

Vergleichende Untersuchung der Grund- und Deckgebirgsklüfte im südlichen Odenwald.

I. Teil.

**Das Gebiet zwischen Schriesheim, Wald-Michelbach,
Fürth und Heppenheim.**

Von

Max Pfannenstiel in Heidelberg.

(Mit 2 Karten und 3 Tafeln.)

Inhaltsverzeichnis.

Karten- und Literaturverzeichnis	2
1. Einleitung	5
2. Überblick über die Gesteine und Formationen des Gebietes	6
3. Tektonischer Überblick .	10
4. Die Arbeitsmethode	14
5. Der Granit von Schriesheim	16
6. Die zweite Zone des Schriesheimer Granites	18
7. Die dritte Zone des Schriesheimer Granites	21
I. Klüfte und Gänge des Griet beim Sanatorium Stammberg .	22
II. Klüfte und Gänge von der Spatschlucht im Weiten Tal .	24
III. Klüfte und Gänge im Granit des Hellerbachtals .	24
IV. Klüfte und Gänge im Granit des Schafpferch . .	25
V. Klüfte und Gänge im Granit des Gaisenbachtals	26
VI. Klüfte und Gänge im Granit vom „Ludwigstal“ .	27
VII. Klüfte im Granit von Altenbach	27
VIII. Klüfte im Diorit des Sichelbachtals	28
IX. Klüfte im Ganggranit vom Hermannsgrund . .	28
X. Klüfte im Kalksilikathornfels der Hohen Waid	29
8. Der Granit von Heiligkreuzsteinach .	29
9. Der Reichsgranit von Oberflockenbach .	33
10. Der Granit der Tromm	36
11. Der Granit vom Borstein bei Zotzenbach	36
12. Der feinkörnige Trommgranit vom Gärtnerskopf .	38
13. Die Amphibolitscholle vom Gärtnerskopf	39
14. Aufschlüsse in den Verwerfungszonen der Otzbergspalte	41

2	MAX PFANNENSTIEL,	[182
15.	Der Granit von Wald-Michelbach i. Od.	43
16.	Der Hornblendegranit des Weschnitztales	50
17.	Allgemeine Bemerkungen über die Rotliegendesedimente und den Buntsandstein von Blatt Heidelberg	58
18.	Die Beschaffenheit der Klüfte im Buntsandstein	59
19.	Die Anordnung der Klüfte im Rotliegenden und Buntsandstein von Blatt Heidelberg	61
20.	Vergleich der Klüfte des Buntsandsteines mit den Klüften des Rot- liegenden und des Granites von Blatt Heidelberg	62
21.	Die Klüfte des Buntsandsteines von Ober- und Unter-Abtsteinach .	70
22.	Vergleich der Klüfte des Buntsandsteines mit den Klüften des Granites von Wald-Michelbach und Aschbach	73
23.	Beziehung der Buntsandsteinklüfte zu Verwerfungen	75
24.	Die Klüfte des Buntsandsteines und des Wellenkalkes im Erbach- Michelstädter Graben	79
25.	Beobachtung von Harnischflächen	80
26.	Erörterung über die Entstehung der Klüfte	83
27.	Zusammenfassung	89

Karten über das Gebiet des südlichen kristallinen Odenwaldes.

Geologische Übersichtskarte des Odenwaldes und der Bergstrafse. Von G. KLEMM. Mafsstab 1 : 100 000. 1911.

Geologische Spezialblätter des Großherzogtums Baden und Hessen mit den Erläuterungen. 1 : 25 000.

- a) Heidelberg (Nr. 23) von A. ANDREAE und A. OSANN. III. Auflage bearbeitet von H. THÜRACH. 1918.
- b) Birkenau (Weinheim) von G. KLEMM. 1905.
- c) Lindenfels von C. CHELIUS. 1901.
- d) Beerfelden von G. KLEMM. 1900.
- e) Erbach und Michelstadt von G. KLEMM. 1897.
- f) Brensbach-Böllstein von C. CHELIUS. 1897.

Literaturverzeichnis.

Ältere Literatur bis 1900.

GÜTHER, Beschreibung einer Reise durch einen Teil der Bergstrafse und der Neckartäler der Mittelpfalz. Pfälzisches Museum 1784—86. II.

BRONN, H. G., Gaea Heidelbergensis 1830.

LEONHARD, G., Mineralogisch-geognostische Beschreibung der Umgegend von Schriesheim, mit besonderer Rücksicht auf die an der Bergstrafse auftretenden Porphyre. Neues Jahrbuch für Mineralogie 1839.

Ders., Beiträge zur Geologie der Gegend um Heidelberg. 1844.

Ders., Geognostische Skizze des Großherzogtums Baden. 2. Auflage. 1861.

FUCHS, C. W., Schillerfels bei Schriesheim a. d. Bergstr. Neues Jahrbuch für Mineralogie 1864, S. 326.

ZITTEL, K., Labrador-Diorit von Schriesheim bei Heidelberg. Neues Jahrb. f. Min. 1866, S. 641.

- BENECKE, E. W., Lagerung und Zusammensetzung des geschichteten Gebirges am südl. Abhange des Odenwaldes. 1869.
- COHEN, E., Die zur Dyas gehörigen Gesteine des südl. Odenwaldes. 1871.
- BENECKE, E. W. und COHEN, E., Geognostische Beschreibung der Umgegend von Heidelberg. 3 Hefte. 1880.
- ANDREAE, A., 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. Verh. d. naturh.-med. Vereins zu Heidelberg. N. F. IV. Bd., 1. Heft. 1887.
- CHELIUS, C., Granit und Minetten an der Hirschburg bei Leutershausen südl. Weinheim a. d. Bergstr. Notizbl. d. Ver. f. Erdkde. z. Darmstadt. 1888. IV. Folge.
- ANDREAE, A. und OSANN, A., Beiträge zur Geologie des Blattes Heidelberg VII—XI. Mitt. d. bad. geol. Landesanst. 1889.
- SALOMON, W., Über einen Doppelgang von Minette und Granitporphyr bei Schriesheim i. Od. (mit einer Profilskizze). Oberrh. geol. Ver. 1899.

Neuere Literatur 1900—1925.

- SALOMON, W., Muschelkalk und Lias am Katzenbuckel. Zentralbl. f. Min., Geol. u. Paläont. 1902, S. 651—656.
- FREUDENBERG, W., Der Jura am Katzenbuckel. Ber. üb. d. Versammlung d. Oberrh. geol. Ver. 1903.
- SALOMON, W. und NOWOMEJSKY, M., Die Lagerungsform des Amphibolperidotites und Diorites von Schriesheim i. Od. Verh. d. naturh.-med. Ver. z. Heidelberg. N. F. VII, 5. 1904.
- FREUDENBERG, W., Geologie und Petrographie des Katzenbuckels im Odenwald. Mitteilungen der großsh. bad. geol. Landesanst. V. Bd., 1. Heft, 1906.
- LIND, J. G., Geolog. Untersuchungen der Beziehungen zwischen den Gesteinsspalten, der Tektonik und dem hydrographischen Netz des Gebirges bei Heidelberg. Verh. d. naturh.-med. Ver. z. Heidelberg. N. F. Bd. XI, Heft 1, 1910.
- SALOMON, W., Granit bei Eberbach am Neckar. Verh. d. naturh.-med. Ver. zu Heidelberg. N. F. XI. Bd., Heft 2, 1911.
- Ders., Die Bedeutung der Messung und Kartierung von gemeinen Klüften und Harnischen mit besonderer Berücksichtigung des Rheintalgrabens. Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. Bd. 63, Heft 4, 1911.
- Ders., Über Gesteinsklüftung und Klüftbarkeit. Der Steinbruch Jahrg. VI, 1911, Heft 20.
- BÄRTLING, R., Die Schwerspatlagerstätten Deutschlands. Stuttgart 1911.
- SALOMON, W., Ist die Parallelstruktur des Gotthardgranites protoklastisch? Verh. d. naturh.-med. Ver. z. Heidelberg. N. F. XI. Bd., 3. Heft, 1912.
- Ders., Das geologische Auftreten des Schwerspates in der Heidelberger Gegend und seine Beziehung zu einer alten Thermalitätigkeit. Jahresber. u. Mitteil. d. Oberrh. geol. Ver. N. F. Bd. V, 1915/16.
- SEITZ, O., Über die Tektonik der Luganer Alpen. Verh. d. naturh.-med. Ver. zu Heidelberg 1914—17, Nr. 13.
- RÖHRER, FR., Geologische Untersuchungen der Beziehungen zwischen den Gesteinsspalten, der Tektonik und dem hydrographischen Netz im nördlichen Schwarzwald und südlichen Kraichgau.

- a) I. Teil. Die gemeinen Klüfte und Harnische. Jahresbericht u. Mitteil. d. oberrh. geol. Ver. VI. Bd., 1. Heft, 1916.
- b) II. Teil. Bemerkungen zur Tektonik Südwestdeutschlands. Jahresber. u. Mitteil. d. oberrh. geol. Ver. XI. Bd., 1922.
- BUBNOFF, S. VON, Über die Druckrichtung im Granit bei Heidelberg. Jahresber. u. Mitteil. d. oberrh. geol. Ver. N. F. Bd. XI, 1922.
- Ders., Tektonik und Intrusionsmechanismus im kristallinen Odenwald aus Tektonik und Magma; Untersuchungen zur Geologie der Tiefen von HANS CLOOS. Abhandl. der preufs. geol. Landesanst. N. F. Heft 89, 1922.
- KLEMM, G., Über die Beziehungen zwischen dem „Böllsteiner“ und dem „Bergsträßer“ Odenwald. Notizbl. d. Ver. f. Erdkunde und d. hess. geol. Landesanst. z. Darmstadt. V. Folge, 6. Heft, 1923.
- Ders., Der Granit von Waldmichelbach i. Od. Notizbl. d. Ver. f. Erdkunde u. d. geol. Landesanst. z. Darmstadt. V. Folge, 5. Heft für die Jahre 1919/22, erschienen 1923.
- HOPPE, W., Die Marmorlager von Auerbach an der Bergstraße und ihre Grenzgesteine. Untersuchungen an kontaktmetamorphen Sedimenten des Odenwaldes. Notizbl. d. Ver. f. Erdkunde und d. geol. Landesanst. zu Darmstadt. V. Folge, 6. Heft, 1923.
- WALGER, TH., Beitrag zur Morphologie der Heppenheim-Kirschhäuser Senke. Notizbl. d. Ver. f. Erdkunde usw. Darmstadt. V. Folge, 6. Heft, 1923.
- STILLE, H., Grundfragen der vergleichenden Tektonik. Borntträger 1924.
- KLEMM, G., Bemerkungen über die Tektonik des Odenwaldes. Notizblatt d. Ver. f. Erdkunde usw. Darmstadt. V. Folge, 7. Heft, 1925.
- MOOS, A., Zur Bildung der Schwerspat- und Erzgänge längs des Rheintalgrabens. Zentralbl. f. Min. usw. Jahrg. 1925, Abt. B, Nr. 9, S. 281—286.
- HOPPE, W., Die Untersuchung des Buntsandsteines. Auf Grund von Untersuchungen im Buntsandstein des Odenwaldes. Die Steinindustrie 1925, Heft 9 u. 10.
- SALOMON, W., Beobachtungen über Harnische. Sitzungsber. d. Heidelberger Akademie der Wissenschaften, math.-nat. Kl. Abt. A, 1925, 4. Abh.

Literatur zur Methodik der Granitmessungen.

- CLOOS, H., Geologie der Schollen in schlesischen Tiefengesteinen. Abh. preufs. geol. Landesanst. N. F. Heft 81, 1920.
- Ders., Der Mechanismus tiefvulkanischer Vorgänge. Braunschweig 1921.
- Ders., Tektonik und Magma, Untersuchungen zur Geologie der Tiefen. Abh. preufs. geol. Landesanst. N. F. Heft 89, 1922.
- Ders., Tektonik und Magma II. Abh. preufs. geol. Landesanst. N. F. Heft 96, 1924.
- Ders., Der Gebirgsbau Schlesiens und die Stellung seiner Bodenschätze. Berlin 1922.
- Ders., Das Batholithenproblem. Berlin 1923.
- Ders., Einführung in die tektonische Behandlung magmatischer Erscheinungen. I. Spezieller Teil. Das Riesengebirge in Schlesien. Bau, Bild und Oberflächengestaltung. 1925.
-

1. Einleitung.

Begrenzung und Umfang des Gebietes.

Das von mir untersuchte Gebiet ist ein Geländestreifen, der teilweise im Buntsandstein liegt, teilweise im Granit. Eine genaue Nordbegrenzung kann ich nicht angeben, da ich je nach den Aufschlüssen gezwungen war, manchmal abliegende Gebietsstücke mit zu untersuchen, manchmal aber kein Beobachtungsmaterial selbst nahe der Buntsandstein-Granit-Grenze vorfand. Die Westgrenze ist der Abbruch des Gebirges zur Rheinebene. Von da verläuft die Südgrenze, bei Schriesheim an der Bergstraße beginnend, über den Weißenstein-Schriesheimerhof-Wilhelmsfeld nach Heiligkreuzsteinach. Von hier wendet sie sich in SN-Richtung dem Tale des Eiterbaches folgend nach dem Zollstock und dem Kottenberg bei Siedelsbrunn, zieht dann in NO-Richtung über Waldmichelbach nach DürrEllenbach, um wieder in annähernd süd-nördlichem Verlauf die Orte Olfen, Wahlen, Grassellenbach und Langenbrombach zu berühren.

Dieser angegebene Teil der Grenze liegt fast ganz im Gebiet des Buntsandsteines und fällt im Osten mit den westlichen Verwerfungen des Erbach-Michelstädter Grabens zusammen. Es lag nahe die Aufschlüsse im Gebiet des Michelstädter Grabens nicht mehr in die systematische Untersuchung einzubeziehen, weil weiter im Osten kein Grundgebirge mehr zutage tritt und die zahlreichen Störungen zu sehr das Bild beeinflussen hätten. Es wurden nur einzelne Aufschlüsse, welche gerade am Wege lagen, gleichsam als Stichproben, untersucht, um zu sehen, ob dort andere Verhältnisse vorliegen. Nördlich bin ich an keiner Stelle über die Tiefenlinie des Heppenheim-Kirschhäuser Tales hinausgegangen, habe aber auch südlich davon keineswegs alle Gebietsteile untersucht.

Das Hauptziel der vorliegenden Arbeit bestand darin, durch Vergleich der Klüfte im Deckgebirge — also in der Hauptsache im Buntsandstein und untergeordnet im Rotliegenden — mit den Klüften des Grundgebirges zu ermitteln, was tektonische Klüfte, was Kontraktionsklüfte im Granit sind.

Ausgehend von der Betrachtung, daß die gemeinen Klüfte des Buntsandsteins nur tektonischer Natur und im großen ganzen nur spät- oder postjurassischen, hauptsächlich wohl tertiären Alters sein werden, die Klüfte des Grundgebirges hingegen zwei verschiedenen

Ursachen ihr Dasein verdanken können, nämlich der Kontraktion bei der Erstarrung des Granites und der tektonischen Beanspruchung sowohl bei seiner Intrusion, wie lange nachher, lag es nahe durch Vergleich der Klüfte in den 2 Stockwerken, im Granit zu ermitteln, welche Klüfte durch Tektonik, welche durch Kontraktion entstanden sind.

CLOOS und seine Schüler haben uns durch ihre Arbeiten aus Schlesien und anderen Gegenden eine Methode gegeben, die es gestattet die Klüfte der Tiefengesteine in Beziehung zu anderen gerichteten Merkmalen in ihnen zu setzen und damit ursprüngliche Klüfte, d. h. solche, die bei der Bildung der Intrusivmasse auf-rissen von späteren durch Bruchtektonik entstandenen zu trennen:

Da, wie schon erwähnt, leider Aufschlüsse des Deckgebirges nicht immer in der Nähe von Steinbrüchen des Grundgebirges anzutreffen waren, war ich genötigt den schmalen Streifen an einzelnen Stellen zu erweitern. Hauptsächlich war der Granit arm an Aufschlüssen, was sich unangenehm bemerkbar machte. Deshalb wurden auch Gebiete einbezogen, die weiter weg vom Deckgebirge lagen, nur weil sie gute Aufschlüsse boten. Der Hornblendegranit des Weschnitztales ist durch den regen Steinbruchbetrieb der Orte Wald-Erlenbach, Sonderbach, Kirschhausen sehr gut zu studieren; er wurde infolgedessen in den Bereich der Untersuchung gezogen. Der sogenannte „Böllsteiner“ Odenwald bietet kaum Aufschlüsse. Die wenigen Messungen, die hier zu gewinnen waren, müssen vorsichtig verwendet werden. Viele Steinbrüche des Trommgranites sind in Ruschelzonen und in der Nähe von Verwerfungen (Otzbergspalte) angelegt. Nur am Borstein und am Trommwirtshaus steht ungestörter Granit an, so daß die Auswertung der Messungen der regelmäßigen Klüfte dieser Stelle für das ganze Massiv gelten muß.

STILLE (1924) folgend gebrauche ich in der Arbeit die Ausdrücke „herzynisch“ für die Richtung SO—NW, „erzgebirgisch“ für SW—NO, „rheinisch-longitudinal“ für NS, „rheinisch transversal“ für OW. Der Ausdruck „varistisch“ ist rein zeitlich angewandt.

Es wurden die geol. Spezialkarten 1 : 25000 von Heidelberg der bad. geol. Landesanstalt, von Weinheim-Birkenau, Lindenfels, Erbach, Beerfelden und Brensbach-Böllstein der hess. Landesanstalt benutzt.

Der Arbeit ist ein Literaturverzeichnis beigegeben, das nach der Jahreszahl des Erscheinens der betreffenden Arbeiten angeordnet ist. Durch Vermerk der Jahreszahl hinter einem Autornamen wird also auf das Literaturverzeichnis hingewiesen.

2. Kurzer Überblick über die Gesteine und Formationen des Gebietes.

Wie schon in der Einleitung erwähnt wurde, besteht das untersuchte Gebiet aus kristallinem Grundgebirge, etwas Rotliegendem

und mesozoischem Deckgebirge. Die ältesten Gesteine sind die metamorphen Schiefer, die als mehr oder weniger große Schollen im Granit zu schwimmen scheinen. Der Kalksilikathornfels der Hohen Waid bei Schriesheim und der schiefrige Amphibolit von Stallenkandel und Mackenheim im Kreidach-Mörtenbacher Tal stellen die Reste einer paläozoischen Sedimentdecke dar, in welche der Granit eindrang. Man hat gewöhnlich vermutet, daß diese Schollen devonisch seien und HOPPE (1923) hat auf Grund genauer Untersuchungen diese Vermutung sehr wahrscheinlich gemacht.

Das älteste Intensivgestein des Gebietes ist der Diorit, der meist nur schlecht aufgeschlossen ist. Er findet sich in größerer Verbreitung bei Ober-Absteinach und Rippenweiher. KLEMM (1905, S. 4) betrachtet wohl mit Recht in seinen Erläuterungen zu Blatt Weinheim-Birkenau diese Vorkommen als Schollen im Granit. SALOMON und NOWOMEJSKY (1904) wiesen nach, daß die Olivinhornblendite und Diorite von Schriesheim Einschlüsse im Granit sind. Diesen selbst teilt man wieder in zwei verschieden alte Gruppen, den Hornblendegranit und den Biotitgranit. Der letztere injiziert den ersteren. Das Hauptverbreitungsgebiet des Hornblendegranites ist das breite Weschnitztal. Er greift jedoch auch nach NO auf Blatt Lindenfels über und nach Osten bis nach Siedelsbrunn. Der wegen seiner Farben sogenannte „deutsche Reichsgranit“ von Oberröckenbach, der am Steinberg in der Nähe des genannten Ortes aufgeschlossen ist, stellt nur eine Abart des Hornblendegranites dar; er ist ausgezeichnet durch stärkeres Hervortreten von Biotit und starkes Zurücktreten der Hornblende.

Typischen Biotitgranit finden wir im Kanzelbachtal und im Weiten Tal bei Schriesheim und bei Heiligkreuzsteinach. Wahrscheinlich noch jünger ist der Biotitgranit des Höhenzuges der Tromm, ein Massiv in Nord-Süd-Erstreckung, das sowohl porphyrisches, wie auch gleichmäßig grobkörniges Gestein enthält.

Am Westrand von Blatt Beerfelden unterscheidet KLEMM einen vorwiegend massiv struierten Granit, den er als „Granit von Waldmichelbach“ ausscheidet. Seine Korngröße ist schwankend; bei Affolterbach geht die massige Textur in eine deutlich gebänderte, parallele und flasrige Textur über. Der Übergang ist ganz allmählich. Ursache der flächenhaften Paralleltextur ist die Resorption von Schiefergesteinen. Dieser Granit wird von gangförmigen Nachschüben eines feinkörnigen Granites durchädert. Die Erscheinung der Paralleltextur und die jüngeren Granitnachschiebe lassen KLEMM

(1900, 1923) vermuten, daß Verhältnisse vorliegen, wie sie im sogenannten Böllsteiner Odenwald anzutreffen sind. Der paralleltextierte Flasergranit würde dem älteren Böllsteiner Granit — von BUBNOFF's Gneis — entsprechen, die gangförmigen Nachschübe dem jüngeren Böllsteiner Granit.

Im eben erwähnten Böllsteiner Massiv konnten mangels genügender Aufschlüsse kaum nennenswerte Untersuchungen angestellt werden, so daß ich hier nicht näher auf die dortigen Verhältnisse einzugehen brauche.

Da die Gänge Ausfüllungen ursprünglicher Klüfte sind, wurde ihnen in allen Tiefengesteinen besondere Aufmerksamkeit gewidmet. Ebenso wurden alle anderen, für unsere Zwecke wichtigen Merkmale der Intrusivmassen beachtet, soweit sie zu erkennen waren.

Die hier erwähnten Intrusiva stellen nicht die gesamten Tiefengesteine des Odenwaldes dar. Es sind nur diejenigen angeführt, welche in dem von mir begangenen Streifen zutage treten.

Alle den kristallinen Untergrund des Odenwaldes zusammensetzenden Gesteine sind postkulkmisch in die paläozoischen Sedimente intrudiert. Sie wurden von den Atmosphärien während des Karbons und des älteren Rotliegenden abgetragen, so daß schon im Perm eine hügelige Rumpffläche vorlag, die als die permische „Abrasionsfläche“ bekannt ist. Auf ihr wurden die Sedimente des Permes, die Porphyrlaven des Rotliegenden und die Schichten des Mesozoikums abgelagert. Wieviel von der mesozoischen Sedimentdecke sich über das Grundgebirge legte, wissen wir nicht genau; sicherlich die ganze Trias, der Lias und ein Teil des Doggers, denn im Basalt des Katzenbuckels gehören die jüngsten Sedimente zum unteren Dogger. Ob noch weitere Schichtglieder von höherem Dogger oder gar von Malm vorhanden waren, und ob diese Reihe den ganzen Odenwald bedeckt, wissen wir nicht (W. SALOMON 1902, und W. FREUDENBERG 1906, 1903). Heute liegt als letzter, stratigraphisch höchster Rest der einst zusammenhängenden Decke die Scholle von unterem Muschelkalk im Erbach-Michelstädter Graben versenkt. Die mächtige Schichtenreihe ist sonst bis auf den Buntsandstein abgetragen.

Die Rotliegendesedimente, in der Hauptsache Arkosen des aufgearbeiteten kristallinen Utergrundes und Porphyrtuffe, sind in meinem Gebiete mittelrotliegenden Alters. Doch dürfen diese Sedimente, die recht hart und widerstandsfähig sind, nicht mit den

lockeren oberrotliegenden Arkosen vom Heidelberger Schloß parallelisiert werden. Sie sind im Katzenbachtal südlich vom Leichtersberg bei Schriesheim und an der Kipp bei Altenbach entblößt. Ihre Härte und Widerstandsfähigkeit ist die Folge einer teilweisen Verkieselung. Der Zechstein ist immer nur künstlich erschlossen worden. Seine Aufschlüsse sind nun alle verfallen und erlaubten keine Messungen.

Dafür war der Buntsandstein um so reicher an teilweise sehr guten Aufschlüssen. Die Steinbrüche sind besonders häufig im oberen Teil des unteren Buntsandsteines (su_2), im Eckschen Geröllhorizont (sm_{e1}), im Pseudomorphosensandstein (sm) und in dem oberen Hauptbuntsandstein angelegt. Das unterste Glied der ganzen Reihe, die Bröckelschiefer sind nirgends entblößt und würden auch kaum meßbare Klüfte haben. Die höheren Schichten sind größtenteils der Erosion zum Opfer gefallen; im Erbach-Michelstädter Graben sind noch die Plattensandsteine des oberen Buntsandsteins erhalten, weil sie durch den Scholleneinbruch von der Abtragung verschont blieben.

Was die Lagerung aller erwähnten Sedimente anbetrifft, kann man sagen, daß das Rotliegende die Mulden der permischen Rumpffläche ausfüllt und dadurch in seiner Mächtigkeit schwankend ist. Der Zechstein ist schwach entwickelt und nimmt erst gegen Norden an Stärke zu. Der Buntsandstein, der bei Heidelberg rund 400 m erreicht, behält im allgemeinen diese Mächtigkeit bei, ist aber an vielen Stellen stark abgetragen. Die Rumpffläche des Grundgebirges liegt im Norden viel höher als im Süden, bei Oberabtsteinach z. B. in 470—500 m Meereshöhe, bei Heidelberg nur noch in 170—190 m. Bei dem eben genannten Orte Oberabtsteinach, genauer bei dem Hardberg und der Spiegelhöhe, ist das höchste Glied der Schichtreihe nur noch sm_3 der hess. geol. Karte, was nach der Bezeichnung der bad. geol. Karten dem oberen Hauptbuntsandstein (sm) entspricht. Doch sind auch von diesem Schichtenpaket bereits 50 bis 70 m abgetragen. Die Schichten des Buntsandsteins fallen also mit einigen Graden nach O und SO.

Sieht man von der Entwicklung des untersten Buntsandsteins (su_1 der hess. u. bad. Karten) als Bröckelschiefer ab, so haben die petrographischen Verschiedenheiten der einzelnen Stufen keinen großen Einfluß auf die Entwicklung der Klüfte. Bei der Besprechung des Methodischen und der Arbeitsweise werde ich auf diesen Punkt zurückkommen.

3. Tektonischer Überblick.

Da es bei meiner Arbeit darauf ankam festzustellen, ob außer tektonischen Klüften auch Schrumpfungsklüfte im Granit auftreten, will ich im folgenden einen kurzen Überblick über die wichtigen tektonischen Linien des untersuchten Gebietes geben.

Sicherlich schuf die variszische Faltung mit der Intrusion der Tiefengesteine eine ausgeprägte Tektonik. Die Verteilung der Schiefer und der basischen Tiefengesteine zeigt eine vorherrschende NO-Richtung. Aber auch im Kleinen bemerken wir Verwerfungen jener Periode.

In der „Klamm“ bei Rittenweier wird ein schiefriger Aplitgang durch eine Verwerfungsspalte abgeschnitten, auf der ein Minettegang aufsetzt. Im Birkenauer Tal bei Weinheim setzt ein Minettegang quer durch eine Verwerfung zwischen Hornblende- und Biotitgranit (KLEMM 1905, S. 66). In den Erläuterungen zu Blatt Erbach-Michelstadt schreibt KLEMM (S. 7): „daß diejenigen Verwerfungen, welche das Grundgebirge im Bergsträßer- und Böllsteiner“ Gebiet durchsetzen und deren innere Struktur bedingen, wohl älter sind als das Rotliegende, da dieses von ihnen nicht beeinflusst ist“. Ähnliches spricht auch CHELIUS in seinen Ausführungen zu dem hessischen Blatt Brensbach-Böllstein aus (1897, S. 2) aus. SALOMON (1899) beschreibt einen Doppelgang von Minette und Granitporphyr bei Schriesheim. Die Deutung, ob Entmischung oder ob zwei zeitlich verschiedene Gänge vorliegen, ließ er damals offen. Da aber immer mehr Beispiele bekannt wurden, daß die Minetten die jüngsten Gangnachschiebe sind, werden es auch hier zeitlich getrennte Gänge sein. Außer diesen Verwerfungen, deren Alter man ziemlich genau angeben kann, nämlich zwischen Karbon und Rotliegendem, werden noch andere Störungen als alt vermutet. Aber sichere Merkmale fehlen. So sagt KLEMM in den Erläuterungen zu Blatt Weinheim weiter, daß die kleinen Ost-West-Verwerfungen im Eiterbachtale vielleicht in der Zeit zwischen Tertiär und der Ablagerung der Trias entstanden sein können; aber sicher ist dies nicht. Wenn CHELIUS (1901, S. 8) einmal schreibt, daß die von SW nach NO ziehenden Spalten und Verwerfungen alt, die NNW und NNO gerichteten mit den jeweils senkrecht dazu stehenden jung seien, so ist keine Beweisführung für diese Ansicht vorhanden. Mit mehr Grund vermutet THÜRACH, in den Erläuterungen zu Blatt Heidelberg II. Aufl. S. 9 bei Besprechung der Frage, ob dort in der

Tiefe produktives Karbon zu finden sei, daß ein karbonisches Senkungsfeld, von 3 km Breite und 10 km Länge, in WSW-ONO-Richtung von Dossenheim-Handschuhsheim über Peterstal nach Schönau-Altneudorf im Steinachtal zieht. Diese alte vorrotliegende Senke machte sich nach THÜRACH immer wieder tektonisch bemerkbar, und die Schauenburgverwerfung bei Dossenheim zwischen Granit und Porphyry ist nur der Ausdruck des Wiederaufreißens der alten Linie.

Am Leichtersberg und am Schafperch bei Schriesheim ist Granit gegen Mittelrotliegendes verworfen und weiter auch Porphyry gegen Porphyrtuff. Diese Verwerfung, welche in der streichenden Fortsetzung der Molkenkurstörung von Heidelberg liegt, könnte nach ANDREAE und OSANN (Bl. Heidelberg 1. Aufl. S. 46) auch schon permischen Alters sein; denn mit dieser Annahme würde sich die große Mächtigkeit und die abweichende Schichtenneigung des Rotliegenden, gegenüber dem darüberliegenden Buntsandstein, wie auch die tiefe Einsenkung dieser Sedimente erklären. Doch kann die Mächtigkeit und das abweichende Schichtfallen auch primär sein, denn das Rotliegende füllt die Mulden der alten Abrasionsfläche aus. Die Altersangabe der angeführten Störungen ist also etwas unsicher.

Mit der Bildung des Oberrheinalgrabens und der Heraushebung des Odenwaldes zur Unteroligocänzeit war die vorletzte Phase der Tektonik eingeleitet. Wenn ich dafür den Ausdruck tertiär gebrauche, um das Alter von Störungen anzugeben, so kann dies nur im weiteren Sinne geschehen. Die Bewegungen erreichten in der Tertiärzeit den Höhepunkt, nachdem sie schon Ende Jura begonnen hatten und bis ins Diluvium, ja wahrscheinlich noch heute, andauern.

Der Rheingraben war das Produkt dieser Zeit. Da meine Untersuchungen sich nur bei Schriesheim-Leutershausen am Grabenrand bewegten, J. VOELCKER und M. SPANNAGEL dagegen in einem größeren Ausmaße sich mit der Hauptstörung befaßt haben, so kann ich hier darüber hinweggehen. Dagegen möchte ich die wichtigsten Verwerfungen erwähnen, welche das Gebirge parallel zum Rheintalrand durchziehen. Ich erwähne hier nur die wichtigsten. Die Otzbergspalte zieht von Richen nördlich Groß-Umstadt über den Otzberg bei Hering nach Brensbach bis Rimbach-Zotzenbach; von ihr trennt sich ein Ostast bei Brensbach ab und zieht über Hammelbach nach Unter-Waldmichelbach. Da sie kristallines Gebirge verwirft, ist das Ausmaß der Bewegung, sei es in horizontaler oder in vertikaler Richtung, nicht anzugeben. Im Buntsandstein von Hammelbach

kann man als deren Auswirkung verhältnismäßig steiles Einfallen der Schichten nach Osten feststellen; und hier treten auch die einzigen Rutschflächen im Sandstein auf, die ich messen konnte. Die Streitfrage des Alters der Störung brauche ich hier nicht zu berühren. Das Spaltensystem des Erbach-Michelstädter Grabens und des Würzburg-Hesselbachgrabens durchzieht den Ostteil des Gebietes. Das Eiterbach- und Steinachtal verdanken ihre Nord-Süd-Richtung diesen Spalten. Es herrschen Störungen des rheinisch-longitudinalen Systemes im Buntsandstein vor. Auffallend selten beobachtet man hingegen Ost-West-Störungen. Das geht aus folgender Übersicht hervor, die ich der KLEMMschen Odenwaldkarte 1:100 000 entnehme.

I. Rheinisch-longitudinales System.

1. Grass-Ellenbach — Wahlen 2 1/2 km Länge
2. Dürr-Ellenbach — Hiltersklingen 13 km Länge
3. Ober-Mossau — Mühlbach 8 km Länge
4. Steinbuch — Hüttental 9 km Länge
5. Haisterbach — Rehbach 8 km Länge (teilweise vermutet)
6. Michelstadt — Beerfelden 14 km Länge
7. Eiterbach — Steinachtalverwerfung 15 km Länge
(größenteils vermutet)
8. Ernstbach — Hölzerne Hand 6 km Länge
9. Hesselbachverwerfung 9 km Länge.

