergeordnete Ost-West-streichende Spitze ist direkt der Verwerfung V zuzuordnen, wogegen die Beanspruchung, die zur Störung IV führte, kein Klufftmaximum aufzuweisen hat.

Diagramm 54: Das Hauptmaximum liegt zwischen nordnordöstlichem und nordnordwestlichem Streichen mit westlichem Einfallen. Es folgt ein Maximum mit nordöstlichem Streichen (50°) und steilem Einfallen nach Südosten und eines mit ost-südöstlichem Streichen ($100\text{—}110^\circ$); dieses fällt mit Störung VI zusammen. Auch der Olivin-Nephelinit dürfte auf Gesteinsfugen dieser Richtung aufgedrungen sein.

Diagramm 55: Das Hauptmaximum streicht mit 110° und zeigt nördliches und südliches Einfallen; ihm ist Störung VII zuzuordnen. Das zweite Maximum liegt Nordost-Südwest und fällt nach Osten; die dritte Spitze verläuft mit 85° etwa in der Richtung des Olivin-Nephelinit-Ganges.

Diagramm 56: Hier stimmt das Streichen der Verwerfung VIII mit 75° genau mit dem ersten Maximum überein; die Klüfte fallen mit durchschnittlich $55\text{—}60^\circ$ N etwas flacher ein als die Ruschel mit 65° N. Im zweiten Maximum, dessen südliches Einfallen überwiegt, kommt das Ost-südost-Streichen deutlich heraus, das die überwiegende Anzahl aller Klüfte einnimmt (siehe Sammeldiagramme a—e auf Tafel 2). Untergeordnet tritt noch die nordöstliche und südöstliche Streichrichtung auf.

Diagramm 57: Das Klufftmaximum streicht Nordnordost (25°) und fällt steil nach Osten ein. Die zweitgrößte Kluffthäufung streicht 120° und fällt mit $75\text{—}80^\circ$ nach Süden, entspricht also der Störung X. Die dritte Spitze der Klufftrose streicht ostnordöstlich (75°) und ist auch durch das nördliche Einfallen (60°) Verwerfung IX zugeordnet.

Diagramm 58: Zwei einander diagonal kreuzende Klufftmaxima sind klar entwickelt: das Südost-Maximum (110°) streicht parallel zu Störung XI; bei den Klüften überwiegt nördliches Einfallen, wogegen Nr. XI nach Süden geneigt ist. Das Nordost-Maximum liegt zwischen 45° und 65° mit vorwiegend südöstlichem Einfallen.

Diagramm 59: Wie im vorherigen Diagramm kreuzen sich zwei Klufftscharen mit 110° und mit 45° . Das Ost-südost streichende Maximum fällt mit 80° nach Süden und entspricht im Streichen und Fallen Störung XIV und XVI; das Nordoststreichen der Kluffthäufung mit nordwestlichem Einfallen

(75°) findet sich in den Störungen XV und XVII wieder. Der wenig ausgeprägte Schwerpunkt in der Ost-West-Richtung (80°) entspricht etwa der Störung XIII mit 70°, wobei aber die Klüfte häufiger nach N und mit 55—60° flacher einfallen als Störung XIII, die mit 85° nach Süden geneigt ist.

Ich habe die Beschreibung dieses Bunkers an den Anfang des Abschnittes über die Geländeuntersuchungen gestellt, um die Zusammenhänge zwischen Klüften und Verwerfungen an diesem vorzüglichen Aufschluß zu zeigen. Aus der Übereinstimmung der tektonischen Merkmale im Schloßbergbunker möchte ich auf eine Übereinstimmung von Kluft- und Verwerfungsrichtungen am ganzen Schloßberg schließen.

c) Olivin-Nephelinit-Gang

Im Grundgebirge der Umgebung von Freiburg findet sich nach den zusammenfassenden Angaben von O. WILCKENS (1908) und W. WIMMENAUER (1950) eine Reihe von Vorkommen „basaltischer“ Gesteine; es handelt sich im Gebiet des Schloßbergs fast ausschließlich um durch Lesesteine belegte Nephelinite.

Ein bisher unbekannter Gang wurde im Verlauf dieser Untersuchung aufgefunden. Im Schloßbergbunker steht ein Olivin-Nephelinit-Gang in einer Länge von etwa 19 m an. Die Lage des Ganges ist aus der Karte auf Tafel 3 zu ersehen.

Der Gang streicht mit 85—100° und einem südlichen Einfallen von 70—85° ungefähr quer zur Längserstreckung des Bunkers; seine Mächtigkeit schwankt zwischen 35 und 40 cm.

Ein großer Teil des aufgeschlossenen Ganges wird von einer Zone stark wechselnder Dicke (3—70 cm) begleitet, die aus hellbraunem, teilweise gestreiftem, sandigem Grus zusammengesetzt ist. Es dürfte sich um stark zersetztes Nebengestein handeln.

An der Ostwand des östlichen Querschlages ist in der Mitte des Ganges eine blasenreiche Zone von etwa 10 cm Dicke und 2—3 m Erstreckung eingeschaltet; in dem dunklen Band des Olivin-Nephelinit liegen, etwas in der Richtung des Ganges gestreckt, bis zentimetergroße, weißliche, mit Kalkspat gefüllte Drusen regellos verstreut. An der Südwand des östlichen Querschlages berührt eine mit 110° streichende und mit 60° nach Süden einfallende Ruschel den Gang (Ruschel VII der Karte auf Tafel 3). Der Gang scheint nicht versetzt zu sein, und eine Fortsetzung der Ruschel im Hangenden des Ganges ist nicht zu sehen. Am Treffpunkt zwischen Gang und Ruschel wird das dunkle Nephelinitband auf etwa 1 m Länge durch ein hellgelbes bis braunes Material ersetzt. Man erkennt dort einmal Klüfte, die nur im Gang selbst vorkommen, und zum anderen die hellgelbe bis braune Sandzone, die ohne sichtbare Ablenkung an der Stelle vorbeiführt, an welcher

der Nephelinit aussetzt. Aus diesem Grunde halte ich die hellgelbe bis braune eingeschaltete Linse für stark zersetztes Gangmaterial. Die petrographischen Untersuchungsergebnisse verdanke ich einer freundlichen Mitteilung des Herrn Dr. W. WIMMENAUER.

