

Zeitschrift: Schweizerische mineralogische und petrographische Mitteilungen =
Bulletin suisse de minéralogie et pétrographie

Band: 4 (1924)

Heft: 1

Artikel: Zur Petrographie des Grundgebirges von Laufenburg und Umgebung
(Südschwarzwald)

Autor: Suter, Hans

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-6399>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 14.08.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Zur Petrographie des Grundgebirges von Laufenburg und Umgebung (Südschwarzwald).

Von *Hans Suter*, Zürich.

Inhalts-Verzeichnis.

	Seite
Vorwort	93
Geographischer Überblick	94
Geologische Übersicht	97
Die auftretenden geologischen Glieder	98
Die Verbreitung der Gneise	102
Tektonische Störungen	103
Das Streichen und Fallen der Gneise und Gänge und die Beziehungen zu den vorhandenen Kluftrichtungen	105
Die Klüftung im Granit	112
Beziehungen der Hotzenwälder Kluftsysteme zu denjenigen angrenzender Gebiete	114
Zusammenfassung	115
Über die Geschichte der Erforschung des Hotzenwaldes und die Ziele dieser Arbeit	116
I. Teil.	
Eruptivgesteine der hercynischen Gebirgsbildung	124
1. Die Granite	124
Der Albtalgranit	124
Der Granit vom Schöpfebach	124
Granite vom Eggberg	125
Der Aplitgranit von Säckingen	126
Die chemischen Verhältnisse der Granite	130
2. Die Aplit und Pegmatite	131
A. Rote Intrusion	132
I. Die roten Aplit	133
II. Die roten Pegmatite	138
1. Aplitpegmatite	139
2. Rote Biotitpegmatite	140
3. Rote Turmalinpegmatite	144
B. Weiße Intrusion	150
III. Die weißen Aplit	150
IV. Die weißen Pegmatite	153
1. Weiße Turmalinpegmatite	153
2. Weiße Biotitpegmatite	154

	Seite
C. Pressungserscheinungen an Apliten und die Struktur von Quarzgängen	155
D. Die chemischen Verhältnisse der Aplite und Pegmatite	157
E. Zusammenfassung	164
Anhang. Die hydrothermale Tätigkeit und die Erze	167
1. Die Erze	167
2. Produkte hydrothermaler bis sekundärer Tätigkeit	171
3. Die basischen Gänge	173
I. Hornblende-Kersantite	174
II. Gewöhnliche Kersantite	175
III. Biotit-Kersantite	176
IV. Minetten	176
V. Augit-Kersantite	177
VI. Kontaktverhältnisse der basischen Gänge (und Verwitterung)	180
VII. Der Chemismus der Lamprophyre	184
Zusammenfassung	185
4. Allgemein chemische Verhältnisse der Eruptivgesteine von Laufenburg	186
5. Die Charakterisierung der Provinz	191
II. Teil.	
Die metamorphen Gesteine des Grundgebirges	192
A. Aplite und Aplitgneise (Granulite) des Eruptivgneismagmas	192
1. Aplitgneis von Schupis	193
2. Der Thimosaplit	194
3. Der Vergleich	196
B. Die homogenen Gneise und die nicht injizierten Amphibolgesteine	200
1. Feinstreifige-schiefrige Biotitgneise	201
a) Glimmerschieferähnliche Biotitgneise	201
b) Dichte bis massige Biotitgneise	202
c) Chemismus der feinstreifigen Gneise	203
Zusammenfassung	205
2. Cornubianitgneise	206
3. Cordieritgneise und Sillimanitgneise	211
a) Cordieritgneise im Murgtal	211
b) Cordieritführende Gneise von Laufenburg	214
c) Die Sillimanitgneise-Cordieritgneise nördlich des Elendslöchle	218
d) Der Cordierit-Sillimanitgneis von Wallmauer	219
e) Der Andalusit-Cordierithornfels vom Solfels	220
f) Chemismus der Cordieritgneise	221
Zusammenfassung	223

	Seite
4. Die Amphibolgesteine	223
a) Die Hornblendegneise	225
b) Die Amphibolite	227
α) Die Eklogitamphibolite	227
β) Die Plagioklasamphibolite	229
γ) Der Chemismus der Amphibolite	232
Zusammenfassung	238
C. Die Injektionsgneise und die Erscheinungen der Injektion	239
1. Die injizierten Hornblendegesteine	239
Zusammenfassung	246
2. Die Rote Fluh-Gneise (rote Injektion)	247
I. Die roten Glieder	249
a) Das glimmerschieferähnliche Substrat	249
b) Die lagigen Rote Fluh-Gneise	252
c) Roter Augenflasergneis	254
d) Extreme Ader- bis schlierige Resorptionsgneise	255
II. Weiße Rote Fluh-Gneise	257
III. Chemismus der Rote Fluh-Gneise	262
IV. Genesis der Rote Fluh-Gneise	268
3. Die Hohwand-Gneise (weiße Injektion)	271
I. Die Gneise vom Hügen bis zur Brücke	272
II. Die körnig-schlierigen Augenflasergneise unter dem alten Rathaus Laufenburg	281
III. Der eigentliche Hohwandgneis	283
IV. Über einige allgemeine Injektionserscheinungen im Gebiete der Hohwandgneise	287
V. Chemismus der Hohwandgneise	289
VI. Genesis der Hohwandgneise	293
D. Allgemeines über die Injektion im Südschwarzwald und im übrigen Schwarzwald	296
1. Das Verhältnis der roten zur weißen Injektion	296
2. Zusammenfassung über die Injektionserscheinungen im Südschwarzwald	297
3. Spezielle Betrachtung der Einschlüsse von Gneis in sauren Eruptivgängen im Hinblick auf strukturelle Veränderungen	299
4. Vergleich mit Gesteinen a. d. übrigen Schwarzwald usw.	304
5. Das Alter und die Herkunft der Injektion im Schwarzwald	308
6. Schema der Abfolge der Intrusionen und Injektionen	310
7. Provinziale Merkmale und Typus der Laufener Injektionsprovinz	311
E. Allgemeine Bemerkungen über Injektion auf Grund der Untersuchungen an Schwarzwaldgesteinen	312
a) Betrachtung der Struktur injektionsmetamorpher Gesteine in Bezug auf pneumatolytische Züge	312

	Seite
b) Bemerkungen über die chemischen und mineralogischen Verhältnisse von Injektionsgesteinsserien	318
c) Einiges über die Bedingungen der Injektion	322
d) Zur Nomenklatur von Injektionsgesteinen	324
e) Über die Methodik der Untersuchung von Injektions- gesteinen	325
III. Teil.	
A. Das Rotliegende von Säckingen	326
B. Das Rotliegende von Laufenburg	329
Literatur	332

Vorwort.

In den Jahren 1908—1911 untersuchten P. Niggli und Ed. Blösch die durch die Sprengarbeiten für den Bau des Kraftwerks Laufenburg entstandenen Aufschlüsse im Gneis der Rheinschlucht und sammelten ein reichhaltiges Material an Beobachtungen und Handstücken. Die petrographische Untersuchung desselben konnte wegen anderweitiger Inanspruchnahme der beiden Forscher nicht abgeschlossen werden. Einige vorläufige Resultate sind an verschiedenen Stellen bereits publiziert (55—61).¹⁾

Herr Prof. P. Niggli überließ mir die petrographische Bearbeitung des Materials. In der Folge wurde die Umgebung Laufenburgs (hauptsächlich das Murgtal) in die Untersuchung hereinbezogen, und diese ergänzt durch einige geologische Aufnahmen, doch gelten die Hauptuntersuchungen dem heute überstauten Grundgebirge von Laufenburg.

Ich freue mich, hier meinem lieben Lehrer, Prof. Dr. P. Niggli, danken zu können für die unausgesetzte Anteilnahme an meiner Arbeit und das Wohlwollen, das er mir während meiner ganzen Studienzeit entgegengebracht und die vielen Anregungen, welche er mir geboten hat. Ebenso möchte ich Herrn Dr. Ed. Blösch, Geologe, danken für die Überlassung von Material und Beobachtungen und für die schönen Stunden, in denen er mit mir über die Geologie der Gegend diskutierte. Herrn Dr. R. L. Parker, Assistent an der Eidgenössischen Technischen Hochschule, danke ich herzlich für die Hilfe, die er mir beim Photographieren der Dünnschliffe und Gesteine gewährt hat.

Das Kraftwerk Laufenburg und Herr Dr. Ed. Blösch ermöglichten durch finanzielle Unterstützung den Druck der Arbeit im vorliegenden Umfang; ihnen möchte ich hier meinen Dank abstaten.

Das untersuchte Material (etwa 1000 Handstücke und 500 Schliffe) ist im mineralogischen Institut der Eidgenössischen Technischen Hochschule Zürich deponiert.

¹⁾ Zahlen in Klammern weisen auf die betreff. Nr. im Literaturverzeichnis hin.

Geographischer Überblick.

Das in den Kreis der Untersuchung gezogene Gebiet (siehe Karte, Fig. 2) deckt sich mit der Ausdehnung des eigentlichen Hotzenwaldes.¹⁾ Es liegt in der Hauptsache im badischen Amtsbezirk Säckingen und bildet die südlichste Abdachung des Schwarzwaldes.

Von einem der aussichtsreichen Berge des südlich anliegenden Tafeljuras, z. B. von der Höhe des Tiersteinberges aus (einige km südlich Säckingen), vermag man die Morphologie und die Flächenausdehnung fast des ganzen Gebietes zu überschauen. Es bildet eine mit Wald und Feldern bedeckte Hochfläche, die sich ungefähr mit 5° Neigung in S.-E.-Richtung gegen das Rheintal absenkt. Die westliche Begrenzung gibt der Steilhang des Wehratales, die südliche, fast E.—W. verlaufend, das Rheintal. Im Osten grenzt es an das Albtal, das Untersuchungsgebiet von S. K. Roy (72), den nördlichen Abschluß bildet ungefähr die Linie Göhrwihl-Herrischwand. Die Hochfläche zeigt ein stark durchschnittenen, aber eigentlich wenig gegliedertes Gelände. Bezeichnend ist das Auftreten tiefer, romantischer Erosionstäler in der N.—S.-Richtung, Murgtal und Albtal, neben verschiedenen parallel gerichteten, kleinern, in den Anfängen stecken gebliebenen Tälchen. Murg- und Albtal sind so schmal, daß sie bei einer Wanderung auf der Hochfläche selbst fast übersehen werden können und sich nur durch die dichte Bewaldung bemerkbar machen.

Vom Eggberg bei Säckingen mit 708 m Höhe steigt man kontinuierlich nordwärts bis auf 969 m bei Hornberg. In der Gegend von Hottingen trifft man Höhen von 800 m an und weiter im E. bei Binzgen von 405 m. Albert-Hauenstein im Rheintale selbst liegt 322 m hoch. Der Rhein bildet

¹⁾ Mit dem Namen Hotzenwald bezeichnet man landläufig, nach einer freundlichen Mitteilung von Herrn Haupt-Lehrer Egger, Rhina, ungefähr das Gebiet der ehemaligen Grafschaft Hauenstein, das ist die Gegend zwischen Wehra und Schwarzach und vom Rhein nordwärts bis Lindau, Kutterau, Höhenschwand. Die Hotzen, die Bewohner des Hotzenwaldes sind Alemannen, wortkarg, mißtrauisch und verschlossen. „S'cha si, s'cha aber au nit si“ ist eine typische Redensart der Hotzen. Der Name kommt wohl von „houtze“ mhd. Bauern. Hotze heißt auch die zur alten, verschwundenen Tracht gehörende kurze, schwarze Pluderhose.

bei Laufenburg die bekannte Stromschnelle, liegt dort etwa in 300 m Höhe und senkt sich bis Säckingen auf 279 m. Bis auf diese Werte sind dementsprechend Wehra-, Murg- und Albtal eingeschnitten. Der Hotzenwald erstreckt sich in N.—S.- und E.—W.-Richtung je etwa 20 km.



Fig. 1 a.

Die Stromschnelle vor der Sprengung. Blick gegen die Gegend des Laufenplatzes.
(Aus „Kunstwart“ 1904).

Das Gebiet ist recht gut besiedelt (Ackerbau, z. T. Industrie), ein Netz von guten Straßen sorgt für die Verbindung. Die Kartenskizze (siehe Fig. 2) zeigt zugleich die Hauptorte und Höhen.

Markante landschaftliche Punkte sind das Murgtal, der Bergsee bei Säckingen und namentlich der Canon von Laufenburg.²⁾ Einige Photographien vermögen nur ein

²⁾ Siehe auch Alb. Heim, Geologie der Schweiz.

schwaches Abbild dieser durch den Kraftwerkbau völlig veränderten Rheinschlucht³⁾ zu geben, welche an romantischer Pracht wohl kaum von einem andern Gebiet am Oberrhein übertroffen worden ist.

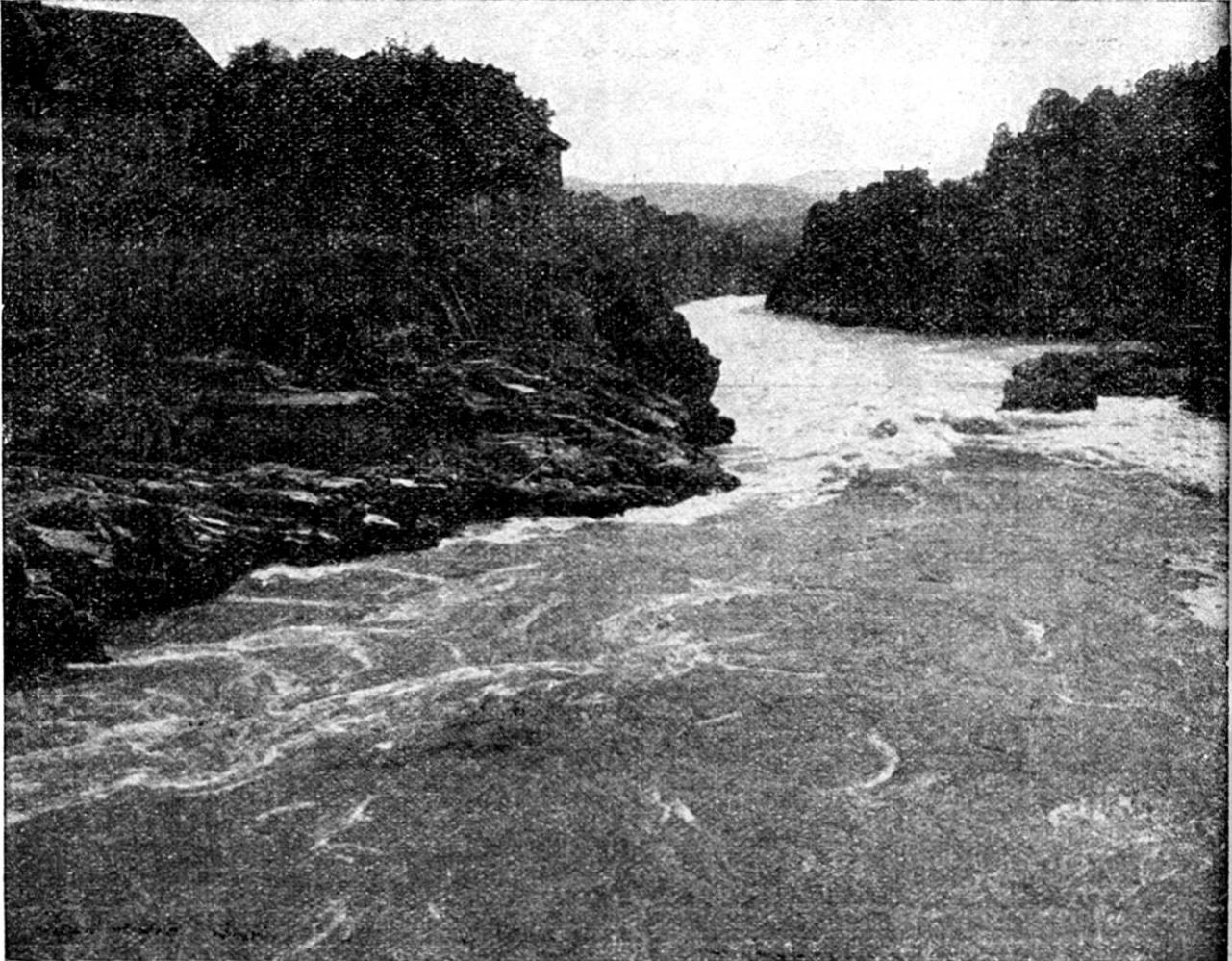


Fig. 1 b.