II. Rheinsch-transversales System.

1. Weschnitz — Wegscheide 4 km Länge
2. Dürr-Ellenbach — Beerfelden 4 1/2 km Länge.

Im einzelnen setzen sich diese Störungen aus Teilstücken zusammen, die nicht immer N-S- beziehungsweise O-W-Richtung innehalten; es werden auch Querverwerfungen eingeschaltet sein. Nur das Generalstreichen ist angegeben. Die eben angeführten Störungen sind solche des Erbacher Grabens. Sie entsprechen den rheinischen Hauptrichtungen. Ganz anders verhalten sich die Störungen des NO-Odenwaldes. Erzgebirgische und herzynische Systeme herrschen dort vor.

I. Erzgebirgisches System.

1. Rimborn-Verwerfung 2 km Länge
2. Brettenbrunn — Weiten-Gesäfs 6 km Länge
3. Weiten-Gesäfs — Kimbach 2 Störungen von je 1,5 km Länge
4. Weiten-Gesäfs — Michelstadt 3 km Länge
5. bei Wiebelsbach 2 Störungen von je 1—1,5 km Länge.

II. Herzynisches System.

1. Rimborn-Höchst i. Od. 3 km Länge
2. Hainbrunn — Brettenbrunn 2 km Länge
3. Wiebelsbach — Sickmauern 2 km Länge
4. Angelhof — Raibach 3 km Länge.

Daß diese beiden Richtungen auch im Süden zwischen Erbach und Beerfelden auftreten zeigt folgende Übersicht.

I. Erzgebirgisches System.

1. Ebersberg — Airlenbach 4 km Länge
2. Bullau — Gebhardshütte 2 km
3. Bullauer-Bild — Kalte Berg 2 km
4. Watterbach — Neidhof bei Boxbrunn 3 km Länge.

Die Sprunghöhe der Verwerfungen überschreitet selten 100 m. Zwischen Eisenbach und Obernburg a. M. treten Basaltschlote auf, von denen ein Teil auf einer Linie in NW-Richtung, der streichenden Fortsetzung der Störung Angelhof-Raibach, angeordnet ist, der andere Teil auf einer NO streichenden Linie. In der Gegend von Erbach, Ernsbach und an andern Stellen müssen die Verwerfungsspalten Zufuhrwege thermaler Wässer gewesen sein, die den Buntsandstein stark bleichten. Auch Tonbänke und Tongallen wurden entfärbt. Bei König wurde eine Eisenquelle erbohrt; sie gibt uns die Erklärung der hochgradigen Entfärbung. Desgleichen wird man die im Sandstein aufsetzenden Barytgänge, welche auch manchmal verkieselt sind, als thermale Bildungen ansehen dürfen. Ein solcher Gang ist auf Blatt Beerfelden am Leonhardshof bei Falkengesäß noch vor 30 Jahren abgebaut worden; die Salbänder dieses Ganges sind mit Rutschstreifen bedeckt, eine Erscheinung, die man auch an andern Barytgängen beobachten kann (Weites Tal bei Schriesheim!) Vom Hasselrain bei Unterschönmattenwag sind gleichfalls Schwerspatgänge bekannt. Die Mehrzahl aller Gänge streicht herzynisch sowohl im Grundgebirge wie im Deckgebirge.

Zu meinem eigentlichen Untersuchungsgebiet gehören die eben angeführten Örtlichkeiten und Verhältnisse nicht mehr. Ich führte sie aber trotzdem an, um das tektonische Bild zu vervollständigen und um die Deutung der Beobachtungen an Klüften zu ermöglichen. Nähere Einzelheiten zu den angegebenen tektonischen Verhältnissen findet man in den Erläuterungen zu den hessischen Blättern von KLEMM, aus denen das hier Besprochene gezogen ist.

Es ist klar, daß nicht nur der Buntsandstein von jüngeren Störungen betroffen worden ist, sondern auch das kristalline Grundgebirge. Doch ist es hier schwerer als im Deckgebirge Verwerfungen zu erkennen und zu verfolgen oder gar das Ausmaß der Bewegungen anzugeben. Selbst über das Alter könnte man sich streiten, da ein untrügliches Beweismittel dafür fehlt. Die Otzbergspalte, die vielen Quetschzonen und Rutschflächen, welche die Weschnitzniederung durchziehen zeigen tektonische Beanspruchung an. Dieselben Bilder kann man an Aufschlüssen im Mörlenbach-Kreidacher Tal studieren;

und man wird nach KLEMM (1905 S. 68) auch hier eingesunkene Schollen zur Erklärung annehmen müssen. Er ist geneigt alle genannten Störungen mit dem Rheintalgrabenbruch in Zusammenhang zu bringen. Doch ist es nicht von der Hand zu weisen, daß auch im Rotliegenden tektonische Bewegungen stattfanden; die permischen Quarzporphyre von Groß-Umstadt, von Dossenheim und Schriesheim, die Lavenergüsse derselben Zeit in der bayr. Rheinpfalz müssen auf tiefgehenden Spalten, welche die Tektonik schuf, den Weg nach oben gefunden haben. Ich gehe derauf nicht ein, da J. VOELCKER sich eingehender mit dem Porphyrr beschäftigt hat.

Fasse ich diesen Abschnitt kurz zusammen, so ergibt sich folgendes: Es sind einige Anzeichen einer älteren Tektonik vorhanden; das mesozoische Deckgebirge wird von vielen Störungen durchzogen, deren Alter saxonisch, in der Hauptsache wohl tertiär ist, und die mit dem Einbruch des Rheintalgrabens in Zusammenhang stehen werden. Die Richtungen dieser Verwerfungen sind sowohl rheinisch longitudinal und transversal, wie herzynisch und erzgebirgisch. Die Sprunghöhe der einzelnen Störungen ist im Grundgebirge nicht anzugeben; im Deckgebirge ist sie schwankend und beträgt selten mehr als 100 m.

4. Die Arbeitsmethode.

Bei Beginn der Arbeit hatte ich die Absicht, die Beobachtungen in Granitaufschlüssen im Maßstab 1:250 oder 1:500 darzustellen, eine Methode, die Cloos in Breslau angewendet hatte und durch die er seine Ergebnisse übersichtlich gestaltete. Doch konnte ich dies nicht immer durchführen; die Aufschlüsse waren großenteils sehr mangelhaft oder viel zu klein, als daß es sich lohnte hätte. Erst in den letzten Monaten macht sich ein regerer Steinbruchsbetrieb bemerkbar, so daß man hoffen kann, daß neue günstige Aufschlüsse geschaffen werden. Ich befeifsigte mich, alle granittektonischen Elemente im Cloos'schen Sinne, soweit sie zu sehen waren, aufzunehmen und im genetischen Zusammenhange zu betrachten. Ferner zeichnete ich von jeder Stelle, welche eine größere Zahl von Messungen gegeben hatte, einen Kluffstern.¹⁾ Um jedoch dadurch Zusammenhängendes nicht auseinander zu reißen, und um selbst in der Fülle der einzelnen Sterne die Übersicht nicht zu verlieren, wurden wieder Gesamtkluffsterne gezeichnet. Diese haben den Vorteil, daß sie Strahlen der Einzelsterne niederdrücken, die in diesen infolge von örtlichen Verhältnissen eine besondere Bedeutung zu haben schienen. Sie heben die wichtigsten Haupt-

¹⁾ Ich gebrauche nun in Zukunft das Wort Stern statt des bisher angewandten Wortes Rose, da ja die Figur eher einem Stern gleicht, als einer Rose. Die Hauptrichtungen der Gänge und Klüfte sind dann die Strahlen des Sternes.

systeme der Klüfte hervor, die man besser erörtern kann. Andererseits ist es oft überraschend durch die Einzelkluftsterne zu erkennen, wie sich von Ort zu Ort, von 100 m zu 100 m die Verhältnisse ändern. Die Gesteinsbeschaffenheit in Struktur wie in Textur, örtliche Einflüsse mannigfacher Art, verschiedene Druckstärke und -Richtung möchte ich für die verschiedene Ausbildung benachbarter Einzelsterne verantwortlich machen.

SALOMON gebraucht in seiner Harnischarbeit (1925) das Bild eines vollen eingeordneten Kinderbaukastens aus, der, wenn er von zwei Seiten her schief gedrückt wird, ein Vorbeigleiten der einzelnen Klötzchen zeigt. Jeder Körper versucht dem Druck auszuweichen. Auch in der Natur bewegen sich die Schollenkomplexe in der Richtung des kleinsten Widerstandes. Im grossen wird die Ausweichbewegung gleichsinnig gewesen sein; doch wird jede Scholle immer etwas anders als die benachbarte reagiert haben. Denn Ungleichheiten an Grösse und Form werden immer vorhanden sein. Die Einzelsterne spiegeln diese Ungleichheiten wieder und erklären die abweichenden Äste und Zweige in den Nachbarsternen. Das beste Beispiel hierfür dürfte der Granit von Schriesheim und der Buntsandstein von Oberabsteinach sein.

Es ist klar, dass die Kluftsterne des Granites längst nicht alles Wünschenswerte über die Klüfte mitteilen. Sie geben nur Richtung und Häufigkeit an und gelten für steilfallende Klüfte. Flache Klüfte haben wohl meist eine andere tektonische Bedeutung; die Eigenschaften der Spalten, ob glatt, mit Mineralbelag, mit Tonbesteg, ob als Harnischfläche oder ob als gemeine Kluff entwickelt, müssen mit dem Wort erklärt werden. CLOOS hat uns gezeigt, wie mannigfach die Granitklüfte in ihrem Aussehen sind und wie verschieden man sie bewerten muss. Viel einförmiger sehen die Kluffwände der Buntsandsteinbrüche aus. Die Verschiedenheiten in Glätte und im Flächenausmass können bei ihnen zu einer Bewertung gebraucht werden. RÖHRER hat deshalb in seiner Arbeit (1916, Teil I, S. 33) eine Wertskala für Buntsandsteinklüfte angewandt, die natürlich etwas „gefühlsmässig“ gebraucht wird. Er nahm 6 Wertegrade an; die grössten Klüfte, die sich durch Tonbänke glatt hindurchsetzen, erhielten die Zahl 6, die schlechtesten hingegen 1. In Übereinstimmung mit J. VOELCKER und SPANNAGEL benutzte ich nunmehr eine 3 wertige Skala, wobei 3 als gut entwickelte, 1 als schlechte Kluff galt. Bei der Zeichnung der Kluffsterne wurde dies auch berücksichtigt, indem ich einer Kluff vom Werte 3 einen dreifachen Eintrag zukommen liess; mit anderen Worten, einer sehr guten Kluff entsprechen in meinen Sternen drei schlecht ausgebildete Klüfte. Wir wissen recht gut, dass diese Schätzung und Bewertung sehr subjektiv und roh ist. Vorläufig konnte kein anderer Weg eingeschlagen werden. Absatzklüfte am Gehänge und reine Verwitterungsfugen wurden nicht berücksichtigt. LIND (1910, S. 11) beschäftigt sich etwas mehr mit der Frage der reinen Verwitterungsfugen, nimmt aber an, dass sie selten sind.

Der Arbeit sind auf Tafeln I, II, III Kluffsterne beigegeben, die durch Tabellen erläutert werden. Diese Tabellen verzeichnen Richtung und Anzahl der Klüfte. Um die vielen Sterne in gleicher Grösse zu haben, wurden nur Verhältniszahlen sinnbildlich dargestellt. Die maximale Häufigkeit in einer Richtung wurde gleich 100 gesetzt und danach alle anderen Häufigkeits-

werte umgerechnet. Ich las den Geologenkompass von 0° — 180° ab; Zahlen wie 135 oder 150 bedeuten also eine Richtung in N 45 W bzw. N 30° W. Ablesungen wie 25° oder 55° geben Richtungen in N 25° O bzw. N 55° O an.

Die Streichrichtung des Harnischstreifens wurde in der Horizontalprojektion gemessen. Der Fallwinkel wurde in der Winkelgröße angegeben, welche der Harnischstreifen und seine Horizontalprojektion miteinander bilden. Es ist also die Streifenfallrichtung und der Streifenfallwinkel angegeben (SEITZ 1914—17, S. 34).

Alle Messungen des Streichens wurden um den jetzigen Wert der Deklination, nämlich 8° , reduziert und in den Sternen korrigiert dargestellt.

In der jeweiligen Beschreibung eines Aufschlusses ist durch gleichlautende Nummernbezeichnung auf die angefügten Klüftsterne bzw. Tabellen hingewiesen. Auf den Karten ist zur besseren Orientierung der betreffende Aufschluss mit den gleichen Nummern gekennzeichnet. Nur die Sterne 19 und 20 vom Hardberg bei Oberabsteinach sind nicht auf der Karte (Tafel IV) verzeichnet.

Aus finanziellen Gründen mußte davon Abstand genommen werden, alle Klüftsterne zu veröffentlichen. Nur die zum besseren Verständnis notwendigen Sterne wurden beigegeben, während die übrigen gesondert in dem Archiv des geol. paläont. Institutes der Universität Heidelberg aufbewahrt werden.

5. Der Granit von Schriesheim.

Tafel I, Sterne 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 15 u. Karte.

Der Granit von Heidelberg ist das südlichste Vorkommen der Tiefengesteine des Odenwaldes.¹⁾ Nur im Tal und an den unteren Bergflanken des Königstuhles und des Heiligenberges anstehend, verschwindet er im Norden wie im Süden unter der Sedimentdecke des Rotliegenden und des Buntsandsteines. Erst 5 km weiter im Norden bei Schriesheim an der Bergstraße, bei Altenbach und Heiligkreuzsteinach tritt er wieder hervor. Das Gebiet um Schriesheim zeigt leider keine künstlichen Aufschlüsse, so daß man nur anstehende, verwitterte Felsen zur Beobachtung hat. Dieser Mangel macht sich insofern bemerkbar, als die ursprünglichen Eigenschaften der Klüfte meist durch die Verwitterung unkenntlich geworden sind. Die meisten Messungen wurden an den Felsen der Nordseite des Schriesheimer Tales gewonnen, wie es überhaupt auffällig ist, daß nur diese Talseite natürliche Aufschlüsse in großer Zahl besitzt (z. B. die Felsen bei der Wirtschaft Ludwigstal). Das Gestein ist ein grobkörniger, stellenweise durch Feldspäte porphyrtiger Granit.

¹⁾ Bei Eberbach a. Neckar etwas nordöstlich ist Granit in geringer Tiefe erbohrt worden (SALOMON 1911).

ANDREAE und OSANN erwähnen in den Erläuterungen zu Blatt Heidelberg (I. Aufl. S. 8), daß die Häufung von Feldspäten nur örtlich auftritt, an anderer Stelle aber fehlt und daß ebenfalls örtlich eine gewisse Paralleltextur der Mineralien erkennbar ist. Der leichte und rasche Zerfall in Grus machen den Granit als Ornament- wie als Pflasterstein unbrauchbar. In Schurfgräben auf Barytgänge konnte ich sehen, daß die Vergrusung bis mindestens 3 m tief das Gestein ergriffen hat. Um so mehr fällt es, wie schon erwähnt auf, daß die Nordseite des Kanzelbachtals (= Schriesheimertal) verhältnismäßig reich an anstehenden Felsen ist. Zwei Ursachen sind erkennbar; einmal ist der Granit an diesen Stellen von mächtigen Ganggraniten und Apliten durchhädet, wodurch eine größere Widerstandsfähigkeit gegenüber den Atmosphärien gegeben ist, und ferner ist die Verkieselung mylonitisierter Granitpartien die Veranlassung zur Felsbildung. Als Beispiel der ersten Art können die Felsen des Ludwigtals angeführt werden. ANDREAE und OSANN schieden auf der geol. Spezialkarte von Blatt Heidelberg diese Stellen als „Granit reich an Aplit und Ganggranit“ mit besonderer Signatur aus. Die Felsen des Griet beim Sanatorium Stammberg sind Beispiele der zweiten Art. Ich werde darauf noch zu sprechen kommen.

Die Untersuchung der Klüfte begann am Rheintalrand und schritt gegen Osten vor. Analog den früheren Arbeiten (siehe Literaturverz.) des geol. Institutes Heidelberg über diese Fragen, in welchen sich eine Zonengliederung von 1,5 km parallel zum Rheintalrand als brauchbar erwiesen hatte, versuchte auch ich eine solche Gliederung. Um aber den Trennungsstrich nicht willkürlich zu legen, nahm ich als Grenzlinien der einzelnen Abschnitte ziemlich breite Ruschelzonen, die sich parallel zum Rheintalrand vom Schriesheimer Tale weit den Berg hinauf verfolgen lassen.

Der erste Streifen (Tafel I, Stern 1 u. 2) ist annähernd 300 m breit. Es ist nicht verwunderlich, daß hier eine Klüftung parallel dem Rheintalrand vorherrscht. Die Randspalte streicht bei Schriesheim in 165° . Dieselbe Richtung zeigt das Maximum der gemessenen Klüfte. In zweiter Linie tritt die Richtung in $35-45$ hervor und in letzter endlich die Richtung $95-105^{\circ}$. Die annähernd im Meridian liegenden Komponenten und die senkrecht dazu bezeichnen wir als rheinisch und zwar longitudinal bzw. transversal, die nach NO laufenden als erzgebirgisch und die nach SO als herzynisch, ohne mit den Ausdrücken rheinisch, erzgebirgisch usw. auch Zeitbegriffe zu verknüpfen. Die rheinischen Klüfte in 165°

fallen meistens steil nach W ein; Ostfallen ist hier bei ihnen seltener, so daß ich es in meinem Aufnahmebuch als Ausnahme angestrichen habe. Erst mit Annäherung an die Ruschelzone, die Grenzlinie der beiden Streifen, stellt sich häufig Ostfallen der Klüfte ein. Erwähnt soll werden, daß diese Klüfte stellenweise dichtgedrängt sind, während zwischen den Zonen der Klufthäufung nur wenige Spalten auftreten. Zwei kleine Verwerfungen in 162^o, als Blätter ausgebildet, verschieben einen Aplitgang um 30 cm nach N. In einem anderen breiten Aplitgang (str. 155^o) tritt eine Klüftung spitzwinklig zum Gang in 162^o auf, die sich nicht in das Nebengestein fortsetzt, wie sich überhaupt fast immer zeigt, daß die feinkörnigeren Ganggranite und Aplite eine Klüftung aufweisen, die nicht ins Nebengestein läuft und manchmal auch anderes Streichen besitzt. Es scheint, als ob das feine Korn des Materials anders auf tektonische Beanspruchung reagiert als grobes Korn, und zwar derart, daß feinkörniges Gestein in kleinere Einheiten zerbricht. Man darf mit großer Wahrscheinlichkeit annehmen, daß ein Teil der Klüfte in 165^o saxonischen, in der Hauptsache tertiären Alters ist; denn keine 150 m weiter westlich befindet man sich in der Rheinebene. Jedoch nicht alle Klüfte dieser Richtung sind tertiär. Ein Teil ist bestimmt bei der Bildung des Granites entstanden. Das lehren die Aplite (Taf. I, Stern 2), deren Mehrheit in 165^o und senkrecht dazu streicht. Der Kluffstern und der Gangstern der ersten, westlichen Zone von Schriesheim sind beinahe „kongruent“. Hinzu kommt, daß die Parallelstellung der großen Orthoklase, die oft als Karlsbader Zwillinge entwickelt sind und die der Biotitschlieren von 30 m Länge und 6 cm Breite in 75^o verlaufen, also senkrecht zu den Apliten. Diese Elemente des Granites sind sicherlich primär. So kann man sich des Eindruckes nicht erwehren, daß ein Teil der Klüfte parallel zum Rheintalrand mittelkarbonischen Alters ist.

DEECKE (Geologie von Baden Bd. II, 5. Abschnitt: Tektonik S. 657) spricht dasselbe aus. Die Granitporphyrgänge des Triberger Granitmassives streichen N—S, oder NO—SW oder NNW—SSO. Ein großer Teil der Klüfte streicht parallel zu den Gängen und deshalb kommt DEECKE zu der Anschauung, daß die erwähnten Kluffrichtungen alt sind.

6. Die Zweite Zone des Schriesheimer Granites.

Tafel I, Kluffstern 3.

Bevor ich weiter auf die Verhältnisse im Schriesheimer Granit zu sprechen komme, soll einiges über den Charakter jener Störungs-

streifen gesagt werden, welche die einzelnen Zonen gegenseitig abgrenzen.

Diese Ruschelstreifen sind 20—40 m breite Zertrümmerungsbänder im Granit. In ihnen häufen sich die Klüfte und die Harnischflächen sehr; es ist aber schwer, grössere, ebene Klüftflächen aufzufinden. Meist liegen nur kleine, krummschalige, unebene Flächen vor, die Rutschstreifen tragen, deren Horizontalprojektionen in allen Richtungen streichen können; eine grössere Anzahl der Rutschstreifen streicht jedoch ziemlich konstant spitzwinklig auf den Rheintalrand zu. Auch die Harnischflächen selbst wechseln ihr Streichen und Fallen, die einzelne Fläche kann gebogen und gewellt sein. Die Rutschstreifen machen dann natürlich die Biegungen mit, so dafs Winkelunterschiede bis 40° im Streichen der Streifen nicht selten sind. Aber auch auf ebenen Harnischflächen sind Knickungen des Streifens zu beobachten. Ferner sieht man die Spuren einer zweiten Bewegung den Streifen einer ersten Bewegung überschrieben. Es sind dieselben Beobachtungen über Harnische hier im kleinen zu machen, wie sie SALOMON (1925) in seiner jüngst erschienenen Arbeit im grossen schildert. Auch wird dieselbe Erklärung anzunehmen sein, dafs jede Scholle und jedes linsenförmige Stücke „von dem Gebirgsdruck in der Richtung vorwärtsgepreßt und bewegt wird, in der sie den geringsten Widerstand findet“. Dafs der Granit in diesem Bewegungsstreifen kataklastisch zertrümmert wurde, ist klar. Mit der Bewegung der einzelnen Schollen, ging ein Zerdrücken der Granitkomponenten Hand in Hand. Bald entstehen Breschen¹⁾, bald liegen grössere Stücke in Gesteinsmehl, manchmal ist nur dieses vorhanden, womit die Mylonitisierung vollendet ist. Später trat eine Verkieselung und eine Imprägnation mit Eisen ein, so dafs nun porphyrtartige Breschen und hornsteinähnliche Gesteine vorliegen. BENECKE und COHEN kennen (1880) diese verkieselten Adern und sprechen von hornsteinartigem Porphyrt, von violetter, braunem, gestreiftem, vollkommen dichtem „Felsstein“. Desgleichen erwähnt sie neuerdings W. SALOMON in seinem Lehrbuch: „Grundzüge der Geologie“, S. 138. Diese mit Eisenkiesel imprägnierten Stellen sind nur auf wenig breite Streifen beschränkt: rechts und links davon befinden sich die „Linsen“ und die bewegten Schollen und weiter weg treten die Harnischflächen seltener auf. Dafür sind sie aber dort grösser an Fläche, die Rutschstreifen konstanter in ihrer Richtung. Es ist klar, dafs die Messungen an diesen Stellen ein Bild von der Bewegung geben können, wieweil der relative Bewegungssinn nicht anzugeben ist. Die Absätze der Harnischflächen sind durch die Verwitterung zerstört worden; und es fehlen auch verschobene Gänge. Immerhin zeigt sich, dafs solche Ruschelzonen Bewegungsstreifen grösseren Ausmafses sein müssen, dafs in der Hauptbewegungslinie das Gestein zu einem Gesteinsmehl zermahlen wurde und dafs nach rechts und links die Bewegung langsam ausklang. Über die

¹⁾ Nach dem Vorschlag von J. WALTHER gebrauche ich das Wort Bresche an Stelle des Ausdruckes „Brekzie“, da das deutsche Wort Bresche den gleichen Sinn hat wie das italienische Wort „Breccia“, das übrigens nicht „Brekzia“ sondern „Bretscha“ gesprochen werden müfste.

Bewegungsrichtung werde ich bei Behandlung der Harnischflächen zu sprechen haben. Doch kann schon erwähnt werden, daß die Streifen mehr oder weniger spitzwinklig zu der Rheintalspalte streichen. Das Fallen der Streifen ist gering; nur in den seltensten Fällen bis zu 45° .

Ein Ruschelstreifen in der Art des eben besprochenen trennt die Zonen I und II; er läßt sich etwa 400 m lang auf dem Pranigberg nach Norden verfolgen und hält sich annähernd dem Rheintalrand parallel.

Herrschte in der ersten Zone das rheinische Kluftsystem vor, so tritt es in der zweiten Zone, die sich 300 m vom Rheintalrand bis kurz vor die Felsen bei der Wirtschaft Ludwigstal erstreckt, also rund 600 m breit ist, stark zurück. Ein System in 125° überwiegt bedeutend alle andern Richtungen (Tafel I, Stern 3). Wohl erkennt man noch das rheinische Kluftsystem; aber es ist zurückgedrängt. Auch die erzgebirgischen Klüfte in 35° , die schon in der ersten Zone schwach vertreten sind, finden sich. Aber sie sind in ihrer relativen Größenordnung gleich unbedeutend geblieben. Nach der absoluten Gesamtzahl der Klüfte ist das System sogar noch unbedeutender geworden. Das starke Auftreten der herzynischen Richtung der zweiten Zone fällt im Vergleich mit der rheinischen Richtung der Westzone auf.

In dem Abschnitt 2 setzt ein früher auf Bleiglanz, Pyrit und Kupferkies abgebauter Gang auf, der in 135° streicht und saiger steht. BRONN (1830), G. LEONHARD (1839, 1844, 1861) und BENECKE und COHEN (1880) gehen näher auf die Mineralführung des Ganges ein und erwähnen auch die Geschichte seines Abbaues. Heute ist der Stollen aufgelassen. Der Erzgang läßt sich in einer Länge von etwa 220 m verfolgen, bis er allmählich auskeilt und als 2—3 cm breiter, schwarzer Streifen im Berg verschwindet. Durch den Firstbau ist der Gang in einer Höhe von 20—30 m erschlossen; ferner ist noch ein weiterer Stollen 10 m tiefer angelegt worden. Die Salbänder des Ganges sind riesige Harnischflächen, deren Streifen z. T. als breite, tiefe Hohlkehlen ausgebildet sind. Die horizontale Anordnung der Streifen und der teilweise stark zertrümmerte Granit machen eine größere Blattverschiebung sehr wahrscheinlich. Auf der Bewegungszone drangen die Lösungen auf, setzten die Erze an den Wänden der klaffenden Spalten ab und imprägnierten auch das zertrümmerte Gestein. Wie breit der eigentliche Gang gewesen ist, läßt sich nicht mehr genau feststellen.

Der alte Bergbau arbeitete auch den imprägnierten Granit auf. Die Entstehungsgeschichte des Erzganges läßt deutlich 2 Phasen erkennen.

Zuerst war die Spalte geschlossen; und es konnten sich bei der Bewegung die Harnische bilden. Dann kam es zum Klaffen der Spalte und zum Eindringen des Erzbringers. Die herabrieselnden Wässer setzen heute Brauneisenocker, kohlen-sauren Kalk und Gips ab (ANDREAE u. OSANN I. Auflage von Bl. Hdlbg., S. 48). Neben diesen Mineralien sind nur noch Eisenvitriol und Quarz gefunden worden. Wenigstens findet sich in der älteren Literatur keine Angabe, ob noch weitere Mineralien gesammelt wurden. Der Quarz findet sich an den Stellen, wo gleichzeitig eine Verkieselung des Granitmylonites stattgefunden hat. Es ist bemerkenswert, daß Baryt in dem Gange noch nicht gefunden wurde. Denn die Gegend von Schriesheim ist sonst ziemlich reich an Schwerspatgängen. Man könnte vermuten, daß in dem Ganggebiet von Schriesheim die Spat- und Erzgänge vielleicht gleichzeitig entstanden sind. Gegen diese Vermutung spricht die Tatsache, daß der Erzgang keinen Schwerspat und die Barytgänge kaum Erze führen.

Bei der Untersuchung der Klüfte hinter den Häusern des Ortes, die noch in der zweiten Zone liegen und in Felsenkellern fand ich einige steilstehende 132° streichende Klüfte, mit horizontalen Rutschstreifen, überkleidet von Schwerspatkristallen. Es ist mir sehr wahrscheinlich, daß diese Klüfte gleichzeitig mit dem Entstehen der Schwerspatgänge gebildet sind.

Die tiefen und breiten Hohlkehlenharnische der Salbänder des Erzganges und der andern Klüfte und die starke Zertrümmerung des Granites verraten eine tektonische Bewegung in der Richtung 125° — 135° . Da auch die Mehrheit aller Klüfte in der Zone II die Richtung 125 — 135° innehält, werden sie gleichzeitig mit der Bildung der Spalten des Erzganges entstanden sein. Leider waren keine Aplite, Pegmatite und andere primäre Klüfte des Granites nachweisbar, so daß über eine Beziehung der herzynischen Klüfte der Zone II, die mit dem Erzgang in genetischer Beziehung stehen, zu ursprünglichen Klüften nichts ausgesagt werden kann.

7. Die dritte Zone des Schriesheimer Granits.

Tafel I, Stern 4, 5, 6, 7, 15.

Die Ruschelzonen zwischen den Zonen I und II und zwischen II und III sind räumlich ziemlich scharf begrenzt und deutlich erkennbar. Weiter im Osten ist es schwieriger sie auf längere Strecken zu verfolgen, so daß man nicht mehr angeben kann, ob sie parallel zum Rheintalrand verlaufen. Beim Sanatorium Stammberg ist in den anstehenden Felsen eine prachtvolle Rutschfläche auf 120 m Länge entblößt, die 55 — 60 streicht. Die Bewegungsfläche ist als ein prachtvoller Hohlkehlenharnisch (SEITZ 1917, S. 36) entwickelt. Der Granit zeigt dieselben Merkmale kataklastischer Zertrümmerung mit Verkieselungserscheinungen, wie sie vorher allgemein beschrieben wurden.

In dieser Zone liegt der Schwerspatgang im Weiten Tal. Er streicht bei saigerer Stellung in der sogenannten alten „Spatschlucht“ 90° , biegt gegen den „Oberen Griet“ im Osten in die Richtung $115-120^{\circ}$ ein und fällt mit 70° nach SW. Seine Salbänder sind als Rutschflächen entwickelt; die Harnischstreifen liegen annähernd horizontal. Auch hier ist wieder die Verkieselung des Mylonites der Salbänder erkennbar.

Wie in der Entstehungsgeschichte des Erzganges (siehe S. 21), sind auch hier zwei Phasen zu unterscheiden: die Bewegung an geschlossener Kluft erzeugte die Rutschstreifen; und erst später klaffte die Spalte und wurde von Schwerspat ausgefüllt (siehe SALOMON, W. 1916, S. 104).

Am Schaffperch verwirft die schon erwähnte Störung, die etwa $N 25-35^{\circ} O$ streicht und ostwärts einfällt, Mittelrotliegendes gegen Granit. An Lesesteinen beider Gesteine ist Silifizierung zu sehen. Die Wegaufschlüsse von der Pension Ludwigstal aufwärts nach Süden zeigen 2—3 cm dünne verkieselte Bänder, die blattartig aus dem Granitgrus herausragen. Sie streichen sowohl longitudinal rheinisch wie transversal (5° u. 95°).

Ich führte diese größeren Störungen an, um damit zu zeigen, daß das Gebiet, das ich als dritte Zone bezeichne, keine einheitliche, zusammenhängende Fläche ist, sondern sich aus mehreren Störungsfeldern zusammensetzt. Das ganze Gebiet östlich Ludwigstal-Geisenbachtal ist von vielen Quetschzonen und Verwerfungen in allen Richtungen durchzogen. Sieht man sich die Einzelkluftsterne darauf hin an, so erkennt man sofort den Einfluß der benachbarten Störungen.

In den folgenden Abschnitten werde ich die Klüftung der einzelnen Felder, welche die Zone III zusammensetzen, besprechen.

I. Klüfte und Gänge des Griet beim Sanatorium Stammberg.

Tafel I, Stern 4 u. 5.

Am unteren Teil des Südabhanges des Griet beim Sanatorium Stammberg streicht ein schon vorhererwähnter Hohlkehlenharnisch 55 bei $65^{\circ} NW F$. Die Horizontalprojektion der Rutschstreifen ist 40° bei $40^{\circ} NW F$. Man macht sehr oft die Beobachtung, daß die Klüfte ebenso wie die Harnischflächen in der Nähe solcher Störungen mit Eisenglanz überzogen sind. Da dieses Mineral zusammen mit Baryt- und Quarzkristallen auftritt, könnte es aszendenter Herkunft sein. Es besteht aber auch die Möglichkeit, daß das Eisen bei der

mechanischen Zerreibung des Biotites, diesem durch vadoses Wasser entzogen und in den Klüften abgesetzt worden ist.

Der Hohlkehlenharnisch des Griet ist mit Eisenglanz bedeckt, der durch die Bewegung fein zerrieben wurde. Dadurch wurde der Bewegungsfläche Spiegelpolitur verliehen. Der Eisenglanz muß also die Wände der klaffenden Spalte vor der tektonischen Beanspruchung überkleidet haben. Der Granit ist rechts und links des Harnisches in einer Breite von 4 m zu einem feinen Mylonit zermahlen und später verkieselt worden. Parallel zum Harnisch laufen Quarzadern. Die Mehrzahl der Klüfte des benachbarten Steinbruches an der Straße und der anstehenden Felsen streichen 55° (Tafel I, Stern 4); sie fallen durchschnittlich steiler als die Störung, nämlich 75 bis 80° , sowohl nach NW wie nach SO. Ferner tritt das herzynische System in 125° — 135° hervor. Kleinere Quarztrümer in 135° unterstreichen diese Richtung. Da sie Bröckchen von Granitmylonit umschließen, sind sie jünger als dieser. Die Felsen am Ostabhang des Griet haben genau dieselben Klufsysteme. In herzynischer wie erzgebirgischer Richtung finden sich verkieselte Mylonitbänder. Einige Klüfte in 60° tragen BaSO_4 -, SiO_2 - und Fe_2O_3 -kristalle. Das Auftreten des Barytes läßt vermuten, daß die Klüfte mit den Schwerspatgängen im Norden (Weites Tal) und im Süden (Allmersbach Tal) in einem genetischen Zusammenhang stehen.