Der Mineralbestand:

Olivin (meist zu Karbonaten und Serpentin zersetzt) und \pm Augit als Einsprenglinge;

in der Grundmasse finden sich:

Augit, isotrope Substanz, Zeolithe in feinstrahligen Aggregaten (wahrscheinlich umgewandelter Nephelin);

Magnetit, teilweise skelettartig,

brauner Amphibol, manchmal in kleinen Nestern.

Zahlreiche Blasenräume sind mit Kalkspat ausgefüllt.

In frischen Stücken von den Reutebacher Höfen (Blatt 7913 Waldkirch; westlich vom Roßkopf) und vom Attental (Blatt 8013 Freiburg; nordwestlich von Zarten) tritt an Stelle der isotropen und zeolithischen Substanz in der Grundmasse frischer Nephelin auf.

Folglich handelt es sich bei dem Gestein um einen stark zersetzten Olivin-Nephelinit.

Die westliche Fortsetzung des Ganges ist nicht mehr zu erkennen, da der vermutete Gangausbisß in der Ost-West-Strecke beim Eingang Milchhäusle vermauert ist.

B. Schloßberg

a) Störungen

Es wurden im Gebiet des vorderen und oberen Schloßberges in 23 Aufschlüssen Verwerfungen und Störungsklüfte beobachtet (die Verwerfungen des Schloßbergbunkers sind nicht mitgezählt). Die 23 Störungen sind mit auf der Karte der Tafel 1 dargestellt und bei STELLRECHT (1957, S. 27—31) ausführlich beschrieben.

Die Richtungen der Störungen liegen hauptsächlich in den Bereichen zwischen 35 und 45° und zwischen 65 und 80°. Die 110—120°-Richtung konnte nur in 3 Aufschlüssen nachgewiesen werden; rechnet man die Verwerfungen des Schloßbergbunkers dazu, so ist der Anteil der Richtungen zwischen 35 und 45°, zwischen 65 und 80° und zwischen 110 und 120° etwa gleich.

b) Klufftektonik

Alle Diagramme einzeln zu besprechen, ist bei der großen Zahl nicht möglich und auch nicht im Sinn klufftektonischer Analysen; ich schließe mich damit H. CLOOS (1935, S. 354) an: „wir haben gesehen, wie wichtig es

ist, bei der Benutzung der Diagramme unmittelbar für tektonische Zwecke nicht allzuviel Gewicht auf das einzelne Diagramm zu legen, sondern auf den Verband von möglichst vielen.“

Ich werde in den Abschnitten über die Klufftektonik des Schloßberges, des Sandfanges und der Straße Jägerhäusle—St. Ottilien kurz die in den betreffenden Gebieten vorherrschenden Richtungen besprechen.

Die Diagramme 1—51 (siehe: Karte auf Tafel 4 und Sammeldiagramm b auf Tafel 2), die auf der Südseite des Schloßberges aufgenommen wurden, zeigen ein deutliches Vorherrschen des 110° -Streichens mit nördlichem und südlichem Fallen. Besonders die Diagramme um das Greifeneggschlößle, um die Ludwigshöhe und in den Weingärten des Südabhanges vom Schloßberg weisen das 110° -Streichen auf.

Weit geringer tritt die 160 — 175° -Richtung mit westlichem Einfallen von 75 — 80° auf. Im ganzen Untersuchungsgebiet des Schloßberges sind nur drei Störungen beobachtet worden, die dieses Streichen haben. Auffällig ist die Häufung von Maxima der Kluffdiagramme mit einem Streichen von 160 — 175° um das Greifeneggschlößle und zwischen Ludwigshöhe und Bismarckturn: sowohl am Südwestsporn beim Greifeneggschlößle als auch in der auf einer Zerrüttungszone angelegten grabenartigen Vertiefung, welche von der Straße östlich der Ludwigshöhe benutzt wird, tritt das 160 — 175° -Streichen morphologisch gut hervor. Wie Harnische auf Klüften an dieser Straße zeigen, haben Bewegungen mit nordnordwestlichem Streichen stattgefunden; teilweise verläuft die Striemung horizontal. Untergeordnet findet sich eine Häufung mit 45° auf Sammeldiagramm b (Tafel 2). Auf der Karte 4 zeigt sich, daß dieses Streichen selten als Maximum, öfter jedoch als Schwerpunkt zweiter bis vierter Ordnung in den Diagrammen zu sehen ist.

Die Diagramme 52—87 (siehe Karte auf Tafel 4 und Sammeldiagramm c auf Tafel 2; dieses Sammeldiagramm enthält auch die Maxima von Aufschluß 88) weisen wie die Diagramme 1—51 ein Hauptmaximum in Richtung $110^\circ/80^\circ$ N auf. Ein Überwiegen dieser Richtung auch in den Aufschlüssen des westlichen und oberen Schloßberges war aus der tektonischen Lage dieses Untersuchungsabschnittes und nach seiner Morphologie nicht zu erwarten gewesen.