Die Stromschnelle vor der Sprengung. Blick gegen den Schäffigen.
(Aus „Kunstwart“ 1904).

Dokumente der ehemaligen Rheinschlucht lieferten G. Walter, welcher eine Karte 1 : 2000 mit minutiöser Felszeichnung aufnahm, und die Leitung des Kraftwerkbaues (Karte 1 : 500 mit Kurven). In jüngster Zeit wurde ein Relief von Laufenburg angefertigt, das im Heimatmuseum zu Aarau Aufstellung gefunden hat.

³⁾ Sie hat eine Länge von 1 km.

Geologische Übersicht.

Die geographischen Grenzen des Gebietes sind zugleich geologische; es zeigt sich überhaupt, daß Morphologie und Geologie einander aufs innigste entsprechen.

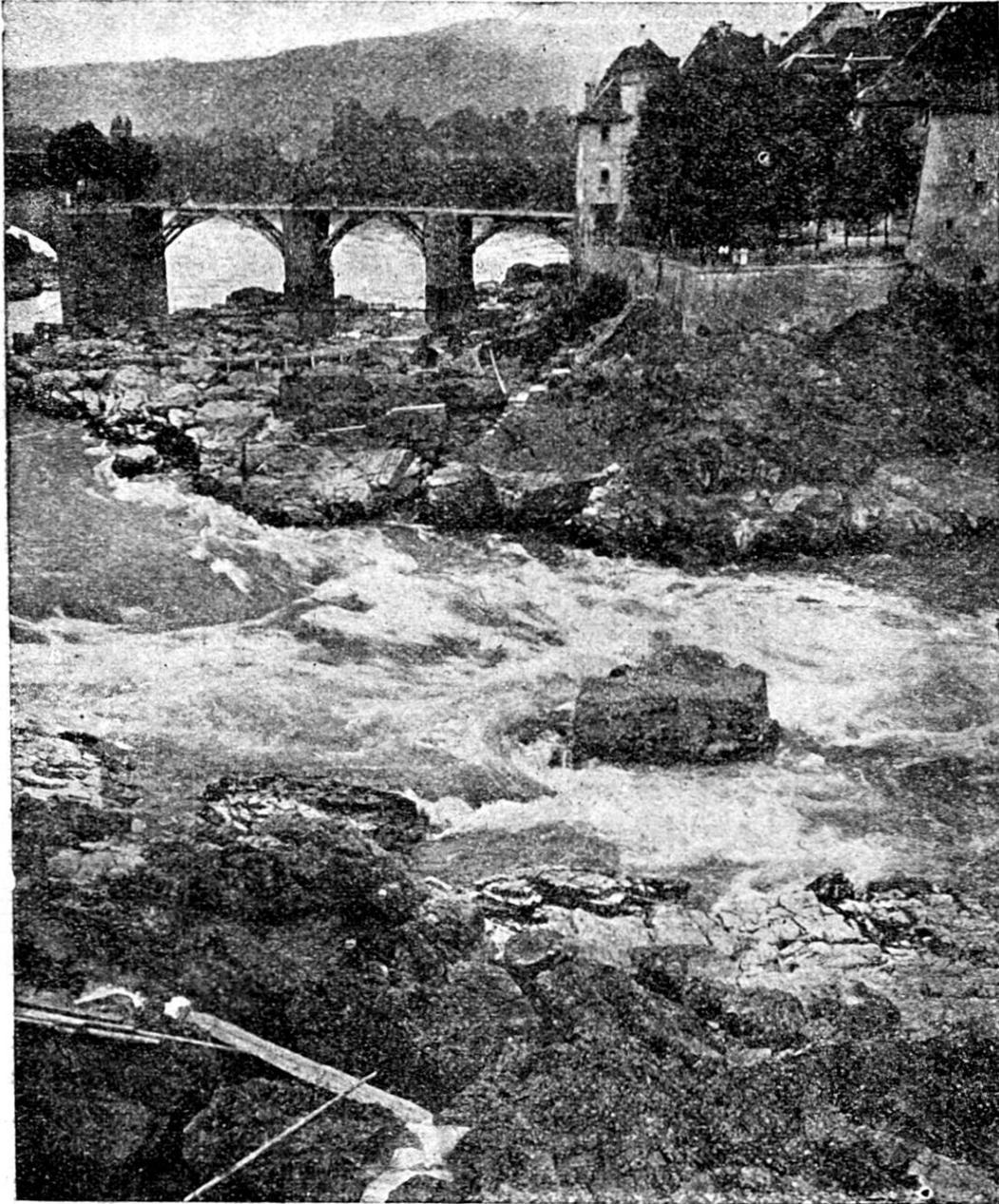


Fig. 1 c.

Die Stromschnelle vor der Sprengung. Blick gegen die Rote Fluh.
(Aus „Kunstwart“ 1904).

Die Westgrenze, der Steilhang gegen das Wehratal, wird gebildet durch die längst bekannte, dem Rheintal-

graben-System angehörende Wehratalverwerfung, die Südgrenze ist gegeben durch die südlich des Rheines beginnende Triasdecke, die dem Tafeljura angehört, oberhalb Albruck den Rhein quert und in N.-E.-Richtung weiterstreichend die Ostgrenze darstellt. Als Nordgrenze möge der Granit



Fig. 1 d.

Rheinschlucht vor der Sprengung. Blick von der Enge rheinaufwärts.
(Aufnahme Photoglob, Zürich).

des Albtals gelten, der sich nach N.-W. hinzieht und bis ins Gebiet des Blauens reicht.

Die auftretenden geologischen Glieder.

Der so umschriebene Raum ist erfüllt von einem Komplex verschiedenartiger Gneise. Man kann homogene

Gneise und Injektionsgneise unterscheiden. Zu den erstern gehören feinstreifige Biotitgneise (meist Paragesteine), Cornubianite, Cordieritgneise, Sillimanitgneise, Granulite, Hornblendegneise, Para-Amphibolite. Zu den letztern gehören die Roteflugh-, die Hohwandgneise und die injizierten Hornblendegneise und Amphibolite.

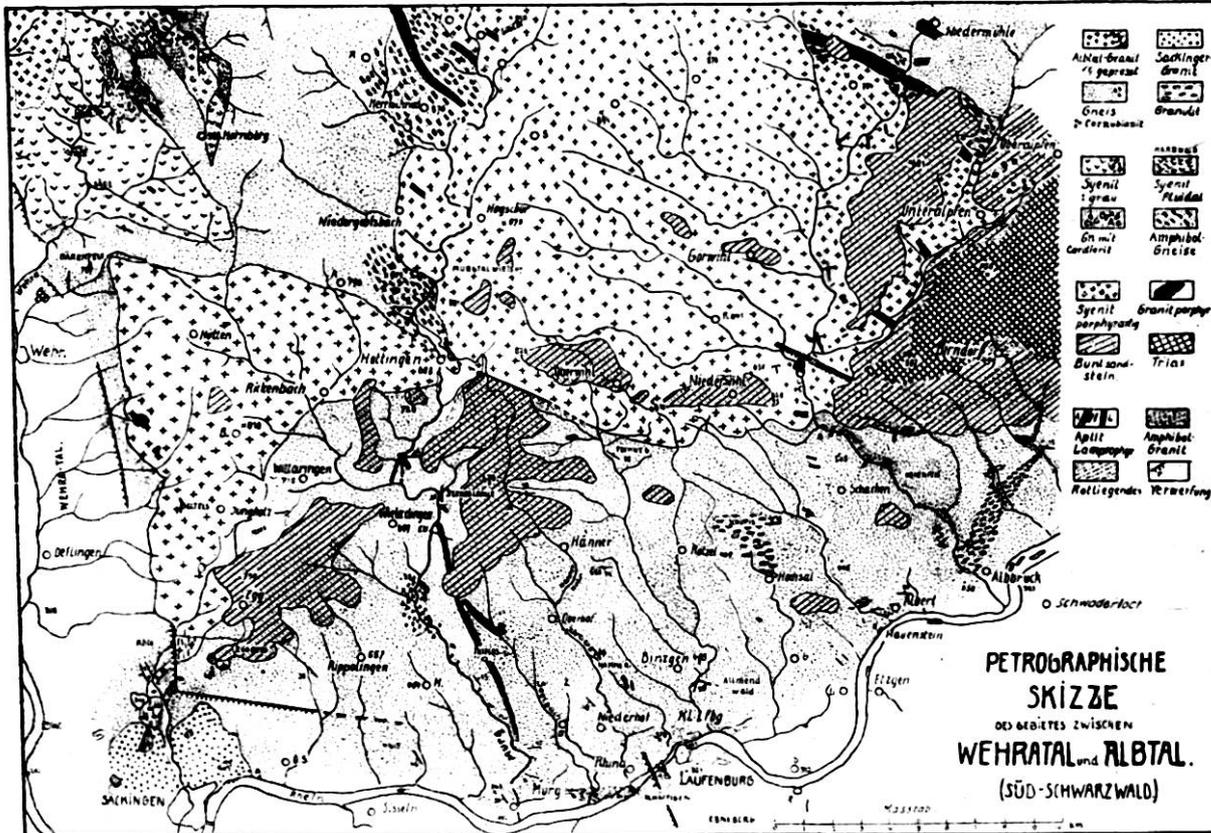


Fig. 2.

Petrographische Übersichtsskizze des Gebietes zwischen Wehratal und Albtal.

Dieser Komplex ist durchsetzt von dem carbonisch intrudierten Albtalgranit mit seiner Gefolgschaft von Apliten und Lamprophyren und einer prägranitischen Intrusion, welche heute als Orthoamphibolite in Linsen auftritt.

Dem Grundgebirge sind in Taschen und Senken Reste von Rotliegendem bei Säckingen und Laufenburg eingelagert. Der auftretende Buntsandstein bildet ziemlich ausgedehnte Platten, er lagert vom Eggberg bis Hänner auf Gneis und ist mit prachtvollem Hochwald bestanden. Auf dem Hochplateau von Niederwühl liegt er auf Granit und zwar ist dort die Auflagerungsfläche ziemlich gewellt, Höhenunterschiede von ± 20 m sind nicht selten und müssen

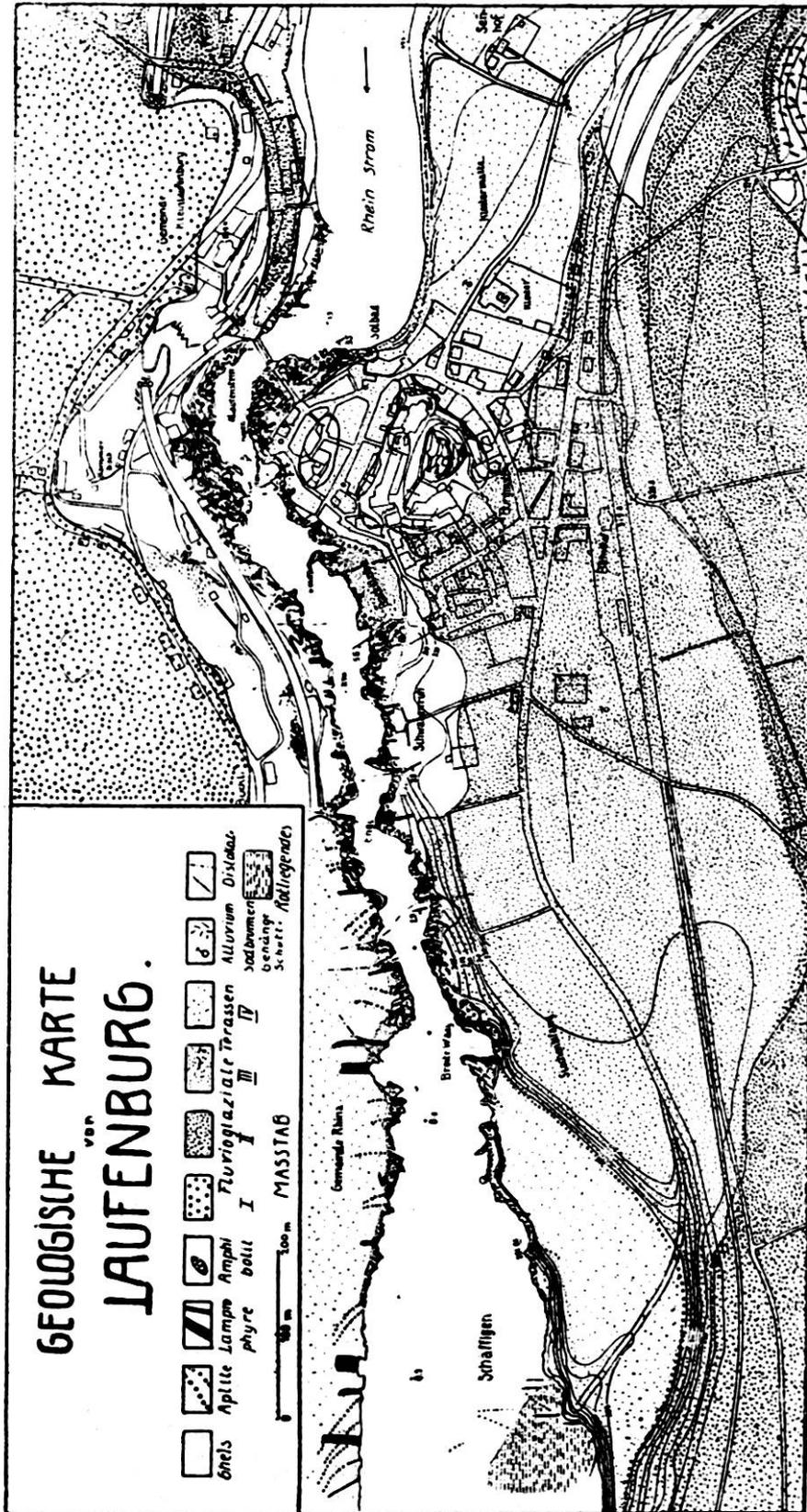


Fig. 3.
Geologische Karte von Laufenburg vor den Felssprengungen.
Anstehendes Grundgebirge (Gneis) ohne Signatur.

unbedingt schon vor der Ablagerung des Sandsteins bestanden haben. Jenseits des Albtals verschwindet er unter dem Muschelkalke.

Am Osthang des Eggberges findet man im Sandstein eine Lage typisch geformter Windkanter aus Quarz, die teilweise sogar die bekannte Politur noch bewahrt haben.

Als jüngste geologische Glieder treten im Rheintal bis auf die Höhe 660 diluviale Kiese auf, die auf der Karte aber nicht eingezeichnet sind. Der Rhein selbst fließt ebenfalls in solchen Schottern, ausgenommen in der Strecke von Schwaderloch und Laufenburg, wo er wieder das Grundgebirge erreicht hat.