20 m talabwärts vom Sanatorium Stammberg mündet ein alter Stollen, dessen Mundloch lange Zeit zugeschüttet war und 1924 wieder freigelegt wurde. Ich fand in der älteren Literatur keine Angaben darüber, zu welchem Zweck er angelegt wurde. Ich vermute, dafs er auf einen Barytgang getrieben wurde. Der vermutete Gang würde dann gleichfalls 135° streichen.

Neben den erzgebirgischen und herzynischen Klüften findet man, wenn auch seltener rheinische, sowohl longitudinale wie transversale; auch ihnen ziehen stellenweise stark verkieselte Ruschelstreifen parallel.

400 m westlich von Stammberg, bei der Einmündung des Weiten Tales ins Kanzelbachtal, steht Granit an, dessen Klüftung in 55° und 125° — 135° streicht. Das Gestein ist kataklastisch zertrümmert und wird von vielen Rutschflächen durchzogen. Sie sind durch zerriebenen Eisenglanz zu Spiegeln geworden und streichen 55° und 125° bei steilen Einfällen. Das ganze Aussehen des Granites und die Richtung seiner Klüftung weisen darauf hin, daß die tektonische Einheit der Grietscholle bis hierher reicht.

An den Felsen des Griet kann man prachtvoll sehen, daß der normale Schriesheimer Granit zu Grus verwittert. Die feinkörnigen Ganggranite, die in ziemlicher Mächtigkeit den Berg durchschwärmen und die verrieselten Mylonitplatten bilden glatte Wände.

Der Stern der Gänge (Tafel I, Stern 5) um das Sanatorium Stammberg ist sehr einfach. Der herzynische Strahl in 135—145 beherrscht das Bild; in 55° und 65° sind kleine Strahlen entwickelt. Es liegen also entsprechende Verhältnisse vor, wie in Zone I zwischen dem Kluft- und dem Gangstern, nur mit dem Unterschied, daß im Westen am Rheintalgraben die NS-Richtung alle andern Systeme überwiegt. Ein Teil der herzynischen und erzgebirgischen Klüfte des Grietes ist sicher primär angelegt. Die Ruschelzonen und die sie begleitenden Klüfte sind lange nach der Erstarrung des Granites entstanden.

II. Klüfte und Gänge im Granit von der Spatschlucht im Weiten Tal. Siehe Karte.

Zur gleichen Schlußfolgerung wird man bei der Betrachtung des Gang- und Kluftsternes der alten Spatschlucht im Weiten Tal gedrängt. Der Schwerspatgang streicht 90—115°. In dieser Richtung und senkrecht dazu (25—35°) finden sich viele Klüfte. Das herzynische System (135—145) ist stark entwickelt, desgleichen das longitudinal rheinische. Alle Strahlen des Sternes sind gleichgroß. Die Aplitgänge streichen 35°, 65° und 135°. In allen 3 angegebenen Richtungen fand ich gleichviel Gänge. Der Gangstern dieser Stelle gleicht völlig dem Gangstern von dem Sanatorium Stammberg und vom Griet. Das heißt also, daß die primären Klüfte beider Orte dieselben Richtungen innehalten. Vergleicht man den eben besprochenen Gangstern mit dem Kluftstern der alten Spatschlucht, so zeigt sich, daß beide Sterne in den herzynischen Strahlen und den Strahlen in 25—35° übereinstimmen. Den Gängen in 65° gehen keine Klüfte parallel. Da also eine Parallelität herrscht zwischen Gängen und Klüften der Richtungen 25—35 und 135, wird auch hier der Schluß zu ziehen sein, daß eine gewisse Anzahl der Klüfte in diesen Richtungen primärer Entstehung ist. Die Klüfte, welche parallel zu dem Schwerspatgang streichen, werden mit ihm in einem genetischen Zusammenhang stehen.

III. Klüfte und Gänge im Granit des Hellerbachtals.

Vom Weiten Tal zweigt beim Forsthaus das Hellersbachtal nach NNW ab. Eine längere Wegstrecke ist gut aufgeschlossen.

Der Granit ist ziemlich reich an Apliten; da aber die meisten Gänge beinahe söhlig liegen, und die wenigen andern in allen Richtungen streichen, konnte kein einheitlicher Stern gezeichnet werden. Die meisten flachliegenden Aplite streichen zwischen 65 und 95° ; sie fallen mit 10 — 28° nach Süden ein. Es ist auffallend, daß nur auf diesem engbegrenzten Raum flache Aplite sich häufen, an andern Stellen aber vollkommen fehlen. Deswegen kann ich nicht bestimmt von Lagerapliten im CLOOS'schen Sinne sprechen. Immerhin zeigen diese flachen Aplitgänge, daß bei der Bildung des Schriesheimer Granites auch annähernd söhlig Klüfte aufrissen.

Von Zertrümmerungserscheinungen im Granit, wie sie — wie vorher erwähnt wurde — am Anfang des Weiten Tales zu sehen sind, konnte ich nichts finden. Die Messung der Klüfte ergab, daß das longitudinal rheinische System vorherrscht; in zweiter Linie tritt das erzgebirgische auf und schließlich noch deutlich erkennbar das herzynische. Alle 3 Systeme sind scharf getrennt, also nicht etwa durch allmähliche Übergänge miteinander verbunden.

IV. Klüfte und Gänge im Granit des Schafpferch.

Siehe Karte.

In der tektonischen Übersicht wurde schon die Verwerfung zwischen Granit und Rotliegendem am Schafpferch und am Leichtersberg erwähnt. Der Granit bildet Felsen, das Rotliegende ist nur an Lesesteinen erkennbar. Nach der geol. Karte von Heidelberg streicht die Verwerfung 22 — 25 und fällt steil nach O ein. Der Klüftstern des Granites zeigt in 155 das Maximum der Klüfte. Von 25 gemessenen Klüften dieser Richtung fallen 23 nach O ein; sehr stark vertreten ist das longitudinal rheinische System. Rund 70% dieser Klüfte fallen nach O. Die andern Klüfte streichen 45° und 65° und 125 — 135 . Die Gänge häufen sich in der N-S Linie; $\frac{3}{4}$ aller gemessenen Gänge fallen nach O, die übrigen stehen saiger; kein einziger Gang hat Westfallen. Die Klüfte und Gänge der rheinischen Richtung haben dasselbe Fallen. Ferner sind erzgebirgische und herzynische streichende Gänge vorhanden.

Interessant ist die Klüftung in den mächtigen Ganggraniten. Das erste Klüftsystem verläuft immer spitzwinklig zum Gang. Das zweite System steht immer genau senkrecht auf dem Salband der Gänge. Beide Klüftarten verlaufen nicht in den Normalgranit. Die Diagonalklüftung streicht longitudinal rheinisch; da sie spitzwinklig zum Gangsalband verläuft, möchte ich die tertiäre Tektonik für

ihre Entstehung verantwortlich machen. Dagegen können die Klüfte senkrecht zum Salband als Kontraktionserscheinungen gedeutet werden; die Salbänder sind die abkühlenden Flächen auf denen die Kontraktionsrisse senkrecht stehen. Ich führe im folgenden einige Ganggranite mit den 2 Kluftsystemen an.

I. Gang	1 1/2 m	mächt., streicht	145 F 75 NO	Klüftg.:	155—160 F 75 O	u.	55 F 80 NW
II. "	2 "	" "	170 F 75 O	"	155 F 80 O	u.	70 F 80 S
III. "	2 1/2 "	" "	155 F 75 O	"	165 F 70 O	u.	65 F 85 S
IV. "	1 "	" "	155 saiger	"	165 saiger	u.	65 F 75 N
V. "	1 "	" "	135 F 80 SW	"	145 F 75 SW	u.	45 F 50 NW

Trotzdem die Verwerfung durch verkieselten Mylonit über den ganzen Berg verfolgt werden kann, sind im Granit kaum Spuren von Zertrümmerung zu finden. Einzelne Harnischflächen in der Richtung 0—15°, Fallen steil Ost und West, mit flach nach Norden einfallenden Rutschstreifen sind die einzigen Bewegungsanzeichen.

V. Klüfte und Gänge im Granit des Gaisenbachtals. Tafel I, Stern 6 u. 7.

Die Gang- und Kluftsterne des Gaisenbachtals sehen denen der ersten Zone sehr ähnlich. Schon früher wurde erwähnt, daß aus dem Grus 2—3 cm starke verkieselte Mylonitbänder herausragen. Sie streichen in der O-W-Richtung (zwischen 80—95) und senkrecht dazu (zwischen 160—175). Das gleiche Streichen in beiden Richtungen zeigen die Klüfte. Sie fallen steil nach N und S, bzw. nach O und W. Einige der longitudinal rheinischen Klüfte sind mit flach (bis 5°) nach N oder S fallenden Harnischstreifen bedeckt. Außer den beiden rheinischen Strahlen zeigt der Kluftstern Strahlen in 155 und 35. Die NO gerichteten Klüfte fallen steil nach NW und SO ein. Die Gänge, die sämtlich aplitischer Art sind, folgen in erster Linie der rheinischen Längsrichtung; ferner streichen 9 Gänge erzgebirgisch. Ganz kleine Strahlen des Sternes streichen 85°, 115° und 135°. Der rheinische Verlauf der Gänge und Klüfte zeigt auch hier wieder, daß ein Teil der rheinischen Klüfte primärer Entstehung ist. Die verkieselten Mylonitbänder derselben Richtung beweisen, daß der andere Teil dieser Klüfte jünger, wahrscheinlich tertiären Alters, ist. 9 Gänge streichen erzgebirgisch (30—35) während nur 3 Klüfte diese Richtung besitzen; umgekehrt gehen den vielen O-W gerichteten Klüften nur wenig Aplitgänge parallel. Der Strahl in 115° ist im Gang- wie im Kluftstern gleich groß.

VI. Klüfte und Gänge in den Granitfelsen vom Ludwigstal. Siehe Karte.

Die meisten Messungen konnte ich an den Felsen machen, die hinter der Wirtschaft „Zum Ludwigstal“ anstehen. Rund $\frac{2}{5}$ aller Klüfte streicht herzynisch (125°), ein weiteres $\frac{1}{5}$ erzgebirgisch ($45-55^\circ$), und der Rest ist longitudinal und transversal rheinisch angeordnet. Außer diesen steilen Klüften sind noch eine große Anzahl flacher Klüfte vorhanden. Es war aber unmöglich an jene Flächen heranzukommen um sie zu untersuchen. Vereinigt man die Einzelkluftsterne der Zone III in einem Stern, so zeigt sich, daß er dem Stern vom Ludwigstal völlig gleicht. Auf einigen Klüften der herzynischen und erzgebirgischen Richtung finden sich Schwerspat- und Quarzkriställchen aufgewachsen. Unregelmäßige Quarzschnüre und Knollen ziehen zu Bändern angeordnet in erzgebirgischer, andere in longitudinal rheinischer Richtung. Die aus dem Gaisnbachtale vorher erwähnten verkieselten Mylonitbänder sind auch hier vorhanden und sind auch wie jene orientiert. Sie werden also der gleichen Ursache ihr Dasein verdanken.

Der normale grobkörnige Schriesheimer Granit ist hier, wie am Schaffferch von Ganggraniten durchzogen, von denen kleinere Trümer abzweigen und den Granit unregelmäßig durchschwärmen. In welchem Altersverhältnis die Aplitgänge zu den Ganggraniten stehen, läßt sich schwer feststellen, denn die mit Moos und Flechten überwachsenen Gesteinswände lassen die Gänge immer nur ganz kurz verfolgen. Der Gangstern ist sehr uneinheitlich. Der erzgebirgische Strahl ist in 2 Teilstrahlen gegabelt, derart, daß der eine in 35 , der andere in 55 streicht. Dazwischen in 45 hingegen, findet sich nur ein einziger Aplitgang. Diese Gabelung des erzgebirgischen Strahles zeigt auch der Kluftstern der alten Spatschlucht, der Kluftstern des Schaffferches und des Lenzengrundes bei Schriesheim. In all den erwähnten Sternen sind die Teilstrahlen gleich groß. Sehr wenig Aplitite findet man in der longitudinal rheinischen Richtung; in der transversalen Richtung ist kein Aplitgang vorhanden.

VII. Die Klüfte im Granit von Altenbach.

Der letzte Aufschluß im Schriesheimer Granit, ehe er unter der Sedi-
mentdecke im Osten bei Altenbach verschwindet, ist bei dem Forsthaus
von Altenbach, wo die Strafe nach Ursenbach abzweigt. Das Maximum
der Klüfte streicht 125 und 90 . Sehr viele von ihnen sind als Harnisch-
flächen ausgebildet. Einige der Klüfte in 125° dienen 2mal als Bewegungs-

flächen; denn einem älteren horizontalen Streifensystem ist ein vertikales überschrieben. Gänge wurden nicht beobachtet.

Der zwischen Rotliegendem auftauchende Granit am Südabhang des Leichtersberges ist in herzynischer (125°), erzgebirgischer (35°) und longitudinal rheinischer Richtung zerklüftet. Bei der Besprechung des Rotliegenden werde ich auf diesen Aufschluss noch zurückkommen.

VIII. Die Klüfte im Diorit des Sichelsbachtals.

Im Granit des Griet sind Schollen von Diorit eingeschlossen, die bei der Mühle des Sichelsbachtals an der Kreisstraße entblößt sind. Als häufiges Klüftstreichen mißt man 115, in zweiter Linie 75 und untergeordnet auch 15—25. Die Klüftung der Dioritscholle weicht also um 20° von der sonst im Granit auftretenden herzynischen Klüftichtung nach Osten ab. Ich habe schon bei der Besprechung der Zone I analoge Verhältnisse erwähnt; die Klüftung der größeren Aplitgänge und Ganggranite weicht öfters von der im Granit ab. Petrographische und strukturelle Verschiedenheiten bedingen wahrscheinlich diese Abweichungen.

IX. Die Klüfte im Ganggranit des Hermannsgrundes.

Südlich der Hohen Waid, zwischen dem Hermannsgrund und dem Großen Hellersbachtal ist durch Steinbruchbetrieb ein mächtiger Gang abgebaut worden. Die Mitte des Ganges besteht aus grobkörnigem Pegmatit, die Seiten aus feinkörnigen Ganggranit. Der Übergang vom feinkörnigen Ganggranit zum Pegmatit scheint ganz allmählich zu sein. Stellenweise findet man im Ganggranit Putzen von Schriftgranit eingelagert. In ihrem Zentrum ist fast stets ein scharf begrenzter Quarzkristall von sechseckigem Umriß zu sehen. Der Quarzkristall ist von Feldspat umschlossen, der in typisch schriftgranitischer Weise von Quarz durchdrungen ist, derart, daß diese SiO_2 -Partikel senkrecht auf den Flächen des zentralen Quarzindividuums stehen. Durch Aufschütten von Abraum ist das Salband gegen den Granit nicht mehr zu sehen, so daß die Streichrichtung nicht genau zu ermitteln war. Da die Pegmatitmasse nur eine Linse und deshalb bald abgebaut war, mußte der Betrieb eingestellt werden.

Die Klüftung äußert sich im Ganggranit, der wie gesagt die Salbänder bildet, in einer Plattung; die einzelnen Gesteinsplatten sind 10—20 cm mächtig und streichen 45 mit 36° NW Fallen. Durch eine andere Klüftung sind die Platten selbst wieder in regelmäßige Quadern zerlegt. Die Flächen eines solchen Quaders liegen wie folgt im Raume:

- a) 45 F 59 SO
- b) 45 F 36 NW
- c) 145 F 87 SW

Die Klüftung nach a und c tritt sehr hinter der von b zurück. Vielleicht ist die Klüftung in 45° mit NW-Fallen parallel dem Salband angeordnet. Diese Klüfte würden dann den isothermalen Flächen parallel zum abkühlenden Salband folgen.

Der Ganggranit und Pegmatit vom Hermannsgrund wird von einer jüngeren Minette durchsetzt. Dieser Lamprophyr, der auf Blatt Heidelberg eingetragen ist, hat eine Mächtigkeit von 10 cm, streicht 18° und fällt 47° nach NNW.

Bei der Ähnlichkeit dürfte der Gang des Hermannsgrundes wohl gleichaltrig oder nicht sehr altersverschieden von dem Ganggranit der Hirschburg bei Leutershausen sein. CHELIUS (1888) beschreibt das bandartige Auftreten von dichtem und grobkörnig porphyrischem Ganggranit als Folge der Abkühlung am Salband. Seine „Sekretionen“ sind pegmatische Linsen wie sie viel größer entwickelt im Hermannsgrund vorkommen. Die Ähnlichkeit der Verhältnisse der beiden Ganggranite wird noch dadurch erhöht, daß auch der Ganggranit der Hirschburg von einer jüngeren Minette durchsetzt wird. Sie streicht 60° und fällt 65° NW, führt Einschlüsse von Ganggranit und hat ungefähr 2,20 m Mächtigkeit.

X. Klüfte im Kalksilikathornfels der Hohen Waid.

Siehe Karte.

25 m südlich der bekannten Fundstelle von Granatkristallen auf der Hohen Waid, fand ich einen alten Stollen, der 35 m in den Kalksilikatsilikathornfels getrieben wurde. Vom Stollenmundloch führt der Weg 12 m in 150° , biegt nach 55° um, bleibt 6 m in dieser Richtung. Dann folgt wieder ein Knick; der Stollen läuft 10 m in 150° weiter, um abermals in 50° einzubiegen; nach 7 m in dieser Richtung ist man vor Ort. Schöne Klüfte sind kaum zu finden; dafür ziehen eine Menge von Milchquarzadern, alle untereinander parallel in der Richtung 45° und fallen mit $60-70^{\circ}$ nach NW. Diese Quarztrümer sind wahrscheinlich vom granitischen Magma abzuleiten, in welches die paläozoischen Sedimente als Schollen einsanken, um dabei kontaktmetamorph verändert zu werden. Von einer ehemaligen Schichtung der Sedimente konnte ich nichts finden.

Wie alt und zu welchem Zweck der Stollen angelegt wurde, ist unbekannt.

9. Der Granit von Heiligkreuzsteinach.

Siehe Karte.

Das östlichste Auftreten des Granites von Heidelberg — Schriesheim ist bei Heiligkreuzsteinach. Petrographisch ist das Gestein ein porphyrtiger Granit. Aber er ist viel widerstandsfähiger als

Tabelle der Klüfte und Gänge im Granit von Schriesheim a. d. Bergstr.

	Zone I	Zone II	Zone III			
			1. Griet bei Stammberg	2. Spatschlucht, Weites Tal	3. Hellersbachtal	4. Schaffferch
Klüfte I)	165 F steil W	125—135 F steil Klüfte in 132 mit Baryt- kristallen über- zogen	55—60 F steil NW u. SO Kl. mit BaSO ₄ , SiO ₂ u. Fe ₂ O ₃	90—115 F steil	170—195 F steil	155 F steil O
II)	35—45 F steil	165 F steil	125—135 F steil Quarzitruher Mylonitbrocken einschließend	25—35 F steil	35—45 F steil	170—185 F steil O
III) IV)	105 F steil	35—45 F steil	165 F steil	135—145 F steil 5 F steil	135 F steil	45—65 F steil 125—135 F steil
Gänge I) II) III)	165 F steil 75 F steil		135—145 F steil 35 ein Gang 65 ein Gang	135—145 65 35	flach liegende Apligänge streichen 65—95 bei 10—28° Südfallen	170—185 F steil O 25—35 F steil 135 F steil
IV) Schlieren, parallele Feldspäte, Parallel- textur	75					
Bemerkung	Die Zone I ist 300 m breit u beginnt am Ab- bruch des Ge- birges. Die Rheintalspalte streicht 165	Erzgang, dessen Salbänder Har- nischflächen sind, streicht in 135 F saiger	Großer Hohl- kehlenharnisch streicht 55 F 65 NW; verkieselte Mylonitbänder in 55—60 und in 125—135	Schwertspat- gang, dessen Salbänder Har- nische, streicht 90—115		Verwerfung streicht 22—25 F steil O
		Ruschel- und Störungstreifen.	Ruschel- und Störungstreifen.			
		Ruschel- und Störungstreifen.				
		Zone II ist 600m breit u. schließt sich östlich an Zone I an				

Fortsetzung der Tabelle.

		Zone III							
		5.		6.		7.		8.	
		Gaisnbachtal	Ludwigstal	Altenbach	Leichtersberg				
Klüfte I)	160—175 F steil	125—135 F steil Klüfte mit BaSO ₄ u. SiO ₂	125 F steil	125 F steil	125 F steil Klüfte mit BaSO ₄ u. SiO ₂	115 F steil	45 F 59 SO	10.	Klüfte im Kalksilikat- hornfels der Hohen Waid
II)	80—90 F "	45—55 F steil Klüfte mit BaSO ₄ u. SiO ₂	90 F steil	35 F steil	35 F steil	75 F steil	45 F 36 NW		
III) IV)	155 F steil 35 F "	165 F steil 75—85 F steil flache Klüfte			165 F steil		145 F 87 SW		
Gänge I) II) III) IV)	160—175 F steil 35 F steil 86 F steil 115 F ") 135 F ")) deutend) abend	35 u. 55 F steil 165 F steil							Milchquarz- trümer in 45 F 60—70 NW
Schlieren, parallele Felspäte, Parallel- textur		Mylonitbänder 2—3 cm dick in 160—175 u. in 80—95							Streichen des Ganges ist unbe- kannt
Bemerkung									

der normale Granit von Schriesheim. Er wird deshalb für Straßenschotter in zwei Brüchen an der Kreisstraße nach Weinheim abgebaut. Auffallend ist ferner, daß er nur Pegmatite in seiner Ganggesellschaft besitzt, während in Schriesheim Pegmatite sehr selten sind. Beide Brüche zeigen auch in ihrer Klüftung ein anderes Bild, als man es in Schriesheim gewöhnt ist.

Viele Klüfte streichen O-W (zwischen 75 u. 85°) und fallen flach (40—50°) nach Süden ein. Einige wenige besitzen N-S-Streichen und fallen mit 40° nach W. Die Klüfte in beiden Richtungen werden primär sein, da sie einen Mineralbelag von Muskovit, Serizit und grünlichen Mineralien als lückenlose Haut tragen. Da auch 3 Pegmatitgänge longitudinal rheinischer Richtung flach (40°) nach W einfallen, so werden wohl die Mineralbeläge aus der pneumatolytischen Phase der Erstarrung des Granites stammen. Eine schwach angedeutete Parallelstellung der Glimmerblättchen und der größeren Feldspäte, wie auch einige grünlich-schwarze Resorptionsschlieren, die allmählich in den hellen Granit überlaufen, verraten eine Streckung in 95—105°. Diese Richtung ist also die „S“-Richtung im Sinne von Cloos. Ihr folgen auch eine sehr große Zahl steilstehender Klüfte. Die Q-Richtung ist durch steilstehende Klüfte angegeben, die das rheinisch longitudinale Streichen haben. Das dritte steilstehende Kluftsystem verläuft in 25—35°.

Die meisten Pegmatitgänge streichen 35—45° und fallen 40—50° SO. Andere streichen 140° bei 40° SW Fallen. Die longitudinal rheinisch streichenden Pegmatite habe ich vorher schon erwähnt.

Drei dicht bei einander liegende Störungszonen, in denen das Gestein in faustgroße Stücke zerbrochen ist, streichen in 25° und stehen saiger. Die eine Störungszone ist 2 m mächtig, die 2 andern je 1 m. Sie liegen in der südwestlich streichenden Fortsetzung der Verwerfung des Bauernwaldes nördlich Heiligkreuzsteinach, welche die Buntsandsteinstufe sm (Pseudomorphosensandstein ψ , nach der Bezeichnung der bad. geol. Karten und sm_c, (Eck'scher Geröllhorizont) auf die gleiche Höhe gebracht hat.

Das dritte steilstehende Kluftsystem in 25—35° wird mit dieser Störung wohl in Zusammenhang stehen. Ob alle longitudinal- und transversal-rheinischen Klüfte Q- und S-Klüfte im Cloos'schen Sinne sind, ist sehr zu bezweifeln. Die eben angeführte Störung vom Bauernwald ist nur ein kleiner Zweig des nordsüdlich gerichteten Spalten- und Verwerfungssystemes vom Eiterbach-Steinachtal.

Der Granit von Heiligkreuzsteinach wird von der tertiären

Tektonik mit betroffen sein; die Rutscheln und eine größere Anzahl der rheinischen Klüfte sind durch sie entstanden.

9. Der „Reichsgranit“ von Oberflockenbach.

Tafel I u. II, Sterne 8 u. 9.

In der Arbeit „Tektonik und Intrusionsmechanismus im kristallinen Odenwald“ (1922), behandelt von BUBNOFF den „Reichsgranit“ von Oberflockenbach. Seit dem Erscheinen der Schrift ist der lange stillgelegte Steinbruchbetrieb im Reichsgranit wieder aufgenommen worden. Obgleich der Abbau noch sehr unter viel Gesteinsabfall und Grus leidet, konnten jetzt doch sehr viel mehr Messungen gemacht werden, als es BUBNOFF seinerzeit möglich war. An der Kreisstrasse von Ursenbach nach Rippenweiher wird der Granit am Nordabhang des Judenberges (auf Blatt Heidelberg gerade noch angegeben) in einem badischen Staatsbruch abgebaut. 400 m weiter nördlich davon sind am Nordabhang des Steinberges von Oberflockenbach (Blatt Weinheim) 2 gröfsere Brüche.

Das Maximum der Klüfte (Tafel I, Stern 8) im Bruch bei Ursenbach liegt in der Richtung 35 bei 50—80 SO Fallen. Das zweite Hauptklüftsystem streicht 65—85 und fällt 65—85 N. Einige wenige Klüfte laufen in 115—125 und fallen 60—75 SW, und in 176 bei 76 W Fallen. Zwei Klüftflächen in 75—80 F 60 nach N sind als eine Art von „Rutschflächen“ ausgebildet. Die „Rutschstreifen“ sind jedoch keine erhabenen Leisten und vertiefte Linien, sondern werden durch langgezogene Hornblendekristalle und Biotitblätter vertreten. Die Mineralien sind nur ganz dünne Überzüge auf der rauhen, etwas höckrigen Fläche. Da keine Zertrümmerungsspuren zu finden sind, werden es wohl primäre Bildungen sein. Die Horizontalprojektion der Streifen auf den beiden Rutschflächen ist 45 F 45 NO. Auf einer rheinisch (20^0) streichenden Fläche, die 20^0 nach O fällt, sind dieselben Mineralstreifen in der Fallrichtung der Fläche zu finden. Diese „Rutschstreifen“ scheinen mit der Schieferung des Granits in einem ursächlichen Zusammenhang zu stehen, denn ihre Horizontalprojektion geht gewöhnlich der Streckung parallel. Allerdings steht sie auch manchmal mehr oder minder senkrecht zu ihr. Ich konnte zu wenig Beobachtungen an solchen „Rutschflächen“ machen, um Näheres sagen zu können.

Die Schieferung des Granites streicht 125—135 bei saigerer Stellung. Zwar kann man sie nicht überall sehen, doch ist sie immer dort vorhanden, wo sich größere Resorptionsschlieren eines basischen Gesteins befinden. Diese Schlieren sind: bis zu 1 qm groß bei einer Dicke von 2—5 cm; ihre Streichrichtung ist wechselnd.

Einmal streichen sie in 35, dann in 135 und wieder in 115—125, diese letzteren also in der Schieferungsrichtung des Granites. Im Hornblendegranit, zu dem der Reichsgranit gehört, wechselt das Streichen der Schlieren ebenso. Nur ist die Schlierenform dort spindelförmig, während sie bei Oberflockenbach-Ursenbach in Blattform auftreten, so daß sie an dunkle Gänge erinnern.

Die Gänge im Reichsgranit (Tafel II, Stern 9) halten 2 Richtungen inne, die BUBNOFF jedoch als zu einem System gehörend betrachtet. Die Mehrzahl der nur sehr wenig mächtigen Aplit- und Pegmatitgänge streicht 5—10° und fällt ohne Ausnahme mit 60—75° nach O. Das Streichen der Gänge der zweiten Richtung ist 35° F 50°—70° SO. Diesen erzgebirgisch streichenden Gängen läuft das Maximum der Klüfte parallel. Die Schieferung des Granites steht in 125°—135° senkrecht darauf.

In den Brüchen von Oberflockenbach tritt das transversal rheinische Kluftsyst \ddot{u} m dominierend auf. Die Klüfte dieser Richtung sind sehr groß und glatt und fallen alle nach N ein. Es sind also dieselben Klüfte, wie sie als zweites Hauptsystem des Bruches vorher, erwähnt wurden. Das longitudinal rheinische System ist bei Oberflockenbach viel stärker vertreten als bei Ursenbach; die Klüfte fallen steil nach W ein. Das erzgebirgische System in 25° ist im Granit nur durch ganz wenige Klüfte vertreten, die aber sehr groß und glatt sind und den Charakter von Bewegungsflächen haben, was durch Mylonitisierung und Rutschstreifen bewiesen wird. Schließlich sind noch Klüfte in 105—115 bei steilem N- und S-Fallen vorhanden. Es ist die Frage ob die saigerstehenden oder steil SO-fallenden Klüfte in 25° noch zu dem erzgebirgischen System gezählt werden dürfen. Vergleicht man die Richtungen in 25 und 105—115 mit denen im Bruche von Ursenbach gemessenen in 35—45 bei 50—80 SO-Fallen und in 115—125 bei 60—75 SW-Fallen, so wird eine Drehung der Kluftsyst \ddot{u} me um 10° nach W ersichtlich. Dadurch ist es aber sehr wahrscheinlich, daß man auch die Klüfte in 25° von Oberflockenbach noch als erzgebirgisch bezeichnen muß.

Die Schieferung des Granites bei Oberflockenbach streicht 125 F 50 SW. Die Blattschlieren weichen mehrfach von dieser Richtung ab, wie es auch in Ursenbach der Fall ist. Sie streichen z. B. 45 und 5. Die Schieferung ist das konstante Element, die Schlieren wechseln in ihrem Streichen.

An Gängen fand ich nur einen einzigen Aplitgang, der in

50° F 75 NW verlief und ferner einen 2 m mächtigen Ganggranit in 135 F 68 SW. Die eine Klüftung steht senkrecht auf dem Salband des Ganggranites, streicht also 35—40°. Die andere Klüftung streicht parallel oder sehr spitzwinklig in 115—135 zu dem Salband und fällt steil nach SW wie nach SO. Es sind dies dieselben Verhältnisse, die man in den Ganggraniten vom Schafpferch im Schriesheimer Granit antrifft.

BUBNOFF sieht die Richtung 0—35°, in welcher die Gänge streichen als Q-Richtung an; seine Fläche bester Teilbarkeit (S-Flächen in 100—120°) würde dem entsprechen, was ich als Schieferung in 125—135 bezeichne und auch von den Arbeitern als „Stich“ zum Ablösen des Steines gekannt wird. Was er als Streckung ansieht, die mit 25° W-Fallen senkrecht auf Q- steht, konnte ich nicht erkennen. Im großen und ganzen decken sich meine Messungen mit denen BUBNOFFS. Er deutet, wie gesagt die Gänge in dem Winkel zwischen 0—35 als Gänge der Q-Richtung. Da ich durch bessere Aufschlüsse in der Lage war, mehr Messungen zu machen, sah ich, daß die Gänge in 35° scharf getrennt sind von den Gängen in 0—15°. Der Gangstern zeigt also 2 Strahlen in 35 und 15. Ich glaube daher, daß die Gänge und Klüfte in 35 bei 50—70 SO-Fallen die Q-Richtung angeben und daß die Gänge in 0—15° einer Diagonalrichtung angehören. An BUBNOFFS Anschauung würde dies nichts wesentlich ändern, wenn er schreibt, daß: „für dies Gebiet eine Druckrichtung aus SSW, d. h. genau in der Richtung der Otzbergspalte“ vorhanden ist.

Jedenfalls kann auch aus den primären granittektonischen Elementen des Reichsgranites der Schluß gezogen werden, daß das rheinisch streichende Element auch hier karbonisch angelegt ist. Interessant ist, daß die Mehrzahl von Futterers „Ganggraniten“, die sogenannten Alsbachite, die in der Gegend von Rittenweier und Heiligkreuz den Granit durchschwärmen in der Richtung der Schieferung, also 120° streichen; ungefähr dieselbe Streichrichtung hat auch der jüngere Ganggranit von Oberflockenbach, der vorher schon angeführt wurde. Ob der Reichsgranit wie der Schriesheimer Biotitgranit in einzelne Schollen zerlegt ist, die durch Ruschelzonen getrennt werden, konnte ich nicht feststellen. Möglich ist es schon.

10. Der Granit der Tromm.

Tafel II, Sterne 10 u. 11 u. Karte.