Das wenig ausgeprägte Maximum in $170^\circ/70$ — 75° W geht auf die Häufung dieses Streichens in den Diagrammen 64—74 zurück. Ein weiterer Schwerpunkt tritt in der $60^\circ/80$ — 85° -W-Richtung auf; dieses Streichen ist weder eindeutig dem 80° -Streichen der Störungen am Südabhang des Schloßberges noch zwanglos dem 45° -streichenden Kluffsystem zuzuordnen, das den Rheinalgraben-Randstörungen parallel läuft. Dieses 45° -Streichen tritt in einem ganz untergeordneten Maximum im Sammeldiagramm c auf (Tafel 2).

C. Sandfang

a) Störungen

Die Lage der Aufschlüsse und die darin eingemessenen Störungen sind in den Karten der Tafeln 1 und 4 eingezeichnet; sie liegen in den aufgelassenen Steinbrüchen an der Kartäuserstraße beim Sandfang.

Es sind nur Abschiebungen aufgeschlossen, die zwischen 65 und 70° streichen oder die wenig um 80° streuen. Alle Verwerfungen fallen in südlicher Richtung ein.

b) Klufftektonik

Von den bisher besprochenen Richtungen weichen die beiden in den Aufschlüssen am Sandfang vorherrschenden ab. Im Sammeldiagramm d (Tafel 2) liegt das Hauptmaximum der Klüfte in der $140^\circ/75-80^\circ$ E-Richtung; Störungen mit diesem Streichen sind am Sandfang nicht beobachtet worden; morphologisch tritt diese Richtung jedoch im Verlauf des Tälchens nördlich vom Gasthaus „Stahl“ zum Hirzberg und in dem Tälchen westlich der Kartaus hervor. Dieses Streichen entspricht dem des Immentales. In etwa gleicher Intensität erscheint die $75-80^\circ/80^\circ$ S-Richtung; weniger häufig treten Klüfte mit gleichem Streichen auf, die nach Norden fallen.

D. Straße Jägerhäusle — St. Ottilien

a) Störungen

Die Lage der Aufschlüsse und der in ihnen beobachteten Störungen ist aus den Karten auf den Tafeln 1 und 4 zu ersehen.

Von den neun eingemessenen Verwerfungen streuen fünf um den Streichwert von 145° mit vorwiegend östlichem Einfallen; drei Verwerfungen streichen mit $20-30^\circ$ und nur eine Verwerfung fällt in den Bereich zwischen 65 und 70° mit Ostfallen.

b) Klufftektonik

Wie das Sammeldiagramm e (siehe Tafel 2) verdeutlichen soll, streichen die Klüfte des Hauptmaximums $70-75^\circ$ und fallen steil nach Süden und Norden. In den Aufschlüssen 112—119 kommt noch ein Schwerpunkt mit einem Streichen von 140° dazu; dieses Streichen tritt auch in Diagramm 88 auf (dieser Aufschluß ist seiner tektonischen Stellung nach zu diesem Abschnitt zu ziehen).

Gegenüber den Diagrammen am Sandfang fällt auf, daß fast alle 140° streichenden Klüfte nach Westen fallen, während sie am Sandfang nach Osten einfielen.

Weiterhin lassen die Aufschlüsse 116, 117 und 119 ein Kluffmaximum erkennen, das zwischen 110 und 125° streicht und mit $80-85^\circ$ nach Süden einfällt.

Verwerfungen, Störungsklüfte und Klüfte
des Bunkers am Milchhäusle
bei Freiburg im Breisgau