Die petrographische Skizze, Figur 2, gibt einen Überblick über die geologischen und petrographischen Verhältnisse des Gebiets zwischen Wehra- und Albtal. Bei ihrer Konstruktion wurden die Aufnahmen von Erdmannsdörffer und S. K. Roy mithereinbezogen. Von einer Eintragung der Gneisvarietäten mußte abgesehen werden, da ein einigermaßen quantitativ richtiges Bild sehr schwer zu geben ist.

Die Verbreitung der Gneise.

Die Gneise erfüllen den Raum zwischen dem Wehratal-syenit und dem Murgtal hinter Hottingen und sind dort stark hornblendehaltig, oft mit basischen Einlagerungen (Herrischried, Murgtalwirtshaus) wie in der Scholle bei Tiefenstein. Bei der Linie Hottingen-Bärenfels taucht der Albtalgranit auf, läuft südwärts in eine Spitze aus und endigt bei Säckingen. Die Gneise westlich des Granites, am Wehratalabhang, streichen fast N.—S. Die Linie Hottingen-Tiefenstein bezeichnet sodann den östlichen Verlauf der Granitgneisgrenze. Der südlich davon auftretende Gneis streicht parallel dieser, d. h. fast W.—E.

Der Gneiskomplex südlich der Granitgrenze zeigt durch das Murgtal ungefähr folgendes Profil S.-N.:

Fabrik Murgtal Hammer bis Lochmühle: Glimmerschiefergneise teilweise mit Cordierit. Lochmühle bis Ruine Wieladingen: Cordieritgneise, Cornubianite.

Elektrizitätswerk bis Hottingen eine Serie teilweise rötlich durchaderter, struppiger bis grobschiefriger Biotitgneise, teilweise Sillimanit führend.

Diese Serien ziehen ostwärts ungefähr so, daß eine Linie die Cornubianite des Murgtales mit denjenigen von Albert Hauenstein verbindet; nördlich davon streichen die stark verwitterten, sillimanithaltigen Gneise durch, südlich davon die Glimmerschiefer ähnlichen. Die Cordieritführung verschwindet gegen E.

Die südlichsten Glieder, zugleich die tiefsten, sind die Rote Fluh- und Hohwand-Injektionsgneise.

Die Gneise lassen deutlich Falten- bis Schuppenbau erkennen. Eigentliche Falten, z. T. nach Norden überliegend, trifft man an der Straße Säcking—Rippölingen (Profil Fig. 5). Auch im Murgtal existieren Gneisfalten, die gegen den Cornubianit immer enger werden und wahrscheinlich

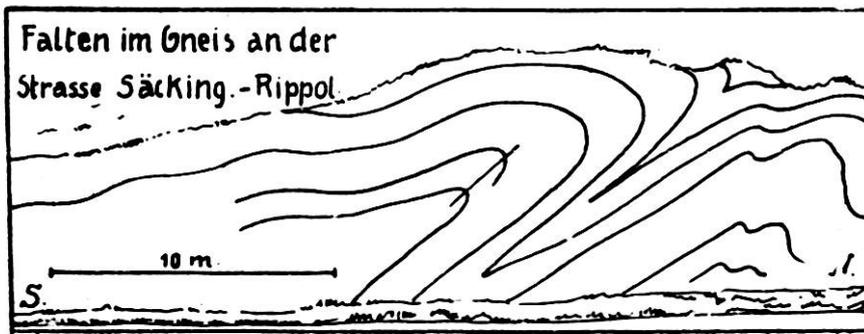


Fig. 5. Gneisfalten.

in Schuppen übergehen. Die Gneise nördlich von Elendslöchle fallen ziemlich konstant nach Norden ein, und stechen, was der Verlauf der Granitgneisgrenze an sich schon zeigt, ziemlich tief unter dem Granit ein.

Allgemein dreht das Streichen also von N.-W. bis N.-S. im Westen nach W.-N.-W. bis W.—E. im Osten.

Tektonische Störungen.

Sie sind schwer festzustellen, aber sicher vorhanden. Eingetragen sind die Hottinger- und die Eggbergverwerfung. Die Hottingerverwerfung streicht etwa N.-W. auf das Sägebachtobel im Wehratal zu, an ihr ist die Buntsandsteinplatte von Hammer um etwa 100 m gegenüber derjenigen von Oberwihl abgesunken. Diese Verwerfung wurde von Blösch schon 1910 vermutet und später von Braun (10) eingezeichnet. Sie verläuft aber nicht weit nach Osten, sondern hört kurz östlich des Pechweges wieder auf. Die Eggberg-

verwerfung ist schon längst bekannt. Blösch hat sie 1911 (7), Eck schon früher eingezeichnet. Sie erscheint gesichert durch die beiden Rotliegenden-Vorkommen vom Sägerain und Eggberg. Profil Fig. 6 und 7 zeigen ihren Verlauf, zugleich das Fallen der Eggberggneise und die Intrusionsverhältnisse des Albtal- und des Säckingergranites (siehe auch H. Heußler, Lit. 31). Der Albtalgranit vom Scheffelfelsen, Bergsee dürfte demnach ungefähr eine stockartige Abzweigung des eigentlichen Massives sein. Die Verwerfung und begleitende tektonische Vorgänge haben eine gewisse Schieferung desselben bewirkt.

Eine Spalte N.—S. existiert an der Ruine Habsburg, Laufenburg (siehe Karte Figur 3); welcher Flügel abgesunken ist, kann indes nicht entschieden werden. Weitere Störungen wurden vorläufig keine gefunden. Die von Deecke (Geologie von Baden) vermutete Verwerfung N.—S. längs des Murgtals existiert nicht, wie schon der Lamprophyrsüdlich Hottingen beweist.

Die Geologie und Morphologie des Canon von Laufenburg⁴⁾ erhellt aus dem Profil Fig. 8, aus den Karten Figur 3⁵⁾ und Figur 4.⁵⁾

Profil Fig. 8 zeigt deutlich den Faltenbau des Gneises und die Intrusionsform der aplitischen und lamprophyrischen Gänge, sowie die Stellung der Amphibolite.

Morphologisch interessant ist Profil Fig. 8 und die Karte Figur 4. Sie lassen deutlich die Abhängigkeit der Buchten vom Auftreten der Lamprophyre erkennen. Die Vorsprünge sind oft von Apliten durchschwärmt.

Über das Alter der Gneisfaltung ist wenig zu sagen, jedenfalls scheint sie älter zu sein, als die Granitintrusion.

⁴⁾ Die tektonischen Verhältnisse in der Rheinschlucht werden von Dr. E. Blösch noch behandelt werden.

⁵⁾ Gänge und Amphibolite im Canon selbst sind nach Aufnahmen von P. Niggli u. E. Blösch eingetragen. Die topographische Grundlage der Karte Figur 3 beruht auf der der Dissertation von G. Walter (90) beigegebenen Karte gleichen Maßstabes, welche von mir ergänzt wurde durch die Einzeichnung der Stadtpläne von Schweizerisch und Badisch Laufenburg und durch eine Erweiterung des Kartenbildes nach Osten und Norden auf Grund der Katasterpläne beider Gemeinden.

Die Karte Figur 4 ist eine Kopie der Plankarte des Kraftwerkes Laufenburg, die von der Bauleitung den Herren Prof. Niggli und Blösch zur Einzeichnung der geologischen Verhältnisse überlassen worden ist. (Original in 1 : 500).

Die Faltung der Rotflughneise im besonderen muß als älter als die Injektion bezeichnet werden, und sie ist gleichaltrig mit der Bildung des Grundgneises selbst, da die Biotite desselben in Polygonalzügen den Antiklinalen und Synklinalen folgen.

Das Streichen und Fallen der Gneise und Gänge und die Beziehungen zu den vorhandenen Kluftrichtungen.

Gerichtete tektonische Kräfte äußern sich nicht nur in Faltungen, sondern auch in einer Zerspaltung der Gesteine. Es können Klüfte entstehen, welche einerseits dem zukünftigen Abtrag des entstehenden Gebirges vorarbeiten, andererseits oft Wege für eine Intrusion darstellen und sehr oft Anfänge von Bruchbildung sind. So lassen sich

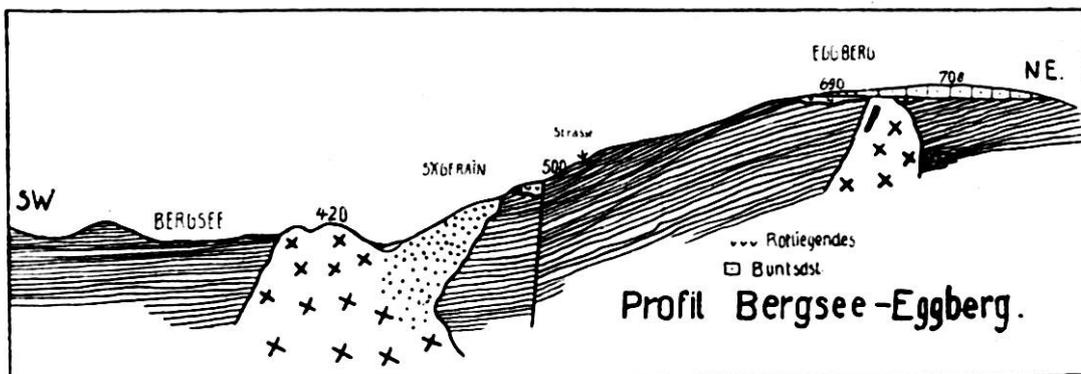


Fig. 6. Profil Bergsee-Eggberg.

Granit = Kreuze und feine Punkte (aplitisch).
Gneis = schraffiert in Fallrichtung.

Beziehungen herleiten von den Kluftrichtungen zu den Richtungen der sie erzeugenden Kräfte, zu der Morphologie und zu den Intrusionen eines Gebietes. In neuester Zeit beschäftigen sich mehrere Schulen mit solchen Problemen (Heidelberg, Breslau). Die Kluft- und Gangrichtungen etc. werden statistisch und genetisch betrachtet.

Im Folgenden wird über einige Resultate ähnlicher Untersuchungen in unserm Gebiet berichtet.

a) Die Klüfte im Gneis.

Übersicht über Kluft- und Gangrichtungen gewinnt man, indem man die Messungen, statistisch behandelt, in einer Strichrose⁶⁾ darstellt.

⁶⁾ Man kann sich auch der stereographischen Projektion bedienen und erhält dann zugleich ein Bild über Richtung und Be-

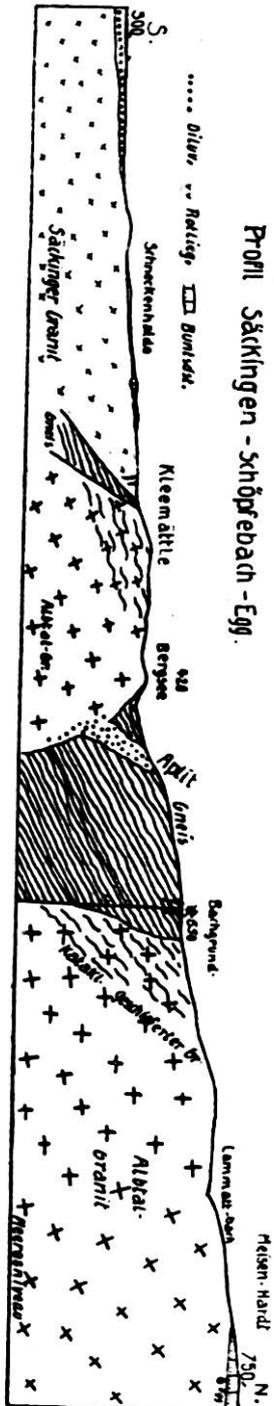


Fig. 7. Profil Säkingen-Egg.
 Geschichtete Granite sind durch wellige Linien gekennzeichnet.
 Bezeichnung sonst wie in Fig. 6. Ca. 1 : 37 000.

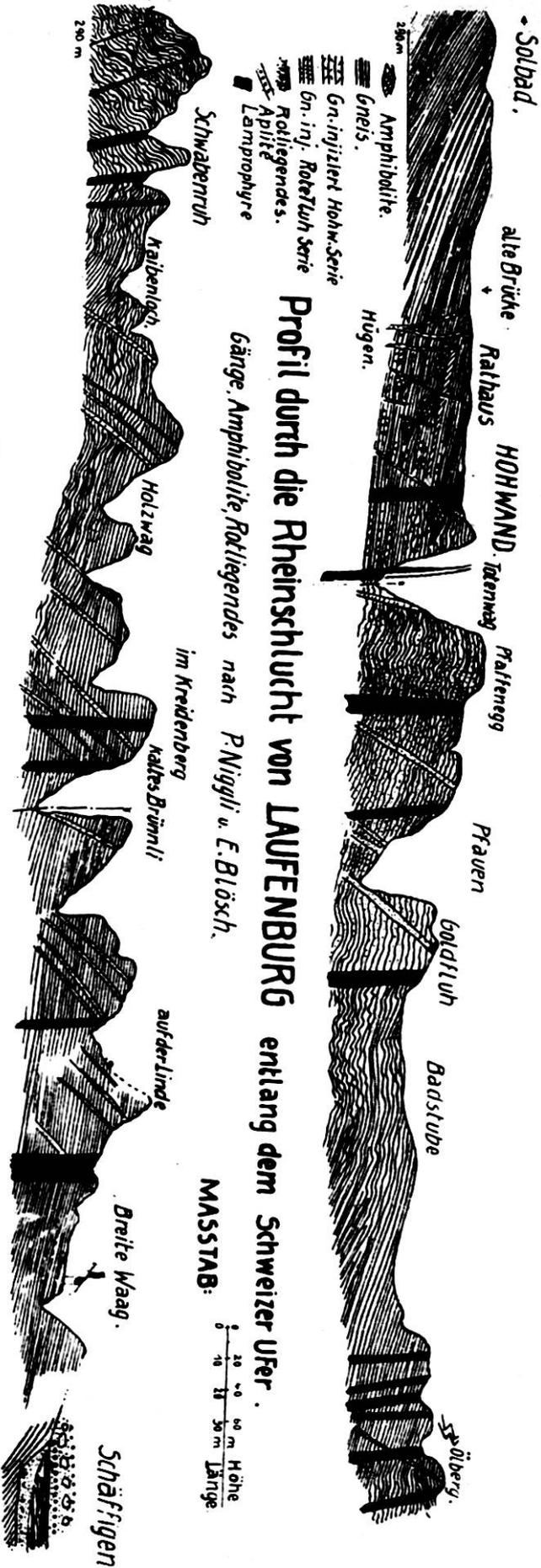


Fig. 8. Profil durch die Rheinschlucht (überhöht).

Der Gneis des Hotzenwaldes ist sehr stark zerklüftet. Die Zahl und Güte der Klüfte wechselt von Ort zu Ort. Die Mehrzahl der Klüfte fällt mit 80° — 90° ein, sodaß auch aus diesem Grunde die Strichrose zur Betrachtung genügen kann. Das Diagramm Fig. 9 zeigt nun sehr deutlich, daß erstens die Großzahl der gemessenen Klüfte dem N.-W.-Quadranten angehört und zweitens, daß sehr markante Maxima auftreten. Von diesen liegt das eine angenähert in N.—S.-Richtung, das andere in N.-W. Jede dieser Haupt-

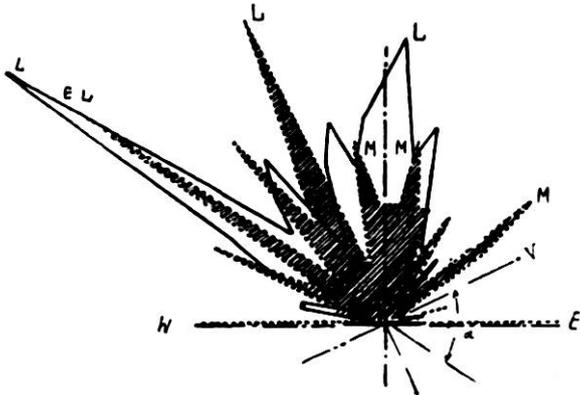


Fig. 9.