Der Trommgranit ist ein typischer Biotitgranit; sein Korn ist grob, kann aber auch sehr fein werden. Stellenweise ist das Gestein durch große Feldspäte porphyrisch entwickelt. Wie im Granit von Schriesheim, so tritt auch hier eine tiefgründige Verwitterung zu Grus auf. Nur die feinkörnigen Granitmassen bilden anstehende Felsen, die dem Höhenzug der Tromm hie und da aufgesetzt sind. Nach KLEMM ist der Trommgranit eines der jüngsten Intrusiva des Odenwaldes; ob er gleichzeitig mit dem Biotitgranit von Weinheim aufgedrungen ist, der dort den älteren Hornblendegranit durchädert, oder etwas jünger, das kann man schwer angeben. Sein Hauptverbreitungsgebiet ist Blatt Lindenfels; doch setzt er sich noch weiter nach Süden auf Blatt Weinheim fort. Der Trommgranit bildet ein nordsüdlich gestrecktes Massiv, das im Süden viel breiter und schollenreicher ist als im Norden. Er grenzt im Westen an den Hornblendegranit. CHELIUS zeichnet auf Blatt Lindenfels Verwerfungslinien als Grenze zwischen den beiden Graniten ein. Dies stimmt sicher nicht. Die Verwerfungen gehören zur Otzbergspalte und durchziehen sowohl Hornblendegranit wie Trommgranit. KLEMM nimmt auf Grund neuer Untersuchungen einen konkordanten Verband mit dem Hornblendegranit an, während BUBNOFF in seiner Arbeit: Tektonik und Intrusionsmechanismus im kristallinen Odenwald einen diskordanten Verband vermutet. Weiter spricht sich BUBNOFF für eine vorkarbonische Anlage der Otzbergspalte aus, die im Tertiär wieder aufgelebt sei. KLEMM (1923) hingegen schreibt der Otzbergspalte ein tertiäres Alter zu. Wie groß die Ausmaße der Bewegung sind, läßt sich kaum angeben. Man kann nur ganz allgemein eine größere Verschiebung erkennen. Die Aufschlüsse „in der Klemm“ bei Brombach an der Weschnitz, von Steinbach bei Fürth und im Orte Fürth selbst, oder am Storbuckel bei Waldmichelbach und bei Hammelbach zeigen alle eine hochgradige kataklastische Zertrümmerung, sowohl der Einzelkomponenten des Gesteines, wie auch des Gesteines im großen. CHELIUS schreibt in den Erläuterungen zu Blatt Lindenfels, daß man in dem Steinbruch „in der Klemm“ merkwürdig „gewinkelte, gefaltete und gewundene Schiefer“ sehe. Diese Schiefer sind aber nichts anderes als vollkommen zermahlener Trommgranit. Die meisten Steinbrüche sind in diesen Mylonitonen angelegt; und es ist daher dort unmöglich noch irgendwelche primären Elemente zu erkennen. In den zwei Steinbrüchen vom Borstein bei Zotzenbach und am Gärtnerskopf bei Untermengelbach ist frischer ungestörter Granit aufgeschlossen. Ich bespreche zuerst diese beiden Vorkommen und nachher die Aufschlüsse in den Mylonitonen.

11. Der Granit vom Borstein bei Zotzenbach.

Tafel II, Sterne 10 u. 11 u. Karte.

Der Kluffstern dieser Örtlichkeit ist sehr einfach. Das Maximum der Klüfte verläuft longitudinal rheinisch (165°) und senkrecht dazu (75°). Die Klüfte des ersten Systemes haben nach beiden

Seiten steiles Einfallen; die Klüfte des zweiten Systemes fallen meistens steil nach N ein oder stehen saiger. Die Aplit- und Pegmatitgänge durchziehen in großer Anzahl den Granit in den beiden Richtungen 5—175 und 75. Es tritt also auch hier eine Ähnlichkeit zwischen Kluft- und Gangstern auf. Einige wenige Pegmatite liegen söhlig oder beinahe horizontal, so daß es schwer fällt, genaue Streich- und Fallwinkel zu messen.

Außer den Gängen als frühe, ursprüngliche Bildungen des Granites findet man noch Biotitschlieren und hie und da Bänder¹⁾ von parallel gestellten porphyrischen Feldspäten. Doch ist ihre Richtung nicht einheitlich, wie folgende Messungen zeigen:

Biotitschliere	in 140 ⁰ Fallen	saiger
„	„ 170	„ „
„	„ 100	„ 80 N
„	„ 165	„ 70 O
parallele Feldspäte	„ 165	„ 70 O

Das Vorhandensein von vielen granittektonischen Merkmalen läßt es wünschenswert erscheinen, sie in jenen genetischen Zusammenhang zu bringen, wie ihn CLOOS erkannt hat. Die Aplite und die Klüfte in 175—185 würden der Q-Richtung entsprechen; die Gänge und Klüfte in 75 würden die S-Richtung darstellen. Die Richtung der Schlieren und der Paralleltexur in 165 widerspricht jedoch der Deutung als Q und S. Da aber gerade diese Elemente in der Längsachse des Massives liegen, ist es wohl wahrscheinlicher, daß sie nur den vertikalen Auftrieb des Magmas widerspiegeln. Ich denke hier an einen analogen Vorgang der vertikalen Aufwärtsbewegung, wie ihn CLOOS für das Massiv des Riesengebirgsgranites annimmt. Die flachliegenden Aplitgänge würden Lageraplite sein.

Interessant ist, daß die Anordnung der Klüfte und Gänge im Trommgranit dieselbe ist, wie ich sie von der Zone I von Schriesheim beschrieben habe und wie sie BUBNOFF (1923) schon erkannt hat. Daß die tertiäre Bewegung auch hier ihre Spuren zurückgelassen hat, indem sie neue Klüfte parallel zu den alten aufriß, oder alte zum Klaffen brachte, erkennt man an verschiedenen Anzeichen. Große, sofort in die Augen fallende Kluftwände tragen Rutschflächen. Ein Teil von ihnen streicht genau longitudinal rheinisch. Die Rutschstreifen liegen sowohl in der Fallrichtung der

¹⁾ In Wirklichkeit dürfte es sich um räumlich sehr ausgedehnte stark zwei dimensional entwickelte, schmale Zonen handeln.

Harnischflächen, wie auch horizontal. Da einige horizontale Harnischstreifen Absätze tragen, ist eine Bewegung der Ostschollen nachzuweisen. Klüfte in 165 F 84 O und in 70—75 F 84 N tragen Schwerspat- und violette Flußspatkristalle und Eisenglanz. Da sie auf Klüften sitzen, die während des Tertiärs bei der Bildung der Oetzbergspalte bewegt wurden und nicht zerdrückt sind, werden die Mineralien vermutlich erst nach der tektonischen Bewegung entstanden sein. Doch ist es klar, daß diese Beobachtung kein zwingender Beweis für ihr tertiäres Alter ist. Auffallend ist, daß die transversal rheinischen Klüfte keine Harnischflächen sind, wohl aber einen 2—3 cm dicken, roten Tonbelag tragen. Ihnen wird also eine andere tektonische Bedeutung zukommen, als den longitudinal gerichteten.

Auch dem Alter nach dürften hier bei den Harnischen mindestens zwei verschiedene Phasen der Bewegung zu unterscheiden sein, da es kaum anzunehmen ist, daß sich gleichzeitig horizontale Harnischstreifen und Streifen im Fallen der Harnischflächen herausgebildet haben sollten.

Jedenfalls kann man sich auch hier nicht des Eindruckes verwehren, daß die tertiäre Tektonik den Spuren folgte, die im Karbon im Granit vorgezeichnet wurden, ja, wenn VON BUBNOFF'S Ansicht über das Alter der Oetzbergspalte zu Recht besteht, noch viel früher angelegt war.

12. Der feinkörnige Trommgranit vom Gärtnerskopf.

Auf der Straße von der Kreidacher Höhe bei Wald-Michelbach nach Zotzenbach ist durch Steinbruchbetrieb feinkörniger roter Trommgranit aufgeschlossen, der eine große Amphibolitscholle einschließt. Die dunkeln Biotit- und Hornblende-reichen Stellen im Granit sind Mischgesteine zwischen dem Amphibolitmaterial und dem Granit. KLEMM geht in den Erläuterungen zu Blatt Weinheim-Birkenau Seite 19 und 33 ausführlicher darauf ein. Der feinkörnige Trommgranit ist etwas kataklastisch zertrümmert. Da das ganze Kreidach-Mörtenbacher Tal von zahllosen Quetschzonen durchzogen ist und, wie KLEMM vermutet, das Tal ein Senkungsfeld darstellt, ist es nicht verwunderlich, daß der Biotitgranit Spuren tektonischer Bewegung zeigt.

Die Hauptklüftung des feinkörnigen Trommgranites streicht 70 und fällt durchschnittlich 55—70° nach Süden; einige wenige Klüfte

laufen in 95 bei flachen (45—55) N-Fallen. Andere Kluftrichtungen sind nicht vertreten. Es könnte wohl sein, daß die Klüfte in 70° isothermalen Flächen folgen; denn der Kontakt der Amphibolitscholle zum Granit streicht nach der Karte auch 70°. Vielleicht ist auch die Feinkörnigkeit des Granites eine Folge der Abkühlung an der Scholle; denn weiter weg von ihr wird das granitische Material wieder grobkörnig. Ob diese Klüfte in 70° bei Südfallen, den N-fallenden bei gleichem Streichen vom Borstein entsprechen, kann ich nicht sagen; denn im Granit vom Gärtnerskopf fehlen andere granit-tektonische Merkmale. Nur die Aplitgänge sind in größerer Zahl vorhanden; sie streichen genau wie die auf Seite 37 besprochenen Gänge an dem 2 1/2 km nördlich entfernten Borstein und fallen wie dort steil nach O ein.

13. Die Amphibolitscholle vom Gärtnerskopf.

Gleich neben dem Aufschluß im feinkörnigen Trommgranit am Gärtnerskopf ist die schon vorher angeführte Amphibolitscholle in einem großen Steinbruch aufgeschlossen. Das zähe, widerstandsfähige Gestein liefert ein vorzügliches Schottermaterial für Straßen. Im Gegensatz zu den anderen Schollen der Gegend Wald-Michelbach-Kreidach, ist die Amphibolitscholle vom Gärtnerskopf nicht schiefrig. Es fällt sofort beim Betreten des Bruches die ungewöhnlich große Anzahl von Gängen, meistens Pegmatiten, auf, die im großen und ganzen untereinander parallel sind. Im einzelnen verzweigen sie sich, enden stumpf oder setzen sich als feine, helle Linien in dem dunkeln Gesteine fort. Ferner sieht man vorzüglich, wie von einem größeren Schollenkomplex kleinere Schollen vom Granit und seinen Gängen losgelöst und allmählich abgedrängt werden.

Die Gänge halten dieselbe Richtung inne, wie am Borstein und im feinkörnigen Granit des Gärtnerskopfes. Sie streichen 165—180 und fallen mit 66—70° nach Osten. Nur einige wenige laufen in erzgebirgischer Richtung und fallen flach (42°) bis steil (80°) nach NO. Außer diesen steilen Gängen findet man flachliegende Lageraplite und Lagerpegmatite, welche, soviel ich sehen konnte, hier durchwegs jünger sind als die steilstehenden Gänge. Denn diese werden oft durch die flachen Gänge verschoben und verworfen. Randlich gegen das Salband zu, werden die Pegmatite aplitisch; doch kann auch das umgekehrte

vorkommen, daß nämlich die Salbänder grobes Korn besitzen und die Mitte feinkörnig aplitisch entwickelt ist.

Der Klufftstern ist sehr einfach und eindeutig; das longitudinal rheinische System (165—180) beherrscht das Bild. Untergeordnet tritt das transversale System auf und ferner als kleiner Strahl auch das herzynische. Daß der Klufftstern selbst in einem Bruche nicht zusammengehöriges zusammenziehen kann und dadurch ein verschleiertes Bild liefert, zeigt sich bei diesem Aufschlusse. Die longitudinal rheinischen Klüfte müssen nämlich getrennt werden, in solche, die flach (37° maximal) nach O und solche, die steiler (50 bis 75°) nach W einfallen. Im Streichen zwar übereinstimmend, stehen die Klüfte in einem stumpfen Winkel von 105° — 115° aufeinander. Da, wie vorher schon erwähnt wurde, die steil nach O fallenden Gänge die Q-Richtung im Trommgranit anzugeben scheinen, so können auch nur die steilen Klüfte, obgleich sie W-Fallen besitzen, mit Q bezeichnet werden.

Ob das Lager L, durch die flach fallenden Klüfte dargestellt sind, getraue ich mich nicht zu sagen. KLEMM spricht in den Erläuterungen zu Blatt Birkenau-Weinheim Seite 19 ganz allgemein von einer Bankung der Amphibolitschollen, die in der Gärtnerskopfscholle auch zu sehen sei. Ich glaube nicht, daß diese Bankungsfugen mit den eben beschriebenen flachen Klüften identisch sind.

Während der feinkörnige Trommgranit, der die Amphibolitscholle umgibt, Merkmale tektonischer Beanspruchung zeigt, die durch den Einbruch des Kreidach-Mörtenbacher Tales verursacht wurden, zeigt die Amphibolitscholle keine Spuren einer größeren mechanischen Einwirkung. Eine einzige Kluft in 35, F 94 NW trägt horizontale Bewegungstreifen mit Harnischabsätzen, aus denen eine NO-Bewegung der Ostscholle hervorgeht.

Die Klüftung der Scholle, die im allgemeinen mit der im Granit übereinstimmt, läßt auch hier die Frage aufwerfen, ob man es mit Texturfugen, etwa primären Schichtflächen oder späteren Schieferungsflächen, mit tektonischen Fugen oder mit Kontraktionsrissen zu tun hat. Aber schon in der allgemeinen Erörterung über die Amphibolitscholle zitierte ich KLEMM, der keine Schieferungs- oder sonstige ursprüngliche Texturflächen bemerken konnte. Es ist ein völlig massiges, richtungsloses Gestein, so daß primäre Texturflächen, die schon vor dem Einbetten der Scholle in Granit, vorhanden waren, nicht in Frage kommen. Die andern Schollen im Süden besitzen aber eine deutlich erkennbare Schieferung. Dieser ganze

südliche Schollenkomplex zeigt teilweise auf kurze Entfernung schon ein wechselndes Streichen der Schieferung, was eine Verflößung und Drehung der einzelnen Schollen verrät. Die Schollen wurden aus ihrer ursprünglichen Lage durch den Granit entfernt und dabei kontaktmetamorph verändert. Daß bei diesem Prozeß die große Scholle vom Gärtnerkopf in denselben zähflüssigen Zustand überging, wie der Granit es war, ist kaum anzunehmen. Denn der Kontakt ist scharf und zeigt keine Spuren einer randlichen Anschmelzung. Nur kleinere losgelöste Bruchstücke der Scholle fielen der Aufschmelzung anheim. Dies wird durch die dunklen Streifen von Mischgestein bewiesen, die im roten Trommgranit des Gärtnerkopfes auftreten (Siehe Seite 38). Die auffällige Tatsache, daß die Klüfte in der Amphibolitscholle und im Granit die gleiche räumliche Anordnung haben, kann verschieden gedeutet werden. Es ist anzunehmen, daß die Scholle, deren Größenmaße ja im Verhältnis zu der umgebenden Granitmasse sehr klein sind, nach der Einbettung dieselbe Temperatur angenommen haben wird wie der Granit. Selbst wenn ein Unterschied in der Wärmeleitfähigkeit vorhanden war, können die isothermalen Flächen keine Abweichung in der Scholle behalten haben. Sind also die Risse Kontraktionsklüfte, so müssen sie in beiden Massen ebenfalls dieselbe Anordnung besitzen. Das ist die erste Deutung. Eine andere Deutung kann die Klüfte tektonisch auffassen. Handelt es sich um sekundäre Tektonik, dann ist es ebenfalls ohne weiteres verständlich, daß die Klüfte in beiden verschiedenartigen Massen dieselbe räumliche Anordnung besitzen. Handelt es sich aber um primäre Tektonik im Cloos'schen Sinne, so sollte man meiner persönlichen Ansicht nach erwarten, daß der sehr viel zähere Amphibolit von den Spannungen in anderer Weise beansprucht würde als der Granit, daß also auch die Klüfte nicht dieselbe Anordnung besitzen sollten. Immerhin bin ich weit davon entfernt eine bestimmte Meinung über die größere oder geringere Wahrscheinlichkeit einer der drei Deutungen aussprechen zu wollen.

14. Aufschlüsse in den Verwerfungszonen der Otzbergspalte.

Schon in der kurzen tektonischen Übersicht erwähnte ich, daß das Trommmassiv von Verwerfungslinien durchzogen ist, welche zum System der Otzbergspalte gehören. Einige Aufschlüsse in solchen Störungszonen lassen eine größere tektonische Beanspruchung erkennen.

Am Storr buckel nördlich Wald-Michelbach ist durch besonderes Zeichen auf der geol. Karte von Birkenau-Weinheim eine größere zertrümmerte Stelle angegeben. Der Biotitgranit ist zu einem fein zerriebenen dunklen Mylonit geworden. Einzelne weniger zertrümmerte Stellen zeigen, das der Biotitgranit dunkles Material resorbiert hat und zu einem Mischgestein geworden ist.

Neben vielen regellos angeordneten Klüften trifft man immer wieder solche, die in der NS-Richtung streichen, in zweiter Linie solche, die in der OW-Richtung verlaufen und schließlich annähernd söblich liegende Flächen. Die Klüfte in 170—190 sind mit Harnischstreifen bedeckt, die flach ($8-20^{\circ}$) nach N oder S einfallen. Eine Verwerfung hat einen Quarzgang um etwa 1 m nach N verschoben. Die Verwerfung streicht 10° bei 65° W-Fallen, der Quarzgang 95 F 62 S. An der Schleppung des Quarzganges ist der relative Bewegungssinn ablesbar; die Westscholle ist nach N geschoben worden. Das Gestein ist ober- und unterhalb der Verschiebungsfläche geschiefert. Etwas östlich vom Storr buckel im Steinbruch „Hirtenklingen“ war die Bewegung nicht mehr so stark. Das Gestein ist noch gut als porphyrischer Biotitgranit zu erkennen, der viel amphibolitisches Schiefermaterial resorbiert hat. Die Injektionen des Granites in die Schieferflächen sind manchmal sehr fein und dünn. Die porphyrischen Feldspateindringlinge im Granit sind kataklastisch ausgewalzt, die Ecken sind abgerundet und abgebrochen.

Die Verhältnisse in der „Klemm“ bei Brombach habe ich schon besprochen. Erwähnt soll noch werden, daß feine Epidotadern den zertrümmerten Granit durchziehen. Auch bei Fürth und Lindenfels sind die Quetschzonen im Hornblendegranit mit Epidot verheilt. Im Steinbruch in der „Klemm“ ist die Zertrümmerung und Mylonitierung am stärksten ausgeprägt. Östlich und westlich davon ist weniger gestörter Granit anstehend. Das Gestein ist zwar immer noch, aber nicht mehr unregelmäßig zerklüftet. Dicht gescharte Fugen bilden dünne Gesteinsplatten von 8—10 cm Mächtigkeit. Der Kluffstern dieser weniger zertrümmerten Stellen zeigt das Maximum der Klüfte in herzynischer und erzgebirgischer Richtung; während sonst der Kluffstern des ungestörten Trommgranites Strahlen in 165° und 75° zeigt. Die geol. Karte, Blatt Lindenfels von CHELIUS gibt hier eine Kreuzung von 2 Verwerfungen an, die in 40 und 135 streichen. Da die Klüfte den beiden Störungslinien parallel laufen, werden sie auch mit ihnen entstanden sein. Die-

selbe Abhängigkeit der Klüftung von den Verwerfungen findet sich in alten Steinbrüchen im Orte Steinbach bei Fürth und am Westabhang des Wagenberges bei der großen Buche.

15. Der Granit von Wald-Michelbach im Odenwald.

Tafel II, Sterne 12 u. 13.

Schon in den Erläuterungen zu Blatt Beerfelden vom Jahre 1900, wie in der kleineren Arbeit: Der Granit von Wald-Michelbach 1923 trennt KLEMM vom südlichen Odenwälder Biotitgranit den Granit von Wald-Michelbach ab. Weniger petrographisch-chemische, wie strukturelle und textuelle Verschiedenheiten des Gesteines, veranlaßten KLEMM es als eine besondere Abart des gewöhnlichen Biotitgranites anzusehen. Im allgemeinen ein richtungslos körniges Gestein, wird es da, wo es paläozoische Gesteine resorbiert hat, zu einem flächenhaft parallel textierten Granit. Hellere und dunklere Gesteinslagen treten bandweise auf. Die helleren Lagen entsprechen reinem Granit; die dunklen sind Mischgesteine. Größere Feldspäte bedingen eine porphyrische Struktur; und im Verband mit den übrigen, parallel gestellten Mineralien entsteht eine flasrige Textur. Dieser flasrige Granit wird von jüngeren Ganggraniten durchzogen, die teilweise eine Paralleltextrur der Mineralien aufweisen. Wie KLEMM schreibt, ist sie als Fluidaltextrur anzusehen. Die porphyrische Entwicklung, die Flaserung des Granites, die gangförmigen Nachschübe jüngeren Granites sind es, die KLEMM veranlassen, den Granit von Wald-Michelbach in Parallele zu setzen mit dem älteren Böllsteiner Granit und seine Nachschübe mit dem jüngeren streifigen Granit der Böllsteiner Höhe zu vergleichen. Für meinen Zweck brauche ich auf diese Frage nicht einzugehen.

Südöstlich von Wald-Michelbach im „Kuhklingen“ bei Seckenrain ist in einer kleinen Schürfung Granitgrus entblößt. Ein langgestrecktes Band, das durch große Feldspäte ausgezeichnet ist, streicht 75° . Die Orthoklase stellen sich mit ihren längsten Richtungen in diese Streichrichtung. Ein mit 25° W fallender Aplitgang verläuft in 165° . Die Feldspäte in 75° geben die S-Richtung im Sinne von CLOOS an. Die Klüftung nach dieser S-Richtung streicht jedoch 105° und steht saiger, schneidet also das langgestreckte Band der Feldspäteinsprenglinge in einem spitzen Winkel von 30° . Ferner ist eine Rissigkeit in 125° mit steilem NO-Fallen wahrzunehmen, und eine dritte Klüftung streicht in 25° bei $80-85^{\circ}$ SO-Fallen.

Im „Königsbuckel“ bei Unter-Waldmichelbach wird in zwei Gruben der Grus zu Bauzwecken gewonnen. Dunkle Biotitschlieren, die räumlich unregelmäßige Spindeln, bzw. „dreiachsige Ellipsoide“ sind, REYER's Schlierenknödel und SALOMON's Lazerationssphäroide, streichen wie das feldspatreiche Band von Seckenrain $65-85^{\circ}$.

Und wie dort, streicht auch hier eine Klüftung (105—110°) mit steilem Südfallen spitzwinklig zu der S-Richtung in 65—85°. Unterstrichen wird diese Richtung durch einzelne gleichstreichende, aber sehr ungleich fallende Aplitgänge. Desgleichen ist die Rissigkeit in 125° vertreten. Aber ihr Fallen ist anders geworden, nämlich einmal mit 60—70° nach SW und ein andermal mit 45° nach NO gerichtet. Ein drittes Kluftsystem streicht longitudinal rheinisch 5°—15°, um die vertikale Lage pendelnd, und zeichnet sich von den anderen Klüften durch starken Eisenglanzbelag aus. (Erläuterungen zu Blatt Birkenau-Weinheim Seite 35.)

Weit besser als diese dürrtigen Aufschlüsse ist beim Bahnhof Unter-Waldmichelbach in der „Halle“ das Gestein entblößt. Die Streckungsrichtung S ist in unzweifelhafter Weise durch eine Unmenge von dünnen, senkrecht stehenden Biotitschlieren, großen parallel gestellten Feldspäten in bandartiger Anordnung und parallel gestellten Biotitblättchen angegeben. Das Streichen ist etwas uneinheitlich zwischen 65° und 85° bei saigerer Stellung. Die vorherrschenden Klüfte streichen NS (5°) und fallen mit 50—70° nach W. Das ganze Äußere dieser Klüfte (Taf. II, Stern 12) erinnert lebhaft an jene, die ich bei der Besprechung des Granites von Heiligkreuzsteinach erwähnt habe. Große aufgewachsene Feldspäte, größere Muskovitlamellen und Quarzkristalle als $\frac{1}{2}$ —1 cm dicker Belag überkleiden die Klüfte und weisen darauf hin, daß sie primär sind und in der pegmatitischen Phase der granitischen Erstarrung etwas klafften. Ich fasse sie als pegmatitische Wandtapeten auf. Übrigens sind auch aplitische und echte pegmatitische Gänge desselben Streichens und Fallens vorhanden.

Auch in transversal rheinischer Richtung, nämlich in 95—105° bei saigerem bis steilem (85°) N- und S-Fallen verläuft eine größere Anzahl von Gängen. Diesen wiederum parallel, zieht, an Anzahl den NS gerichteten Fugen gleich, das zweite Kluftsystem in 95—105° bei steilem S-Fallen (80—85°). Viele Aplitite und Pegmatite in 65—70° mit 70—80° SO-Fallen vervollständigen den Gangstern (Tafel II, Stern 13). Bemerkenswert ist, daß diese nicht von parallelen Klüften begleitet werden. Als dem CLOOS'schen „Lager L“ folgende Gänge fasse ich flachliegende Aplitite, Pegmatite und bis 5 cm mächtige, feinkörnige Ganggranite auf. Sie streichen NS und fallen einmal mit 20° nach W, ein andermal mit 5° oder auch mit 15° nach O.

Interessant sind die Verhältnisse in den mächtigen, steilstehenden

Ganggraniten. Sie zeigen nämlich eine Paralleltexur der Mineralien, deren Streichen sehr stark von der Streckungsrichtung S im grobkörnigen Granit abweicht. KLEMM (1923) faßt diese Erscheinung als eine Fluidaltexur parallel den Salbändern des Ganges auf. Die Fluidaltexur eines größeren Ganges von Ganggranit weist z. B. als Streichen 180° E 80° W auf; sie steht also senkrecht zur Streckungsrichtung S im gewöhnlichen Granit.

Die Ganggranite sind ihrem Alter nach jünger als die Aplite und Pegmatite. Der vorhererwähnten Arbeit KLEMM's ist eine schöne Photographie einer angeschliffenen und polierten Gesteinstafel von Waldmichelbacher Granit beigegeben, aus welcher man ersieht, daß Aplite und Pegmatite, weil sie sich gegenseitig verwerfen, gleichaltrig sind. Sie sind in „das noch heiße Nebengestein“ eingedrungen, da der Kontakt sehr verschwommen ist. Die Salbänder der Ganggranite sind jedoch glattwandige Flächen. Diese Gänge müssen somit in einem späteren Stadium der Abkühlung aufgedrungen sein. Ich habe auch nie gesehen, daß der Ganggranit seinerseits von Apliten und Pegmatiten durchädert wird. Noch ein weiterer Beweis indirekter Art für das jüngere Alter ist zu erbringen. Die Klüfte im feinkörnigen Ganggranit streichen $5-10^{\circ}$ und fallen $50-60^{\circ}$ ein, und ferner streichen andere Klüfte bei saigerer Stellung in 125° . Die ersten Klüfte entsprechen in ihrer Lage vollkommen den auf Seite 44 erwähnten, welche in 5° streichen und mit $50-70^{\circ}$ nach W fallen. Während aber diese Klüfte des Hauptgranites einen pegmatischen Belag tragen, fehlt dieser natürlich den Klüften in dem jüngeren Ganggranit.

Zwei Deutungen sind vorhanden, um die gleiche Streich- und Fallrichtung der Klüfte im Haupt- und Ganggranit zu erklären. Man kann die primären Klüfte des Hauptgranites mit dem Pegmatitbelag als Druckfugen einer Tektonik auffassen, welche sowohl die Erstarrung des Hauptgranites, wie der Ganggranite überdauerte. Welcher Art der Druck ist, ob Intrusionsdruck, oder ein regionaler Druck, dem auch das Nebengestein der Intrusivmasse ausgesetzt war, sei vorläufig dahingestellt. Dieser Ansicht, daß die Klüfte des Hauptgranites und des Ganggranites Zeugen eines Druckes sind, widerspricht die vorhererwähnte Beobachtung der Fluidaltexur in den Gängen. Man sollte nämlich erwarten, daß die Fluidaltexur der Ganggranite parallel sei der Streckungsrichtung im Hauptgranit. Diese Forderung ist in den aplitischen Gängen zwischen

Landeck und Reichenstein in Schlesien erfüllt. (Siehe CLOOS: Geologie der Schollen in schles. Tiefengesteinen, Seite 95.) In den Ganggraniten von Unter-Waldmichelbach steht jedoch die Fluidaltextur in keiner Beziehung zu der Streckungsrichtung im Hauptgranit.

Die zweite Deutung zur Erklärung der gleichen Kluftrichtungen ist folgende: Die primären, mit pegmatitischer Wandtapete überkleideten Klüfte des Hauptgranites sind entweder durch Kontraktion oder durch Druck entstanden. Nachdem diese Klüfte gebildet waren, drangen die Ganggranite auf. Bei einer späteren tektonischen Beanspruchung des Hauptgranites und der Ganggranite wurden die schon bestehenden Klüfte des Hauptgranites wieder benutzt, ohne daß neue Fugen aufrissen. Im noch wenig zerklüfteten Ganggranit aber bildeten sich neue Klüfte, welche dieselbe Streichrichtung und Fallgröße besitzen, wie die älteren Klüfte im Hauptgranit. Die posthume Bewegung an den Klüften des Hauptgranites bestimmte auch die Richtung der neu sich bildenden Klüfte in den Ganggraniten.

Ich habe bisher nur über den massig struierten Waldmichelbacher Granit gesprochen. Wenngleich eine deutliche Parallelstellung der Biotitblättchen in ihm unverkennbar ist, so kann der Ausdruck „massig struiert“ im Gegensatz zu dem flächenhaft parallel textierten Granit von Aschbach (1 km nördlich von Unter-Waldmichelbach) mit Recht gebraucht werden. Schon in den allgemeinen Erörterungen zu diesem Abschnitt, verwies ich auf KLEMM, der als Ursache der Paralleltexur eine hochgradige Resorption von Schiefer-schollen nachwies. Er hat sehr klar auf Seite 10 ff. seiner Arbeit die petrographischen Verhältnisse geschildert, den allmählichen Übergang vom massigen zum flasrigen Granit. Auch finden sich schon Angaben über die vorhandenen Kluftsysteme.

Wieder tritt im Aschbacher Granit das longitudinal rheinische Kluftsystem mit flachem W-Fallen in den Vordergrund. Das Fallen ist im allgemeinen noch 10° flacher, nämlich $40-60^{\circ}$. Vereinzelt sind auch Klüfte in 90° mit einem flachen Südfallen vorhanden; sie treten aber sehr zurück. Im Gegensatz zu den entsprechenden NS streichenden Klüften von der „Halle“ beim Bahnhof Unter-Waldmichelbach fehlen die pegmatitischen Wandtapeten. Dafür tragen sie Rutschstreifen, die meistens dem Fallen der Klüfte folgen oder aber in der Horizontalprojektion $130-135^{\circ}$ streichen mit 40 bis 45° NW-Fallen. Ich möchte diese Harnischstreifen als sehr

bald nach der Erstarrung entstanden ansehen; in diesem Sinne könnten sie also als „primäre“ Bildungen im Granit gelten. Denn während die entsprechenden Fugen bei Unter-Waldmichelbach durch ihr Klaffen die Bildung von pegmatitischen Wandtapeten gestattete, wurden hier durch eine tektonische Bewegung die Klüfte geschlossen und die Rutschstreifen geschaffen. Es kann auch hier an zwei Deutungen gedacht werden, welche analog sind zu den auf Seite 45 angeführten. Dort handelte es sich um die Erklärung der gleichen Streich- und Fallrichtung der Klüfte im Hauptgranit und im Ganggranit. Die erste dort angeführte Deutung kann auch hier ohne weiteres gebraucht werden. Der tektonische Druck schuf sowohl in Aschbach wie in Unter-Waldmichelbach NS-Klüfte mit flachem W-Fallen. In Waldmichelbach aber klafften die Fugen, in Aschbach aber waren sie geschlossen.

Doch ist noch eine zweite Deutung möglich, welche in gewisser Hinsicht der zweiten Deutung von Seite 46 analog ist. Die NS-Klüfte von Aschbach und Unter-Waldmichelbach sind gleichaltrig; sie sind entweder durch Kontraktion oder durch Druck entstanden. Bei einer späteren tektonischen Beanspruchung des Granites lebten die Klüfte wieder posthum auf. Erst bei dieser Beanspruchung wurden die Rutschstreifen auf den natürlich schon älteren Klüften gebildet. Nach dieser zweiten Deutung sind also die Rutschstreifen auf den Klüften von Aschbach „sekundär“.

Außer diesen flach W-fallenden Klüften ist im Aschbacher Granit noch ein weiteres Kluftsystem stark vertreten. Es streicht in 125° mit $55\text{—}75^{\circ}$ SW-Fallen. Die anderen Klüfte, die auch KLEMM anführt in 45° , 60° , 70° bei saigerer Stellung, treten sehr zurück.