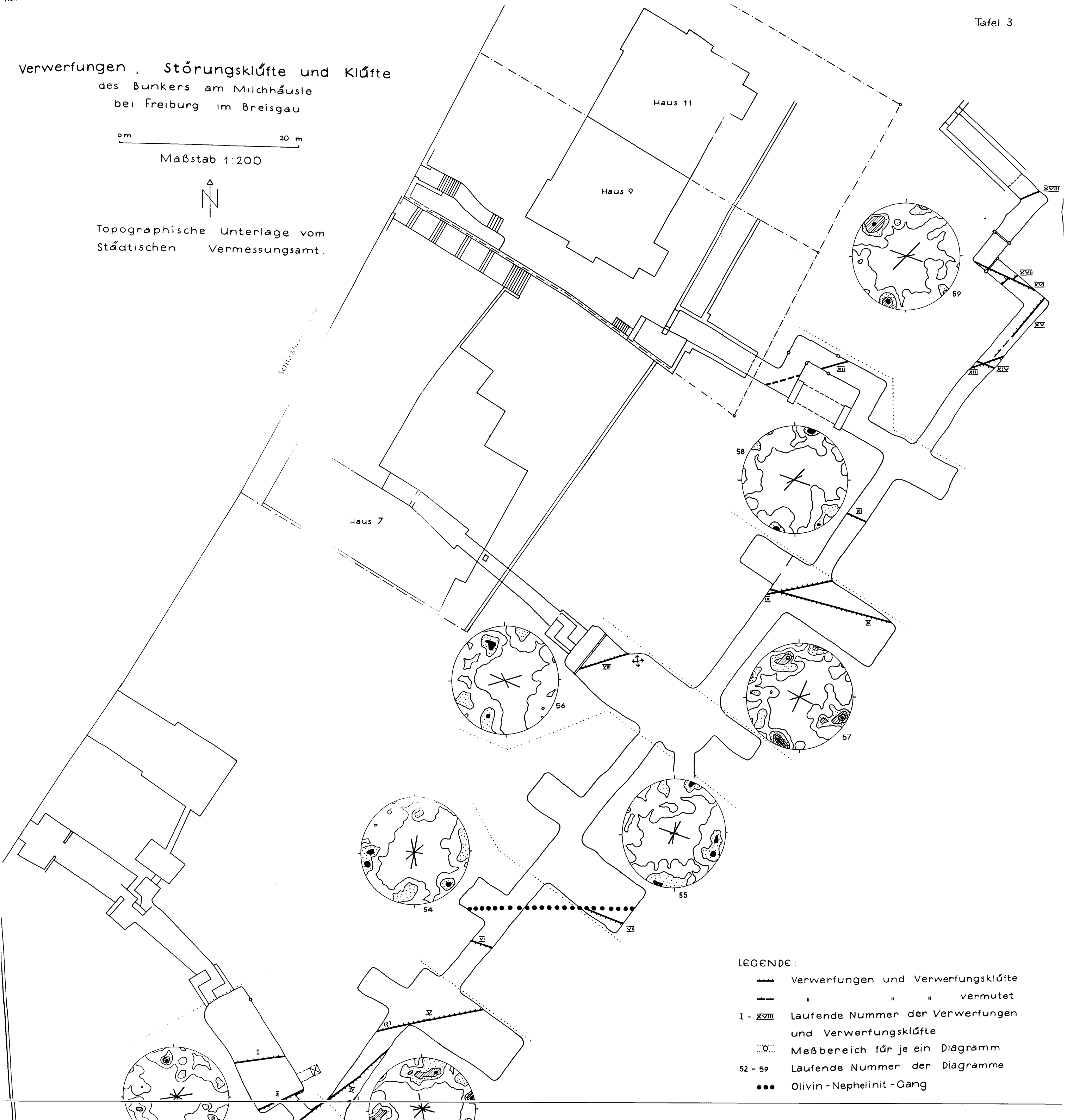
0m 20 m

Maßstab 1:200



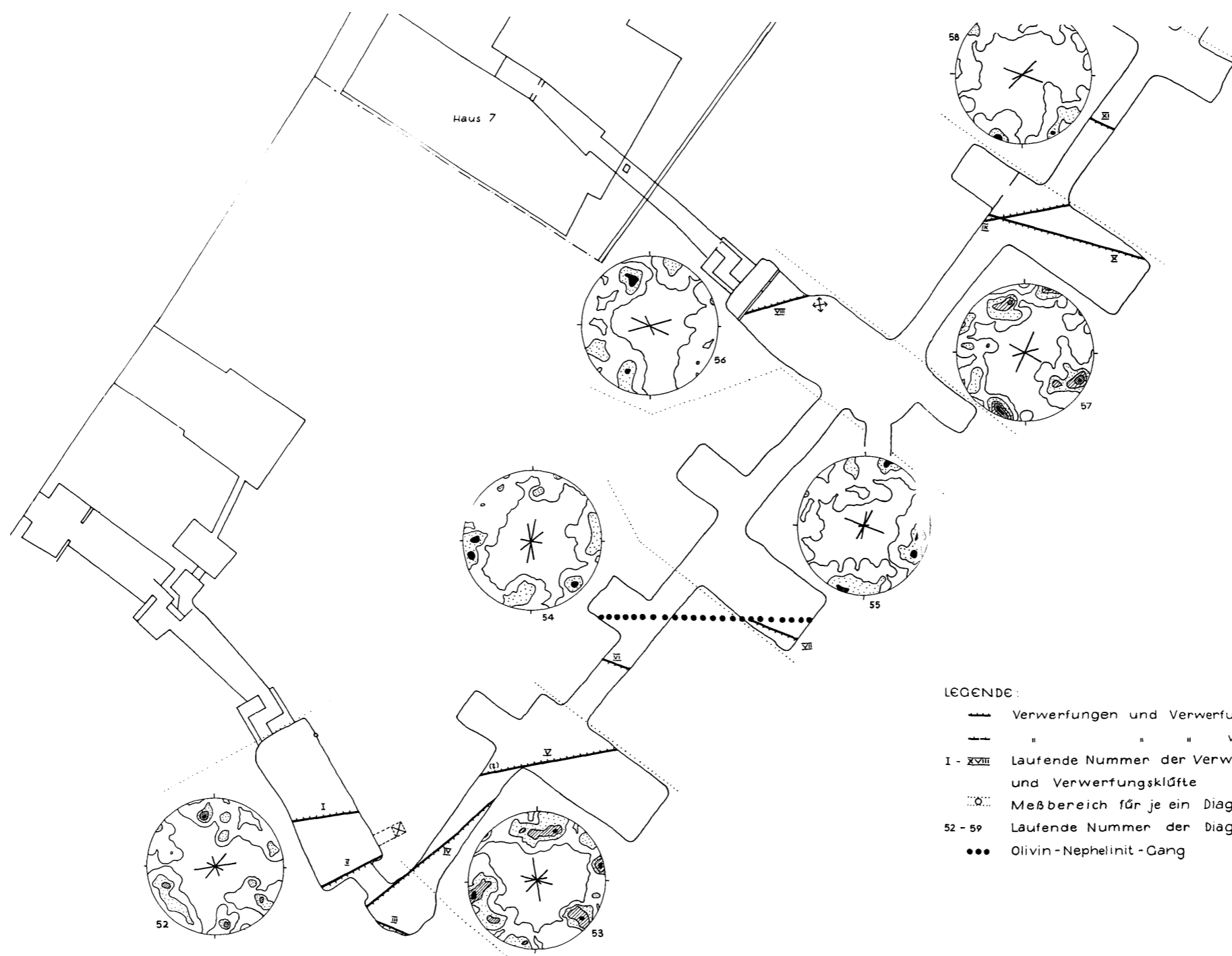
Topographische Unterlage vom
Städtischen Vermessungsamt.