Fig. 10.

Fig. 9. Statistisches Diagramm des Streichens der Gneise (schraffiert) und der Klufrichtungen im Gneis (einfach ausgezogene Strichrose) α = Öffnungswinkel V = varistische Richtung = ? Richtung der tektonischen, erzeugenden Kräfte.

Fig. 10. Statistisches Diagramm des Streichens der Lamprophyrgänge (punktiert) und der Aplitgänge (Strichrose schraffiert).

In beiden Figuren bedeuten: L = Richtungen vorzugsweise in Laufenburg angetroffen. M = Richtungen vorzugsweise im Murgtal angetroffen. E = Richtungen vorzugsweise vom Eggerberg bekannt. 1% = ca. 0,14 cm.

richtungen ist von mehr oder weniger gleichmäßig ausgebildeten Nebenmaxima begleitet.

Die Klüfte hercynischer Richtung⁷⁾ treten besonders häufig in der Gegend von Laufenburg und nordwärts dem Andelsbach entlang auf.⁸⁾ Die zugehörigen Teilmaxima finden sich an denselben Orten. Das Maximum in rheinischer Richtung ist hauptsächlich in Laufenburg selbst vertreten.

trag des Fallens. Die vorliegenden Messungen sind jedoch nicht so zahlreich, daß sich die Anwendung dieser Darstellungsmethode lohnt, es sollen deshalb nur Strichrosen betrachtet werden.

7) hercynisch = Richtung NW—SE
 varistisch = „ NE—SW
 rheinisch = „ N—S } ohne Zeitbestimmung, nur als Richtung zu nehmen.

8) Siehe Karte Figur 3.

Doch tritt diese Richtung ebenso wie das Teilmaximum N. 15° W. im ganzen Gebiet des Hotzenwaldes auf.

Im unteren Andelsbachtal, ebenso auch am Döbelekanzele, oberhalb des Personenbahnhofes von Klein-Laufenburg, kombinieren sich die Klufttrichtungen so, daß stellenweise quaderähnliche Felsformen auftreten. Man kann überhaupt sagen, daß fast jeder Felsen in den Tälern des Hotzenwaldes einige Kluftflächen zeigt; sie sind direkt das Charakteristikum der Felsformen dieser Gegend.

Die Kluftflächen sind oft sehr eben und von großer Ausdehnung, so liegt im Eingang des Heimbachtälchens, nördlich Ober-Säckingen, eine Kluft in ziemlich hartem Gneis, welche N. 10° W. streicht, 90° fällt, mit 25° nach N. fallenden Rutschstreifen überdeckt und auf über zwanzig Meter Länge, bei mehreren Metern Höhe, aufgeschlossen ist. Kluftflächen genau dieser Lage sind gerade hier häufig und immer gut ausgebildet. In stark schiefriegen Gneisen sind sie sehr uneben, d. h. schlecht ausgebildet, und zeigen in ihrer Lage eine größere Variabilität als in den harten Gneisen.

Selten enthalten die Klüfte eine Füllung, meist beschränkt sich diese auf einen roten, tonig-limonitischen Belag, denselben, der überhaupt die Schwarzwaldgneise im großen rot färbt. Unter den während des Kraftwerkbaues in Laufenburg gesammelten Gesteinen finden sich etwa solche, die von Klüften durchzogen sind, auf denen ein Belag von schönen, milchigweißen, spätigen oder gelblich-körnigen Calciten sichtbar ist. Die Erzführung der Klüfte in der Rheinschlucht von Laufenburg wird an anderer Stelle behandelt. Sie gibt uns aber sichere Hinweise auf das Alter der Klüfte. Diese müssen demnach teilweise gleichalt oder älter sein, wie die Intrusion der zugehörigen Aplite.

Zwischen den Klufttrichtungen und dem Streichen der Gneise zeigen sich folgende Beziehungen. Das Hauptstreichen der Gneise (vornehmlich in der Gegend von Laufenburg) liegt in N. 25° W. Der Schub, welcher die Gneisschichten schiefgestellt bzw. gefaltet hat, muß also ungefähr senkrecht dazu aus S. 55° W. gekommen sein. Zeichnet man diese Schubrichtung in das Kluftdiagramm ein, so zeigt es sich, daß die Hauptmaxima der Klüfte genau symmetrisch diagonal zu ihr liegen und je um 60° von ihr abweichen. H. Cloos bezeichnet Klüfte solcher

Art als Diagonalklüfte; sie liegen nach ihm im Druckquadranten (im Gegensatz zum Zugquadranten, der Richtungen senkrecht zum Druck umfaßt). Cloos zieht zur Erklärung ihrer Entstehung die Mohr'schen Linien heran. Die Druckklüfte würden danach durch die Wirkung einer Kraft entstehen, die den Winkel, den sie bilden, halbiert, und wären als Ausweichrichtungen zu betrachten (vergleiche die Blattverschiebungen im Faltenjura).

Trifft diese Annahme zu, so müßte in unserem Falle die Kraft, welche die Klüfte erzeugte, aus gleicher Richtung (varistisch) gewirkt haben, wie diejenige, welche den Gneis faltete.

Im Gebiete des Murgtales zeigt sich entsprechend dem wechselnden Gneisstreichen auch eine starke Streuung in der Lage der Klüfte. Diese liegen öfters ebenfalls diagonal, oft senkrecht zum Gneisstreichen. An anderen Orten liegen sie im Streichen der Gneise selbst, so im Gebiete des Pechweges (oberer Andelsbach), haben aber ein anderes Fallen. Fast immer treten zwei Kluftrichtungen auf; sind sie ungefähr symmetrisch diagonal zur Senkrechten auf das Streichen, so kann man sie als korrespondierende Klüfte bezeichnen. An einigen Punkten tritt auch nur eine Richtung hervor und die andere ist verkümmert.

Die Symmetrie der korrespondierenden Klüfte gegen das örtliche Streichen der Gneise bleibt nur näherungsweise gewahrt. Der Öffnungswinkel, den sie einschließen, schwankt ebenfalls. Dieses Verhalten ist bei einem inhomogenen Material auch zu erwarten. Die ganzen Beobachtungen gelten eben nur statistisch; die Schwankungen der Werte sind verdeutlicht in den Nebenmaxima, die infolge lokaler Bedingungen sehr ungleich entwickelt sein können, aber selbst wiederum gesetzmäßig zu den Hauptmaxima liegen.

Die Klüfte haben einen großen Einfluß auf die Richtung und Lage der Bachläufe. Die Karte Figur 2 zeigt klar diese Abhängigkeit vom Streichen der Klüfte, aber auch von dem der Gneise.

Die Bäche im Gebiete des Granites zwischen Murg- und Albtal fließen stark N.-W.—S.-E.; in der vorgelagerten Gneiszone bis an den Rhein hingegen fast N.—S. So scharf ist die Trennung, daß man nach ihr die Granitgneisgrenze Hottingen-Tiefenstein ziehen kann. Wie sehr das lokale

Gneisstreichen den Lauf des Murgtales bestimmt, zeigen schon die wenigen eingetragenen Streich- und Fallzeichen.

Die Lage der lamprophyrischen Gänge.

Die Lamprophyre zeigen scharfe, glatte Grenzflächen, die oft selbst wie Kluffflächen aussehen, das läßt die Vermutung entstehen, die basische Intrusion sei durch Hinaufpressen in vorgebildete Klüfte von statten gegangen.

Das Diagramm Fig. 10 für das Streichen dieser Gänge zeigt ebenfalls zwei Maxima, diesmal in N. 30° W. und N. 40° W. Die Werte wurden meist in Laufenburg gemessen. Zum dortigen Hauptstreichen der Gneise liegen die Maxima diagonal und zwar symmetrisch. Doch ist nun der Öffnungswinkel ein anderer, nämlich ungefähr 85°. Die Gänge liegen also fast im Streichen des Gneises, fallen jedoch mit 90° ein. Daneben tritt eine Anzahl Gänge auf in N.—S.- und einige sogar in fast E.—W.-Richtung (Murgtal, Albtal).

Im Murgtal streichen an manchen Stellen die Gneise fast N.—S. und einige Lamprophyre liegen dazu diagonal mit einem Winkelabstand von 60°. Die Lamprophyre liegen also zum Gneisstreichen wohl gesetzmäßig, doch haben sie unter den Kluftrichtungen nicht immer die allgemein häufigsten, sondern die extremhercynischen oder rheinischen bevorzugt. Diese mußten zur Zeit der basischen Intrusion einer Öffnung am wenigsten Widerstand geleistet haben.

Das Material der basischen Gänge ist sehr homogen und feinkörnig, daher oft von zahlreichen und guten Klüften durchsetzt. Betrachten wir die Lage dieser zu den Maxima der Gangrichtungen. Es zeigt sich, daß sie teils im Streichen der Gänge, teils senkrecht dazu und in der Mehrzahl symmetrisch diagonal liegen, mit Öffnungswinkeln bis zu 70°. Nun ist es interessant, zu sehen, daß die Maxima der Klüfte in den Lamprophyren praktisch übereinstimmen mit den beiden Hauptmaxima der Gneisklüfte. Die Richtung N.—S. wird bevorzugt. Einzelne der Gneisklüfte dieser Richtung dürften also jünger sein als die basische Intrusion!

Die Lage der Aplitgänge.

Die sauren Gänge sind an sich schon viel mannigfaltiger entwickelt als die lamprophyrischen. Ihr Verhalten ändert oft von Gang zu Gang. Die Richtungen, welche die aplitischen Gänge einschlagen, sind dementsprechend viel mannigfaltiger. Im allgemeinen werden Richtungen N.—S.

bevorzugt, namentlich durch die schmalen Aplite von Laufenburg. Richtungen N.-E. und N.-W. sind ebenfalls nicht selten. Fig. 10. Sie liegen also fast überraschend entsprechend den Gneisklüften. Bubnoff (12) gibt für Aplite im Granit von Heidelberg N. 35° W. als Hauptrichtung an.

Lamprophyre und Aplite streichen anders, deshalb durchkreuzen sie sich, umso mehr, als die Lamprophyre senkrecht einfallen, die Aplite aber meistens mit 50° nach E. Solche Durchkreuzungen, welche die Altersbeziehungen festlegen, sind nicht selten. Die Lamprophyre sind immer jünger als die Aplite. Die Klüfte innerhalb der Aplitgänge lassen die gleiche Beziehung zur Gangrichtung und zur allgemeinen Lage der Gneisklüfte erkennen, wie die in den Lamprophyren. Analoge Beobachtungen aus andern Gebieten veröffentlichte auch Cloos.

Die Entstehung der Gänge.

Die Kräfte, welche bei der Entstehung von Lamprophyren und Apliten tätig gewesen sind, können aus verschiedenen Richtungen gekommen sein, je nachdem wir uns die Gänge, d. h. die Klüfte, auf denen sie empordrangen, durch Druck oder Zug im Sinne von Cloos entstanden denken. Denkt man sich die Intrusionswege durch Zug entstanden, so kämen entsprechend der Lage der Gänge die hercynische, die rheinische und nur ganz untergeordnet die varistische Richtung in Betracht. Im andern Falle (Druck) kommt für die Aplite nur die varistische Richtung, für die Lamprophyre nur die hercynische in Frage.

Wenn man schon von vorneherein der einfacheren Annahme den Vorzug einräumen möchte, so muß man doch nach Kriterien suchen, welche a priori Gänge im Druckquadranten von solchen im Zugquadranten unterscheiden lassen. Unterschiede könnten theoretisch in der Art der Füllung liegen, so daß z. B. Zuggänge grobes Korn hätten und homogener wären, Druckzüge feiner, aber auch inhomogener. Natürlich kann auch der Fall vorliegen, daß Druck- und Zuggänge in Frage kommen und die eine Art vielleicht eine andere Art der Mineralführung zeigt. Zeitliche Unterschiede können hinzukommen. Pressungserscheinungen, Fluidaltexturen erwartet man eher im Druckquadranten. Nun zeigt es sich, daß Füllung und Habitus der Gänge in allen Richtungen ungefähr ähnlich ist, d. h. in jeder der Haupt-

richtungen treten verschiedenartige Gänge auf. Pressungserscheinungen sind in den Laufenburger Apliten, Fluidal-texturen in den Lamprophyren nicht selten. Aplite sind oft von feinem Korn.

Diese Beobachtungen sprechen für die Annahme, daß die Gänge in der Hauptsache durch Druck entstanden sein können.

Die Rutschharnische.

Sie sind ziemlich häufig, immer äußerst ebenflächig ausgebildet und mit einem schwarzen, meist tonigen Spiegel überzogen. Sie fallen ohne Ausnahme gegen E. ein (35° — 55°). Die nie fehlenden Rutschstreifen fallen meistens schwach, aber immer nach N. ein, sind also durch nordwärts, schräg nach unten gerichtete Bewegungen entstanden. Unter sich liegen die Harnische sehr variabel. N.-W. und N.-E. gerichtete treten auf.

Die Klüftung im Granit.

Die Untersuchungen von H. Cloos haben ergeben, daß unter einseitigen Drucken intrudierte Granite die Richtungen dieser Drucke erkennen lassen und zwar an Merkmalen (tektonische Elemente), die dem plastischen oder festen Granit aufgedrängt worden sind. Dabei hat Cloos für die schlesischen Gebiete nachgewiesen, daß die Richtungen dieser Elemente (tektonische Elemente) gleichen im Gneis des Sedimentmantels entsprechen.

Stimmen die gefundenen Richtungen mit denen im gefalteten Sedimentmantel überein, so ist der Schluß auf gemeinsame Ursache gegeben. (Über den Bestand dieser tektonischen Elemente siehe bei Cloos.) Die für Messungen günstigen Steinbrüche liegen im Gebiete von Tiefenstein, kommen daher nicht in Betracht, und es soll hier nur über einige Beobachtungen am Granit des Gugeln im Murgtal und am Granit des Eggberges berichtet werden.

Der Granit ist durchweg sehr schön durchklüftet. Oft sind die Klüfte haarscharf und nur unter der Lupe oder dem Auge des Steinhauers sichtbar. Im Klüftdiagramm treten Richtungen NW. und NE. auf. Als korrespondierende Druckklüfte aufgefaßt, kämen für ihre Entstehung Drucke aus SW. (varistisch) in Frage. Zu den Hauptklüften kommt eine sog. Bankung, eine fast schwebende, schwach nach

SE. geneigte Klufffläche hinzu, die im Verein mit den beiden anderen die Wollsackformen der Felsen ergibt. Eine interessante Beobachtung ist vom W.-Hang des Gugeln zu erwähnen, dort ist eine Blockanhäufung, welche, obwohl die einzelnen Blöcke schon ziemlich gerundet sind, doch noch Messungen von ehemaligen Kluffflächen gestattet. Diese liegen nun parallel denjenigen im Granit am E.-Hang desselben Berges, was wohl sagt, daß die Blöcke noch am Orte ihrer Bildung liegen.