Die flächenhafte Paralleltextur, die Schieferung des Granites von Aschbach, streicht $120\text{—}125$ bei 35 NO-Fallen. Das Gestein ist in dem Bruche beim Bahnhof Aschbach, der seit Februar 1925 Kopfplaster für Straßen liefert, neu aufgeschlossen worden. Die Aplite und Pegmatite, die mehr oder minder konkordant in die Schieferung eingedrungen sind, sind oft verschwommen. Dies kommt daher, daß die Gänge eine sehr deutliche Fluidaltextur parallel dem Salband aufweisen; man könnte von „schiefrigen“ Apliten sprechen. Ferner hat das Ganggestein Flasergranit des Salbandes losgelöst und mitgenommen. Diese Gänge sind, um mit KLEMM zu sprechen, „in das noch heiße Nebengestein“ eingedrungen. Außerdem gibt es noch Gänge, die ein scharfes Salband gegen den

Granit haben; sie werden deshalb etwas jünger als die anderen sein. Es ist nun auffallend, daß die Aplite und Pegmatite mit scharfem Salband mehr oder minder senkrecht zur Granitschieferung stehen. Sie streichen also $120\text{--}125^\circ$ und fallen mit $70\text{--}75^\circ$ nach SW; oder sie streichen spitzwinklig zur Schieferung z. B. in 95° und fallen 70° nach S. Die Gänge in $120\text{--}125^\circ$ F. $70\text{--}75^\circ$ SW sind dem vorhererwähnten zweiten Hauptklufsystem parallel.

Dieselben Verhältnisse kann man in einem kleinen Steinbruch im Galgenfeld vom Bocksberg bei Unter-Waldmichelbach sehen. Die Schieferung streicht auch örtlich 125° , fällt aber viel steiler (70°) nach NO. Daneben tritt ein Streichen in 90° bei 75° N-Fallen auf und plötzlich wieder in 155° bei 80° NO Fallen. Dieses Wechseln im Streichen auf kurze Entfernung denke ich mir als eine Abbildung der einstigen Falten des nunmehr resorbierten Schiefermaterials.

Um die eben besprochenen Kluftrichtungen, die Gänge und die übrigen ursprünglichen Merkmale in ihrem Zusammenhang übersichtlich zu betrachten, stelle ich sie in einer Tabelle zusammen.

Im Folgenden vergleiche man die nebenstehende Tabelle. Die Streckung im „massigen“ Granit von Unter-Waldmichelbach ist durch die Merkmale der ersten flüssigen Phase des Granites angegeben. Sie ist in dem Winkelfeld von $65\text{--}85^\circ$ variabel. Die Schieferung des Flasergranites von Aschbach und vom Bocksberg in 120° F 35° NO ist von Streckung scharf zu trennen. Der örtliche Wechsel der Schieferung im Streichen und Fallen spiegelt nur die ehemalige Faltung der Schiefer wieder.

In seiner „Geologie der Schollen in schlesischen Tiefengesteinen“ bespricht H. Cloos das Verhalten von plastischen Mischgesteinen. Er schreibt auf Seite 98, daß die „Fältelungen oder Falten des Mischgesteines bei Golitsch noch unter den Begriff der pygmatischen Faltung Sederholms gehören“. Ferner spricht er die Ansicht aus, daß Mischgesteine von Schiefer und Granit viskoser seien als reiner Granit. Diese beiden Annahmen werden auch durch die Beobachtungen in dem Bruche von Aschbach bestärkt. Ob auf den Schieferungsflächen des Aschbacher Granites noch eine lineare Streckung vorhanden ist, konnte ich nicht mit Sicherheit feststellen. Möglich wäre dies schon. Der Wechsel des Streichens der Streckung zwischen $65\text{--}85^\circ$ bei Unter-Waldmichelbach könnte durch die größere Viskosität des granitischen Magmas mit seinen vielen eingeschlossenen Resorptionsschlieren beeinflusst sein, ein Vorgang, wie ich ihn in größerem Maßstabe für das granitische Mischgestein von Aschbach und vom Bocksberg annehme. Im weiteren Stadium der Erstarrung rissen die Klüfte auf. Das System in 5° F $50\text{--}70^\circ$ W ist die Q-Richtung. Die Aplite und Pegmatite, der pegmatitische Belag auf Fugen dieser Richtung sind die Zeugen der primären

	Seckenrain	Königsbuckel bei Unter-Wald- michelbach	Bahnhof Unter-Wald- michelbach	Aschbach
Granithabitus	grobkörnig, porphyrisch, massig	grobkörnig, porphyrisch, massig	grobkörnig u. feinkörnig, porphyrisch, massig	schiefrig, flas- riger Granit m. resorbierten Schiefer- schollen
Feldspatzonen	75 F ?		65—85. Saiger	120—125F 35NO
Biotitschlieren Schiefer- schollen		65—85. Saiger	65—85. Saiger	120—125F 35NO
Paralleltextur der Granit- gemengteile			65—85. Saiger	120—125F 35NO mit örtlichen Abweichungen
Aplit- und Pegmatitgänge	1 Aplitgang in 165 F 25 W	105 F ungleich nach Süden	I. 5 F 50—70 W II. 95—105 F steil N u. S III. 65—85 F 70—80 SO IV. Lagergänge fallen 20 W u. 5—15 O bei NS streichen	I. 120—125 F 35 NO IIa. 120—125 F 70—75 SW IIb. 95 F 70 S
Klüftsysteme	I. 105 F steil S II. 125F steil NO III. 25F80—85SO	I. 105—110 F steil S IIa. 125 F 60—70 SW IIb. 125 F 45 NO III. 5—15 F steil W u. O	I. 5 F 50—70 W mit Pegmatit- belag II. 95—105 F steil S	I. 5 F 40—60 W mit Rutschstr. II. 125 F 55—75 SW III. 90 F flach S IV. 45. Saiger 60. " 70. "

Entstehung. Die Klüfte in 105^o, die saiger stehen oder steil nach Süden fallen, geben die S-Richtung schärfer an, als die Merkmale der flüssigen Phase. Denn im Stadium der Erstarrung war die Ausweichbewegung in S kein eigentliches Fließen mehr. Wenn eine kugelige Schliere zu einem dreiachsigen Ellipsoid angezogen wird, so beruht dies, um einen Cloos'schen Ausdruck zu gebrauchen, auf einem „Fließen am Ort“. Es sind dies Bewegungen im mehr oder weniger erstarrten, aber noch plastischen Material. Dafs dies mechanisch möglich ist, hat SALOMON (Die Adamellogruppe, II. Teil Seite 518) gezeigt, indem er darauf hinwies, dafs nach den DOELTER'schen Schmelzpunktbestimmungen eine Erweichung bei einer Temperatur T_1 von einem wirklich flüssig werden bei einer Temperatur T_2 zu unterscheiden ist. Zwischen beiden kann ein sehr großes Temperaturintervall vorhanden sein, innerhalb dessen die Tiefengesteinsmasse zwar schon aus anisotropen, aber doch noch hochplastischen Gemengteilen besteht. Dafs das Temperaturintervall bei der Abkühlung der Tiefengesteinsmasse erst in ungeheurer

langen Zeiträumen durchlaufen wird, hat SALOMON am angegebenen Orte ebenfalls gezeigt.

Die primären Klüfte sind dann nach CLOOS der Ausdruck der Dehnung im völlig erstarrten und bereits spröd gewordenen Material. Die Rutschstreifen auf den longitudinal rheinischen Klüften in Aschbach, die, wie ich schon erwähnte, nach meiner Ansicht „primäre“ Bewegungsanzeichen sind, stellen dann den tektonischen Ausdruck der Dehnung in der S-Richtung dar. Denn die Horizontalprojektion der Streifen liegt meistens in der Streckungsrichtung S (90°). Die wenigen Rutschstreifen in $130-135^{\circ}$ liegen aber in der Schieferungsebene. Es ist mechanisch denkbar, daß die Schieferungsflächen und die in die kristallinen Schiefer eingeschalteten Granitinjektionen Schwächestellen des Gesteines sind, an denen im starren Material seitliche Dehnungen stattfanden. Die Klüfte in 120° bei 35° NO-Fallen, also parallel der Schieferung passen in das Bewegungsbild. Was jedoch die Klüfte in 120° F 75 SW bedeuten, weiß ich nicht. Man kann sie natürlich als Gegenklüfte, senkrecht zur Schieferung bezeichnen. Doch ist das noch keine Erklärung. Sie als Lagerklüfte anzusehen geht nicht an. Das Lager L muß senkrecht auf Q stehen, also mit $40-20^{\circ}$ nach Osten einfallen. Ich fand nur eine einzige Kluft im massigen Granit vom Bahnhof Unter-Waldmichelbach, ausgefüllt mit einem dünnen Band von jüngerem Ganggranit, die L entspricht.

Natürlich läßt sich nicht aus einem einzelnen Aufschluß das tektonische Bild einer Intrusivmasse enträtseln. Es war dies auch nicht meine Aufgabe.

16. Der Hornblendegranit des Weschnitztales.

Karte V; Tafel II, Stern 14.

Der Hornblendegranit des Weschnitztales breitet sich zwischen dem Trommrücken im O und dem Oberrheintalgraben im W aus. Da er in Schollen im Biotitgranit schwimmt und Injektionen von ihm enthält, ist er älter als dieser. Das Wichtigste über seine petrographische Zusammensetzung findet man in KLEMM's Erläuterungen zu Blatt Birkenau-Weinheim. Wie der Biotitgranit neigt auch er zu tiefgründiger Vergrusung. Seine Struktur ist sehr mannigfach. Gleichkörnige und porphyrtartige Massen wechseln immer miteinander ab. An Stellen, wo er viel Sedimente, schieferige Amphibolite oder Diorit resorbiert hat, ist er reich an Hornblende. Der sogenannte „Reichsgranit“ von Oberflockenbach ist nach KLEMM nur eine hornblendearme bis hornblendefreie Abart des Hornblendegranites. Beinahe überall trifft man im Hornblende- wie im Reichsgranit Einschlüsse von fremdem älteren Material, das einer starken Resorption unterlegen ist.

Größere Aufschlüsse findet man reichlich zwischen den Orten Wald-Erlenbach, Sonderbach und Kirschhausen. Ich suchte diese Steinbrüche auf, um festzustellen, ob die erzgebirgischen Klüfte und die herzynisch gerichteten Klüfte, die im Granit von Heidelberg-Schriesheim auftreten, auch hier wieder zu finden seien.

An der Ostflanke des Grundberges von Mitlechtern befindet sich ein größerer Steinbruch im Hornblendegranit. Die meisten Klüfte verlaufen in $115-125^{\circ}$ mit $60-75^{\circ}$ SW-Fallen; der zweite Strahl des Klüftsternes streicht erzgebirgisch ($35-45^{\circ}$). Die Klüfte fallen mit $65-75^{\circ}$ nach NW. Nach diesen beiden Richtungen ist nach Aussage der Arbeiter eine Klüftbarkeit des Gesteines vorhanden. Eine lineare Streckung im Granit in einer dieser Richtungen konnte ich nicht feststellen. Es finden sich dunkle Schlieren von schiefrigen Amphibolit in langen Spindeln und Blättern. Sie streichen in dem Winkelfeld zwischen O und 35° . Ihr Fallen ist sehr uneinheitlich, wie folgende Tabelle zeigt.

langgezogene Bandschliere:	0° Fallen	32° O
Blattschliere:	24° „	68° SO
„	35° „	?
Spindelschliere:	25° „	53° NW

In 75° und 95° finden sich einige Klüfte mit steilem Südfallen, die durch einen rotbraunen Limonit- und Tonbelag auffallen. Ich fand nur einen einzigen Pegmatitgang. Er streicht 178° bei 66° Ostfallen.

Die großen Brüche der Firma RÜTH und REINMUTH in Wald-Erlenbach geben einen vorzüglichen Einblick in die Verhältnisse des Hornblendegranites. Bei der Kurve der Kreisstraße im Orte sind zwei, an der Nordflanke des Höhnberges mehrere größere und unterhalb der Spitze des Steigkopfes ein größerer Steinbruch. Da sie alle zusammen auf einem kleinen Raum liegen, bespreche ich sie gemeinsam (Tafel II, Stern 14).

In allen Brüchen treten Klüfte in longitudinal rheinischer Richtung 15° auf. $\frac{2}{3}$ aller gemessenen Klüfte fällt mit $50-80^{\circ}$ nach W; das letzte Drittel fällt zwischen $40-83$ nach O. Es sind Klüftwände von großem Ausmaße, die sich durch Glätte und völlige Ebenheit auszeichnen. Viele von ihnen tragen einen Epidotbelag. Er kann durch eine Bewegung poliert sein, und Rutschstreifen geben die Bewegungsrichtung an. In anderen Fällen sitzen größere Epidotkristalle unzerbrochen und unzerdrückt auf der Wand. Die einzelnen Kristalle können bis 8 cm groß werden. Diesen großflächigen Klüften laufen viele schmale Risse parallel, die von dem gleichen

Mineral verheilt, als grüne, zarte Linien sich meterlang verfolgen lassen. Einige wenige Klüfte sind mit rotbraunem Tonbelag überzogen. Das zweite Kluftsystem, an Anzahl der Fugen dem ersten gleich, steht senkrecht auf dem ersten, ist also das transversale rheinische System. Das Fallen der Klüfte ist steil zwischen 76° N und 84° S. Merkmale, die dieses System vor dem anderen auszeichnen würden, fehlen. Nur findet man hier nie Epidotbeläge auf den Klüften und auch keine Rutschstreifen.

Neben diesen beiden Kluftsystemen tritt ein drittes auf, das durch ebensoviel Klüfte vertreten ist, wie jedes der beiden anderen Kluftsysteme. Es sind herzynisch streichende Klüfte in 125 — 135° , denen wir schon im Bruch vom Grundberg bei Mitlechtern begegnet sind. Die Klüfte fallen sowohl steil nach NO wie nach SW ein, oder stehen saiger. Besondere Merkmale fehlen ihnen.

Es ist hier sehr schwer das Alter der 3 besprochenen Kluftsysteme festzustellen; denn die primären Elemente, die der Granit führt, sagen uns sehr wenig. Die basischen Schlieren sind in großer Anzahl vorhanden. Sie streichen einheitlicher als am Grundberg und zwar 50° , also erzgebirgisch, mit 60 — 80° NW-Fallen. Eine Flaserung des Gesteines und eine Parallelstellung der Hornblendekriställchen in derselben Richtung ist manchmal sehr gut erkennbar. Außerdem sieht man, in dem Bruch vom Steigkopf der gleichen Richtung folgend prachtvolle 25 m lange dunkle hornblendereiche Bänder. Es sind Resorptionsschlieren von völlig aufgelösten basischen Einschlüssen. Der Übergang von noch unregelmäßig gestalteten Schollen, über die spindelförmigen Schlieren zu den Bändern ist im Bruche am Steigkopf ungewöhnlich schön zu sehen; ebenso die von KLEMM erkannte Tatsache, daß der Hornblendereichtum des Granites in innigem Zusammenhang mit der Resorption von dioritischem und amphibolitischem Material steht.

In den Brüchen von Wald-Erlenbach fällt die Armut an größeren Gängen auf. Von 6 gemessenen kleinen Pegmatit- und Aplitgängen streichen 3 in 72° bei steilem N-Fallen; zwei weitere, saiger stehende Pegmatite ziehen in 95° und 40° . Ein Aplitgang steht senkrecht auf der Schieferung und Bänderung des Granites. Er streicht also 55° bei 30° SO-Fallen und kann deshalb als Lageraplit angesehen werden. Klüfte parallel zur Schieferung, Bänderung und den Schlieren fehlen vollkommen. Es kann infolgedessen keine erkennbare Beziehung der „Texturen“ des Granites mit den Klüften nachgewiesen werden. Es liegt nahe die herzynisch gerichteten Klüfte

als Q-Klüfte im CLOOS'schen Sinne aufzufassen, da sie senkrecht auf der Schieferung und Flaserung des Granites stehen. Nach den Angaben der Steinbruchsarbeiter kann der Stein in einem flach nach O fallenden „Stich“ abgehoben werden.

Südwestlich von Wald-Erlenbach ist in dem Dorf Sonderbach der Hornblendegranit durch viele große Brüche erschlossen. Im Eschersklingen, einem Tal südöstlich vom Ort, befindet sich einer der größten Granitaufschlüsse im Hornblendegranit. Sehr große Kluftflächen in longitudinal rheinischem Streichen treten überall auf. Sie sind glatt und eben, teilweise mit einem dünnen Epidotbelag oder mit kleinen Quarzkriställchen bedeckt. Sie gleichen vollständig den Klüften von Wald-Erlenbach; sie streichen auch genau so in 15° . Ihr Fallen ist aber regelmäßig 80° nach O gerichtet. Zum selben System gehören auch die Klüfte in 5° ; sie fallen aber stets mit 80° nach W. Das Vorhandensein von Harnischstreifen auf den mit 5° streichenden Kluftwänden und die Politur weisen auf späte (wohl saxonische) tektonische Einflüsse. Die Rutschstreifen fallen mit $18-27^{\circ}$ nach N. Ferner beobachtet man an haarscharfen Rissen der rheinischen Richtung, daß zu beiden Seiten in einer Breite von 2–3 cm die Feldspäte rötlich gefärbt sind. STENZEL beschreibt aus dem Granit der Lausitz eine ähnliche Erscheinung. War bei Wald-Erlenbach die Richtung der basischen Schlieren 50° bei $60-80^{\circ}$ NW-Fallen, so streichen in dem großen Bruch „Lärche“ diese Elemente in dem Winkelfeld zwischen 175° und 145° und fallen steil nach W ein. Die longitudinal rheinischen Klüfte sind also als S-Klüfte im Sinne von CLOOS angelegt worden und wurden später, vermutlich im Tertiär wieder bewegt.

In dem ganzen Bruch fand ich keinen einzigen Gang. — Auch das transversal rheinische System ist wie in Wald-Erlenbach vertreten. Diese Klüfte in 115° stehen alle saiger, sie erreichen nicht die Dimensionen wie die longitudinal rheinischen Klüfte, sind aber wie jene glatt und eben. Das dritte Kluftsystem ist herzynisch gerichtet (135°). Die Klüfte stehen saiger oder fallen mit 80° nach NO; sie unterscheiden sich von allen anderen durch eine etwas rauhe und höckrige Oberfläche. Da in dem Winkelfeld der Klüfte in $115-135^{\circ}$ alle Übergänge vorhanden sind, ist es eine Streitfrage, ob man berechtigt ist, ein herzynisch streichendes Kluftsystem von einem transversal rheinischen abzugrenzen. Streng genommen ist die Richtung in 115° keine transversale und die Richtung $5-15^{\circ}$ keine longitudinale mehr, da die $2\frac{1}{2}$ km entfernte Hauptrheintalpalte 165° streicht.

Im Orte Sonderbach sind wieder 2 größere Steinbrüche im Hornblendegranit. Das herzynisch gerichtete Kluftsystem ($115-135^{\circ}$) herrscht hier vor. Seine Klüfte stehen meistens saiger oder fallen steil nach NO oder SW ein. Die Kluftflächen sind groß und eben. Die Klüfte mit OSO-Streichen (115°) sind öfters glatt, haben die grüne Politur durch den zermahlenden Epidot und tragen auch Rutschstreifen, während auf Klüften in 135° beide sehr selten auftreten. Das zweite Kluftsystem steht senkrecht auf dem eben genannten, streicht also $25-45^{\circ}$ bei $45-70^{\circ}$ SO-Fallen oder $80-86^{\circ}$ NW-Fallen. Hie und da sieht man geglätteten Epidot- und Quarzbelag mit Rutschstreifen, aber doch nicht so häufig wie auf Klüften parallel zum Rheintalrand. Bei Mitlechtern begegneten wir dem zweiten Kluftsystem zum erstenmal im Hornblendegranit. Auch im Bruch vom Eschersklingen (siehe Seite 53) trafen wir diese Richtung an. Dort war sie aber so untergeordnet, daß sie gegen die anderen Richtungen nicht in Betracht kam. Umgekehrt ist die rheinisch longitudinale Richtung (15°) hier etwas in den Hintergrund getreten. Die Eigenschaften dieser Klüfte sind dieselben wie bei Mitlechtern (siehe Seite 51).

Zarte Risse im Gestein, durch die grünliche Epidotfärbung oder durch weiße dünne Quarzplatten deutlich erkennbar, werden von den Arbeitern als Schwächestellen erkannt, nach denen sich der Granit leicht ablösen läßt. Parallel zu diesen Fugen sind wieder Risse entwickelt, bei denen die Feldspäte rechts und links in einer Breite von 2 cm rot gefärbt sind (siehe Seite 53 dieser Arbeit). Der Riß selbst ist mit Epidot ausgeheilt und erscheint im Bruche als eine grüne Linie.

Die granittektonischen Merkmale sind reichlich vertreten. Die Schlierenspindeln streichen zwischen 5° und 30° . Manchmal kommen auch Abweichungen vor, z. B. 145° und 165° . Sehr häufig kann man beobachten, daß direkt neben einer Spindel in dem Winkel $5-30^{\circ}$, eine Spindel liegt, die beispielsweise 115° streicht. Die Abweichungen im Streichen treten also ganz unvermittelt auf. Wo die Schlieren blattförmige Gestalt besitzen, ist ein Fallen von $80-85^{\circ}$ nach W festzustellen. Auch die flächenhafte Paralleltexur; die Schieferung, streicht zwischen $5-30^{\circ}$.

Von 13 gemessenen Aplit- und Pegmatitgängen streichen 4 erzgebirgisch ($35\text{ F }65\text{ SO}$), 7 in $65-70^{\circ}$ bei $30-60^{\circ}$ Südfallen; 2 streichen OW und fallen flach (10°) nach N. Außerdem sind noch 5 Kersantitgänge vorhanden. Sie streichen bei saigerer Stellung in $0-15^{\circ}$, also ganz abweichend.

Bei Bonsweiher $3\frac{1}{2}$ km südöstlich von Sonderbach herrscht in dem Steinbruch der „Mörlenbacher Granitwerke“ die Kluftrichtung 105° F 82 S vor. Alle anderen Kluftsysteme erscheinen ihr gegenüber unbedeutend. In den wenigen Klüften der Richtung $15-25^{\circ}$ erkennt man dasselbe System wie in Sonderbach und Wald-Erlenbach. Der Epidotbelag, die Politur und die Rutschstreifen sind auch hier vorhanden. Die Rutschstreifen fallen mit 6° oder auch mit 46° nach N. Ganz unbedeutend sind endlich die Klüfte der Richtung $125-135^{\circ}$.

Die Schieferung des Granites und die Schlierenspindeln sind hier in weit geringerer Zahl vorhanden als bei Sonderbach und Wald-Erlenbach. Doch ist die longitudinal rheinische Richtung ($5-15^{\circ}$) ihres Streichens dieselbe geblieben. Gelegentlich mißt man aber auch hier ein Streichen der Schieferung in 60° bei 81° SO-Fallen.

Gänge konnten in Bonsweiher nicht festgestellt werden. Am Ausgang des Dorfes gegen die Juhöhe ist ein jüngerer Ganggranit aufgeschlossen, dessen Streichen ich nicht bestimmen konnte. Es ist ein feinkörniger, heller Granit, der durch eine Unmenge von kreuz und quer laufenden Klüften zerteilt wird. Rheinisch longitudinale und transversale, erzgebirgisch gerichtete und herzynisch gerichtete Spalten durchkreuzen einander. Sicher haben spätere tektonische Bewegungen diese starke Zerklüftung hervorgerufen. Die nächsten Gänge trifft man in der „Weinheimer Hohl“, dem Fahrweg von Bonsweiher nach Ober-Liebersbach. Es sind bis 2 m breite Minettegänge, deren Streichen nicht sicher festzustellen ist.

Der Hornblendegranit im Weschnitztal.

Die Aufschlüsse sind hier seltener als bei den Ortschaften Sonderbach und Wald-Erlenbach. Nur zwei Steinbrüche möchte ich erwähnen. An der Fahrstraße von Mörlenbach nach Ober-Liebersbach steht der Granit in einem alten, offengelassenen Bruch an. Ich habe zu wenig Messungen machen können, um einen einwandfreien Kluftstern zeichnen zu können. Immerhin kann man sehen, daß Klüfte zwischen $105-125^{\circ}$ mit steilem N-Fallen vorherrschen. Ganz wenige Spalten streichen longitudinal rheinisch bei 72° W-Fallen und erzgebirgisch mit 60° NW-Fallen; eine Kluft des letzten Systemes ist mit Epidot und Quarz bedeckt. Die spärlich vorhandenen Schlierenspindeln streichen in einer Linie aufgereiht 20° und stehen saiger. Die Aplite folgen der Richtung $45-65^{\circ}$ bei

65—70° SO-Fallen. Dieselbe Gangrichtung der Aplite trafen wir auch in den Brüchen bei Sonderbach an. Interessant sind in dem Bruche drei Verwerfungen, die einen Lamprophyrgang auseinander reißen, dessen Streichen 145 bei 62° NO-Fallen beträgt. Diese Störungen gehören zu den vielen Quetschzonen, welche den Hornblendegranit im Weschnitztal durchziehen.

CHELIUS zeichnet irrümlicherweise auf Blatt Lindenfels am „Kreuzberg“, östlich von Groß-Breitenbach, zertrümmerten Trommgranit ein. Es ist aber sicher ein Hornblendegranit. Die Zertrümmerung des Granites ist durch den westlichen Zweig der Otzbergspalte bedingt.

Die Klüftung in den kleinen Brüchen an der Landstraße nach Rimbach streicht 165° bei wechselndem O- und W-Fallen. Quetschzonen, die einige cm breit sind, streichen ebenso. Viele Klüfte sind als Harnische entwickelt. Die Harnischstreifen fallen z. T. sehr steil (79—86°) nach N ein; z. T. liegen sie fast horizontal. An einer Harnischfläche waren noch die Stufen erhalten. Sie ergaben eine Bewegung der Ostscholle nach N. Schmale Risse und Mylonitpelite sind mit Epidot verheilt. Die basischen Schlieren und die Paralleltexur der Mineralien streichen sämtlich 5—15° bei 64—80° O-Fallen. Zwei Aplitgänge folgen derselben Richtung bei steilem W-Fallen. Ein anderer Aplitgang mit 165° fällt mit 6° nach O ein. Die Schlieren und die Paralleltexur geben die Schieferungsrichtung S an. Die Klüfte, die primär diese Richtung inne hatten, sind von einer späteren Tektonik benutzt worden.

Nachtrag.

Zwischen Abschluß der eigentlichen Arbeit und der Drucklegung konnte ich im Hornblendegranit des Weschnitztales noch einige Beobachtungen machen, die geeignet sind, das in der Zusammenfassung kurz skizzierte Bild zu ergänzen. Herr Oberberggrat Prof. KLEMM hatte die Liebenswürdigkeit, für die ich hier meinen besten Dank ausspreche, mich als erster auf den Schlierenbau des Hornblendegranites aufmerksam zu machen. Er spricht auch in seiner Arbeit: Bemerkungen über die Tektonik des Odenwaldes (Notizbl. d. Vereins f. Erdkunde usw. Darmstadt 1925) die Vermutung aus, daß der Schlierenbau des Hornblendegranites die alte kuppelförmige Schieferhülle, in die der Granit intrudierte, abbilde. WALGER (Beitrag zur Morphologie der Heppenheim-Kirschhäuser Senke, Notizbl. d. Vereins f. Erdkunde usw. 1923) behandelt einen

kleinen Teil im NW des Massives. Er versucht die Morphologie der Heppenheim-Kirschhäuser Senke auf Grund der primären granit-tektonischen Merkmale des Hornblendegranites zu erklären und gibt eine Strukturkarte des untersuchten Gebietes bei. Vergleicht man auf seiner Karte die Stelle zwischen Fischweiher und Vorderberg und die Angaben bei Steinbruch Schäfersmühle mit dem Text, so ergibt sich eine Unstimmigkeit. WALGER schreibt selbst S. 252, daß das abnorme Streichen des Granites an diesen Stellen durch eine „primäre Abdrehung der Schieferschollen“, die im Granit schwimmen entstanden sei. So ist es nicht ganz verständlich, daß er gerade aus diesen Stellen, die er selbst im Text als nicht normal darstellt, auf der Karte eine Strukturlinie 1. Ordnung zeichnet.

Vergleicht man damit meine vorläufige Strukturkarte des ganzen Massives, so ergibt sich ein vollkommen geschlossenes Bild der Strukturlinien, das durch die oben erwähnten verdrehten Schollen in keiner Weise beeinflußt ist.

Vielmehr kommt der kuppelförmige Bau, den KLEMM vermutet, deutlich zum Ausdruck. Nur glaube ich, daß der Schlierenbau nicht allein die alte Schieferhülle abbildet, sondern auch wesentlich durch den Aufstieg des Intrusivkörpers bedingt ist. Denn gerade unter der Scheitelachse des alten Schiefergewölbes stehen die Schlieren saiger. Würde nur die „Hülle“ abgebildet werden, so wäre söhliche Lagerung zu erwarten. Am NW-Kontakt deckt sich natürlich die Richtung der Schlieren im wesentlichen mit dem Streichen der Schiefer, da hier die primäre Begrenzung des Massives konkordant ist, während im übrigen der primäre Kontakt nicht mehr erhalten ist, bzw. durch jüngere Granitintrusionen überwältigt ist. Ich kann hier nur vom Schlierenbau des Hornblendegranites sprechen, während über den Kluffbau die Untersuchungen nicht abgeschlossen sind. Die Karte zeigt, an welchen Stellen in den Messungen noch Lücken auszufüllen sind (Strukturlinien „vermutet“) und an welchen Stellen ein dichtes Beobachtungsnetz vorliegt. Ich behalte mir vor, den hier angeschnittenen Fragen nachzugehen. Hier soll nur vorläufig darauf Bezug genommen werden, weshalb auch weitere Literatur nicht berücksichtigt wurde. Es ist wahrscheinlich, daß ähnliche Verhältnisse vorliegen, wie sie H. CLOOS aus dem Riesengebirge dargestellt hat.

17. Allgemeine Bemerkungen über die Rotliegendesedimente und den Buntsandstein von Blatt Heidelberg.

Im Katzenbachtal südlich vom Leichtersberg bei Schriesheim schalten sich zwischen den Granit und den Buntsandstein Sedimente des Mittelrotliegenden ein. Es sind verkieselte Arkosen des aufgearbeiteten Untergrundes: meistens Komponenten des Granites und grüne Amphibolite, die wahrscheinlich aus dem Norden stammen, ferner abwechselnde Lagen von Staub-, Sand- und Brockentuffen. Diese mittelrotliegenden Sedimente sind im Gegensatz zu den oberrotliegenden Arkosen, wie sie im Schloßgraben bei Heidelberg anstehen, örtlich durch spätere Vorgänge zu einem harten, widerstandsfähigen Gestein geworden. Zwei verschiedene Prozesse, die wahrscheinlich auch zeitlich getrennt waren, arbeiteten an der Verfestigung. Die aus Glaspartikelchen bestehenden Porphyrtuffe erlitten eine innere Umwandlung: sie wurden kryptokristallin. Das zweite umwandelnde Agens war eine Verkieselung, die in den unteren Lagen der Porphyrtuffe beinahe überall feststellbar ist. (COHEN 1871 Seite 210—235.)

In dem Tal der „großen Vokling“ nördlich vom Leichtersberg sieht man, daß Klüfte in den Arkosen, welche in den Richtungen 125—135° streichen, mit derbem Quarz und kleinen Quarz- und Schwespatkristallen überkleidet sind. Von den Klüften ging dann die Verkieselung ins Nebengestein, was man sehr gut verfolgen kann. Vollständig verkieselte Massen schliessen noch beinahe unveränderte ein. Andererseits zeigt der Aufschluß an der Kipp, wo die oberen Lagen der Porphyrtuffe entblößt sind, kaum eine Verkieselung und infolgedessen ist der Bruch sehr zerfallen. Wo Verkieselung gewirkt hat, ging damit auch eine thermale Entfärbung des Gesteines Hand in Hand; und es wurden dort kleinere Steinbrüche für Straßenschotter angelegt. Auf der geol. Karte von Heidelberg sind solche Brüche an der Straße Schriesheim-Wilhelmsfeld durch Streichzeichen angegeben.

Bei Besprechung des Schriesheimer Granites wurden öfters herzynische Klüfte und Rutscheln angeführt, die fleckenweise mit Quarz- und Schwespatkristallen bedeckt sind.

Die vielen, zum Teil verkieselten Schwespatgänge, die das Gebiet von Blatt Heidelberg meist in Richtungen von 90—135° durchschwärmen, machen es sehr wahrscheinlich, daß auch die Verkieselung der mittelrotliegenden Sedimente mit ihnen in ursächlichem Zusammenhang steht. In einer Arbeit vom Jahre 1916 spricht sich SALOMON und neuerdings auch MOOS (1925) für ein nachtriadisches, wahrscheinlich tertiäres Alter eines Teiles der Schwespatgänge aus. Der andere Teil der Schwespatgänge wird vortriadisch sein, da im Eck'schen Konglomerat Barytgerölle gefunden wurden. Die Bröckelschiefer des unteren Buntsandsteines haben meist die Zufuhrwege der azendenten Lösungen abgeschnitten, so daß sich im Buntsandstein von Blatt Heidelberg kein Schwespatgang findet. Daß an anderen Stellen im Buntsandstein des Odenwaldes Barytgänge vorkommen ist bekannt. Auch sie haben beinahe alle herzynisches Streichen.