Schlossgasse



LEGENDE:

- Verwerfungen und Verwerfungsclüfte
- - - " " " " vermutet
- I - XVIII Laufende Nummer der Verwerfungen
und Verwerfungsclüfte
- ⊙⊙⊙ Meßbereich für je ein Diagramm
- 52 - 59 Laufende Nummer der Diagramme
- Olivin - Nephelinit - Gang



- LEGENDE:
- Verwerfungen und Verwerfungsklüfte
 - - - " " " vermutet
 - I - XXIII laufende Nummer der Verwerfungen und Verwerfungsklüfte
 - ○ ○ Meßbereich für je ein Diagramm
 - 52 - 59 laufende Nummer der Diagramme
 - ● ● Olivin - Nephelinit - Gang

3. Ergebnisse

Der Schloßberg ist im Westen vom Rheintalgraben, im Süden von der Bruchzone des Dreisamtales und im Nordosten von der Immentalverwerfung tektonisch und morphologisch begrenzt.

Im Milchhäuslebunker sind zwei Zugänge in sehr stark zertrümmertem Gneis verstürzt. Die Verbindung der beiden östlichen Endpunkte der zu Bruch gegangenen Strecken streicht mit etwa 45° . In der Richtung dieser Bruchzone im Schloßbergbunker sehe ich die Richtung der äußeren Hauptverwerfung des Rheintalgrabens im Gebiet des Schloßberges. Ihr Streichen weicht hier, wie öfters zwischen Staufen und dem Elztal am westlichen Schwarzwaldabfall, von der Nordnordost-Richtung, dem Generalstreichen des östlichen Rheintalgrabenrandes, ab.

Die Verwerfung an der Schöneckstraße gehört mit ihrem 45° -Streichen in das System der Randstörungen des Rheintales; sie verwirft hier Gneis gegen Gneis: das zeigt uns, daß die Staffelbrüche des Grabens sich auch noch ins Grundgebirge des Schwarzwaldes fortsetzen. Im untersuchten Gebiet konnten noch im Bunker am Elektrizitätswerk (Aufschluß 2), beim Bismarckturm (Aufschluß 25), im Milchhäuslebunker (Aufschluß 59, Störung XV und XVII) und im Steinbruch am Immental (Aufschluß 88) Ruscheln beobachtet werden, die als Parallelsprünge zur Rheintal-Hauptverwerfung anzusehen sind.

Bemerkenswert ist die Übereinstimmung des Gneisstreichen (siehe Sammeldiagramm g auf Tafel 2) mit der Richtung der zum Rheintalgraben gehörenden Störungen. Sammeldiagramm g zeigt das absolut vorherrschende 45° -Streichen bei einem Einfallen von $30\text{--}40^\circ$ nach Osten. Die Angabe von R. BRILL (1933, S. 43), daß östlich einfallende Störungen im Bereich der Hauptverwerfung und östlich davon ganz verschwinden, kann bestätigt werden. Die Klüftung mit einem Streichen von 45° tritt stark zurück gegenüber der Häufung der Klüfte mit $110\text{--}120^\circ$ -Streichen. Die Beanspruchungen, die zur Klüftung führten, haben also am Schloßberg die Inhomogenitätsflächen der Gneistextur kaum benutzt; die Beanspruchungen, die zur Störungszone in der 45° -Richtung führten, scheinen aber das Grundgebirge des Schloßberges nicht so beeinflußt zu haben, daß sich ein Schwerpunkt der Klüfte in der 45° -Richtung entwickeln konnte.

Die Bonndorf-Freiberger Bruchzone streicht vom Höllental ins Dreisamtal, in dem nach W. CARLÉ (1955, S. 36) eine 100° streichende Störung anzunehmen ist. Meine Untersuchungen haben ergeben, daß am Süabhäng des Schloßberges $70\text{--}80^\circ$ streichende Störungen mit solchen von $110\text{--}120^\circ$ -Streichen sich abwechseln und kreuzen. Besonders am Sandfang herrschen die $70\text{--}80^\circ$ streichenden Ruscheln vor. Ostsüdost streicht auch die Bonndorfer Bruchzone, ostnordost der Nordrand des Zartener Beckens zwischen Ebnet und Wittnau. Aus dem Verhalten der Störungen und Klüfte beider

Richtungen zueinander darf geschlossen werden, daß sie etwa gleichzeitig gebildet wurden: Klüfte beider Systeme kreuzen sich ohne Versetzung, die Klüfte der einen Richtung lenken in die der anderen ein (Milchhäuslebunker, Aufschluß 53), und Störungen beider Richtungen kreuzen sich ohne beobachtbare gegenseitige Versetzung (Milchhäuslebunker, Störung IX und X, XIII und XIV). Das Zusammentreffen beider Störungssysteme und die intensive Zerruschelung des Gebietes, in dem sich die beiden Richtungen schneiden, weist neben anderen Erscheinungen (J. F. GELLERT 1931, S. 144) auf eine Entstehungsmöglichkeit des Zartener Beckens hin.

Im Gebiet des Sandfanges fallen 70—80° streichende Klüfte und Verwerfungen gleichsinnig, eine Erscheinung, die auch im Milchhäuslebunker beobachtet werden konnte.

Das vorherrschende Streichen aller rund 18 000 eingemessenen Klüfte im gesamten Untersuchungsgebiet ist 110—115° bei steilem Einfallen nach Norden und Süden (Sammeldiagramm a, Tafel 2). Der Schwerpunkt in der 110—115°-Richtung ist nicht auf den Südabhang des Schloßberges beschränkt, sondern erscheint auch am Westabhang als Maximum im Sammeldiagramm c (Tafel 2). Aus dem Verhalten der $\pm 110^\circ$ und $\pm 45^\circ$ streichenden Klüfte ist zu schließen, daß die 110° streichenden Klüfte die jüngeren sind. Dies ergibt sich aus der Versetzung der 45° streichenden Klüfte an denen mit 110°-Richtung. Die gleiche Erscheinung ist an Störungen dieser beiden Richtungen zu beobachten: im Milchhäuslebunker (Karte auf Tafel 3) wird die Verwerfung XVII an Nr. XVI so versetzt, daß der Nordflügel von Verwerfung XVI an der 110° streichenden Störung nach Osten verschoben ist; die 40° streichende Störung beim Bismarckturm (Aufschluß 25) wird von großen 110° streichenden Klüften ohne Versetzung geschnitten.