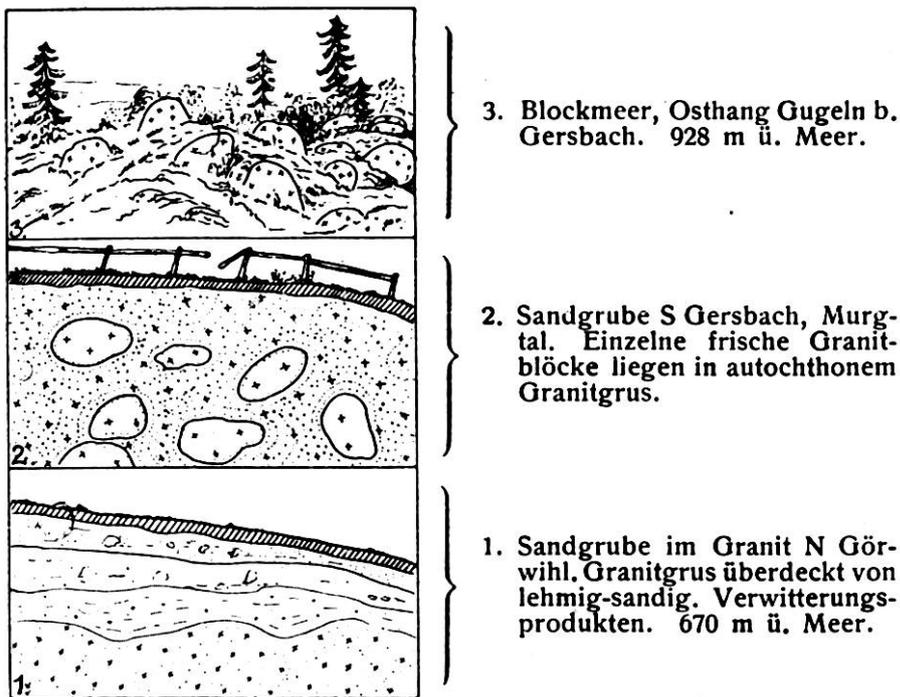


Fig 11.

Die Entwicklung der Granitblockmeere im Südschwarzwald.

Fig. 11 zeigt die Entstehung der gerade im Hotzenwald schön ausgebildeten Blockmeere (Solfelsen, Jungholzer Felsen, Gugeln etc.). Die drei Stadien sind nicht schematisch, sondern nach Natur gezeichnet. Die höchstgelegenen Gebiete zeigen das Blockmeer, die tieferen Gebiete, in denen die Erosion noch nicht genug fortgeschritten ist, erst den Beginn. Dabei läßt sich beobachten, daß bis 15 m tief der Granit völlig vergrust ist (Jungholz, Murgtal etc.), wobei mit dem Fingernagel der Verband gelöst werden kann. Die Mineralien, namentlich die großen Feldspäte, liegen völlig ungestört.

Die Beziehungen der Hotzenwälder Klufsysteme zu denjenigen angrenzender Gebiete.

Im S. schließt sich die Sedimentdecke des Jura an unser Gebiet, im N. das Urgebirge des übrigen Schwarzwaldes. Über den Basler Tafeljura existiert eine Arbeit von F. Müllerried (54), der darin die dort herrschenden Kluftrichtungen auswertete. Von F. Röhrer (69) ist eine Arbeit mit denselben Zielen über den Kraichgau erschienen. Beide arbeiteten sozusagen nur in Sedimentgebieten, sodaß ihre Resultate nur indirekt auf unser Gebiet übertragen werden können. Stimmen diese überein mit unseren Ergebnissen, so besagt das natürlich nur, daß Kräfte in gleichen Richtungen tätig gewesen sind, nicht aber daß alle Gneisklüfte gleiches Alter, wie die Klüfte in den Sedimenten dieser Gebiete haben.

Müllerried fand im Dinkelberg und im Basler Tafeljura Folgendes: Die gemeinen Klüfte zeigen zwei Maxima, eines in N. 25° E., ein zweites in N. 55° W. Ersteres wird Longitudinalsystem genannt (weil es parallel dem Rheintalgraben streicht), das zweite, das Transversalsystem, ist gegen das erstere um 80° gedreht. Das Longitudinalsystem liegt im Streichen der Gräben und zeigt meist ein Einfallen von 80°. Die Entstehung dieses Systems wird der grabenerzeugenden Kraft, die des Transversalsystems dem Widerstande des Schwarzwaldspornes zugeschrieben. Das Alter wäre demnach vormittelmiocän, wahrscheinlich oberoligocän. Das Longitudinalsystem überwiegt begreiflicherweise stark.

Die Harnische, welche von Müllerried gemessen werden, sind jünger als die Klüfte, sind der Überschiebung des Kettenjuras zuzuschreiben und daher pliocän. Sie zeigen aber ganz ähnlich liegende Maxima, wie die Klüfte, was beweist, daß die Gleichheit der Richtung noch nichts über das Alter aussagt. Die Harnische sind in der Mehrzahl saiger und zeigen Rutschstreifen, die wie im Hotzenwald flach nach N. einfallen. Schreiten wir zum Vergleich:

Die Maxima der Hotzenwälderklüfte zeigen ziemlich gute Übereinstimmung in der Lage mit derjenigen der Klüfte des südlich vorgelagerten Deckgebirges; der Schluß, daß die Entstehung eines Teils der Gneisklüfte auf das Konto der alpinen Schubwirkung zu setzen ist, hat sicher seine Berechtigung; daß aber ältere Klüfte vorhanden sind, hat uns

der Vergleich mit Lamprophyren und Apliten gezeigt. Es müssen also gleiche Richtungen aus carbon-permischer Zeit tertiär wieder aufgelebt sein.

Die Untersuchungen von F. Röhrer in den Sedimenten des Nordschwarzwaldes haben ebenfalls sehr ähnlich gestaltete Diagramme ergeben. Dort herrschen vielfach Richtungen N. 35° E., analog wie nach Kibling in den Vogesen.

Die Abweichungen dieser Beobachtungen voneinander sind nicht so groß, daß man sie nicht in ein einziges System bringen könnte, das den Zusammenhang mit dem Rheintalgraben, der alpinen Faltung und den carbonischen Grundlagen der Schwarzwaldtektonik zeigt.

Zusammenfassung.

1. Das Streichen des Gneises im Hotzenwald ändert von N.—S.- bis NW.-Richtung im Westen und Eggberg, Murgtal bis Laufenburg nach WNW.—ESE. im Gebiete der Granitgneisgrenze Hottingen-Tiefenstein und östlich der Alb.

Die Hauptrichtungen der Klüfte liegen diagonal zum Hauptgneisstreichen. Der Öffnungswinkel beträgt 60°.

2. Die Gneise zeigen Faltenbau. Markante Glieder, auf längere Strecken verfolgbar, fehlen.

3. Die Granitgrenzen verlaufen: hercynisch (Hottingen-Tiefenstein; varistisch (Säckingen-Hottingen-Herrischried); rheinisch (Säckingen-Bärenfels-Wehratal). Die Maxima der Kluftrichtungen im Granit liegen N. 40° E. und N. 60° W., also senkrecht aufeinander.

4. Die Aplite streichen in Laufenburg: N. 5° bis 20° E. mit 35—50° E. Fallen, sonst meistens NW. Die Klüfte in den Apliten selbst liegen entweder diagonal zum Gang oder senkrecht dazu.

5. Die Lamprophyre streichen NW., fallen mit 90° ein. Klüfte in ihnen liegen analog wie in den Apliten.

6. Die Kluftrichtungen, Gangrichtungen und das Streichen der Gneise stehen in gesetzmäßiger Beziehung zueinander und stehen im Zusammenhang mit dem Rheintalgrabensystem.

7. Die tektonischen Richtungen (Linien), welche diesen Klüften u. s. w. entsprechen, sind mindestens carbonisch angelegt und scheinen posthum, tertiär wieder aufgelebt zu sein.

8. Es treten hercynische, varistische und rheinische Linien auf. Die klufferzeugenden Kräfte müssen in der Hauptsache varistisch gerichtet gewesen sein.

Über die Geschichte der Erforschung des Hotzenwaldes und die Ziele dieser Arbeit.

Den Anstoß zur Betrachtung der Gesteine des Schwarzwaldes mag die Erzsuche gegeben haben, die im 18. Jahrhundert, meist von sächsischen Erzleuten betrieben, einsetzte. Im Anfang des vorigen Jahrhunderts beginnt man rein wissenschaftliche Untersuchungen anzustellen. P. Merian (53) war es, der eine großzügige Übersicht über den Südschwarzwald veröffentlichte, die es verdient, noch heute gelesen zu werden, umso mehr, als sie genußvoll geschrieben ist und viele Angaben heute noch Geltung haben. In der Einteilung seiner Arbeit folgt er der Systematik der damaligen Gesteinskunde. Er gibt viele Höhenangaben, da wir uns auch im Beginn topographischer Arbeiten befinden. Die Gesteine werden nicht nur eingehend makroskopisch betrachtet, sondern es wird auch auf geologische Zusammenhänge hingewiesen. So sucht er sich an Hand von Streichen und Fallen ein Bild über die Lagerung der Gneise zu machen und kommt zum Schluß, daß diese nicht einheitlich sei. Merian stellt auch schon genetische Betrachtungen an, auf Grund damaliger Vorstellungen von der Entstehung der Gneise etc.

Eine ähnliche Arbeit stammt vom aargauischen Staatsmanne A. Rengger (68). Er macht uns speziell mit der Gegend von Laufenburg bekannt. In seinen Ausführungen nimmt die Landschaftsschilderung einen breiten Raum ein.

Beide Forscher unterschieden ein Grundgebirge (Granit, Porphyr, Gneis, Gabbro, Diabas etc.) und ein Deckgebirge (Rotliegendes, Buntsandstein und Trias). Ihnen sind schon die meisten der im Südschwarzwald gefundenen Mineralien bekannt und innerhalb der Gneise werden schon mehrere Varietäten auseinandergehalten. Rengger erwähnt z. B. n. 131 Cornubianitgneise und flasrige Gneise anschließend an flasrige Granite. (Zu den ersteren sind z. B. die lagigen Injektionsgneise, zu den letzteren die schlierigen der „Rote Fluh“ zu rechnen.)

Um die Mitte des letzten Jahrhunderts erfolgte in Baden

die Gründung einer Stelle, von der aus Übersichtsaufnahmen im Maßstab 1 : 50 000 angeordnet wurden.

J. Schill (78) veröffentlichte im Jahre 1867 im Rahmen solcher Aufnahmen eine geologische Beschreibung der Umgebung von Waldshut mit einer geologischen Karte 1 : 50 000. Außerdem liegt von ihm das Manuskript des westlich anstoßenden Blattes Säcking en vor. Methodik, Fragestellung und Probleme dieser Arbeit sind im Wesentlichen die gleichen, wie in derjenigen von Merian. Schill behandelt das Gebiet monographisch. Nach der einleitenden landschaftlichen Schilderung des Gebietes werden die Formationen mit dem Alluvium beginnend durchgegangen und eingehend beschrieben. Ein längeres Kapitel wird den „kristallinen Gesteinen“ gewidmet. Zu diesen zählt Schill den Granit, den Gneis und seine Abarten. An Gneisen unterscheidet er fünf Varietäten (Nomenklatur Naumann), nämlich a) den flasrigen Gneis (umfaßt teilweise den homogenen Gneis der Rote Fluhgneise!); b) schiefrige Gneise; sie bilden die Hauptmasse der Gneise (feinstreifige Gneise der Gruppe Hohwand z. B.), körnig-streifige Gneise (z. B. die mehr oder weniger homogenen Hornblendegneise von Laufenburg, Cornubianite etc.); c) echte porphyrartige Gneise mit großkörnigen (pegmatitischen!) Mineralausscheidungen (Injektionsgneise!); d) roter, granitischer Gneis (Granulitgneis des vorderen Albtales!). Diese Gesteine werden nach mineralogischen Kennzeichen und geologischem Vorkommen immer unter Angabe der Verwendbarkeit beschrieben. Damit ist die Mannigfaltigkeit der Gneisarten des Hotzenwaldes ziemlich erfaßt. Theoretische Betrachtungen treten zurück.

Auf diese Zeit der Übersichtsaufnahmen folgt nun eine Periode, in der die Ergebnisse der Aufnahmen zusammengefaßt werden, Probleme allgemeiner Art treten hervor, zugleich gewinnt die mikroskopische Untersuchung der Gesteine an Boden. Für unser Gebiet sind folgende Arbeiten zu nennen:

M. de Tribolet, 1875 (88), erwähnt aus dem Schlüchtal fünf Abarten von Gneisen: 1. Normaler Gneis, feinkörnig, hie und da mit Dichroit (feinstreifige Gneise, Cornubianit- bis Cordieritgneise). 2. Syenitgneise ohne Quarz und Glimmer, aber mit Hornblende (? Hornblendegneise). 3. Gneisgranit bis Augengneis, grobkörnig, rötlich. 4. Lagen-

gneis, Abänderung von 1 (Injektionsgneise). 5. Eigentliche Dichroitgneise, selten.

Aus dem Jahre 1885 stammt eine Arbeit von E. Weber (91), die eine Zusammenfassung der damaligen Kenntnis von den Schwarzwäldergneisen enthält. Er kennt so ziemlich alle Typen, die man heute unterscheidet. Er teilt die Adergneise (körnig bis streifige Biotitgneise) allerdings nicht weiter ein. Seine Angaben stimmen im ganzen mit denen von Fischer und Schill, welche bei der Unterteilung der Gneise der Systematik Naumanns folgten, überein. Genetische Betrachtungen stellt Weber keine an. Aus dem Südschwarzwald speziell erwähnt er Cornubianite von Albert Hauenstein und körnig-flasrige Gneise von Laufenburg.

F. Gräff (30) gelang der erste Nachweis von Kersantit im Südschwarzwald an Hand von Funden aus dem Murg- und Albtal.

Damit nähern wir uns dem Beginn der Detailkartierung des Schwarzwaldes im Maßstab 1 : 25 000, die mit der Gründung der badischen geologischen Landesanstalt einsetzt, aber unser Gebiet noch nicht berührt hat. Neuere Arbeiten aus dem Südschwarzwald stammen von O. H. Erdmannsdörffer (Wehratal) (20), H. Philipp (64, 65) (Ehrsberg) und P. Niggli (Laufenburg) (55—61).

Erdmannsdörffer, p. 3., findet im Wehratal gewöhnliche Glimmergneise, mittelkörnig, arm an Biotit, dafür aber oft granatreich und z. T. Orthit führend. Diese Gneise fehlen bei Laufenburg. Daneben führt er Granulite auf (siehe Granulite, p. 197). Die Hauptmasse dieser Gesteine wird den Schapbachgneisen zugesellt, was aber nicht ohne weiteres stimmen kann, da die Granulite nach unseren Untersuchungen eher sedimentären Ursprungs sind. Erdmannsdörffer konstatiert das Fehlen von Graphitgneisen und Hornfelsen, nach ihm ebenfalls ein Grund, daß Eruptivgneise vorliegen. Ob aber nicht bei der Intrusion der Syenite einzelne Sedimentgneiskomplexe verschwunden sind, müßte eine chemische Untersuchung ersterer noch erweisen.

Mit der Häufung der Beobachtungstatsachen und der Entwicklung der theoretischen Ansichten beginnen sich deutlich einige Hauptprobleme der petrographischen Untersuchung des Schwarzwaldes herauszuheben.

A. Sauer unterschied in den Erläuterungen zu Blatt Gengenbach zum ersten Mal Rench- und Schapbachgneise,

erstere sind Paragneise, letztere Orthogneise. Die Frage nach der Ausbildung, Verbreitung und der Entstehung (Natur) dieser Gneise ist heute noch nicht endgültig geklärt. Bald wurde erkannt, daß nicht nur reine Ortho- und Paragneise vorliegen, daß man daneben auch eine Mischung beider Gesteinsarten anzunehmen hat. Es treten Gesteine auf, die neben sedimentären auch einen Eruptivanteil besitzen. Ihre Entstehung wird von verschiedenen Autoren verschieden beurteilt. Im allgemeinen ist man heute geneigt, die Bildung solcher Gesteine durch Injektion von Eruptivgneismaterial (Schwenkel) oder Granitmaterial (Philipp) zu erklären.