Aus dem Rotliegenden taucht im Katzenbachtal noch einmal der Granit auf. Das Sediment fällt östlich und westlich von ihm ab. Dies kann durch

primäres Auflagern der Arkose auf die unebene permische Abrasionsfläche erklärt werden, oder wie Herr Prof. STRIGEL mir gegenüber äußerte, durch Störungen bedingt sein, die den Granit aus den Sedimenten herausgehoben haben. ANDREAE und OSANN zeichnen in den Erläuterungen zu Blatt Heidelberg Seite 22 ein Profil durch den Leichtersberg, in welchem sie die erste Anschauung zum Ausdruck bringen.

Da im Osten die Sandsteinbrüche des Schriesheimerkopfes, der Erlbrunner Höhe und von Röschbach südöstlich Altenbach in geringer Entfernung von dem Granit angelegt sind, ist ein Vergleich der Klüfte im Granit mit ihnen naheliegend. Die Aufschlüsse im Hartenbühl und Bachspring werden nur kurz erwähnt, da J. VOELCKER sie genauer beschreiben wird.

18. Die Beschaffenheit der Klüfte im Buntsandstein.

Vorbemerkung: Wie schon im Kapitel „Methodisches“ bemerkt wurde, sind die Klüfte des Sandsteins rein tektonischer Entstehung. Die gleichmäßige Beschaffenheit des Gesteinsmaterials verursachte bei der tektonischen Beanspruchung Klüfte mit gleichen Eigenschaften. Waren viele Tonbänke eingeschaltet, so lenkten sie manchmal die Klüfte ab, oder die Klüfte hörten an ihnen auf. Nur in ganz seltenen Fällen waren auch Klüfte in den Tonbänken entwickelt. Die tektonische Kraft muß die Klüfte sehr rasch aufgerissen haben und zwar zu einer Zeit, an welcher der ECK'sche Horizont bereits verfestigt war. Denn in ihm findet man, wie ich beobachtet habe, gar nicht so selten die Quarzgerölle von der Klüft quer durchschnitten.

Die Klüfte des Buntsandsteines klaffen im allgemeinen. Nur in der Nähe des östlichen Zweiges der Otzbergspalte sind einige Klüfte als matte oder spiegelnde Harnischflächen entwickelt. Die längere Zeit offen stehenden Fugen wurden mit Eisen- und Manganerzen überkleidet. Neben diesen Mineralbelägen, die bis zu 1 cm dick sein können, kommen auch Infiltrationen mitten im Gestein vor. Es sind dies die sog. „Eisenschwarten“. Sie werden wohl meist durch deszendente Wässer abgesetzt sein. In der Nähe von Barytgängen im Sandstein ist jedoch die Möglichkeit gegeben, daß auch aszendente Lösungen in manchen Fällen die Erze ausschieden; (KLEMM: Erl. zu Blatt Beerfelden 1900) denn: „in den von Baryt erfüllten Äderchen“ findet man bisweilen auch Psilomelan in faserigen Aggregaten.

Daß die petrographische Beschaffenheit der einzelnen Buntsandsteinstufen einen nennenswerten Einfluß auf die Ausbildung der Klüfte hätte, konnte nicht festgestellt werden. Leider gibt es meines Wissens in dem begangenen Gebiete nur einen brauchbaren

Aufschluß in den Bröckelschiefern, der festzustellen gestatten könnte, wie sich dieser unterste Buntsandsteinhorizont bei der tektonischen Beanspruchung verhielt. Am Morsberg bei Kirchbeerfurth an der Gersprenz ist die Mächtigkeit des untersten Buntsandsteines so groß, daß der Ton in einer großen Grube abgebaut wird. Dort konnte aber keine einzige Kluft festgestellt werden. Gleichwohl könnten Klüfte vorhanden gewesen sein, die wieder geschlossen wurden, als das Material durch durchsickernde Wässer plastisch wurde. Bei Grass-Ellenbach fand ich dagegen in einzelnen, völlig trockenen Tonbänken des oberen Hauptbuntsandsteines deutliche, wenn auch nicht häufige Klüfte.

In den Buntsandsteinbrüchen von Steinbach bei Michelstadt i. Od. findet sich eine 20 cm mächtige Tonbank, die sich durch die hintereinander liegenden Brüche auf 150 m Länge verfolgen läßt. Sie ist von zahllosen Rutschstreifen durchsetzt, die sämtlich nördlich streichen und mit wechselnden Winkeln gegen eine OW gerichtete Querwerfung des Erbach-Michelstädter Grabens einfallen.

Der Ton ist durch die Bewegung vollständig zerdrückt worden und zerfällt in einzelne kleine Scherben, die überall Rutschstreifen tragen. Wie schon hervorgehoben, haben alle diese Streifen gleiches Streichen, wie auch die Flächen gestaltet sein mögen. Die Tonbänke liefern die Ausweichflächen, auf welchen die hangenden Massen rutschen können. Der tektonische Druck kann also in Tonbänken ganz andere Wirkungen auslösen als im festen Gestein.

Diese tektonisch entstandenen Rutschstreifen sind wohl zu trennen von jenen, die durch Belastungsdruck entstanden sind. Auf einer Schichtfläche mit unregelmäßigen Netzleisten, welche die Ausfüllung von Trockenrissen darstellen, waren die an den Leisten haftenden Tonhäute mit Streifen bedeckt, die senkrecht zur Oberfläche standen; sie sind durch den Belastungsdruck der hangenden Gesteinsmassen an den Trockenrissen der liegenden Tonschicht erzeugt. Einen analogen Fall erwähnt SALOMON in seiner Harnischarbeit (1925, Seite 12), in der beschrieben wird, wie der Belastungsdruck „die Oberflächen von Tongallen harnischartig geglättet“ hat und „divergent-radiale, gelegentlich gekrümmte Streifen“ geschaffen hat.

19. Die Anordnung der Klüfte im Rotliegenden und Buntsandstein von Blatt Heidelberg.

Tafel II, Sterne 15, 16. Tafel III, Stern 17 und Karte.

Die Klüfte in dem kleinen Granitkomplex (Tafel II Stern 15) im Katzenbachtal sind wie schon kurz erwähnt herzynisch ($125-135^\circ$) angeordnet. Sie fallen steil nach NO oder SW; einige stehen auch saiger. Wie an andern Klüften derselben Richtung im Schriesheimer Granit, findet man auf ihnen einen Belag von Quarz- und Schwerspatkristallen. Rutschstreifen in 120° mit $35-45$ NW-Fallen zeigen eine Bewegung an den herzynischen Klüften an. Das zweite Kluftsystem streicht in $0-5^\circ$ und fällt ohne Ausnahme mit $60-70^\circ$ nach O ein. Ferner ist das erzgebirgische Kluftsystem in 35° vertreten; und ganz untergeordnet treten einige Klüfte in 55 auf. Sie fallen bei wechselndem Winkel sowohl nach NW wie nach SO.

Weiter 100 m nach Osten steht die Arkose des Mittelrotliegenden an. Der Kluftstern ist eindeutig; der erzgebirgische Ast herrscht vor. Es sind einige sehr glatte und ebene Klüfte darunter, die alle steil nach SO einfallen. Ferner tritt das herzynische Kluftsystem ($135-145^\circ$) auf, das durchschnittlich ein Fallen zwischen 55 und 75° nach NO hat. Die Sedimente streichen, wie es auch THÜRACH auf der Karte angibt, ebenfalls nach SO, fallen aber sehr flach nach NO ein.

Westlich des Granites ist das Rotliegende wieder abgeschlossen. Das herzynische System ist immer noch stark vertreten; die Klüfte fallen aber steil nach SW und nur ganz vereinzelt nach NO. Wie östlich des Granites und im Granit selbst, sind die Klüfte in $125-135^\circ$ die einzigen, die als Harnischflächen entwickelt sind.

Auch das erzgebirgische Kluftsystem ist noch erkennbar, obgleich es zurückgedrängt ist. Sein Fallen ist gleich geblieben, nämlich steil SO gerichtet. Der Kluftstern weist als stärksten Strahl rheinische Klüfte auf, die zwischen $N 5^\circ W$ und $N 5^\circ O$ streichen und sehr steil teils nach O, teils nach W fallen. Das Vorhandensein rheinischer Klüfte ist sehr auffallend gegenüber dem völligen Fehlen im Rotliegenden weiter im Osten.

Faßt man die gesamten Messungen des mittleren Rotliegenden in einem Kluftstern (Tafel II, Stern 16) zusammen, so sieht man, daß alle Kluftsysteme vertreten sind, die auch der Granit im Katzenbachtal zeigt. Ferner ist der kleine Strahl in 55° hier deut-

licher als im Granit. In den Einzelsternen des Rotliegenden kam dieser Strahl nie zur Geltung. Im Granit vom Stammberg weiter im Westen trafen wir ihn schon, gebunden an eine größere Störung. Auch im Buntsandstein werden wir ihn treffen.

Gegen den westlich von dem besprochenen Punkte aufgeschlossenen einsprenglingsreichen Porphyry vom Plattengraben zu ist an der Straßenböschung nochmals Mittelrotliegendes zu sehen. Nur wenig Kluftrichtungen konnten gemacht werden. Aus ihnen sieht man, daß das erzgebirgische, wie das herzynische System sich gegen Westen zu etwas drehen; d. h. also, daß die meisten Klüfte in 25° bzw. in 155° streichen. Das longitudinal rheinische System ist auch vertreten. Der Klufstern dieser Stelle zeigt mit jenem der Buntsandsteinbrüche vom Bachspring und Hartenbühl bei Dossenheim, die 800 m südwestlich davon liegen Übereinstimmung.

Diese in der Nähe der Rheintalspalten gelegenen Buntsandsteinbrüche haben ganz andere Kluftrichtungen als die Buntsandsteinbrüche weiter im Osten beim Schriesheimerkopf. In der folgenden Arbeit wird J. VOELKER näher auf diese Brüche eingehen.

Die Klüftung im Buntsandstein des Schriesheimer Hofes (Tafel III Stern 17) bei Wilhelmsfeld und bei Altenbach ist sehr einheitlich. Die folgende Tabelle, die den Einzelklufsternen entnommen ist, zeigt übersichtlich die Richtungen der Klüfte.

Das longitudinal rheinische System (165°) herrscht vor, was schon durch LIND (1910) bekannt wurde. In zweiter Linie ist die Richtung in 75° — 85° vertreten und ferner die Richtung in 115° . Das herzynisch gerichtete Kluftsystem ist ganz unbedeutend; das erzgebirgisch gerichtete fehlt. Das Fallen der rheinischen Klüfte ist konstant nach W bzw. nach N gerichtet.

20. Vergleich der Klüfte des Buntsandsteines mit den Klüften des Rotliegenden und des Granites von Blatt Heidelberg.

Tafel II, Sterne 15 und 16 und Tafel III, Stern 17. Karte.

Vergleicht man die Kluftrichtungen des Buntsandsteines mit denen des Granites, so fällt auf, daß die Klüfte des Buntsandsteines über eine größere Fläche gleich bleiben, der Granit hingegen beinahe von Ort zu Ort andere Hauptkluftsysteme aufweist. Das Rotliegende lehnt sich in seiner Klüftung sehr an den Granit an. Zwar konnten in ihm, der spärlichen Aufschlüsse halber, nur wenig Messungen von Klüften gemacht werden. Immerhin scheint die

Tabelle der Klufsysteme des Buntsandsteines vom Schriesheimerhof.

im Buntsand- steinbruch vom	su ₂ Westabhang des Schriesheimerkopfes	c ₁ Schriesheimerhof (P. 394,0)	su ₂ Alter Schleichwald bei Altenbach	su ₂ Röschbach bei Altenbach	c ₁ Röschbach bei Altenbach
Longitudinal rheinisches System	N 5 O—N 15 W Fällen: Saiger Vorherrschendes System	N 5 W Fallen 80—85 W (Ostfallen kommt nie vor) Vorherrschendes System	N 5 W Fallen saiger, steil W und steil O Vorherrschendes System	N 5 W Fallen saiger und steil W Vorherrschendes System	NO—15 W Fallen steil W Vorherrschendes System (Ruschelzone in N 10 W darin Ge- stein zerbrochen)
Transversal rheinisches System	85° Fallen 75° N deutlich erkennbares System	115 Fallen steil NO wie auch steil SW deutlich erkennbares System	85 Fallen saiger bis steil N; doch nie Südfallen deutlich erkennbares System	85 Fallen steil N kaum erkennbares System	75—85 Fallen steil N deutlich erkennbares System
Herzynisches System	135° Fallen 80° SW sehr zurücktretendes System (Kleine Verwerfung streicht 135; NO- Scholle ist gesenkt)	145 Fallen 35—55 SW sehr zurücktretendes System (Diese Klüfte treten geschart plötzlich zwischen den anderen auf)			
Variscisches System					

mittelrotliegende Arkose dieselben Kluftrichtungen zu besitzen wie der Granit.

Vom Buntsandstein wissen wir, daß seine Klüfte saxonischen, vermutlich neozoischen Alters sind. Von den mittelrotliegenden Klüften hingegen kann man das nicht bestimmt aussprechen. Die Förderung der Porphyrlaven von Dossenheim-Schriesheim fand nach Ablagerung der Arkosen statt. Zweifellos hing der permische Vulkanismus mit tektonischen Vorgängen zusammen, so daß damals schon Klüfte in den rotliegenden Sedimenten entstanden sein können. Da J. VOELKER sich mit den Porphyren der Umgebung Heidelbergs beschäftigt, brauche ich hier nicht näher darauf einzugehen.

Es ist klar, daß die saxonischen Rheintalbewegungen auch das Grundgebirge, die Sedimente des Rotliegenden und die Porphyre betroffen haben. Da der Granit sicher schon karbonische Klüfte als primäre Elemente besitzt, wird folgende Frage aufgeworfen: wie verhielten sich die karbonisch angelegten Klüfte bei den saxonischen Bewegungen des Rheintales? Bei Besprechung der ersten Zone des Schriesheimer Granites wurde gezeigt, daß dort die primären Merkmale (Gänge, Paralleltextur angezeigt durch die Anordnung der Feldspäte und Schlieren) rheinisch gerichtet sind. Die Aplitgänge streichen parallel zum Rheintalrand. Auch das Hauptklufsystem verläuft in longitudinal rheinischer Richtung. Die saxonischen Rheintalbewegungen haben hier die karbonischen Klüfte wieder benützt und sicher auch neue parallel zu den alten Klüften geschaffen. Denn am Pranigberg bei Schriesheim sind die Klüfte sehr eng und dicht geschart, wie sonst nirgends im Granit von Schriesheim. Infolgedessen schließe ich, daß hier alte und neue Klüfte derselben Richtung vorhanden sind. Aber man kann nicht angeben, welche Kluft variscischen und welche saxonischen Alters ist.

In der zweiten Zone sind primäre Elemente des Granites nicht sicher erkennbar. Es sind nur herzynisch gerichtete Klüfte entwickelt, während die rheinischen und erzgebirgisch gerichteten Klüfte gar keine Bedeutung haben. Zur Erklärung der in der Zone II unvermittelt auftretenden Klüfte in $125-135^{\circ}$ könnte an folgende drei Fälle gedacht werden, nämlich 1. an Kontraktion, 2. an Tertiär-Tektonik, 3. an Primärklüfte im Sinne von CLOOS.

Zu 1. Die Erklärung dieser Klüfte durch Kontraktion ist recht unwahrscheinlich. Die isothermalen Flächen, denen die Klüfte folgen müßten, würden vermutlich nach W in die Zone I und nach O in die Zone III ziehen, ohne in ihrem Verlaufe starke Ablenkungen

zu erfahren. Aber in der nur 300—400 m entfernten Zone I finden sich gar keine Klüfte in 125° — 135° , sondern in der Hauptsache nur Klüfte in 165° . In der Zone I müßten also die isothermalen Flächen rheinisch angeordnet gewesen sein. Man käme aber damit zu der Anschauung, daß die isothermalen Flächen innerhalb ganz kurzer Entfernungen anders orientiert seien, was im Massiv, weit weg vom Kontakt recht unwahrscheinlich ist.

Zu 2. Auch die Tertiärtektonik kann die Klüfte in 125° — 135° kaum geschaffen haben. Die Zone II ist 300 bis 900 m weit vom Rheintalrand entfernt. Klüfte als Wirkungen der saxonischen Tektonik müßten 300—900 m von den Randverwerfungen doch in der Hauptsache parallel zu ihnen streichen. Das ist aber gar nicht der Fall.

Zu 3. Es bleibt nur noch die letzte Erklärung übrig. Die Klüfte der Zone II sind Primärklüfte im Sinne von CLOOS. Zwar fehlen uns direkte primäre Merkmale, um diese Erklärung zu stützen. Berücksichtigt man aber, daß weiter im O in den Feldern der Zone III herzynisch gerichtete Aplitgänge auftreten, so ist die Möglichkeit gegeben, daß auch hier die Klüfte primäre, also karbonischen Alters sind. Sie wurden aber nicht von Aplitmaterial ausgefüllt. Sieht man daraufhin die Klüfte als primär an, so scheint es nicht ausgeschlossen, daß die saxonische Rheintaltektonik sie wieder zu Verschiebungen benutzte. In der Zone II würde dann der Einbruch der Rheinebene keine neuen Klüfte erzeugt, sondern nur die alten Klüfte wieder bewegt haben. Diese Anschauung würde erklären, warum man in der Zone II kaum rheinisch gerichtete Klüfte findet.

Ferner liegt der Gedanke nahe, daß durch die Wiederbelebung der alten herzynischen Klüfte die Bedingungen zur Entstehung des Erzganges gegeben wurden. Man weiß ja nicht sicher, welches Alter der Erzgang hat. Die starke Zertrümmerung und Mylonitierung des Granites und die horizontalen Rutschstreifen auf den Salbändern des Ganges sind aber wahrscheinlich, wenn auch nicht sicher, als Zeugen einer Wiederbewegung aufzufassen. Auch die auf Seite 21 erwähnten herzynischen Klüfte, welche horizontale Rutschstreifen tragen und mit Schwespatkristallen überzogen sind, können in diesem Zusammenhang erwähnt werden.

Es bleiben jedoch einige Schwierigkeiten bei der Auffassung der Klüfte als primär entstanden bestehen. Es ist mechanisch schwer verständlich, daß zwischen kleineren begrenzten Gebieten

mit Klüften bestimmter Richtungen ein Feld mit ganz abweichender Kluftrichtung liegt. Ferner weiß man nicht, welche Rolle die herzynisch gerichteten Klüfte und Gänge im Schriesheimer Granit spielen. Man weiß nicht, ob es Q- oder S-Klüfte im Sinne von Cloos oder Diagonalklüfte im Sinne von LÜDERS-MOHR sind. In einem späteren Abschnitt soll auf die letzte Frage eingegangen werden.

Die Buschelstreifen zwischen den Zonen I und II, sowie zwischen II und III, die vielen Quetschzonen der Zone III wären, wenn die vorgetragene Ansicht richtig ist, die hauptsächlichlichen Zerstörungs- und Zertrümmerungswirkungen der saxonischen Tektonik im Granit von Schriesheim.

Es muß aber betont werden, daß direkte Beweise zur Stützung der vorgetragenen Anschauungen nicht erbracht werden konnten.

Auch die Orogenese des Rotliegenden könnte die alten karbonischen Klüfte des Granites wieder bewegt haben und, wie schon Seite 64 erwähnt wurde, auch schon die Klüfte in den mittelrotliegenden Sedimenten geschaffen haben. Die posthume Bewegung an den Granitklüften veranlaßte, daß die bereits verfestigten Sedimente des Rotliegenden nach Klüften zerbarsten, die mit den Granitklüften parallel sind. Daraus würde sich die Gleichheit der Klüftsterne des kristallinen Untergrundes mit den Klüftsternen der Rotliegend-Arkosen erklären. Waren permische tektonische Bewegungen nicht vorhanden, so ändert sich in der Erklärung nur die Zeit. Dann kann die Entstehung der Klüfte nur saxonisch sein, also gleichzeitig mit der Entstehung der Buntsandsteinklüfte. Für eine Abhängigkeit der Kluftrichtung der Sedimente des Rotliegenden von den Richtungen der Klüfte im Granit spricht folgende Beobachtung. Die herzynisch gerichteten Klüfte sowohl im Granit wie in den Arkosen sind mit Schwerspat- und Quarzkristallen überkleidet. Das deutet auf Klaffen der Klüfte in derselben Zeit. Die meisten Rutschflächen in beiden Gesteinsstockwerken sind Klüfte in 115—135°. Das deutet auf gleichzeitige Bewegung an gleichgerichteten Klüften. Die Klüftung der unteren, verkieselten Lagen des Rotliegenden stimmt ganz genau mit der des Granites überein. Da nie gute Aufschlüsse in den oberen, unverkieselten Lagen des Rotliegenden vorhanden waren, kann ich nicht angeben, ob auch die Klüftung dieser oberen Schichten von den Granitklüften abhängig ist. An der Kipp bei Altenbach sind die obersten Horizonte der rund 100 m mächtigen Arkose aufgeschlossen. Das Gestein ist unverkieselt

und infolgedessen ein leicht zu zerbröckelnder Sandstein mit eingeschalteten festeren Lagen. Die wenigen Messungen genügen nicht, um ein klares Bild der Kluftrichtungen zu geben.

Ich führe dies deshalb an, weil es scheint, als ob der obere Teil des Mittelrotliegenden, ferner wo Zechsteindolomite und Letten entwickelt sind, auch diese, sowie die Bröckelschiefer des untersten Buntsandsteines zusammen ein „Polster“, nämlich eine die tektonischen Bewegungen des Untergrundes dämpfende Schicht darstellen. Vergleicht man nämlich die Kluftrichtungen des Buntsandsteines mit denen des Granites und des Rotliegenden (Tafel II, Sterne 15 und 16, Tafel III Stern 17), so fällt auf, daß im Buntsandstein des Schriesheimerhofes in der Hauptsache nur rheinisch gerichtete Klüfte auftreten (siehe Tabelle auf Seite 63). Von einer Einwirkung des granitischen Untergrundes auf die Richtung der Klüfte im Buntsandstein ist nichts zu merken, während ja die Einwirkung des Untergrundes im Rotliegenden sehr deutlich ist. Die unverkieselten oberen Lagen des Rotliegenden und die Bröckelschiefer des unteren Buntsandsteines haben bei der Wiederbelebung der alten Granitklüfte die Bewegung aufgefangen und nicht in höhere Stockwerke des Deckgebirges geleitet. Infolgedessen haben die saxonischen Rheintalbewegungen im Buntsandstein des Schriesheimerhofes Klüfte geschaffen, die mit den Klüften des Untergrundes in keiner Beziehung stehen. Die Mächtigkeit des dämpfenden „Polsters“ wird an der Kipp bei Altenbach und am Leichtersberg 50—60 m betragen. Bei geringerer Mächtigkeit würde der Einfluß der Klüfte des Untergrundes wahrscheinlich auch die höheren Stockwerke des Buntsandsteines ergriffen haben. Est ist klar, daß nur steil stehende Klüfte des Granites sich in den oberen Lagen bemerkbar machen können. Die flachen Klüfte sind nicht wirksam.

Ich denke mir die Wirkung des „Polsters“ im allgemeinen so, daß eine Kluft des Untergrundes, sei es, daß sie neu gebildet wird, sei es, daß sie durch neue Kräfte wieder bewegt wird, eine Neigung hat sich nach oben fortzusetzen, daß aber das „Polster“ die Bewegungen hemmt, d. h. die Kluft auffängt und nicht nach oben weiter zu leiten vermag. In anderen Fällen überspringt aber die Kluft das „Polster“ und setzt sich über ihm fort. Dabei kann aber das Streichen und Fallen der Kluft etwas geändert werden.

Wie die Anhydritgruppe im schweizerischen Jura nach BUXTORF im Großen als Abscherungs- und Trennungsfläche vom Untergrund für die Bildung der Falten diente, so wirkten die oberen, lockeren

Rotliegendeschichten und die tonigen Bröckelschiefer als Trennungshorizont bei bruchtektonischer Beanspruchung. Daß die petrographische Beschaffenheit, die Mächtigkeit, der Verfestigungsgrad und die Klüftung des Liegenden auf die Richtung der Klüfte im Hangenden einen Einfluß hat, scheint auch aus den Buntsandsteinbrüchen von Dossenheim a. d. Bergstr. hervorzugehen. Dort ist die Unterlage Mittelrotliegendes, Porphyry, Oberrotliegendes und der Horizont der Bröckelschiefer. Ich erweise hier auf die folgende Arbeit von J. VOELCKER.

Aus den Darlegungen folgt, daß dort, wo die trennende Zwischenschicht nicht sehr mächtig entwickelt ist, der Einfluß des kristallinen Untergrundes sich in den höheren Buntsandsteinlagen bemerkbar macht. Bei Heiligkreuzsteinach ist die Mächtigkeit des mittleren Rotliegenden nicht mehr so groß wie an der Kipp bei Altenbach und am Leichtersberg. Dort müßte man erwarten, daß die Klüfte im Tigersandstein (su_2) den Einfluß der alten Fugen des Granites zeigen. Sehen wir nun wie sich dort die Verhältnisse gestalten?

Die primären, mit pegmatitischen Mineralien bedeckten Klüfte des Granites streichen bei Heiligkreuzsteinach NS und OW und fallen flach nach W bzw. nach O. Die Streckungsrichtung ist durch Parallelstellung der Mineralien in $95-105^\circ$ angegeben. Parallel dazu laufen steilstehende S-Klüfte im Sinne von CLOOS. Schließlich ist das dritte System in $25-35^\circ$ vorhanden, das vielleicht mit der Bauernwaldstörung in Zusammenhang steht. Diese Verwerfung biegt beim Geisberg in NS-Richtung um. Ihr Einfluß ist in den Buntsandsteinbrüchen vom Sändel und den Schloßäckern, die 500 m westlich davon liegen, deutlich zu merken. Der Sandstein ist durch viele Klüfte und unregelmäßige klaffende Sprünge in Blöcke verschiedener Größe zerlegt. Es ist jedoch leicht möglich diese „wilden Sprünge“, wie sie die Arbeiter nennen, von den großflächigen und glatten Klüften zu trennen. Die Messung der letzteren ergab einen einheitlichen Klüftstern. Der longitudinal rheinische Ast (N 5 W—N 5 O) herrscht vor. Das Fallen ist sowohl steil nach O, wie steil nach W gerichtet; mitunter ist auch saigere Stellung vorhanden. Der zweite Strahl des Sternes streicht $85-95^\circ$. Die Klüfte fallen sowohl steil nach N wie nach S ein.

Bei einem Vergleich der Klüftung des Granites mit der Klüftung des Deckgebirges kann man hier also folgendes sagen: Das Vorhandensein der nahe gelegenen Störung, die OW gerichteten steilen Klüfte:

in der Streckungsrichtung und die flacher Südfallenden, mit Mineralien bedeckten primären Klüfte im Granit, lassen einen direkten Einfluß auf den Buntsandstein nicht erkennen. Die flach nach S fallenden OW gerichteten Klüfte entsprechen in ihrer Richtung den OW-Klüften im Buntsandstein. Sie können, wie ich es vorher erwähnt, als flache Klüfte bei einer möglichen Wiederbelebung durch die saxonischen Rheintalbewegungen keine Wirkung auf die Kluftrichtung des Buntsandsteins von Heiligkreuzsteinach ausgeübt haben. Das gleiche gilt für die primären flach nach W fallenden Granitklüfte des longitudinalen Systemes. Nur die steil stehenden Q-Klüfte und die S-Klüfte nach CLOOS können im Buntsandstein sich geltend gemacht haben. Doch sind die S-Klüfte nach CLOOS in der Richtung $95-105^{\circ}$ nicht mit demselben Streichen im Buntsandstein „abgebildet“, sondern sie sind um 10° nach NO in die Richtung $85-95^{\circ}$ gedreht.

Da also der Granit schon primär rheinisch gerichtete Merkmale besitzt und auch die saxonischen Bewegungen in rheinischen Richtungen Klüfte schufen, kann hier nicht der Schluß gezogen werden, daß die alten Klüfte des Granites einen Einfluß auf die des Buntsandsteines hatten.

Da die Zahl meiner Beobachtungen noch zu klein ist, um ganz allgemein aussprechen zu können, daß ein Einfluß der alten Klüfte des kristallinen Untergrundes auf die Klüftung des Buntsandsteines als sicher erwiesen sei, müssen noch weitere Untersuchungen hierüber gemacht werden. Ferner müssen noch mehr Beobachtungen über die Wirkung des „Polsters“ gesammelt werden. Im eingebrochenen Wellenkalk des Erbach-Michelbacher Grabens bei Dorf Erbach findet man nämlich nur herzynisch streichende Klüfte. Das ist deshalb sehr auffallend, weil doch hier das „Polster“ die Mächtigkeit des ganzen Buntsandsteines besitzt. Es taucht daher die Frage auf: hat der Untergrund an einzelnen Stellen einen größeren Einfluß auf die Klüftung des Deckgebirges gehabt als die die rheinischen Richtungen herausarbeitenden saxonischen Rheintalbewegungen? Oder war neben der vorherrschend rheinisch gerichteten Druckkomponente der saxonischen Bewegungen auch eine herzynisch gerichtete vorhanden? Es wäre dies eine Vorstellung analog zu jener BUBNOFFS, der zwischen dem rein erzgebirgisch gebauten nördlichen kristallinen Odenwald und dem Granit von Heidelberg ein Gebiet mit nach NNO abgelenktem herzynischen Druck annimmt. Ich werde nachher noch auf diese Frage zurückkommen. Im folgenden sollen noch weitere Beobachtungen über die Klüftung des Buntsandsteines gegeben werden.

21. Die Klüfte des Buntsandsteines von Ober- und Unter- Abtsteinach.

Tafel III, Sterne 18, 19, 20 und Karte.

Die nächsten Buntsandsteinbrüche findet man im Norden auf Blatt Weinheim-Birkenau. Der langgestreckte Höhenzug des Hardberges und der Spiegelhöhe bei Unter- und Ober-Abtsteinach, der Zollstock und der Kottenberg bei Siedelsbrunn sind reich an guten Aufschlüssen. Leider war das Grundgebirge gar nicht entblößt. Der auf der Karte bei Ober-Abtsteinach angegebene Steinbruch im Diorit ist zugeworfen worden; auf dem Hoh-Berg ist der Bruch im Hornblendegranit völlig zugewachsen. Immerhin sollen die Klüftmessungen mitgeteilt werden, die ich aus dem Buntsandstein von Blatt Birkenau-Weinheim gewonnen habe.

Alle Klüftsterne des Sandsteines auf Blatt Heidelberg stimmten untereinander überein. Die beiden rheinischen Kluftrichtungen waren vertreten und andere Klüftsysteme kamen kaum vor. Bei Ober-Abtsteinach zeigt jeder Bruch eine anders gerichtete Klüftung. Der Sandstein ist fast ohne jede Zwischenlage von Tonbänken ein hartes, widerstandsfähiges und deswegen sehr geschätztes Gestein. Infolgedessen ist auch die Klüftung nur durch einige wenige, dafür aber um so flächengrößere Klüfte vertreten. Klüftwände von 30—35 m Höhe und Länge, vollständig glatt und ohne nennenswerte Höcker sind nicht selten. Nur ganz vereinzelt findet man in den Brüchen von Blatt Heidelberg solche riesigen Klüftflächen an, die mit Recht von jedem mit der Zahl 3 unserer Bewertungsskala bezeichnet würden. Selbstverständlich wurden jene künstlichen „Klüfte“, die die Steinbrucharbeiter gemeißelt hatten, nicht in Betracht gezogen. Eine Tabelle auf der folgenden Seite gibt in kurzer und übersichtlicher Form das Wissenswerte.

Man sieht, daß das erzgebirgisch streichende Klüftsystem kaum vertreten ist, und daß die drei übrigen Systeme in dem einen Bruche vorhanden sind, im anderen fehlen oder nur eine sehr untergeordnete Bedeutung haben. Die einzelnen Aufschlüsse liegen ganz dicht beieinander, die meisten sind auch im Eck'schen Geröllhorizont, oder direkt darunter im Tigersandstein oder darüber im Pseudomorphosensandstein angelegt.

Bruch A ist von B 200 m entfernt und liegt 20 m tiefer als B. Bruch C ist von B 350 m entfernt und liegt 35 m höher. Die Brüche D bis G befinden sich weiter im Norden. Dabei ist die Entfernung

Tabelle der Klüftsysteme des Euntsandsteines von Unter- und Ober-Absteinach.

im Bunt- sandstein- bruch vom	sm ₁ A.	sm ₁ B.	sm ₂ C.	sm ₁ D.	su ₂ E.	sm ₁ F.	sm ₁ G.
Herzynisches System	Heidenberg bei Unter-Absteinach	SW-Abhang der Stiefelhöhe bei U.-Absteinach	Stiefelhöhe bei U.-Absteinach	W-Abhang des Hardberges bei O.-Absteinach	NO-Abhang des Hardberges bei Siedelsbrunn	Kottenberg bei Siedelsbrunn	Zollstock bei Siedelsbrunn
	1) 125 Fallen 85 SW vorherrschendes System (große Klüfte) 2) 145 Fallen 80 SW deutlich erkennbares System (große Klüfte)	145 Fallen 85 SW kaum hervortretendes System (Klüfteschlecht entwickelt)	115—125 Fallen saiger bis 80° NO vorherrschendes System (Klüfte sehr gut entwickelt)	135 Fallen 80—85 SW (wenige aber große Klüfte)	135—145 Fallen Vorherrschendes System		
Variscisches System	55 Fallen saiger und steil SO (Klüfte schlecht entwickelt)		55 Fallen 80 NW deutlich hervortretendes System (Klüfte schlecht entwickelt)	165 Fallen 80—85 W Vorherrschendes System (viele große Klüfte)	N 5 O—N 5 W Fallen saiger und 80 W wegen eingeschalteter Tonbänke keine großen Klüfte. Entfärbungsbänder in N 5 W		N 5 W Fallen saiger und 85 W große Klüfte (Zerbrochener Gesteinsstreifen in N 5 W)
		N 5 O—N 5 W Fallen 75—80 W deutlich hervortretendes System (große Klüfte)	5 Fallen 80 W deutlich hervortretendes System (große Klüfte)		95 Fallen saiger und 80 S wegen eingeschalteten Tonbänken keine großen Klüfte, zurücktretendes Syst.		105 Fallen saiger und 85 N Vorherrschendes System (große Klüfte)
Longitudinal rhenisches System							
		105 Fallen saiger und 85 S vorherrschendes System					
Transversal rhenisches System							

von Bruch D zu Bruch E	= 750 m;	Höhenunterschied	70 m
„ E „ „	F = 1,6 km;	„	35 „
„ F „ „	G = 600 m;	„	20 „

Die Entfernungen und die Höhenunterschiede sind so groß und bewegen sich in ungefähr denselben Größenordnungen wie die Entfernungen der Brüche vom Schriesheimerhof auf Blatt Heidelberg.