Die dritte tektonische und morphologische Begrenzung des Schloßberges ist das Immental. J. L. WILSER (1933, S. 135) beschreibt die „Immentalverwerfung“ als eine Störung, „die vom südwestlichen Steilhang der Röte am Hebsack entlang über den Immenberg bis an die Kartaus an Klüften und Harnischen zu verfolgen ist“

Im untersuchten Gebiet ist dieser Sprung nur im Steinbruch im Immental durch fünf etwa gleichstreichende Störungen zu fassen (Aufschluß 88). Am Sandfang weisen die Kluftmaxima (Sammeldiagramm d, Tafel 2) auf ein Überwiegen der 145°-Richtung mit steilem östlichem Einfallen hin; diese Nordost-Südwest-Richtung entspricht dem Verlauf des Immentales (Karte auf Tafel 4). Das Sammeldiagramm e (Tafel 2) der Aufschlüsse an der Straße Jägerhäusle — St. Ottilien zeigt einen Schwerpunkt der 145° streichenden Klüfte mit einem Einfallen nach Westen. Aus dem Vorherrschen der 145° streichenden Klüfte im Kluftbild am Sandfang darf auf eine Fortsetzung der im Immental durch Ruscheln (Aufschluß 88) belegten Störung in Richtung auf die Kartaus geschlossen werden. Das Einfallen nur einer Verwerfung ist aus dem Kluftbild nicht eindeutig zu ersehen, da die Maxima

am Sandfang und an der Straße Jägerhäusle — St. Ottilien ein entgegengesetztes Einfallen der Klüfte zeigen. Aus der Morphologie und diesen klufttektonischen Ergebnissen könnte man aber auf den Einbruch eines Keiles an 145° streichenden Verwerfungen schließen: von der Kartaus zum Immenberg eine westfallende Störung und vom Sandfang über den Hirzberg in Richtung der Immentalstraße eine ostfallende Störung. Durch die schlechten Aufschlußverhältnisse im Immental und am Hirzberg konnte diese Annahme nicht weiter als durch die Diagramme und durch den Aufschluß 88 mit seinen Verwerfungen belegt werden.

Die Untersuchung des Bunkers am Sandfang, den ich nicht betreten durfte, wird weiteren Aufschluß über die Immentalstörung, ihr Einfallen und ihre Stellung zu den $70\text{--}80^\circ$ und den $110\text{--}120^\circ$ streichenden Verwerfungen geben.

Die Altersstellung des Immentalsprunges kann durch Kluftbeobachtungen bestimmt werden: an Klüften der 145° -Richtung werden Klüfte deutlich versetzt, die 110° , $55\text{--}60^\circ$, 45° und $20\text{--}25^\circ$ streichen; also muß die 145° -Richtung die jüngste der aufgeführten Kluftrichtungen sein.

Die von GÖPPERT (1937, S. 157) auf einer Kartenskizze gegebene Darstellung der Tektonik des Gebietes westlich und südlich des Roßkopfes fand sich, soweit sie mein eigenes Untersuchungsgebiet betraf, nur zum Teil bestätigt. Er zeichnet eine Verwerfung, die von den Tälchen westlich des Stahlbuchs am Südhang des Schloßberges zum Pt. 286,6 nordöstlich Zähringen streicht. Im Untersuchungsgebiet konnte sie weder durch Rüschn noch durch eine Häufung ihr zugeordneter Klüfte nachgewiesen werden. Für eine Änderung der Streichrichtung der Immentalverwerfung nordwestlich des Steinbruchs im Immental ließen sich keine Hinweise finden.

Gleichstreichende Rüschn aus weit voneinander liegenden Grundgebirgsaufschlüssen miteinander zu verbinden (siehe Karte bei O. GÖPPERT 1937, S. 157), ist schwierig, da Richtung und Länge der Fortsetzung einer Ruschn im Grundgebirge kaum zu verfolgen sind. Meine Beobachtungen der zahlreichen Verwerfungen am Schloßberg haben ergeben, daß sie nicht über größere Entfernungen ohne Zwischenaufschlüsse verbunden werden können.

H. FREUDENBERG (1940, S. 290 ff.) gibt an, daß im oberen Höllental wider Erwarten „unter den Richtungen der Klüfte auch diejenige der Ruschnzonen kaum dichter besetzt ist“ Meine Auswertungen weisen ein Maximum jener Streichrichtung auf, die den Störungen des Höllentales entspricht: dieses Ergebnis steht also im Widerspruch zu dem von H. FREUDENBERG.

Das Fallen der Klüfte am Schloßberg schwankt durchschnittlich zwischen 70 und 85° . Eine gesetzmäßige Veränderung des Fallwinkels bei zunehmender Höhe konnte nicht beobachtet werden: bei rund 180 m Höhenunterschied von der Schloßbergstraße bis zum Schloßberggipfel wechselt zwar das Fallen der Klüfte, aber nicht so, daß am Fuße des Schloßberges deutlich geringere Fallwinkel auftreten als am Gipfel.

Die Frage, ob der Schloßberg die gleichen tektonischen Züge aufweist wie die Vorbergzone, oder ob neue auftreten, die nur dem Grundgebirge eigen sind, kann jetzt so beantwortet werden, daß die Tektonik des Grundgebirges am Schloßberg sich in ihrer Gesamtheit der der Vorbergzone anschließt und keine Besonderheiten zeigt.