Arbeiten, welche sich mit diesen Problemen auseinandersetzen, stammen von H. Schwenkel (Die Eruptivgneise) (80), O. Haffner (Die Renchgneise) (35), P. Niggli (Die Gneise von Laufenburg), P. Wilckens (Die Mischgneise (95) und zusammenfassend von O. H. Erdmannsdörffer (Entstehung der Schwarzwaldgneise) (22) etc.

Die Injektionstheorie hat ihren Siegeszug auch auf den Schwarzwald ausgedehnt und sie kann nicht mehr zurückgewiesen werden. Im Schwarzwald sind Injektionen aus dem Kinziggebiet, dem Gebiet von Furtwangen, Hofgrund-Belchen, Angenbachtal, Todtmoos und Laufenburg bekannt geworden.

E. Weinschenk (93) konnte beweisen, daß die Injektion der großen, im Albtalgranit hinter Wolpadingen bei St. Blasien eingeschlossenen Gneisschollen, auf den Granit selbst zurückzuführen sind und von letzten weißaplitischen Nachschüben durchsetzt werden. Aplite dieser Generation finden sich übrigens auch im Tiefensteiner Gebiet. Eine Injektion in Granit eingeschlossener Schollen wird von Schwenkel für unmöglich gehalten, sie kann aber sehr wohl stattfinden, allerdings nicht plötzlich oder unvorbereitet, sondern nach einer Erweichung des Materials. Sie ist im Speziellen aber hauptsächlich abhängig von der Beschaffenheit des Magmas selbst.

H. Philipp (65) ist in seiner vorläufigen Mitteilung über Injektionen im Angenbachtal zum Schluß gekommen, daß die Injektion der dortigen Gneise Pegmatiten des Granites zuzuschreiben ist, aber vor der Intrusion desselben erfolgte, und so den seltenen Fall einer sauren Abspaltung vor der Intrusion des Stammagmas repräsentiert.

H. S c h w e n k e l gibt folgende Zusammenfassung über die Entstehung der Schwarzwäldergneise und über die Injektion im Speziellen:

1. Bildung der Sedimente, die später den Renschgneis liefern (praecambrisch). 2. Faltung dieser, Intrusion des Orthogneismagmas, Dislokations-, Regionalmetamorphose der Renschgneise, zugleich gewaltige Injektion durch die Schapbachgneise (damit auch Bildung der Mischgneise). 3. Endogene Nachschübe (Granulite, Primärtrümer). 4. Intrusion des carbonischen Granites. 5. Saure Nachschübe, Injektionen von Seiten des Granites (spärlich).

Sein Hauptergebnis gipfelt in dem Satze: „An der Bildung der Gneise ist der Granit nicht beteiligt.“

P. Niggli untersuchte die Laufenburger Gneise speziell vom Standpunkte der Injektion aus. Er unterscheidet scharf zwischen weißen und roten Injektionsgneisen, daneben werden zum ersten Mal die Amphibolite, welche bis jetzt von Laufenburg nicht bekannt waren, abgesondert. Er kommt zu nachstehendem Schema der zeitlichen Aufeinanderfolge der Injektionen und Intrusionen:

I. Intrusion des Tiefensteiner Granites.

II. Erste Injektion (weiß).

III. Intrusion des sauren Teilmagmas plus zweite Injektion.

IV. Intrusion des basischen Teilmagmas.

In dem gewaltigen Renschgneis-Gebiet von Furtwangen unterscheidet Haffner Fahlunitgneis, Lagengneise und Quarzitgneise, feinkörnige Gneise. Die letzteren zeigen Hornfelsstruktur und gleichen den grobhornfelsartigen Gneisen von Albert Hauenstein. Diesen feinstreifigen Gneisen gegenüber stehen die Lagengneise, wozu auch der Fahlunitgneis gezählt wird; unter ihnen verbergen sich alle Typen von Renschgneis bis Mischgneis (siehe p. 294). Nach Haffner sind einzelne dieser Mischgneise durch Injektion (von Orthogneis) entstanden, andere Gneise mit Mischcharakter werden als Sedimente mit Lagen bis Linsen ungleicher Zusammensetzung gedeutet, eine Auffassung, die A. Sauer im Grundgebirge Deutschlands schon früher vertreten hat. Haffner unterscheidet, außer den Kinzigiten, Sedimentgneise (Renschgneise) und Orthogneise (Schapbachgneise) und hebt als Resultat seiner Untersuchung die Existenz von Mischgneisen hervor (Rensch-, Schapbach- und teilweise Granitmaterial).

O. H. Erdmannsdörffer resümiert die bestehenden Ansichten über die Entstehung der Schwarzwaldgneise und schließt sich der Auffassung von Schwenkel an. Einige Angaben seien hier wiederholt.

Sauer, Schwenkel nehmen einen großen Hiatus zwischen Gneisbildung und Intrusion der carbonischen Granite an und verneinen einen direkten Zusammenhang zwischen dieser und der Gneisbildung.

Philipp sucht Granit und Gneis einander näher zu rücken. Nach ihm hat der Granit im Wesentlichen Sedimente angetroffen.

Königsberger nimmt eine vermittelnde Stellung ein. Auch er trennt die Gneisbildung von der Intrusion des Granites (einzelne Gneise können nach ihm culmisch sein), räumt aber der Injektion von Seiten des Granites größere Bedeutung ein.

Erdmannsdörffer rechnet die pegmatitischen Adern im Rench- und Schapbachgneis (auch die von Laufenburg, soweit es nicht jüngere Gänge sind), d. h. die Primärtrümer zum Orthogneis und stimmt damit mit Schwenkel überein. P. Niggli und Philipp dagegen stellen sie zum Granit, während Haffner sie teilweise als Paragneis auffaßt.

Zur Diskussion stehen somit in der Hauptsache folgende Fragen:

1. Welches ist die Natur der Schwarzwaldgneise; existieren Mischgneise, existierte der Paragneis vor der Injektion (event. vor welcher)? Im Speziellen, welche Rolle spielte die Injektion, was für Gneistypen schuf sie, in welchen Formen tritt sie auf?

2. Sind die Injektionen dem Orthogneismagma oder dem Granitmagma (carbonisch) oder beiden zuzuschreiben und welches ist hauptsächlich für die Bildung der Injektions-(Misch-)gneise verantwortlich zu machen?

Daraus ergibt sich weiterhin die Frage nach dem Verhältnis zwischen Orthogneisintrusion und Granitintrusion und nach der Erscheinung der letzteren selbst. In diesen Zusammenhang gehört

3. die Frage nach der Zugehörigkeit der Primärtrümer und

4. die Frage, in welche Reihenfolge lassen sich die Er-

scheinungen der Gneisbildung, Intrusion der Orthogneise und der Granite und die zugehörigen Injektionen bringen?

Damit stehen wir mitten in den Problemen, welche die Petrographie des Schwarzwaldes heute darbietet. Da ist zunächst für unser Gebiet die Frage nach den auftretenden Gneisen und Eruptivgesteinen zu untersuchen, ihre Beschaffenheit, Herkunft und ihr Chemismus ist zu prüfen. Dann wird es notwendig sein, auf Grund der Gneise des Südschwarzwaldes die Natur der Vorgänge, welche zur Bildung der Schwarzwäldergneise führten, zu beleuchten und nach Kriterien zu suchen, die für die eine oder die andere der erwähnten Ansichten entscheidend sprechen können.

Selbstverständlich ist es aus verschiedenen Gründen nicht möglich, hier eine umfassende, erschöpfende Antwort auf die angedeuteten Fragen zu geben. Es sollen in dieser Arbeit die Probleme einmal am Material der Südschwarzwald- (Laufenburger-) gneise betrachtet und namentlich den Erscheinungen der Injektion etwas nachgegangen werden.

Eine auf das genetische Moment eingestellte Wissenschaft wird bestrebt sein, ihr empirisches System durch ein natürliches zu ersetzen. Zu diesem Zwecke muß sie ihre Objekte, nachdem sie deren Genesis mehr oder weniger erfaßt hat, in Verbindung mit dem Milieu, in dem sie sich finden, betrachten, sie muß die Verwandtschaftsbeziehungen in die Mitte der Untersuchung stellen.

Die Verwandtschaft der Gesteine äußert sich in gestaltlicher und stofflicher Beziehung durch gemeinsame Eigenschaften, in geologischer durch Zusammenvorkommen und in genetischer durch gemeinsame Entstehung. Auf Grund der Verwandtschaftsbeziehungen lassen sich die Gesteine zu Einheiten⁹⁾ zusammenfassen in Serien, Provinzen u. s. w.

Eine Untersuchung, welche die Klarlegung obiger Beziehungen ins Auge faßt, muß alle diese Momente berücksichtigen und sie zu einem Bilde verweben, das die Erscheinung und Eigenart eines Gebietes zeigt, und so ist, daß es in Beziehung zu ähnlich untersuchten anderen Gebieten gebracht werden kann.

Nach den auftretenden geologisch - petrographischen

⁹⁾ Siehe H. H. Suter, Zur Klassifik. der Charnokit- Anorthositprov. (lit. 87).

Gliedern und den auf den vorhergehenden Seiten berührten Problemen ergibt sich folgender Arbeitsplan:

In einem I. Kapitel, Eruptivgesteine der hercynischen Gebirgsbildung, sind die Granite, Aplite, Lamprophyre und Erze, ihre mikroskopische Ausbildung, ihr Chemismus etc. zu besprechen. Eine Zusammenfassung der Resultate, insbesondere der allgemein-chemischen Verhältnisse, dient zur Charakterisierung der Provinz.¹⁰⁾

Im II. Kapitel: Die metamorphen Gesteine des Grundgebirges, sind die zugehörigen Gesteine physiographisch und chemisch zu beschreiben, ihre Entstehung ist zu erläutern und endlich sind die Resultate gesondert zu diskutieren. Nach den auftretenden Gesteinen sind zu unterscheiden:

A. Die Aplitgneise (Granulite). Ihrer besonderen Stellung wegen müssen sie von den übrigen Gneisen abgetrennt werden.

B. Die homogenen Gneise. Dazu gehören die nicht-injizierten Hornblendegesteine und Amphibolite, neben den gewöhnlichen Glimmergneisen.

C. Die Injektionsgneise. Nach den markantesten Vorkommen werden „Rote Fluhgneise“ (rot injiziert) und „Hohwandgneise“ (weiß injiziert) unterschieden.

Als letzte Abschnitte folgen D und E, eine zusammenfassende Betrachtung der Injektionsgneise und ein Vergleich mit ähnlichen Gesteinen anderer Gebiete. Da es sich herausstellte, daß Injektionsgneise in Laufenburg so häufig sind, daß man von Injektionsserien sprechen kann, muß auch der Typus dieser Injektionsprovinz¹⁰⁾ erläutert werden.

Im III. Kapitel werden einige Angaben über das Rotliegende mitgeteilt; diese Formation ist eine Detritusbildung, hervorgegangen aus der Zerstörung von Granit und Gneis.

¹⁰⁾ Über die Methoden zur Charakterisierung einer Eruptivgesteinsprovinz siehe P. Niggli: Minerallagerstätten Bd. I, einer Injektionsprovinz siehe U. Grubenmann u. P. Niggli: Die Gesteinsmetamorphose, Bd. I.

I. Teil.

Eruptivgesteine der hercynischen Gebirgsbildung.

1. Die Granite.

Der Albtalgranit.

Die Besprechung des Albtalgranites findet sich in der Arbeit von S. K. Roy. Hier soll nur aufmerksam gemacht werden auf die W.-Fortsetzung des Albtalmassives und besonders auf dessen südlichste Ausläufer.

Die südliche Granitgneisgrenze verläuft von Tiefenstein westwärts durch das Dorf Hottingen, biegt dort nach S.—W. ab über die Höhe S.-Rickenbach nach der Egg. Letzte Ausläufer von Granit reichen zungenförmig nach Süden in den Gneis vom Bergsee hinein.

Die Gegend zwischen Hottingen-Egg-Bergalingen zeigt unveränderten Albtalgranit, teilweise mit viel basischen Einschlüssen. Die westliche Grenze verläuft N.—S. (im Wehratalhang und enthält Schollen älterer Gesteine), sodaß die Großform der Intrusion eine Zunge mit Spitze gegen S. ist.

Bei der Säge, am Wege Egg-Jungholz (nördlich Säckingen), beginnt sich der Granit zu verändern. Er zeigt dunklere Färbung und etwas syenitischen Habitus. Der Biotit ist häufiger, die rötlichen Einsprenglinge von Orthoklas werden seltener, das Gestein wird gleichkörniger, Andeutungen von Flasertextur sind zu bemerken. Geht man dem Schöpfbach, auch Heidenwuh genannt, talwärts entlang, so trifft man westlich von ihm den normalen Albtalgranit, in ausgesprochenen Blockmeeren, besonders am Jungholfelsen. Wir kommen an die Granitgneisgrenze. In der Richtung N.—S. auf den Sägerain streicht eine Verwerfung. Rotliegendes auf Röte westlich davon ist gegen den Gneis des Eggberges abgesunken und die Verwerfungsstelle liegt an einer schmalen Partie der Gneiszunge. Diese Dislokation ließ einen porphyroklastischen Granit entstehen. Ein noch wenig verändertes Stadium dieser Granitzunge wurde analysiert. Siehe Analyse Nr. 1, Seite 130.

Der Granit vom Schöpfbach bei Säckingen.

Makroskopische Ausbildung: Das Gestein gleicht demjenigen von der Säge Egg, es ist rötlichgrau,

ziemlich dunkler als der Albtalgranit. Die Orthoklaseinsprenglinge ordnen sich deutlich in Zügen, die parallel den schwach angedeuteten Glimmerlagen gehen; sie haben ihre ursprüngliche Leistenform aber noch bewahrt. Das Korn ist mittelgrob, sodaß alle Komponenten, namentlich der häufige, graue Quarz, gut erkennbar sind.

Mineralbestand: Quarz, Orthoklas, Plagioklas, Biotit, Zirkon, Apatit.

Mikroskopische Ausbildung: Der Quarz ist in stark verzahnten Individuen als Füllmasse etwas kataklastisch verändert. Der Orthoklas (Mikroperthit) mit Einschlüssen von Plagioklas tritt in schlecht geformten, großen Individuen auf. Der Plagioklas ist gut zonar gebaut und verzwillingt. Form und Habitus sind ähnlich wie im Albtalgranit. Größere, kaum verzwillingte Individuen mit scharfen Zonen zeigen im Zentrum Oligoklas-Andesin. Der dunkle Glimmer, Biotit, tritt in großen, breiten Flasern auf, die oft etwas gebogen sind, er ist sehr frisch und enthält pleochroitische Höfe um Zirkoneinschlüsse.

Die Struktur ist eugranitisch, der Habitus der Gemengteile u. d. M. im übrigen wie im Albtalgranit, das Gestein ist eine Randfacies von ihm. Der Schöpfbachgranit zeigt, abgesehen von den kataklastischen Merkmalen, einige Verwandtschaft mit dem Triberger Hauptgranit, namentlich in der Ausbildung der Perthite.

Granite vom Eggberg.

Von ge von Sägerain zieht sich eine Zunge feinkörnigen Granites gegen den Bergsee hin. Das Gestein ist gleichkörnig, stark rötlich und deutlich gepreßt. U. d. M. erblickt man eine Grundmasse stark undulöser Quarze und eingelagerte große Feldspatkörner von ziemlich guten Formen, vielfach in sich zerbrochen und nach (010) als Spaltfläche verschoben. Mikroperthit ist häufig, Quarz herrscht vor. Gegenüber dem Schöpfbachgranit ist eine Zunahme von Quarz und eine Weiterführung der Kataklastik zu verzeichnen.