Die trennende Zwischenschicht, das „Polster“ zwischen Grundgebirge und Sandstein ist nach KLEMM (1905) und STRIGEL (1912, S. 112) sehr wenig mächtig. Das Perm beträgt rund 5 m, die Schieferletten des untersten Buntsandsteines 10 m.

Wenn der kristalline Untergrund einen solchen Wechsel in den Kluftrichtungen besitzt, wie es im Granit von Schriesheim der Fall ist, dann kann bei einer posthumer Bewegung an den alten Klüften und so geringer Dicke des Polsters das mesozoische Deckgebirge denselben Wechsel in der Anordnung der Klüfte zeigen. Aber leider ist das Intrusivgestein nirgends aufgeschlossen. Die im tektonischen Abschnitt angeführte Kreidach-Mörtenbacher Senke, die gerade nordwestlich von Siedelsbrunn Ober-Abtsteinach liegt, wie die im Norden bei Wald-Michelbach ausklingende Otzbergspalte lassen es aber als möglich erscheinen, daß die Klüftung des Buntsandsteines die Tektonik des Untergrundes widerspiegeln.

Es könnte auch an eine andere Erklärung für das rasche Wechseln der Kluftsysteme im Buntsandstein gedacht werden. Mehrere eingeschaltete Tonbänke können der Anlaß sein, daß die Klüftung unter ihnen verschieden ist von der über ihnen. Sehr oft kann im Bruche die Beobachtung gemacht werden, daß eine tonige Zwischenlage eine Kluft „auffängt“ und nicht weiter leitet oder sie etwas im Streichen und Fallen ablenkt. Mehrere dichtgescharte Tonbänke würden ein „Polster“ im Kleinen sein, wie es vorher im Großen geschildert wurde. In dieser Erklärung würde dann den kaum 60 cm Mächtigkeit erreichenden Tonlagen eine größere tektonische Bedeutung zugeschrieben werden, obwohl die Veränderung in der räumlichen Anordnung der Klüfte durch Tonbänke nach meinen Beobachtungen nur wenig Grade erreicht. Das ist aber äußerst unwahrscheinlich. Übrigens wurde beobachtet, daß die Klüfte auf der einen Seite des Bruches sich bei gleichbleibender Richtung auf der andern Bruchseite um das 3—5fache vermehrten. Der große Steinbruch bei Grassellenbach nördlich Wahlen im Hauptbuntsandstein zeigt dies klar und deutlich.

22. Vergleich der Klüfte des Buntsandsteines mit den Klüften des Granites von Waldmichelbach und Aschbach.

Tafel III, Sterne 21 und 22.

Der Buntsandstein von Waldmichelbach und Aschbach ist durch zwei Brüche im Eck'schen Hozizont (c_1) aufgeschlossen. Der Erläuterung von Blatt Beerfelden von KLEMM entnehme ich, daß das Perm nur durch Zechstein vertreten ist. Die Mächtigkeit ist schwankend und erreicht als Maximum 6 m. Die Mächtigkeit der Bröckelschiefer schwankt ebenfalls stark und wird nach KLEMM und STRIGEL (1912, S. 114) im Durchschnitt 30 m sein.

Die Schieferung im Granit von Aschbach streicht 120—125 bei 35° NO Fallen. Das Hauptkluftsystem (Tafel III, Stern 21) streicht 125° bei 55—75° SW Fallen. Das zweite Klufsystem ist das longitudinal rheinische, ausgezeichnet durch flaches (40—60°) W Fallen und durch die Rutschstreifen. Die anderen Kluftrichtungen treten stark zurück (siehe Tabelle Seite 49).

Etwa 500 m östlich von dem Aschbacher Granitsteinbruch ist im Meisenberg ein Sandsteinbruch im Eck'schen Geröllhorizont (C_1). Der Klufstern dieses Bruches (Tafel III, Stern 22) gleicht völlig dem des Granites. Die longitudinal rheinische und die herzynische Richtung sind die vorherrschenden Strahlen. Ferner tritt die Kluftrichtung in 105° auf, die im Granit nicht besonders stark entwickelt ist. Schwach vertreten sind auch die Richtungen in 45—55° und 65°; auch ihnen entsprechen einige Klüfte im Granit

An dieser Stelle ist meines Erachtens ein Einfluß des Grundgebirges auf das Deckgebirge ganz sicher vorhanden.

Leider ist der Sandsteinbruch im Bocksberg 1½ km südlich vom Meisenberg zu alt und verfallen, um eine größere Anzahl von Klüften messen zu können. Immerhin zeigen die wenigen Klufmessungen, daß andere Richtungen als im Meisenberg nicht auftreten. Der nächste allerdings auch alte und verfallene Steinbruch im Granit ist im Galgenfeld beim Bocksberg, 500 m vom Sandsteinbruch entfernt. Die Klüftung stimmt in ihrer Richtung mit der des Sandsteines überein. (Siehe Tabelle Seite 74.) Diesen letzteren Aufschlüssen kommt wegen ihres Zustandes nicht dieselbe Bedeutung zu, wie den Brüchen von Aschbach und vom Meisenberg.

Bei Affolterbach ist der Buntsandstein im „Lanzert“, am „Rumpelsbrunnen“ und am „Sang“ wieder sehr gut aufgeschlossen.

Tabelle der Klufsysteme von Unter-Waldmichelbach bis Olfen.

im vom	sm ₁	sm ₁	sm ₁	sm ₁	sm ₂	sm ₄
Buntsand- steinbruch	Meisenberg (P. 539,6) Aschbach	Bocksberg bei Unt.-Waldmichelbach	Lanzert u. Rumpels- brunnen bei Affolterbach	„Sang“ zwischen Affolterbach und Olfen	Olfen	
Longitudinal rheinisches System	5° Fallen Saiger erkennbares System	5° Fallen 85 W zurücktretendes System	N 5 O—N 5 W Fallen 85 W—85 O Zweites Klufsystem	N 5 W Fallen 85 W Vorherrschendes System	N 5 O—N 5 W Fallen 80—85 W Zweites Klufsystem	
Transversal rheinisches System	105° Fallen 85 S zurücktretendes System	a) 75—85 Fallen Saiger und steil N wie S zweites Klufsystem b) 105 F 85 N zurücktretend			N 105 Fallen 80—85 N Vorherrschendes System	
Herzynisches System	125—135 Fallen 84° NO und Saiger Vorherrschendes System	145° Fallen 70—85 NO Vorherrschendes System	115—125 Fallen steil nach NO u. SW Vorherrschendes System	115—125 Fallen Saiger deutlich erkenn- bares System		
Variscisches System	45—55 Fallen Saiger erkennbares System					

Alle Brüche liegen an der Straße von Affolterbach nach Wahlen. Die zwei erstgenannten sind im ECK'schen Horizont (c_1), der letzte ist im Pseudomorphosensandstein (sm_2) angelegt.

Die Kluftrichtungen sind dieselben wie im Meisenberg und im Bocksberg. Gleich viele Klüfte streichen longitudinal rheinisch und herzynisch. Da bei Affolterbach das Grundgebirge nicht entblößt ist, läßt sich kein Vergleich anstellen und es kann nur vermutet werden, daß der Granit dieselben Kluftrichtungen besitzt wie der Sandstein.

Hinter dem „Sang“ befindet sich die westlichste Verwerfung des Spaltensystemes des Erbach-Michelstädter Grabens. Zwei Verwerfungen bei dem Orte Olfen streichen in 5 und 105°. Sie haben den Buntsandsteinhorizont sm_4 (Schichten direkt unter dem Hauptkonglomerat c_2) in die Höhe von sm_2 (Pseudomorphosensandstein) versenkt. Etwa 500 m östlich der NS streichenden Verwerfung sind zwei große Steinbrüche im Abbau. Die beiden Hauptkluftsysteme streichen N 5° O—N 5° W und 105° bei annähernd saigerer Stellung. Die Klüfte laufen also den beiden Verwerfungen parallel und werden deswegen in einem genetischen Zusammenhang mit ihnen stehen.

23. Beziehung der Buntsandsteinklüfte zu Verwerfungen.

Tafel III, Sterne 23 und 24.

Weiter im N bei Wahlen, Kocherbach und Grassellenbach trifft man auf große Buntsandsteinbrüche, in deren Nähe nie Granitaufschlüsse vorhanden sind. Man ist dort schon im Buntsandsteinodenwald, wo die Erosion das Grundgebirge noch nicht freigelegt hat.

Trotzdem wurden die Klüfte gemessen und es stellte sich wie bei Oberabststeinach ein vielfacher Wechsel ihrer Richtung heraus. Die Gegend um die drei eben angeführten Orte ist von Verwerfungen durchzogen, die teils zum Erbach-Michelstädter Graben gehören, teils zum östlichen Zweig der Otzbergspalte, die bei Hammelbach durchzieht.

Der Gemeindesteinbruch von Wahlen im ECK'schen Geröllhorizont (c_1) liegt am Westabhang des Spessartkopfes. Er hat einen klaren Klufstern. Das Maximum der Klüfte streicht in 155° und fällt steil nach WSW ein. Das zweite System, $\frac{1}{3}$ so stark wie das erste, verläuft in 75° und fällt steil nach N. Etwa 600 m westlich vom Bruch zieht eine Verwerfung in 15°. Es ist allem Anschein

nach gar kein Zusammenhang zwischen den Klüften und der Störung vorhanden, wenigstens kein Zusammenhang in bezug auf die Richtungen der Spalten.

Der Steinbruch in Grassellenbach (Tafel III, Stern 23), der schon einmal erwähnt wurde, hat eine Hauptkluftrichtung in 85° — 95° ; die Klüfte stehen saiger oder fallen 80° — 85° N. Das zweite System steht senkrecht zum ersten, streicht also N 5° W—N 5° O bei 70° W- und 70° O-Fallen. Mitunter kommen auch flacher fallende Klüfte vor, z. B. 50° und 60° W-Fallen. Der Steinbruch liegt zwischen zwei Verwerfungen. Im O ist die longitudinal rheinisch laufende Störung von Grassellenbach-Wahlen, im W die 155° streichende Hammelbergstörung. Die letztere ist ein abgezwigter Ast der Otzbergspalte. Das unregelmäßige, bald steile, bald flache, dann wieder nach O und wieder nach W gerichtete Fallen der longitudinal rheinischen Klüfte kann als eine Einwirkung der zwei Verwerfungen rechts und links des Bruches angesehen werden. Es ist dies natürlich nur eine Vermutung. Denn man kennt bei diesen kleineren Störungen, deren Sprunghöhen nicht mehr als 30—50 m erreichen, den Einwirkungsradius nicht.

In der SO-Ecke des Blattes Lindenfels ist bei Kocherbach in einem alten Bruch der Eck'sche Geröllhorizont aufgeschlossen. 300 m westlich davon zeichnet CHELIUS eine Verwerfung in 155° ein, die Trommgranit gegen Buntsandstein verwirft. Es ist dieselbe Störung, die weiter südlich gegen Waldmichelbach zu den Sandstein des Hilsberges und des Vatzemberges abgesenkt hat. Die Klüfte im Bruche von Kocherbach laufen bei steilem SW-Fallen parallel der Verwerfung, streichen also zwischen 135° und 155° . Einige davon sind Verwerfungsflächen, an denen modellartig die NO-Schollen jeweils um 5 cm abgesunken sind. Die Verwerfungs-klüfte sind $\frac{1}{2}$ cm breit und mit Sand ausgefüllt. Rechts und links von den Klüften ist das rote Gestein gebleicht, so daß die Verwerfungen deutlich hervortreten. Ganz untergeordnet findet man auch erzgebirgisch streichende Klüfte. Zwei Klüfte sind als spiegelnde Harnische entwickelt. Sie streichen 135° bei 55° SW-Fallen. Die Horizontalprojektion der Rutschstreifen streicht 80° bei 52° W-Fallen.

Dieselben Bilder sieht man in den großen Brüchen von Hammelbach-Litzelbach (Tafel III, Stern 24), die 3 km nördlicher liegen. Die Verwerfungen gehören dort zum Ostzweig der Otzbergspalte. Etwa 200 m westlich der in 145° — 155° streichenden Hammelbergstörung sind fünf Brüche im Pseudomorphosensandstein (sm_2) an-

gelegt. Es gibt hier nur ein einziges Kluftsystem in $145\text{--}155^\circ$, das sowohl steil nach NO, wie steil nach SW einfällt. Andere Richtungen sind ganz selten vorhanden. Die Klüfte streichen dann in 55° und verdienen meist nur die Bewertung 2 oder 1, während die andern Klüfte durchgehende, großflächige, glatte Wände sind (Bewertung 3). Sehr oft sind es bald matte, bald spiegelnde Harnischflächen, deren Streifen alle mit $20\text{--}25^\circ$ nach Süden einfallen.

Der sog. „weiße Bruch“ im Rinckenbüschel an der Straße Hammelbach-Grassellenbach ist in thermal entfärbtem Buntsandstein angelegt. Man hat ihn vor längerer Zeit abgebaut. Die Tektonik der Otzbergspalte griff hier in größeren Tiefen und öffnete azendenten Lösungen Zufuhrwege nach oben.

Am Westabhang des Kahlberges bei Weschnitz ist Pseudomorphosensandstein (sm_2) aufgeschlossen. Der Bruch liegt unterhalb der Walpurgiskapelle. Das ganze Buntsandsteingebiet östlich Weschnitz ist durch Verwerfungen in Schollen zerlegt. Der Aufschluß an der Walpurgiskapelle liegt zwischen einer O—W verlaufenden, einer N—S und einer SO—NW verlaufenden Störung. Die größte Anzahl der Klüfte streicht herzynisch ($125\text{--}135^\circ$) und fällt zwischen 65° und 75° nach SW ein. Die Klüfte sind groß an Fläche und auch glatt. Das zweite Kluftsystem streicht 85° bei steilem N- wie steilem S-Fallen. Diese Klüfte sind aber weniger großflächig und zahlreich als die vorigen. Dasselbe gilt für das Kluftsystem in 165° bei steilem W-Fallen. Da die O—W- und die SO—NW verlaufenden Störungen nur je 200 m vom Bruche entfernt sind, ist ein Einfluß wahrscheinlich vorhanden.

Der nächste Granitaufschluß ist 1 km NNW im jüngeren streifigen Böllsteiner Granit (nach KLEMM) der Erzbacher Scholle. Doch ist hier das Gestein vom Kollerbuckel durch die Otzbergspalte sehr zertrümmert, was auch die Karte angibt, so daß es unmöglich ist ein besonderes Kluftsystem auszuschneiden.

Das Ausmaß der tektonischen Bewegung an dieser Stelle der Otzbergspalte muß ziemlich groß gewesen sein. Die kataklastische Zertrümmerung des Granites, die Absenkung des Buntsandsteines, die vielen andern Störungen im Granit und Buntsandstein sind Zeugen einer größeren tektonischen Beanspruchung.

In einem älteren Sandsteinbruch im Pseudomorphosensandstein (sm_2) südlich von Weschnitz an der Straße nach Hammelbach streicht der Sandstein 152° und fällt mit 20° nach O. Dies ist ein

größerer Fallbetrag, als er sonst gewöhnlich angetroffen wird; er wird wohl sicher durch Schleppung an der Verwerfungslinie bedingt sein. Die Klüftung dieses Bruches ist sehr einheitlich orientiert. Longitudinal rheinische und transversale Klüfte beherrschen das Bild. Da 200—300 m westlich vom Bruche die Otzbergspalte in 10° durchzieht, wird sie mit der Klüftung in einem ursächlichen Zusammenhang stehen.

Die allernördlichsten von mir untersuchten Buntsandsteinbrüche liegen am Nordabhang des Morsberges östlich von Bockenrod. (Blatt Brensbach - Böllstein). Im nördlich daran anschließenden Böllsteiner-Odenwald waren die größeren Granitaufschlüsse zu weit von dem Buntsandstein entfernt, so daß sie für meinen Zweck nicht mehr in Betracht kamen.

Im „Saubusch“ an der Straße von den „Vierstöck“ nach Erbach ist der Eck'sche Horizont (c_1) aufgeschlossen. Die Klüftung streicht $15-20^{\circ}$ und fällt mit 75° nach W ein. Das zweite Kluftsystem verläuft in 95° und fällt steil nach S ein. Dieser Sandstein ist normal gefärbt. Dagegen ist der Pseudomorphosensandstein (sm_2) des Zigeunerstockes, etwa 1,2 km weiter östlich, thermal gebleicht.

Er ist in erzgebirgischer Richtung (45°) mit $80-85^{\circ}$ SO-Fallen am stärksten zerklüftet. Das herzynische wie das longitudinal rheinische System treten sehr zurück. Weiter im O erkennt man wieder an Lesesteinen und einem völlig zerfallenen Bruche, daß der Sandstein ungebleicht ist. Der thermal entfärbte Sandstein dürfte von Spalten durchzogen sein, die bis in das Grundgebirge reichen. Ob die Klüfte in 45° die Hauptzufuhrwege der Lösungen waren, die die Bleichung verursachten, weiß man nicht. In dem vom Erbach-Michelstädter Spaltensystem durchzogenen Gebiete wurden viele Klüfte und Störungen geschaffen, die bald so, bald anders streichen und das Aufsteigen der Lösungen ermöglichten. Im tektonischen Teil erwähnte ich die Eisenquelle von König und die Schwerspatgänge im Sandstein, die ich als Anzeichen aszendenter Lösungen auffasse. In der Nähe des Morsberges und des Zigeunerstockes sind im Buntsandstein keine größeren Verwerfungen nachgewiesen.

24. Die Klüfte des Buntsandsteines und des Wellenkalkes im Erbach-Michelstädter Graben.

Das Vorhandensein von erzgebirgisch, herzynisch und rheinisch gerichteten Verwerfungen im östlichen Buntsandsteinodenwald legt den Gedanken nahe, daß auch im Erbach-Michelstädter Graben im großen und ganzen die Richtung der Klüfte mit dem Verlauf der Verwerfungen in Beziehung steht.

Drei Steinbrüche wurden stichprobenweise darauf untersucht. Bei Steinbach westlich von Michelstadt werden die Zwischenschichten (so_1) des obersten Buntsandsteines abgebaut. Nördlich von dem großen Bruch streicht nach KLEMM eine allerdings nicht sicher nachgewiesene Verwerfung in O—W-Richtung. Etwa $\frac{4}{5}$ aller Klüfte laufen bei steilem N-Fallen der Störung parallel; der Rest streicht in 50° bei steilem W-Fallen. Die durchlaufende Tonbank mit den gleichsinnig angeordneten Rutschstreifen, die gegen die Verwerfung zu einfallen, wurde früher erwähnt (Seite 60).

Hinter dem Schulhaus des Dorfes Erbach steht Wellenkalk an, der lediglich von herzynisch ($125-130^\circ$) streichenden Klüften zerteilt wird! Die Klüfte sind alle großflächig und glatt. Eine Störung in dieser Richtung ist wegen diluvialer und alluvialer Bedeckung nicht nachzuweisen. Etwa 300 m östlich vom Bruch stößt der Wellenkalk durch eine Verwerfung in $10-27^\circ$ an den Eckschen Geröllhorizont (c_1). Diese Störung kann also auf die Richtung der Klüfte im Wellenkalk keinen Einfluß gehabt haben. Auf Seite 69 der Arbeit wurde schon besprochen, daß es hier schwer verständlich ist, daß die Klüfte des kristallinen Untergrundes durch die Formationsmächtigkeit des Buntsandsteines sich geltend gemacht haben sollten.

An der Landstraße vom Dorf Erbach nach Eulbach wird oberer Hauptbuntsandstein (sm_3) im „Höllrain“ abgebaut. Etwa 100 m westlich des Bruches zieht eine longitudinal rheinische (10°) Störung durch. Die Klüftung streicht in 165° und fällt steil nach der Störung ein. Sie ist also nicht vollständig parallel zur Verwerfungslinie angeordnet, sondern streicht mit 25° spitzwinklig auf sie zu. Daneben kommt ein zweites Klufsystem in der Richtung 125° mit $70-80^\circ$ NO-Fallen vor. Auch hier tritt wieder die herzynische Kluftrichtung auf.

Es ist auffallend, daß im Buntsandstein, der von vielen Verwerfungen durchzogen ist, typische Zertrümmerungszonen, wie man

sie im Granit findet, nicht vorhanden sind. Der Sandstein reagiert nur mit einer intensiven Klüftung auf tektonische Beanspruchung.

25. Beobachtung von Harnischflächen.

In dem von mir untersuchten Gebiet wurden im ganzen etwa 300 Messungen von Harnischflächen gemacht. Die meisten Harnischflächen liegen im Granit von Schriesheim, während der Buntsandstein sehr arm an ihnen ist. Es ist verständlich, daß gerade in

Tabelle der Klufsysteme im Buntsandstein von

im Buntsand- steinbruch vom	sm ₁ Gemeinde- steinbruch Wahlen	sm ₃ Grassellenbach	sm ₁ Kocherbach
Longitudinal rheinisches System	155 Fallen steil W vorherrschendes System	N 5 W—N 5 O Fallen 70 W u. 70 O zurücktretendes, aber deutliches System	155 Fallen steil W deutlich erkenn- bares System
Transversal rheinisches System	75 Fallen steil N zurücktretendes System	85—95 Fallen Saiger bis steil N vorherrschendes System	105 Fallen saiger zurücktretendes System
Herzynisches System			135 Fallen steil SW vorherrschendes System
Erzgebirgisches System			55 Fallen steil sehr zurücktreten- des System

den Ruschelzonen von Schriesheim beinahe jede Kluft Bewegungstreifen trägt. Es war aber unmöglich, jeden Harnisch zu messen.

Wie schon auf Seite 19 ausgeführt ist, sind die Harnischflächen rechts und links von den Bewegungstreifen größer an Fläche und die Rutschstreifen konstanter in ihrer Richtung. Es sollen nun die Resultate mitgeteilt werden, die sich bei einer kurzen, nicht erschöpfenden Prüfung ergaben.

1. Die Harnischflächen des Ruschelstreifens zwischen den Zonen I und II im Granit von Schriesheim streichen in der überwiegenden

Mehrheit in 21° und fallen mit $30-40^{\circ}$ nach SO; die Rutschstreifen liegen in der Fallrichtung der Flächen. Sie streichen also 110 bis 115° . Da verschobene Aplitgänge fehlen und die Absätze der Harnischflächen meistens abgewittert sind, kann der absolute Verschiebungsbetrag nicht angegeben werden. Aus einigen wenigen und mangelhaft erhaltenen Absätzen scheint hervorzugehen, daß die östlichen Gesteinsmassen nach W bewegt, also überschoben wurden.

2. Die Harnischflächen des Ruschelstreifens zwischen den

Wahlen, Hammelbach, Weschnitz und Kirchbeerfurth.

sm ₂ Hammelbach	sm ₂ Kahlberg bei der Walpurgis- kapelle. Weschnitz	sm ₂ südlich Weschnitz	sm ₁ „Saubusch“ am Mörsberg. Strafse nach Erbach i. Od.	sm ₂ Zigeunerstock am Mörsberg
165 Fallen steil W zurücktreten- des System	165 Fallen steil W zurücktreten- des System	N 5 W – N 5 O Fallen saiger vorherrschend- des System	15 Fallen 75 W vorherrschend- des System	N 5 W – N 5 O Fallen steil deutlich erkennbares System
	85 Fallen steil N u. S zurücktreten- des System	95 Fallen saiger vorherrschend- des System	95 Fallen saiger u. steil S zurücktreten- des System	
145 Fallen steil NO u. SW vorherrschend- des System	135 Fallen 65–75 SW vorherrschend- des System			125–135 Fallen steil sehr zurück- tretendes System
55 Fallen steil NW sehr zurück- tretendes System		55 Fallen steil sehr zurück- tretendes System		45 Fallen 80–85 SO vorherrschend- des System

Zonen II und III zeigen im wesentlichen dasselbe Bewegungsbild, wie es eben beschrieben wurde. Neben den Rutschflächen in 21° bei $35-40^{\circ}$ SO-Fallen, treten auch Rutschflächen in 150° bei 50° Ostfallen auf. Die Horizontalprojektionen der Streifen laufen in der Hauptsache wieder in $110-115^{\circ}$ bei $35-40^{\circ}$ SO-Fallen; aber es kommen auch Streifen in $150-160^{\circ}$ (Horizontalprojektion!), deren Fallen $50-70^{\circ}$ nach S beträgt. Interessant ist, daß einige vollständig söhlig liegende Rutschflächen vorhanden sind; die Rutschstreifen streichen auch auf ihnen in der Richtung $110-115^{\circ}$.

Es ist sehr auffallend, daß in beiden angeführten Bewegungstreifen keine Harnischflächen vorkommen, die mit den Harnischflächen der Zone II parallel laufen. Die Bewegungsflächen der Zone II, die an den Salbändern des Erzganges besonders schön entwickelt sind, streichen in $125-132^{\circ}$, die Streifen liegen horizontal (siehe Seite 20).

3. Die Rheintalverwerfung streicht bei Schriesheim in der Richtung 165° . Da die Horizontalprojektion der meisten Harnischstreifen in $110-115$ treicht, bildet sie mit der Rheintalverwerfung einen spitzen Winkel von ungefähr $40-50^{\circ}$. Man könnte den Darlegungen RÖHRER's (1916, 1922) folgend, den Vorgang als eine Bewegung der Granitmassen in Art eines Schubes, bei dem die Bewegungsrichtung einen spitzen Winkel mit der Hauptverwerfung bildet, erklären. Dabei fand eine geringe Überschiebung der Grabenränder statt. KLEMM (1905) beschreibt vom Hubberg bei Weinheim eine zwischen Verwerfungen eingeklemmte Buntsandsteinscholle, die von Granit etwas überschoben ist. Er bildet dies auch im Prof. I der Karte von Birkenau-Weinheim ab.

Weiter im Osten des Schriesheimer Granites läßt sich vorläufig noch kein klares Bild über den relativen Bewegungssinn an den vielen Rutschflächen erkennen. Es scheint, daß die Bewegungen der saxonischen Tektonik in der Hauptsache in den Ruschelstreifen vor sich gingen. Es wurden also ganze Schollenkomplexe an diesen Streifen bewegt. Innerhalb der einzelnen Schollen, wie Zone I u. II, fand im wesentlichen nur eine Wiederbelebung der alten Klüfte statt. Es wurden aber natürlich auch neue Klüfte dabei geschaffen. Die Mylonitisierung des Granites ist nur an die engbegrenzten Störungstreifen gebunden.

Je weiter entfernt vom Rheintalrand, um so seltener trifft man Harnischflächen. Erst in der Nähe von Störungsgebieten, wie der Otzbergspalte und der Kreidach-Mörtenbacher Senke, stellen sich Harnischflächen in größerer Anzahl ein. RÖHRER (1916) hat dieselben Beobachtungen im nördlichen Schwarzwald und im südlichen Kraichgau gemacht. Die wenigen Harnischabsätze, die erhalten waren, zeigten ausnahmslos an, daß die Ostschollen nach N bzw. nach NW verschoben waren.

Harnischflächen im Buntsandstein fand ich nur in den Brüchen von Kocherbach und Hammelbach. Sie sind hier als Anzeichen der saxonischen Bewegungen an der Otzbergspalte anzusehen. Einige von ihnen waren als prachtvoll spiegelnde Flächen entwickelt.

26. Erörterung über die Entstehung der Klüfte.

Die Untersuchung und Messung der Klüfte in dem von mir begangenen Gebiet hatte als Hauptzweck die Frage zu lösen: Sind die Klüfte des Granites Kontraktionsklüfte, sind es primär tektonische Klüfte im Sinne von CLOOS, oder sind es sekundär tektonische Klüfte? Es bestand die Möglichkeit, durch Vergleich der Klüfte des Grund- und Deckgebirges diese Frage einer Lösung näher zu bringen. Die durch die saxonischen Bewegungen entstandenen Klüfte sollten eigentlich dieselben Richtungen im Deckgebirge wie im Granit haben. Diese in rheinischen Richtungen streichenden tektonischen Klüfte, könnten also von den Richtungen der primären Granitklüfte abweichen. Aus den vorstehenden Beobachtungen ergibt sich aber der Schluß, daß man nicht in der Lage ist, die Klüfte im Granit nach ihrer Entstehung zu unterscheiden. Denn im Granit sind schon primär rheinische Richtungen vorhanden; aber neben diesen kommen auch herzynisch und erzgebirgisch streichende primäre Richtungen vor. Ferner zeigte es sich, daß die alten Klüfte grobenteils wieder bei der Bildung des Rheintalgrabens bewegt wurden. Die Klüfte des Rotliegenden sind in ihren Richtungen an den Granit gebunden. Auch der Buntsandstein ist dort, wo das „Polster“ zwischen ihm und dem Granit nicht mächtig ist, den Einflüssen der Klüftung im kristallinen Untergrunde ausgesetzt.

Es muß somit ein anderer Weg gesucht werden, um zu entscheiden, welche Klüfte durch Kontraktion und welche durch tektonische Vorgänge entstanden sind. Schon früher wurden den Klüften des Odenwaldes Arbeiten gewidmet. Die ältere Untersuchung von LIND (1910) kommt hier nicht in Betracht, denn LIND verfolgte lediglich den Zweck 1. festzustellen, ob die Klüfte einen Einfluß auf die Talbildung haben, 2. ob sich aus der Beobachtung und Messung der Klüfte und Harnische Schlüsse über die Tektonik des Rheintalgrabens ziehen ließen. Daher berücksichtigte er nur die Klüfte, die seiner Ansicht nach sicher auf sekundär Tektonik beruhten. Weitere Untersuchungen an Klüften, Gängen und anderen primären Merkmalen in den Graniten des südlichen Odenwaldes machte BUBNOFF (1922). Er kam zu dem Resultat, daß die Klüfte des Granites primär tektonisch entstanden sind und zu anderen gerichteten Merkmalen im Granit in jener genetischen Beziehung stehen, wie sie CLOOS erkannt und beschrieben hat.

BUBNOFF scheidet zwischen den rein erzgebirgisch streichenden

Zügen des nördlichen Odenwaldes und dem Granit von Heidelberg ein Gebiet aus, in dem keine erzgebirgisch angeordneten granittektonischen Merkmale vorkommen, sondern nur mehr rheinisch angeordnete. Die erzgebirgisch streichenden Züge des nördlichen Odenwaldes, legten ja schon frühe den Gedanken nahe, daß eine in herzynischer Richtung wirkende Kraft zur Zeit der variszischen Gebirgsbildung vorhanden war. BUBNOFF nimmt nun an, daß diese Kraft den nach seiner Ansicht sehr alten Böllsteiner Odenwald nicht in Falten legen konnte. Die Böllsteiner Masse war aber der Anlaß, daß der in herzynischer Richtung wirkende Druck in dem erwähnten Gebiet in rheinische Richtung umgelenkt wurde. Nach BUBNOFF's Ansicht streicht im südlichen Odenwald die Q-Richtung von SSW nach NNO. Die Streckungsrichtung S steht mehr oder minder senkrecht auf Q, streicht also in OSO.

Bevor ich zu BUBNOFF's Ansicht Stellung nehme, soll die Frage erörtert werden, ob nicht aus den von mir gemachten Klüftmessungen Schlüsse zu ziehen sind, welche die Entstehung der Klüfte durch Kontraktion wahrscheinlich machen.

Überlegt man, daß im Norden der Hornblendegranit des Weschnitztales an den erzgebirgisch streichenden Schiefer- und Dioritzug des Heppenheimer Waldes stößt, so liegt der Gedanke nahe, daß Kontraktionsklüfte parallel und senkrecht zu dem Kontakte auftreten sollten. Denn die isothermalen Flächen, denen die Klüfte folgen würden, liefen dem erzgebirgisch streichenden Kontakt parallel. Prüft man die Messungen der Klüfte daraufhin, so kommt man zu dem Schlusse, daß die Klüfte nicht in der Beziehung zu dem Kontakt stehen, wie es die ausgesprochene Ansicht verlangt. Zwar ist nur ein kleiner, aber vorzüglich aufgeschlossener Teil des Hornblendegranites untersucht worden. Es soll nun hier die Zusammenfassung der Ergebnisse aus dem Hornblendegranit gegeben werden, die deutlich zeigt, daß der Verlauf des Kontaktes auf die Richtung der Klüfte keinen Einfluß besitzt.