Die Richtung des Gneisstreichens und die Richtung der Verwerfungen der äußeren Störungszone des Rheintalgrabens am Schloßberg sind gleichgerichtet; in der gleichen Richtung tritt jedoch keine auffallende Häufung von Klüften auf. Die Richtung der Verwerfungen und der Klüfte stimmen nur bei den gegenüber der äußeren Randstörung weniger bedeutenden Verwerfungen am Schloßberg überein, also bei der 70°-, 110°- und bei der 140°-Richtung.

Angeführte Schriften

- BILLINGS, M. P.: Structural Geology. 2. Aufl., 514 S., 381 Abb., New York 1954.
- BRILL, R.: Die Tektonik an der Hauptrheintalverwerfung am Lorettoberg bei Freiburg i. Br. — Geol. Rdsch. **23 a** (SALOMON-CALVI-Festschrift), S. 38—51, 3 Abb., 1 Tafel, Berlin 1933.
- Die geologischen Ergebnisse des Tunnelbaues durch den Lorettoberg bei Freiburg i. Br. — Jber. Mitt. oberrhein. geol. Ver. N. F. **23**, S. 88—106, 1 Abb., Stuttgart 1934.
- und EIGENFELD, R.: Geologische Spezialkarte von Baden 1 : 25 000, Blatt Waldkirch (107, topograph. 7913), 1935.
- BUBNOFF, S. v.: Zur Tektonik des südlichen Schwarzwaldes. — N. Jb. Mineral. **1**, S. 147—156, 1 Abb., Stuttgart 1912.
- CARLÉ, W.: Bau und Entwicklung der Südwestdeutschen Großscholle. — Beih. geol. Jb. **16**, 272 S., 45 Abb., 4 Tafeln, Hannover März 1955.
- CLOOS, E.: The application of recent structural methods in the interpretation of the crystalline rocks of Maryland. — Maryland geol. Surv. **13**, S. 27—105, 15 Abb., 9 Tafeln, 3 Tabellen, Baltimore 1937.
- CLOOS, H.: Quarzgefügestudien im östlichen Graubünden. — TSCHERMAKS mineral-petrogr. Mitt. N. F. **46**, 5, S. 342—402, 18 Diagramme, 1 Tafel, Wien 1935.
- DAUBRÉE, A.: Synthetische Studien zur Experimentalgeologie. Autorisierte deutsche Ausgabe von A. GURLT. 596 S., 260 Abb., 8 Tafeln, Braunschweig 1880.
- DEECKE, W.: Einige Bemerkungen zu den Beben im badischen Oberlande. — Mitt. bad. Landesver. Naturkde. 1909, S. 285—292, Freiburg 1909.
- EBERT, A.: Beiträge zur analytischen Tektonik mit einem Beispiel aus dem östlichen Deister. — Z. dtsh. geol. Ges. **75**, S. 46—74, 1 Tafel, 11 Abb., Berlin 1924.
- FREUDENBERG, H.: Eine Kartierung der Bewegungsspuren im obersten Höllental (Schwarzwald). — Geol. Rdsch. **31**, S. 285—293, 3 Abb., 3 Tafeln, Stuttgart 1940.
- GELLERT, J. F.: Geomorphologische Studien und Probleme im Schwarzwald. — Ber. naturforsch. Ges. Freiburg **31**, 1/2, S. 117—159, 8 Profile, 1 Karte, Freiburg i. Br. 1931.
- GÖPPERT, O.: Die Fortsetzung des Bonndorf-Lenzkircher Grabens in die Freiburger Bucht. — Bad. geol. Abh. **9**, S. 155—163, 1 Abb., Karlsruhe 1937.

Vereinfachte Darstellung der Kluftrichtungen
am Schloßberg bei Freiburg im Breisgau