Seine Fortsetzung findet das Gestein am Eingang zur Schöpfbachschlucht, wo es den Felsen 481 S. Röte und den entsprechenden Hang E. des Baches bildet und bis zur Granitzunge hinaufzieht, die vom Bachgrund herkommt, dazwischen liegt die Verwerfung.

Die Entstehung dieser Granite ist so zu denken: Der Schöpfbachgranit und derjenige von Sägerain wurden durch die Dislokation mylonitisiert, wobei namentlich der Glimmer und der Quarz zerrieben worden sind, während die Feldspäte wohl Differentialbewegungen ausführten, aber den Zusammenhalt nicht verloren.

Am Bergsee selbst liegt als selbständiger Stock normaler Albtalgranit, ebenso am Eggbergsüdhang. Die südliche Fortsetzung vom Bergsee gegen das Kleemättle zu ist völlig mylonitisiert und zu einem rötlichen Augengneis geworden, dessen Schieferung N.—S. streicht, wobei die Einsprenglinge von Orthoklas die Augen bilden, der Biotit die Flaserzüge; größere Quarze sind deutlich zu hellglänzendem Sandquarz verändert.

Die Bildung der ziemlich dünnlagig geschieferten Augengneise dürfte derselben Periode wie die Verwerfung zuzuschreiben, aber mehr durch horizontale als durch vertikale Kräfte hervorgerufen sein.

Der eigentliche Kontakt zwischen Gneis und Granit ist in unserem Gebiete nicht zu sehen. Doch findet man der Grenze entlang z. B. in der Gegend von Willaringen und am Eggberg-Westhang Adergneise mit Adern von rötlichem Granit, der völlig der besprochenen Randfacies vom Sägerain entspricht.

Der Aplitgranit von Säckingen.

Schon Merian (53) kennt im Südschwarzwald außer dem Albtalgranit (Hauptgranit) noch verschiedene Granitarten. Sie sind nicht porphyrisch und zudem feinkörniger als der Hauptgranit. Alle diese weißen oder roten Granite sind jünger als der Albtalgranit.

So erwähnt Merian z. B. den feinkörnigen, weißen Mambacher Granit, der von Glashütten-N.-W.-Wehr gegen Mambach zieht, woselbst Aufschlüsse zeigen, daß er jünger ist als der Albtalgranit, in dessen normal ausgebildeter W.-Fortsetzung er steckt. Diesen selbst findet man als Schollen im Mambacher Granit, was schon Philipp (64) beschreibt. Fig. 12 zeigt uns dieses Verhältnis. Öfters findet im Mambacher Granit, wie Fig. 12 zeigt, am Kontakt mit Albtalgranit-Schollen eine Anreicherung von porphyrischen Feldspäten statt.

Eine zweite Abart, ebenfalls feinkörnig, aber rötlich, beschreibt Merian von Säckingen. Dieses Vorkommen erscheint stockförmig und ist zwischen Hasenrütte, Hohenstich, Kleemätle und der Stadt Säckingen auf einer Fläche von einigen km² zu verfolgen. Der südlichste Aufschluß liegt im Rheinbett selbst und es ist anzunehmen, daß der Granit noch weiter nach Süden unter Diluvium und Trias sich fortsetzt. Im Steinbruch in der Häfelen, an der Straße zwischen Säckingen-Obersäckingen, ist er sehr gut aufgeschlossen, zugleich sieht man dort seine Überdeckung mit Rotliegendem.

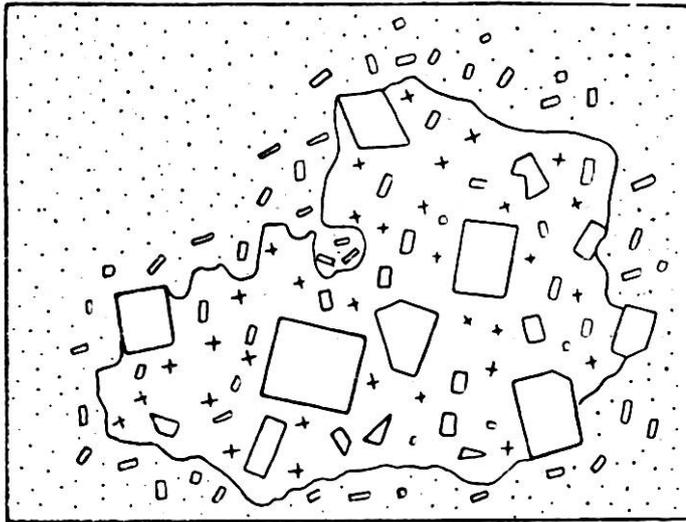


Fig. 12.

Einschluß von Albtalgranit (porphyrtartig) in Mambacher Granit (feinkörnig)
Maßstab ca. 4 : 1.

An der Eggbergstraße bildet er Blockmeere und Wollsäcke. Im ganzen Verbreitungsgebiet ist er außerordentlich gleichartig ausgebildet. Im Bann wird er etwas grobkörniger, weißlicher und zeigt etwas mehr Biotit, erinnert dadurch mehr an den Albtalgranit, ist aber immer noch nicht porphyrisch. Hinter der Fabrik an der Straße gegen den Bergsee finden sich einige Apophysen im Gneis, die unzweifelhaft dem Säckingergranit angehören. Im nördlichsten Teil des Säckingergranitstockes (N.-Eggbergstraße) treten stellenweise etwas größere Orthoklase als Einsprenglinge auf und erzeugen so eine gewisse Annäherung an den Hauptgranit, doch bleibt der aplitische Habitus deutlich gewahrt. Eine oberflächliche Verbindung beider Stöcke ist nicht zu konstatieren.

Die geologische Lagerungsform scheint als Stock zu definieren zu sein, doch sticht der Gneis auf ziemliche Strecke unter den Granit ein (siehe Karte und Profil 1), sodaß es nicht ausgeschlossen ist, daß eine lagergangartige Zunge vorliegt.

Die makroskopische Ausbildung.

Der Säckingergranit ist ein stark rötliches, homogenes, völlig massiges, gleichkörniges Gestein von mittlerem Korn ($< 0,5$ cm) und mit aplitgranitischem Habitus (Struktur). Deutlich erkennt man Muskovit, der stellenweise in einen hellbraunen Biotit übergeht, graue Körner von Quarz, dann rötlichen, glänzenden Kalifeldspat. In einzelnen, bis Kinderfaust großen Nestern findet sich Turmalin von bräunlich-schwarzer Farbe, eigenartig allotriomorpher Ausbildung. Er ist oft ziemlich weich infolge Zersetzung.

Untersucht wurden mehrere Schliffe aus dem Steinbruch Häfelen, einer mit Turmalin.

Durch die Güte von Freund H. Heußer erhielt ich die Möglichkeit, einen weiteren Schliff vom Granitaufschluß im Rheinbett bei der Säge Säckingen, ungefähr 300 m südwestlich von unserem Steinbruch, zu betrachten.

Mikroskopische Ausbildung.

Mineralbestand: Quarz, Kalifeldspat, (Orthoklas, Mikroklin) Plagioklas, Biotit, Muskovit, Turmalin, Erze, Apatit, Zirkon, Sericit, Limonit. Der Schliff von der Häfelen repräsentiert das normale, frische Gestein und das Handstück, von dem er stammt, wurde deshalb analysiert (siehe Analyse 3).

Quarz ist Hauptbestandteil, er hat lappige (granitische) bis zackige Formen. Reihen von Gaseinschlüssen sind im Schliff vom Rheinufer häufig. Der Kalifeldspat ist meistens Orthoklas, doch findet man auch schon Mikroklin, besonders in der Turmalin führenden Partie. Der Kalifeldspat ist, wie der leistenförmige Plagioklas, meist schwach zersetzt. Dieser besteht aus einer Mischung von Oligoklas-Oligoklas-Albit. Die Glimmer sind wie im Schöpfbachgranit, d. h. schlecht geformt. Der Biotit ist tiefbraun, am Rande ist er meist mit Limonit bedeckt, besonders an Stellen, wo er in Muskovit ausbleicht. Der Muskovit selbst ist ziemlich häufig und in großen Flasern anwesend. Zur Hauptsache entsteht er aus Biotit, wie Übergänge genugsam be-

weisen. Die völlig Biotit freien Muskovite haben eigentümliche Limonitstreifen parallel den Spaltrissen. Pleochroitische Höfe (um eingeschlossene Zirkone) sind selten. Apatit beteiligt sich in geringer Menge, in gerundeten Prismen, am Mineralbestand.

Die Turmalin führende Varietät verdient besonderes Interesse. Eine sichere Ausscheidungsfolge ist in ihr nicht wahrzunehmen. Der Feldspat tritt gegenüber Quarz stark zurück, dieser ist Hauptgemengteil. Der Turmalin selbst, ein grünlichbraunes, breitzonar gebautes Mineral, zeigt geradezu poikilitische Ausbildung. Er bildet im Schnitt $\perp c$ betrachtet ein Gewebe, in dessen unregelmäßigen Maschen völlig klarer Quarz und auch Feldspat schwimmen.

Turmalin ist hier entweder gleichzeitig mit den hellen Gemengteilen gebildet worden, oder er ist jünger als diese und hat sie z. T. verdrängt. Die Möglichkeit des Vorhandenseins eines Turmalin-Quarzeutektikums ist nicht von der Hand zu weisen, zumal das sich bietende Bild genau dem entspricht, das R. Beder (4) aus argentinischen Gesteinen abbildet.

Schon hier ist auf eine Erscheinung aufmerksam zu machen, die sich später in den Turmalinen der Laufener Pegmatite wiederholt. Es finden sich nämlich, diffus über den ganzen Turmalin verteilt, winzige Zentren, die man im ersten Augenblick als pleochroitische Höfe ansprechen möchte. Sie zeigen eine von der angrenzenden Turmalin-substanz abweichende Farbe, sie sind oft bläulich und haben einen eigenen Pleochroismus. Einschlüsse wie etwa Zirkon (oder irgend ein fremdes Mineral) sind nie zu konstatieren, es muß sich um Punkte mit abweichendem Chemismus handeln, die vielleicht emulsionsartig seinerzeit in dem sich bildenden Turmalin verteilt waren.

Die Struktur des Säckinger Granites ist granitisch mit Anklängen an aplitisch, ausgedrückt durch die stärkere Verzahnung und die schlechten Formen aller Gemengteile.

Die rote Farbe rührt von der großen Limonitführung her; oft ist sogar der Quarz rot überstäubt.

Turmalinführung und Struktur sind ähnlich wie im feinkörnigen Granit vom Bärenthal.

Ein Wehratalgranit, analysiert von Erdmannsdörffer, von ruhig aplitischem Gepräge, hat große Ähnlichkeit mit dem feinkörnigen weißlichen Granit von Happach, der bekannt-

lich jünger ist, als der Albtalgranit, doch stehen dieser Wehratalgranit und derjenige von Happach dem Albtalgranit näher, als dem Säckinger - Aplitgranit.

Die Triberger Aplite, geologisch ungefähr gleich alt wie der Säckinger Granit und der Schloßberggranit von Tiefenstein (siehe Roy 72), sind nun völlige Aplite, etwa unserer Gruppe 1 der roten Aplite zugehörig, aber ausgezeichnet durch extreme Häufigkeit des Tropfenquarzes, durch die der Kalifeldspat eigentliche Siebstruktur erhält.

Die chemischen Verhältnisse der Granite.

Analyse A, Albtalgranit von Tiefenstein (An. Hirschi), ist zum Vergleich beigegeben (Tabelle 1).

Tabelle 1. Albtalgranite.

	Hauptgestein Albtalgranit An. Hirschi	Randfacies Schöpfbachgranit An. Suter	Aplitgranit Säckingen, Häfelen An. Suter
SiO ₂	66.42	67.78	73.13
TiO ₂	0.83	0.57	0.37
Al ₂ O ₃	15.61	14.48	13.58
Fe ₂ O ₃	1.87	0.80	0.86
FeO	1.96	1.75	0.91
MnO	Spur	0.09	0.02
MgO	2.15	1.76	0.34
CaO	2.73	2.35	1.12
Na ₂ O	3.75	4.90	2.39
K ₂ O	4.02	4.75	5.66
H ₂ O +	0.69	0.86	0.88
H ₂ O -	0.14	0.10	0.00
P ₂ O ₅	—	0.54	0.74
BaO	—	—	0.09
	100.17	100.73	100.09
Analyse Nr.	A	1	2
Spez. Gewicht	s = 2.69	s = 2.66	s = 2.62

Analyse Nr. 1 gibt den Schöpfbachgranit vom Eggberg (An. Suter), die Randfacies des Albtalgranites (vgl. Analyse Hirschi). Sie zeigt recht gute Übereinstimmung mit einem Granitit von der Ruine Landsberg bei Barr, nur ist Na₂O dort geringer. Gegenüber dem Albtalgranit kann man folgende Veränderungen konstatieren: SiO₂ ist schwach gestiegen, Alkalien ebenfalls. Al₂O₃, Fe, Mg sind gesunken; das weist auf beginnende saure Differentiation hin.

Analyse Nr. 2 gibt den Säckingergranit aus dem Steinbruch in der Häfelen (An. Suter), sie stammt von dem beschriebenen Handstück. Die Werte zeigen, daß dieser

Granit nun schon einen aplitischen Chemismus hat. Das dokumentiert sich in der Abnahme von Fe, Mg, Ca bei gestiegenem Si.

Vergleicht man die drei Granite miteinander, so zeigt sich recht deutlich der Verlauf der Änderung in den Oxyden.

Vom Albtalgranit bis zum Säckingergranit zeigen sich folgende Veränderungen, die immer kontinuierlich verlaufen: es nehmen zu SiO₂, K₂O, H₂O und P₂O₅, es nehmen ab alle übrigen Werte.

Die Randfacies des Albtalgranites vom Schöpfbach gehört dem granosyenitischen Magma an und zeigt weitgehende Übereinstimmung mit dem Chemismus eines Granitporphyres aus der Little Belt Mountains (siehe Niggli (62), Mineral- und Gesteinsprovinzen, Bd. I, p. 174, Nr. 7). Gegenüber dem ziemlich ähnlichen Hauptgestein von Tiefenstein, si 270, Tabelle 3, Seite 159, ist hauptsächlich eine Zunahme von **alk** zu verzeichnen. Der Säckingergranit ist schon rein aplitisch und nicht mehr als randliche Differentiation, sondern als selbständiges Spaltungsprodukt zu betrachten. Er gehört, wie die Hauptmasse aller Aplite, dem aplitgranitischen Magma an.

2. Die Aplite und Pegmatite.

Die Zahl der Gänge von aplitisch-pegmatitischem Habitus ist im ganzen Gebiet eine sehr große. Niggli und Blösch kartierten allein im Canon von Laufenburg über 120. Trotzdem die Aufschlüsse im Murgtal und am Eggberg weniger gut sind, darf doch gesagt werden, daß diese Gänge außerhalb Laufenburgs nirgends in solch großer Zahl auf so kleinem Raume auftreten.

Eine Orientierung über die Verteilung der Mächtigkeit innerhalb der Gänge auf dem Schweizer Ufer im Canon von Laufenburg gibt folgende Tabelle; zum Teil nach P. Niggli (55):

Mächtigkeit	sauer	basisch	Differenz
0,03—0,1 m	39	0	} -- 65
0,1—0,2 m	22	2	
0,3 m	7	5	
0,4 m	8	3	
0,5 m	6	7	
0,6—1 m	7	19	+ 12
1—2 m	2	13	+ 11
2—3 m	0	1	+ 1
3—4 m	0	3	+ 3

Die Zahl der sauren Gänge ist größer, dafür sind sie durchschnittlich schmaler als die basischen, sodaß beide Intrusionen ungefähr denselben Raum beanspruchen dürften.