Wald-Erlenbach liegt vom Kontakt zu den metamorphen Schiefen von Mittershausen 1,3 km entfernt. Die vielen spindel- und bandförmigen Resorptionschlieren streichen in 50° bei steilem NW-Fallen: sie streichen also ungefähr parallel zu dem Kontakt. Bei Sonderbach und Bonsweiher schwenken die Schlieren in die Richtung 15° ein und fallen steil nach W.

Am Grundberg bei Mitlechtern ist ein bestimmtes Generalstreichen der Schlieren nicht anzugeben. Die Schlieren streichen

dort in dem Winkelfeld zwischen 0° und 35° . Mitlechtern ist wie Sonderbach etwa 2,5 km vom Kontakt entfernt. Bei Fürth im Od. und bei Ellenbach streichen die basischen Schlieren herzynisch, während sie bei Groß-Breitenbach und Rimbach die Richtung $5-15^{\circ}$ innehalten bei $64-80^{\circ}$ O-Fallen.

Diese wenigen Messungen von Schlieren genügen noch nicht, um ein klares Bild von dem inneren Schlierenbau des Hornblendegranites zu erhalten. Es scheint, daß die Schlieren sich an den Kontakt anlegen und gegen ihn fallen. Über die Verhältnisse am Kontakt zum Trommgranit kann ich nichts aussagen. Der Biotitgranit der Tromm ist jünger als der Hornblendegranit. BUBNOFF (1922 S. 56) nimmt einen diskordanten Verband zwischen den beiden Graniten an, während KLEMM sich für einen konkordanten Verband ausspricht. Weitere Messungen von Schlieren im Hornblendegranit könnten diese Frage einer Lösung näher bringen, soweit der Westzweig der Otzbergspalte nicht zu sehr die ursprünglichen Verhältnisse zerstört und verwischt hat.

Die Klüfte des Hornblendegranites stehen mit den Schlieren in keinen erkennbaren Verhältnis. Bei Sonderbach und Bonsweiher streichen sowohl die Klüfte wie die Schlieren in longitudinal rheinischer Richtung. Hier könnte man von S-Klüften im Sinne von CLOOS sprechen. Da aber bei Wald-Erlenbach und Mitlechtern die Schlieren von den Klüften des longitudinal rheinischen Systemes in einem spitzen Winkel durchschnitten werden, ist die Bezeichnung S-Klüfte nicht gestattet. Infolgedessen können auch die Klüfte des transversal rheinischen Systemes nicht als Q-Klüfte angesehen werden. Diese Bezeichnung könnte auf die Klüfte in 135° angewandt werden, da die Schlieren von Wald-Erlenbach senkrecht auf ihnen stehen. Aber die Richtung der Schlieren in $5-15^{\circ}$ von Sonderbach und Bonsweiher widerspricht dieser Benennung.

Auch die Gänge geben keinen Anhaltspunkt um Q- und S-Klüfte zu unterscheiden. Ich habe im Hornblendegranit 31 Gänge gemessen. (11 Pegmatite, 11 Aplite, 8 Lamprophyre und 1 Quarzgang.) Sie streichen alle in dem Winkelfeld von $0-90^{\circ}$. Merkwürdigerweise haben die zwischen 0 und 45° ein Ost-gerichtetes, die zwischen 45° und 90° streichenden ein Nord-gerichtetes Fallen. Es sind drei Hauptrichtungen der Gänge vorhanden: 1. in longitudinal rheinischer Richtung, 2. in 35° und 3. in $55-65^{\circ}$. Man darf aber aus dem Gangstern nicht zu viel herauslesen, da er die Gänge eines großen

Gebietes zusammen darstellt und ferner Gänge mit steilem und flachem Fallen vereinigt.

In vorstehenden Darlegungen vergleiche man die beigegebene Karte. Aus ihr wird am besten ersichtlich, daß die Klüfte in keiner erkennbaren Beziehung zum Kontakt stehen. Damit ist jedoch noch nicht gesagt, daß die Klüfte nicht durch Kontraktion entstanden sein können. Nördlich des etwa 500 m mächtigen Schieferbandes steht bei Unterhambach feinkörniger Biotitgranit an. Nach KLEMM ist dieser Granit wahrscheinlich etwas jünger als der Hornblendegranit. Der Altersunterschied wird jedoch nicht so groß sein, daß auch beträchtliche Unterschiede in den Stadien der Erstarrung und Abkühlung zwischen den beiden Tiefengesteinen bestanden haben. Wie tief und in welcher Lagerung sich die 500 m mächtigen Schiefer nach unten fortsetzen, weiß man nicht. Es ist jedenfalls denkbar, daß die Schiefer durch die beiden Granite dieselbe Temperatur erhielten wie das Magma, daß sich also die Schiefer nicht als abkühlende Masse einlagern, sondern als ein gleichtemperiertes Gesteinsband. Die intensive kontaktmetamorphe Umwandlung spricht für diese Ansicht. Infolgedessen müßten die Klüfte in beiden Graniten, wie in den Schiefeln die gleiche Anordnung erfahren haben. Auf welche abkühlende Fläche man dann die Klüfte beziehen muß, kann man allerdings nicht angeben. Ich habe auch nicht die Klüfte in den Schiefeln und dem nördlich anstoßenden Biotitgranit untersucht, so daß ich auch nicht weiß, ob die Kluftrichtungen des Hornblendegranites auch im Norden auftreten.

Aus der Karte ist auch ersichtlich, daß es nicht ohne weiteres möglich ist, die granittektonischen Merkmale in dem klaren Verhältnis zu erkennen, wie dies z. B. in schlesischen Tiefengesteinen der Fall ist. (Siehe CLOOS, Tektonik und Magma.)

BUBNOFF gibt nun eine Erklärung, um die granittektonischen Probleme des südlichen Odenwaldes einer Lösung näher zu bringen. Er hat hauptsächlich den südlichen Teil des Hornblendegranites untersucht und hier ein rasches Wechseln der Schieferung des Granites festgestellt. Er schreibt auf Seite 31 seiner Arbeit über den Hornblendegranit des Weinheim-Birkenauer Tales: „Neben einer Flaserung in 75° — 85° und fast senkrecht darauf stehenden Apliten und Klüften kommt in nächster Nähe eine Flaserung in NNO vor, wobei dann allerdings senkrecht darauf stehende Klüfte und Gänge selten sind. Als Ursache des raschen Wechselns nimmt

BUBNOFF an, daß das Gebiet „wohl ursprünglich eine einheitliche Schieferung in ONO besaß, dann aber unter dem Einfluß des Druckes aus SSW differentielle Bewegungen nach NNO ausführte, die ein mehrfaches Einlenken der Schieferungsrichtung in die Bewegungsrichtung zur Folge hatte. Ohne hier weiter auf BUBNOFF's Arbeit einzugehen, kann gesagt werden, daß meine Beobachtungen im allgemeinen BUBNOFF's Ansicht nicht widersprechen.

Auch die Messungen der Klüfte im Granit von Schriesheim erlauben nicht die Frage zu lösen, welche Klüfte in ihm durch Kontraktion und welche durch primär tektonische Bewegungen entstanden sind.

Der Schieferzug von Heppenheim nach Lindenfels bildet den NW-Kontakt des Hornblendegranites. Wo der Kontakt des Schriesheimer Biotitgranites liegt, kann man nicht angeben. Im Osten und Süden verschwindet der Granit unter den Sedimenten des Rotliegenden und des Buntsandsteines. Im Westen befindet sich die Rheinebene und im Norden der Hornblendegranit. THÜRACH schreibt in den Erläuterungen zu Blatt Heidelberg auf Seite 17, „daß dem hornblendefreien, normalen Granit jedenfalls eine selbständige geologische Stellung zukommt. Übergänge von ihm in hornblendeführende Gesteine wurden trotz seiner Ähnlichkeit mit dem Amphibolgranit nicht beobachtet“. Infolgedessen zeichnet THÜRACH die Grenze zwischen Granit und den hornblendeführenden Gesteinen als scharfe Linie ein, die von der Hohen-Waid nach Altenbach in Richtung $110-120^{\circ}$ zieht, und dann scharf in NS-Richtung umbiegt. Die Grenze der beiden Granite ist jedoch so mangelhaft abgeschlossen, daß man ihre Form oder gar eine Einwirkung des Kontaktes auf die Klüfte nicht nachweisen kann. Der Biotitgranit ist kurz nach dem Hornblendegranit intrudiert. Eine größere Wärmedifferenz hat zwischen beiden Intrusiva kaum bestanden. Infolgedessen konnte die Kontaktfläche keine abkühlende Wirkung auf den Biotitgranit ausüben. Darum ist es verständlich, daß alle gemessenen Klüfte des Schriesheimer Granites in einem spitzen Winkel gegen den „Kontakt“ streichen.

Die Verhältnisse im Reichsgranit von Oberflockenbach, der nach KLEMM nur eine hornblendearme Abart des Hornblendegranites darstellt, habe ich auf Seite 33 dieser Arbeit geschildert. Wenn die Anschauung richtig ist, daß ein großer Wärmeunterschied zwischen den beiden Graniten nicht bestanden hat, deswegen also auch keine Kontraktionsklüfte in Beziehung zu dem Kontakt zu erwarten

sind, so müßte man erwarten, daß die Richtungen der Klüfte im Hornblendegranit wie im Biotitgranit dieselben sind. Aber nur in geringem Maße ist eine solche Übereinstimmung vorhanden. Viel eher scheint es, daß die Klüfte im Reichsgranit mit dem Kontakt in einer Beziehung stehen; die meisten Klüfte streichen sowohl in Ursenbach wie in Oberflockenbach in 35° . Sie stehen also ungefähr senkrecht auf dem Kontakt und fallen nach Osten. Einige wenige laufen auch dem Kontakt parallel. Auch die Gänge stehen senkrecht auf dem Kontakt und fallen nach Osten. Diese Klüfte könnten durch Kontraktion erklärt werden, nicht aber die in rheinischen Richtungen angeordneten. Denn diese Klüfte bilden einen spitzen Winkel mit dem Kontakt. Da auch primär rheinische Elemente vorhanden sind, kann also die saxonische Rheintalbewegung nicht allein als Ursache der rheinisch streichenden Klüfte angesehen werden. Infolgedessen ist es sehr unwahrscheinlich, daß die Klüfte nur durch Kontraktion entstanden sind. Die Verhältnisse sind zu kompliziert, daß die Frage über die Entstehung der Klüfte im Schriesheimer Granit als gelöst betrachtet werden kann.

BUBNOFF hat in der öfters erwähnten Arbeit die Klüfte als primär tektonisch entstanden aufgefaßt. Im Granit von Heidelberg hat BUBNOFF einen Druck aus SO nachgewiesen, der dann weiter im Norden in die Richtung NNO umgelenkt wird. Bei Schriesheim streicht die Paralleltextur, angegeben durch porphyrische Feldspäte in 75° ; die Gänge stehen senkrecht (165°) und parallel dazu (75°). Bei Heiligkreuzsteinach verläuft die Streckung in $95-105^{\circ}$, während weiter im Norden die Schieferung des Reichsgranites von Ursenbach und Oberflockenbach in $125-135^{\circ}$ streicht. BUBNOFF's Gedankengang folgend, stellen die Streckungsrichtungen im Granit von Heiligkreuzsteinach und Schriesheim Übergangsglieder dar vom herzynisch gerichteten in NNO gerichteten Druck.

Ist also der Granit zwischen den beiden Orten ein Gebiet des Umschwenkens des Druckes aus SO-Richtung in NNO-Richtung, so erklärt sich auch, warum hier die Gangrichtungen so rasch wechseln. Die Tabelle der Klüfte und Gänge im Granit von Schriesheim, zeigt dies sehr deutlich. In der Zone I findet man nur rheinisch gerichtete Gänge; in der Zone II fehlen sie vollständig. In den Feldern der Zone III herrscht bei Stammberg und im Weiten Tal die herzynische Richtung der Gänge vor. Direkt daneben im Großen Hellersbachtal trifft man nur flachliegende Aplitgänge. Im Gaisensbachtal und dem 2 km weiter östlich liegenden Schafperch treten

hauptsächlich longitudinal rheinische Gänge auf, während in den Felsen von Ludwigstal meistens erzgebirgisch streichende Gänge den Granit durchhädern. Da die longitudinal rheinischen Gänge senkrecht auf der Streckungsrichtung S stehen, verdienen sie die Bezeichnung von Q-Klüften im Sinne von CLOOS. Wie fügen sich dann aber die erzgebirgisch und herzynisch streichenden Gänge in das granittektonische Bild ein? Sind es Diagonalklüfte im Sinne von LÜDERS? Ich getraue mich nicht, diese Frage zu entscheiden. Es scheint, daß in dem granittektonischen Aufbau des Schriesheimer Granites alle Kluftrichtungen gleichwertig sind. In dem Gebiet des Umschwenkens eines herzynisch gerichteten Druckes in NNO-Richtung spielen die Klüfte in rheinischer, herzynischer und erzgebirgischer Richtung die gleiche Rolle. Man sieht, daß auch hier die Beobachtungen im Granit von Schriesheim und von Ursenbach sich zwanglos in die Ansichten BUBNOFF's einordnen lassen. KLEMM (1923) hat gegen diese Anschauung BUBNOFF's Widerspruch erhoben; er greift den Kern von BUBNOFF's Anschauung an. Nach ihm ist der Böllsteiner Odenwald kein altes vorvaristisch gebildetes „Gneis“massiv, sondern mit den Intrusiva des Bergsträßer Odenwaldes gleichaltrig. Infolgedessen ist die Otzbergspalte keine alte trennende Linie im geologischen Aufbau des kristallinen Odenwaldes, an der Verschiebungen stattgefunden haben, sondern ein Werk der saxonischen Bewegungen. Es war nicht meine Aufgabe diese Streitfrage zu untersuchen. Infolgedessen dürfen die letzten Ausführungen nicht als unbedingte Zustimmung für BUBNOFF's Ansicht angesehen werden. Von der endgültigen Lösung der Altersfrage des Böllsteiner Odenwaldes hängt die Richtigkeit der Anschauungen BUBNOFF's ab.

27. Zusammenfassung.

1. In den Graniten des südlichen Odenwaldes sind neben den herzynisch und erzgebirgisch streichenden primären Merkmalen (Klüften, Schlieren usw.) auch rheinisch angeordnete primär vorhanden.

Diese Beobachtungen stützen DEECKE's Ansicht, daß die tektonischen Linien SW-Deutschlands alt sind (Geologie von Baden). Auch CLOOS und VON BUBNOFF kommen durch ihre Untersuchungen im Schwarzwald und im Odenwald zu derselben Schlußfolgerung.

2. Die primären Klüfte wurden bei den saxonischen Rheintalbewegungen wieder benutzt und erfuhren eine posthume Wiederbelebung.

DEECKE (Geologie von Baden S. 693) sagt dasselbe, wenn er schreibt; „Neu belebt sind die alten Fugen“.

3. Die Klüfte des Rotliegenden am Leichtersberg sind in ihren Richtungen von den Klüften des Grundgebirges abhängig; d. h. daß bei der Wiederbelebung der primären Granitklüfte die verkieselten Rotliegendensedimente nach Klüften zerbarsten, die dieselben Richtungen innehalten wie die primären Granitklüfte.

4. Die Klüfte des Buntsandsteines zeigen eine Einwirkung des kristallinen Untergrundes, wenn das dazwischen eingeschaltete „Polster“ nicht zu mächtig ist. Das „Polster“ ist eine die tektonischen Bewegungen des Untergrundes dämpfende Schicht (unverkieseltes Rotliegendes und Bröckelschiefer). Es müssen noch mehr Untersuchungen über diese Frage gemacht werden, da noch Schwierigkeiten einer endgültigen Lösung entgegenstehen (Auftreten herzynisch gerichteter Spalten im Wellenkalk des Erbach-Michelstädter Grabens).

5. Es ist sehr unwahrscheinlich, daß die Klüfte des Granites von Schriesheim und des Hornblendegranites von Walderlenbach und Sonderbach durch Kontraktion entstanden sind. Es ist wahrscheinlicher, daß man es mit Primärklüften im Sinne von CLOOS zu tun hat.

6. Die saxonischen Bewegungen verliefen in der Hauptsache an schmalen, aber langen Störungstreifen, die ungestörte Granitmassen begrenzen (Zone I, II und III im Granit von Schriesheim). Außerdem brachten sie kleine Verschiebungen an den alten Granitklüften hervor.

7. Die saxonischen Bewegungen konnte keine „Durchbewegung“ im Sinne von Br. SANDER und W. SCHMIDT hervorbringen, da die von mir untersuchten Teile des Odenwaldes zu hoch lagen. Die gesamte kinetische Energie äußerte sich in Bruchtektonik, in der Bildung der breiten Ruschelstreifen, wie sie in Schriesheim anzutreffen sind, in der Wiederbelebung älterer Klüfte und in der Schaffung neuer Klüfte.

8. Die meisten Harnischflächen finden sich im Granit von Schriesheim. Sie sind dort in der Hauptsache an einige Ruschelstreifen gebunden, die ungefähr parallel dem Gebirgsabbruch streichen. Bei meiner freilich nicht erschöpfenden Prüfung der Harnischflächen und -Streifen ergab sich, daß an ihnen eine spitzwinklig zum Rheintalrand gerichtete Bewegung stattgefunden hat. Weiter entfernt vom Rheintalrand treten die Harnische an Zahl zurück; erst mit Annäherung an größere Störungen im O trifft man sie wieder

häufiger. Ähnliche Ergebnisse hat auch Röhler (1916 und 1922) aus seinen Untersuchungen an Klüften und Harnischen im nördlichen Schwarzwald und südlichen Kraichgau gewonnen. Leider waren nur in vereinzelt Fällen Harnische mit Absätzen erhalten. Aus ihnen ging ausnahmslos eine N- bzw. NW-Bewegung der Ostschollen hervor.

9. Beschaffenheit und Füllung der Klüfte. Gemeine Klüfte herrschen in dem von mir untersuchten Gebiete bei weitem vor. In zweiter Linie findet man und zwar hauptsächlich im Granit, weniger im Buntsandstein Harnische. Sehr oft macht man die Beobachtung, daß solche ursprünglich geschlossenen Klüfte später zum Klaffen kamen, und daß dann die offene Spalte von Mineralien, Sand und Ton verheilt wurde. Im Granit sind offene Klüfte [sowohl gemeine Klüfte, wie klaffende Harnische] meistens von Kristalltapeten überzogen. Schwerspat, Quarz, Eisenglanz, Kupferkies, Eisenkies, Bleiglanz, Flußspat dienen als Mineralfüllung von offenen Klüften. Ferner kommen aufgewachsene Feldspäte, Hornblenden und Glimmer vor (S. 33). Diese letzteren Mineralien sind sicher in der pneumatolytischen Phase der Erstarrung des Granites entstanden, da sie gleichzeitig mit der Entstehung der Aplit- und Pegmatitgänge gebildet sein müssen. Die Klüfte, auf denen sie sitzen, sind also alt. Wieder andere Granitklüfte sind von einem Tonbesteg überkleidet. Sehr arm an Mineralfüllung sind die offenen Klüfte des Buntsandsteines. Schwerspat- und Quarzkristalle kommen als Füllung von Klüften nach Angabe von KLEMM auf Blatt Beerfelden und auch sonst im Odenwald vor. Eisen und Manganerze (Psilomelan) überziehen manchmal die Klüfte und haben auch den Sandstein daneben imprägniert. Bei Kocherbach sind klaffende Verwerfungsspalten von Sand ausgefüllt. Einige Klüfte des Rotliegenden am Leichtersberg bei Schriesheim sind mit Quarz- und Schwerspatkristallen überkleidet. Derber Milchquarz dient als Füllmaterial von Klüften in der metamorphen Schieferscholle der Hohen Waid.

10. Ganz allgemein kann über das Verhältnis der Lamprophyrgänge zu den sauren Gängen folgendes gesagt werden. Die basischen Gänge sind, wie schon längst bekannt, jünger als die Aplit- und Pegmatitgänge. Das äußert sich auch darin, daß die Lamprophyre im allgemeinen in ihrer Richtung unabhängig sind von der Richtung der sauren Gänge.

Tafel I.

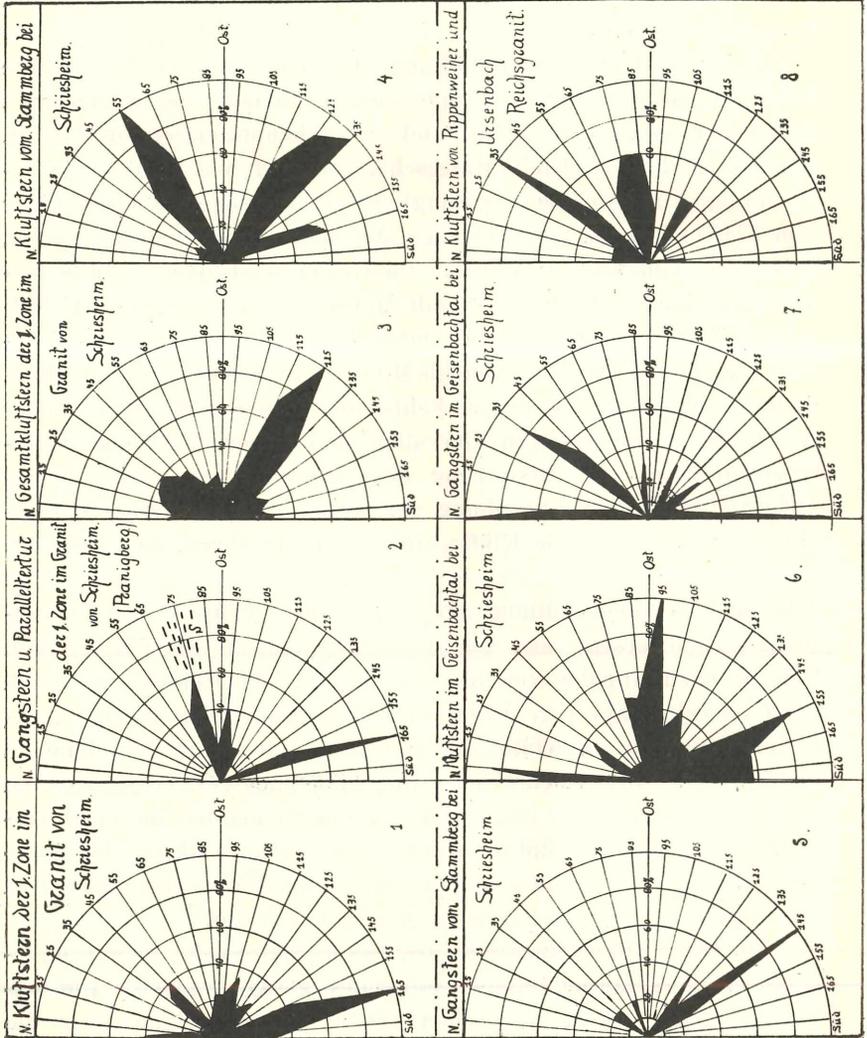


Tabelle I (entspricht Klufft tafel I).

Tabelle der Klüfte und Gänge, Richtung und Prozentzahl angehend.

Z = absolute Anzahl der gemessenen Klüfte bzw. Gänge.

% = Prozentzahl der Klüfte und Gänge.

(Die Nummernbezeichnung entspricht der in Tafel I, auf Karte I und im Text.)

Nr.	1.		2.		3.		4.		5.		6.		7.		8.	
Aufschluß:	Gesamtklufftstern der I. Zone von Schriesheim. (Granit)		Gangstern der I. Zone von Schriesheim. (Granit)		Gesamtklufftstern der II. Zone von Schriesheim. (Granit)		Klufftstern von Stammberg bei Schriesheim		Gangstern von Stammberg bei Schriesheim		Klufftstern vom Geisenbachtal bei Schriesheim		Gangstern vom Geisenbachtal bei Schriesheim		Klufftstern des Reichsgranites bei Rippenweier-Ursenbach	
0—9	10	20			27	27	2	12			6	86	3	50	1	20
10—19	5	10			34	34	2	12			1	14	1	17	1	20
20—29	9	18			38	38	3	13	1	20	2	28			1	20
30—39	17	34			39	39	2	12	1	20	3	42	5	84	5	100
40—49	19	38			33	33	9	54	1	20	1	14	3	50	2	40
50—59	5	10			34	34	17	100			1	14	1	17		
60—69	4	8	2	40	20	20	10	60	1	20	1	14			2	40
70—79	7	14	3	60	22	22	2	12	1	20	4	56	1	17	3	60
80—89	12	24	1	20	25	25	1	6			4	56	2	33	3	60
90—99	12	24	2	40	19	19	1	6			7	100			1	20
100—109	17	34	1	20	24	24	2	12			2	28				
110—119	8	16	1	20	70	70	10	60			3	42	2	33	2	40
120—129	11	22			100	100	14	84	2	40	2	28			2	40
130—139	4	8			57	57	16	96	1	20	2	28	2	33		
140—149	2	4			22	22	4	24	5	100	2	28	1	17		
150—159	21	42	2	40	28	28	8	48	1	20	6	86	1	17		
160—169	50	100	5	100	25	25	10	54			4	56				
170—179	16	32			30	30	1	6			4	56	6	100	1	20
Richtung (korrigiert)	Z.	%	Z.	%	Z.	%	Z.	%	Z.	%	Z.	%	Z.	%	Z.	%

Tafel II.

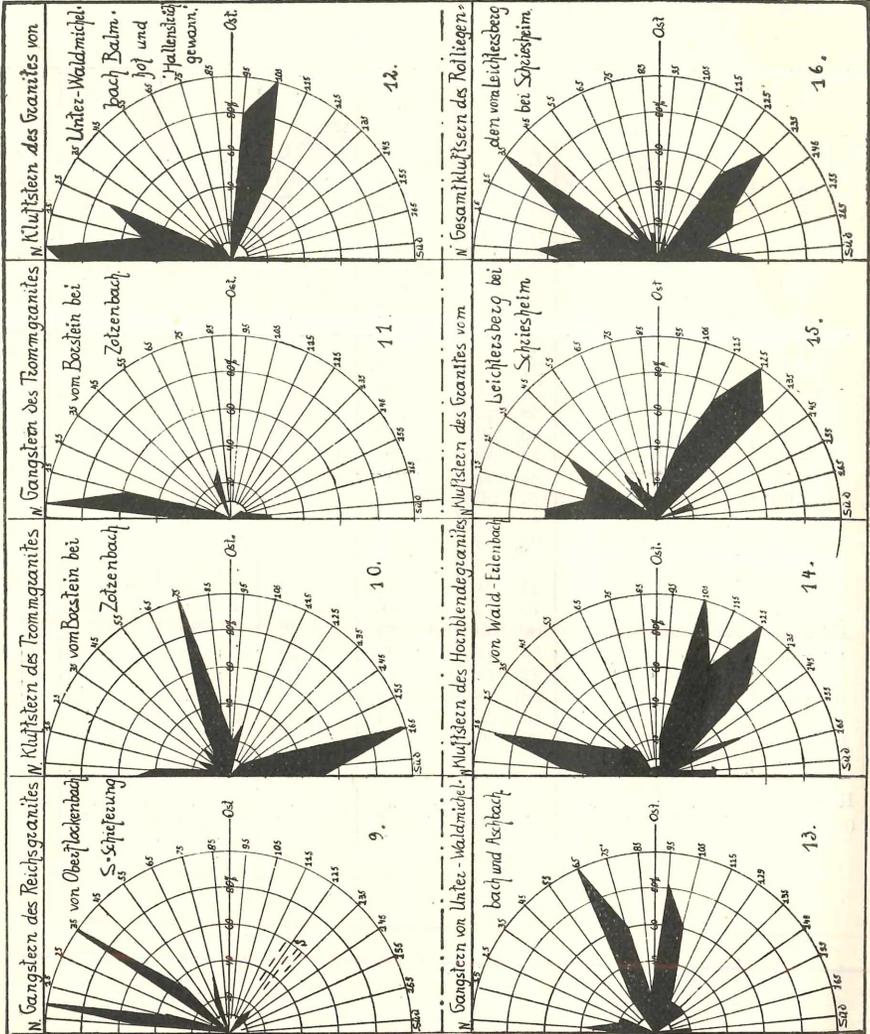


Tabelle II (entspricht Klufftafel II).

Tabelle der Klüfte und Gänge, Richtung und Prozentzahl angehend.

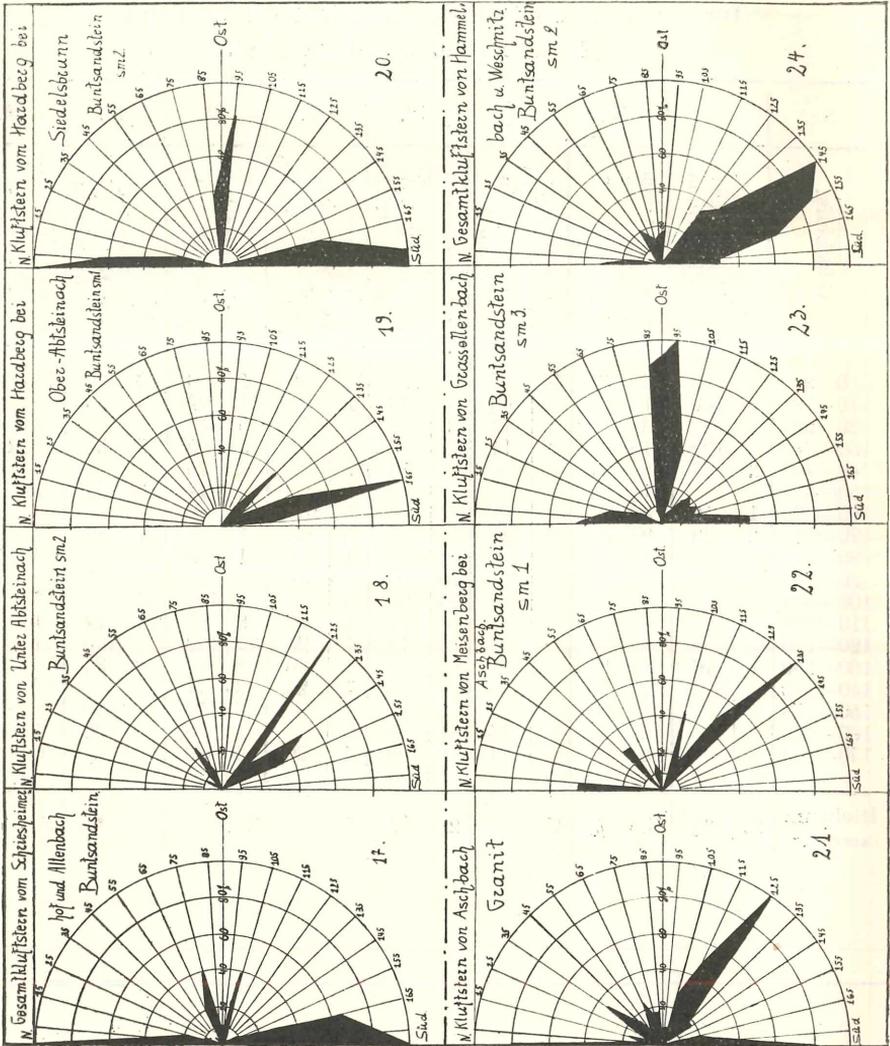
Z = absolute Anzahl der gemessenen Klüfte bzw. Gänge.

% = Prozentzahl der Klüfte und Gänge.

(Die Nummernbezeichnung entspricht der in Tafel II, auf Karte II u. I und im Text.)

Nr.	9.		10.		11.		12.		13.		14.		15.		16.	
Aufschluss:	Gangstern des Reichsgranites von Ober-Floekenbach		Kluffstern des Trommgranites vom Borstein bei Zotzenbach		Gangstern des Trommgranites vom Borstein bei Zotzenbach		Kluffstern des Wald-Michelbachgranites (Bahnhof u. „Hallenstrich“)		Gangstern des Wald-Michelbachgranites U.-Wald-Michelbach-Aschb.		Kluffstern des Hornblende-Wald-Erlenbach		Kluffstern des Granites vom Leichtersberg bei Schriesheim		Gesamtkluffstern des Rothliegenden vom Leichtersberg bei Schriesheim	
0-9	3	50	4	40	14	100	13	100	2	40	6	50	6	60	13	65
10-19	6	100	1	10	8	56	6	46	1	20	11	92	4	40	8	40
20-29			2	20	2	14	9	69	1	20	5	42	4	40	12	60
30-39	6	100	1	10	2	14	1	8			3	25	5	50	20	100
40-49	2	33	2	20			2	15			3	25			2	10
50-59			1	10					1	20	2	17	3	30	7	35
60-69	1	16	3	30	3	21			5	100	1	8,5	1	10	2	10
70-79	2	33	9	90	4	28			3	60	1	8,5	1	10	3	15
80-89			3	30					1	20	1	8,5			3	15
90-99			2	20			10	80	4	80	3	25	1	10		
100-109			3	30			13	100	3	60	12	100	4	40	3	15
110-119							6	46	1	20	8	67	7	70	1	5
120-129			1	10			2	15	1	20	12	100	10	100	11	55
130-139	1	16	1	10					1	20	8	67	8	80	16	80
140-149			2	20					1	20	2	17			10	50
150-159			3	30	1	7					6	50	2	20	9	45
160-169			10	100	2	14	1	8			1	8,5	2	20	5	25
170-179			5	50	3	21	12	92	1	20	4	33			10	50
Richtung (korrigiert)	Z.	%	Z.	%	Z.	%	Z.	%	Z.	%	Z.	%	Z.	%	Z.	%

Tafel III.



c/o Institut für Geo- und

Tafel V.

Strukturkarte des Hornblende- granites im Weschnitztal.