0m 250m
Maßstab 1:2500



Kartaus

- GUENTHER, E.: Der geologische Aufbau der Freiburger Bucht. — Bad. geol. Abh. 7, S. 10—64, 3 Karten, 2 Profile, Karlsruhe 1935.
- HOLST, H.: Untersuchungen über die Form des Felsuntergrundes des Dreisamtales zwischen Freiburg/Br. und Kirchzarten auf Grund von Gravitationsmessungen mit der Drehwaage. — Ber. naturforsch. Ges. Freiburg 25, S. 75—109, 4 Abb., 5 Tafeln, Freiburg i. Br. 1925.
- KNOPF, E. B., und INGERSON, E.: Structural Petrology. Geol. Soc. America, Mem. 6, 270 S., 81 Abb., Washington November 1938.
- LACHMANN, R.: Zur Klärung tektonischer Grundbegriffe. — Z. dtsh. geol. Ges. Monatsber. 66 (für 1914), S. 227—244, 5 Abb., Berlin 1915.
- LJUNGNER, E.: Spaltentektonik und Morphologie der schwedischen Skagerrak-Küste. — Bull. geol. Inst. Univ. Upsala 21, 478 S., 288 Abb., 9 Tafeln, 1927-1930.
- LUTZ, M.: Stratigraphische und tektonische Untersuchungen am südwestl. Schwarzwaldrand. — Diss. Freiburg i. Br. 1958.
- MICHELAU, P., und PILGER, A.: Kleintektonische Fragen im Ruhrkarbon. — Z. dtsh. geol. Ges. 100, S. 467—498, 12 Abb., Hannover 1950.
- MÜLLER, L.: Untersuchungen über statistische Klufmessungen. — Geologie und Bauwesen 5, 1, S. 185—255, 22 Abb., Wien 1933.
- PINCUS, H. J.: Statistical methods applied to the study of rock fractures. — Bull. geol. Soc. America 62, 2, S. 81—130, 24 Abb., New York Februar 1951.
- RINNE, F.: Bemerkungen über künstliche Bruchsysteme und ihre geologischen Analogien. — Cbl. Mineral., B, S. 553—569, 20 Abb., Stuttgart 1928.
- RÜGER, L.: Einige Bemerkungen zur Darstellung tektonischer Elemente, insbesondere von Klüften und Harnischen. — Sitzungs-Ber. Heidelberger Akad. Wiss., 16 S., 1 Abb., Berlin und Leipzig 1928.
- SANDER, B.: Über einen Fall von Kristallisationsschieferung mit Internregelung. — N. Jb. Mineral., Beilage-Bd. 57, A, 2 (Festschrift MÜGGÉ), S. 1149—1184, 12 Abb., Stuttgart 1928.
- Einführung in die Gefügekunde der geologischen Körper. 1. Teil: Allgemeine Gefügekunde und Arbeiten im Bereich Handstück bis Profil. 215 S., 66 Abb., Wien und Innsbruck 1948.
- SCHENK, E.: Prinzipielle Bemerkungen zu statistischen Methoden in der Tektonik, mit einigen Beispielen aus dem Rheinischen Schiefergebirge. — Cbl. Mineral. 1936, B, S. 129—139, 9 Abb., Stuttgart 1936.
- SCHMIDT, W.: Statistische Methoden beim Gefügestudium kristalliner Schiefer. — Sitzungs-Ber. kaiserl. Akad. Wiss. Wien, mathemat.-naturwiss. Klasse (1) 126, 6/7, S. 515—538, Wien 1917
- Gefügesymmetrie und Tektonik. — Jb. geol. Bundesanstalt Wien 76, S. 407—430, 18 Diagramme, Wien 1926.
- SCHMIDT-THOMÉ, P.: Klufftektonische Beobachtungen in den Bayrischen Alpen. — Geologica Bavarica 17, S. 5—16, 11 Abb., München 1953.
- SCHUCK, F.: Tektonisch-petrologische Studien am Mittweidaer Granitkörper. — Abh. math.-physik. Kl. sächs. Akad. Wiss. 39, 7, S. 3—42, 20 Abb., 1 Tafel, Leipzig 1927.
- SCHWINNER, R.: Scherung, der Zentralbegriff der Tektonik. — Cbl. Mineral., B, S. 469—479, 5 Abb., Stuttgart 1924.
- Der Begriff „Scherung“ in der Tektonik. — Cbl. Mineral., B, S. 31—43, 1 Abb., Stuttgart 1928.

- SEIDEL, G.: Die anschauliche Darstellung tektonischer Flächen im Diagramm. — Glückauf 85, 19/20, S. 327—343, 9 Abb., Essen 1949.
- SEIDLITZ, W. v.: Erdbeben und Gebirgsbau in Südwestdeutschland. — Geol. Rdsch. 4, S. 262—273, Leipzig und Berlin 1913.
- SEITZ, O.: Über die Tektonik der Luganer Alpen. — Verh. naturhist.-medizin. Ver. Heidelberg N. F. 13, 3, S. 533—601, 12 Abb., 2 Tafeln, Heidelberg 1917.
- SPIEGELHALTER, F.: Die Tektonik im obersten Teil des Bonndorfer Grabens. — Mitt. bad. geol. Landesanstalt 6, S. 745—787, 3 Tafeln, Heidelberg 1912.
- STELLRECHT, R.: Kluftektonische Untersuchungen am Schloßberg bei Freiburg i. Br. — Naturwiss.-math. Diss., maschinenschriftl., Univ. Freiburg i. Br., 52 S., 3 Abb., 5 Karten, 11 Tafeln, Freiburg i. Br. 1957.
- STELLRECHT, R., und WIMMENAUER, W.: Ein neuer „Basalt“-Gang vom Schloßberg bei Freiburg. — Mitt. bad. Landesver. Naturkunde Naturschutz Freiburg i. Br., N. F. 7, H. 2, S. 162, Freiburg i. Br. 1958.
- STINY, J.: Die Ausführung der Klufthemessung. — Der Geologe 38, S. 873—877, Leipzig 1925.
- STOBER, G.: Kleintektonische Untersuchungen im Gebiet des Kaiserstuhls und des Limberges. — Naturwiss.-math. Diss., maschinenschriftl., Univ. Freiburg i. Br., 71 S., 25 Abb., 4 Tafeln, 18 Diagramme, Freiburg i. Br. 1955.
- TURNER, F. J.: Mineralogical and structural evolution of the metamorphic rocks. — Geol. Soc. America, Mem. 30, 342 S., 86 Abb., Baltimore, 28. 7. 1958.
- WESTPHAL, F.: Der Nimberg bei Freiburg i. Br. — Diplomarbeit, maschinenschriftl., Univ. Freiburg i. Br., 66 S., 19 Abb., 1 Tafel, 1 Karte, Freiburg i. Br. 1953.
- WILKENS, O.: Über die Verbreitung der Basaltgänge in der Umgebung von Freiburg im Breisgau. — Cbl. Mineral. 1908, S. 261—270, 3 Abb., Stuttgart 1908.
- WILSER, J. L.: Die tektonische Lage von Freiburg im Breisgau. — Ber. naturforsch. Ges. Freiburg 32, S. 133—143, 2 Karten, 1 Profil, Freiburg i. Br. 1933.
- WIMMENAUER, W.: Die basaltischen Gesteine im Grundgebirge der Umgebung von Freiburg i. Br. — Mitt. bad. geol. Landesanstalt 1949, S. 40—42, Freiburg i. Br. 1950.
- WINCHELL, H.: A new method of interpretation of petrofabric diagrams. — American Mineralogist 22, 1, S. 15—36, 15 Abb., Menasha/Wis. 1937.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Berichte der naturforschenden Gesellschaft zu Freiburg im Breisgau](#)

Jahr/Year: 1958

Band/Volume: [48](#)

Autor(en)/Author(s): Stellrecht Rolf

Artikel/Article: [Tektonik am Schloßberg bei Freiburg i.Br. 119-138](#)