In Laufenburg streicht eine Großzahl der Gänge (Phot. Fig. 1, Taf. II) schwach N.-E. mit 35° bis 50° E. Fallen (siehe Profile und Karten). Morphologisch treten die sauren Gänge weniger in Erscheinung als die Lamprophyre. Im Canon selbst findet man sie oft an Vorsprüngen, die aber mehr durch das Zurückweichen der Lamprophyre-erfüllten Buchten entstanden sind.

Die Intrusionsformen sind relativ mannigfaltig. Die meisten Pegmatite sind völlig mit dem Gneis verschweißt, mit ihm durch Apophysen verbunden. Solche Kontakte und Durchaderungen sollen später bei den Gneisen beschrieben werden (Phot. Fig. 32). Die Aplite finden sich in vielfach verzweigten schmalen Gängen, mit glatten Rändern, wobei die Abzweigungen oft gleiche Dicke und Beschaffenheit wie der Hauptgang haben. Sie durchsetzen den Gneis in Scharen von planparallelen, z. T. schnurgeraden, E. einfallenden Platten von wenigen dm. Dicke und 30 oder mehr m Länge. Ganz ähnlich intrudieren die Lamprophyre, nur sind sie dicker und stehen meist saiger (Taf. II, Fig. 1). Schleppungserscheinungen von Gneis an sauren Gängen fanden sich ob der Brücke rechtsrheinisch.

Aplite und Pegmatite bieten kein großes mineralogisches Interesse, wie die meisten Abkömmlinge granitischer Magmen. Nach der Farbe lassen sich weiße und rote Gänge unterscheiden. Häufig z. B. unter der Brücke Laufenburg sieht man, wie die roten die weißen durchsetzen, also jünger als diese sind. Einzelne rote Aplite, namentlich in der Gegend unter dem Bahnhof, sind auch jünger als die roten Pegmatite, erstere scheinen letzte Nachschübe zu sein.

Zuerst soll die rote Intrusion (1. Aplite, 2. Pegmatite) behandelt werden, und nachher die weiße, wobei aus praktischen Gründen Aplite und Pegmatite vereinigt werden. Und zwar soll die Betrachtung hauptsächlich die strukturelle Erscheinung der Gänge festlegen, besonders im Hinblick auf die Strukturen, welche in den Injektionsgneisen auftreten.

A. Rote Intrusion.

Eine Gliederung dieser Gesteine kann man nach der Mineralführung vornehmen, danach sind Turmalin-Aplite

(-Pegmatite), Muskovit- und Biotit-Aplite (-Pegmatite) zu unterscheiden. Makroskopisch kann man nach der Korngröße, dem Grad der Homogenität und nach Farbunterschieden einteilen. Doch deckt sich diese Einteilung nicht genau mit derjenigen nach mikroskopisch erfaßbaren Strukturmerkmalen. Indessen läßt sich konstatieren, daß strukturell ähnliche Typen ähnlichen Mineralbestand führen.

Im Folgenden wird zuerst eine allgemeine, makroskopische Charakterisierung der roten Aplite gegeben, welcher eine Beschreibung des Mineralbestandes folgt, dann wird weitergeschritten zur Darlegung der Strukturvarietäten unter Anführung spezieller Vorkommen.

I. Die roten Aplite.

Makroskopische Ausbildung.

a) **Grobkörnig:** Das Korn ist schon kleiner als 0,5 cm und ziemlich homogen, die Farbe ist hellrot-fleischrot. Die meisten Vorkommen dieser Art liegen in der Gegend der Brücke unter dem Bahnhof und linksrheinisch abwärts bis gegen den Pfauen. Die Mächtigkeit dieser Gänge schwankt von 0,3 m bis 2 m. Die Gemengteile sind makroskopisch noch erkennbar, der Quarz erscheint oft in relativ rundlichen Formen, vielfach in nestartigen Anhäufungen. Die Feldspäte sind Träger der roten Farbe und ziemlich gut leistenförmig bis körnig. Primärer Biotit fehlt meist oder ist nur in geringen Mengen vorhanden; oft ist er in Rosetten angeordnet und meist muskovitisiert. Putzen- und lagerförmiges Auftreten des Biotites ist daneben nicht selten, steht aber immer in Zusammenhang mit z. T. resorbierten Gneiseinschlüssen oder direkten Resorptionen von anliegendem Gneis (Fig. 28). Der Turmalin ist spärlich. Er bildet winzige, sonnenförmig aggregierte, stark glänzende Säulchen. Der Muskovit findet sich (siehe oben) in Rosetten und ist charakteristisch für diese Aplite. Auf Klüften findet man dann und wann Hämatit.

b) **Feinkörnig:** Die Farbe ist etwas rosa, das Korn schwankt von 0,5—2 mm. In großer Zahl trifft man solche Gänge von der Enge (siehe Karte von Laufenburg) bis in den Schöffigen, wo diese in der ehemaligen Baugrube (heutiger Standort des Maschinenhauses vom K. W. L.)¹⁾ stark

¹⁾ K. W. L. = Kraftwerk Laufenburg.

verzweigt von P. Niggli und E. Blösch gefunden wurden. Sie sind äußerst homogen bis zuckerkörnig und zeigen Zusammensetzungen, die an eutektische erinnern. Der Gehalt an Muskovit (Biotit) ist geringer als in a); der wie oben ausgebildete Turmalin ist häufig. Der Unterschied gegen die grobkörnigen Aplite ist gegeben durch das Korn, die Farbe und die Homogenität.

c) *Inhomogen*: Die inhomogenen Aplite gehören eigentlich zu den pegmatitischen Gängen. Ihr Korn wechselt von 2 cm bis zu 1 mm. Vielfach ist ihre Grundmasse aplitisch und die pegmatitische Ausbildung an Schnüre, Nester und Schlieren gebunden oder die Grundmasse besteht aus einer Ansammlung roter Kalifeldspäte. Das Vorkommen beschränkt sich in der Hauptsache auf das Gebiet unter dem Bahnhof.²⁾ Diese ganze Gruppe von Gängen läßt schon erkennen, daß Pegmatite und Aplite zusammengehören und einem Herd entstammen.

Die Ausbildung der roten Aplite.³⁾

Der Mineralbestand ist recht einförmig und charakteristisch für normale Granitaplite.

Hauptgemengteile: Quarz, Mikroklin, Albit-Albitoligoklas.

Nebengemengteile: Muskovit, Biotit, Turmalin.

Akzessorien: Apatit, Zirkon, Granat, Magnetit.

Der Quarz ist meistens Hauptbestandteil, er ist immer sehr rein und von ziemlich rundlichen Formen. Das Mengenverhältnis zu Kali—Feldspat wechselt.

Der Kalifeldspat ist immer Mikroklin, ist meist nur schwach gegittert, aber sehr oft perthitisch. Die Formen sind mehr oder weniger gut eutektisch. Verwachsungen sind spärlich.

²⁾ Diese häufig zu erwähnende Lokalität ist das unter Wasser gesetzte Gebiet der Felsen am Fuße der Stützmauer des Bad. Personen-Bahnhofes von Klein-Laufenburg. (Siehe Karte Fig. 3.) Im folgenden wird meist zitiert „unter Bahnhof“.

³⁾ Ein eigenartiges einzelstehendes Gestein findet sich am Rheinufer vor Schwaderloch, an der Stelle, wo das Grundgebirge nochmals auf Schweizerboden auftritt in mehreren stark zerteilten Gängen im Gneis. Er ist feinkörnig, sehr homogen und tiefrot gefärbt. U. d. M. besteht es vorwiegend aus Albit-Oligoklas und Orthoklas mit etwas Turmalin und Sericit. Der Quarz fehlt im Schliff. Die Struktur erinnert stark an die holokristallinen Marmore, sie ist panidiomorph-körnig.

Der Plagioklas zeigt fast immer kleinere Individuen als der Kalifeldspat, er ist stets leistenförmig und Albit-Albitoligoklas. An Menge steht er hinter Mikroklin zurück.

Der Biotit ist dunkelbraun.

Der Muskovit ist sehr charakteristisch für die roten Aplite und meist sekundär aus Biotit entstanden. Den Spalt-rissen entlang ist er oft mit Limonit infiltriert.

Der Turmalin, als Schörl auftretend, hat Formen wie in den Pegmatiten und weißen Apliten und wird dort näher beschrieben.

An Akzessorien treten hauptsächlich auf: Zirkon, meist getrübt, und Magnetit, welcher aber sehr spärlich ist.

Die Struktur der roten Aplite.

Aus den Formen und Mengenverhältnissen resultieren drei Strukturgruppen. Sie bilden eine Reihe mit abnehmender Korngröße und führen von einer normalaplitischen Struktur im Sinne Rosenbuschs⁴⁾ zu einer Struktur, bei der sich die Komponenten gegenseitig extrem in der Form beeinflussen.

1. Hypidiomorph-körnige Aplite.

Typus Bahnhof-Brücke.

Dieser Gruppe gehört ein Großteil der Laufenburger roten Aplite an. Es sind grobe bis feinkörnige Varietäten, makroskopisch homogen, hellrötlich. Karlsbader Zwillinge treten häufig auf. Beispiel Gg. Nr. 832.⁵⁾ Oberhalb der Brücke rechtsrheinisch, etwas Biotit führend.

Strukturbild: Fig. 1, Taf. I. Gegenseitige Formbeeinflussung schwach.

Die Ausscheidungsfolge ist deutlich: Feldspat ist vor Quarz ausgeschieden. Der Feldspat hat gute pinakoidale Flächenbegrenzung und ist leistenförmig. Der Quarz tritt in großen einheitlichen Individuen als Füllmasse zwischen den Feldspäten auf. Seine Begrenzung ist zackig.

Strukturbezeichnung: Hypidiomorphkörnig; charakteristisch sind die guten Formen der Feldspäte. Dem-

⁴⁾ Elemente p. 261. Struktur der Aplite, Pegmatite vorherrschend panidiomorph-körnig mit geringer Neigung in's Porphyrische.

⁵⁾ Solche Schliff- oder Gangnummern entsprechen den Nummern der Schiffsammlung für diese Arbeit und den Eintragungen in die Karte 1:500 von der Rheinschlucht Laufenburg.

nach zeigen diese Aplite ein sehr granitähnliches Struktur-
bild; das Aplitische ist ausgedrückt durch das Fehlen der
dunklen Gemengteile und das Auftreten von Mikroklin.

Gang 107 gibt ein typisches Bild dieser Aplite. Er
führt Muskovit in zerfressenen, skelettartigen Individuen,
oft mit Limonitbelägen versehen, einzelne Schnitte davon
laufen in Biotit aus. Die meisten Muskovite sämtlicher
Gänge zeigen deutlich ihre Herkunft aus Biotit, sie sind
wie im Säckinger Granit sekundär aus Fe-reichen Biotiten
entstanden, deren kleiner Mg-Gehalt in den hie und da
feststellbaren Chlorit hineingegangen ist; daneben findet
man aber auch sehr reine Muskovite, ohne die geringsten
Beziehungen zu Biotit.

2. Normalaplitische Gänge.

Im Sinne von Rosenbusch werden nachfolgende Aplite
als normalaplitisch bezeichnet. Nach der Ausbildung der
Gemengteile sind zu unterscheiden: a) panidiomorph-körnige
Aplite, alle Gemengteile gleich gut geformt; b) allotriomorph-
körnige Aplite, die einzelnen Gemengteile sind ineinander
verzahnt.

a) Panidiomorph-körnige Aplite.

Beispiel: Ein zu den inhomogenen Apliten gehöriges,
hellrötliches Gestein (mit etwas aus dem Gneis resorbiertem
Biotit) kann als Typus gelten.

Struktur-**b**ild: Die gegenseitige Formenbeeinflus-
sung ist schon ziemlich groß. Eine Ausscheidungsfolge ist
kaum erkenntlich. Die Formen der Komponenten sind rund-
lich. Tropfenquarz⁶⁾ ist häufig; im übrigen ist der Quarz
rundlichlappig geformt. Der Feldspat bildet isometrische
gebuchtete Körner. Der Glimmer ist fetzig. Grobeutektische
Verwachsungen zwischen Quarz und Feldspat sind spärlich
vorhanden.

Struktur-**b**ezeichnung: Panidiomorphkörnig, lap-
pig-buchtig. Charakteristisch ist der Tropfenquarz.

Diese Struktur ist das Resultat einer ruhigen, aber
ziemlich gleichzeitigen Erstarrung von Quarz und Feldspat.
Die Häufigkeit der Tropfenquarze ist z. T. geometrisch
bedingt.

⁶⁾ Tropfenquarz wird der in rundlichen, oft angedeutet hexa-
gonalen Einschlüssen im Feldspat auftretende Quarz genannt.

b) Allotriomorph-körnige Aplite.
Typus Schöffigen.

Hierher ist die Hauptmasse der feinkörnigen Aplite (Schöffigen) zu zählen. Diese Aplite führen meist Muskovit. Ihre Struktur ist eine Weiterentwicklung derjenigen von 1. im Sinne zunehmender gegenseitiger Formbeeinflussung und Verzahnung.

Strukturbild: Das Gesamtkorn ist kleiner als bei 1.; die gegenseitige Formbeeinflussung ist gewachsen, die Ausscheidungsfolge verwischt, die Form der Komponenten dadurch verschlechtert. Der Quarz ist an Individuenzahl, nicht aber an Masse stark gewachsen. Er ist sehr stark verzahnt, besonders in Turmalinnähe. Die Feldspäte sind körnig, sie zeigen Ansätze zu Leistenform, haben aber nie Kristallflächen. Der Muskovit tritt deutlich in Erscheinung und gibt dem Strukturbild etwas Inhomogenes.

Strukturbezeichnung: Allotriomorph-körnig, sehr stark verzahnt; charakteristisch sind die Formen von Quarz und Muskovit. Dieses Bild entsteht einesteils automatisch durch Feinerwerden des Kornes, andererseits dadurch, daß sich bei der Erstarrung mehr Kristallkeime entwickelten als bei der 1. Aplitgruppe. Diese Zunahme der Kristallkeime dürfte von einer Abnahme der Viskosität begleitet gewesen sein. Vielleicht steht dies im Zusammenhang mit dem Auftreten von Turmalin und Muskovit.

Ein typisches Beispiel stellt Aplit 80 von der Nähe Breiten Wag oberhalb Schöffigen dar (Taf. I, Fig. 2). Er führt zonaren Turmalin in skelettartigen Formen, welcher Quarz einschließt. Die innere Zone des Turmalins ist $\parallel c$ violettblau, $\perp c$ farblos, die äußere Zone $\parallel c$ bräunlich, $\perp c$ dunkelbraun. Sein Habitus ist deutlich hemimorph.

Gang 70 repräsentiert ebenfalls gut den Typus der feinkörnigen Aplite. Dieser Aplit ist ziemlich muskovitführend. Muskovit ist hier primär und von ziemlich guter Form.

Die Weiterentwicklung dieser Typen führt zu einer etwas porphyrischen Struktur. Ein Beispiel dafür ist Aplit 131 (Taf. I, Fig. 3) aus dem Schöffigen. Er ist stark rot gefärbt und ebenfalls muskovitführend. Die Verzahnung der Gemengteile gestaltet sich äußerst intensiv. In einer Grundmasse von verzackten Quarzen und Feldspäten schwimmen

größere Feldspäte, welche wohl isometrisch, aber nicht idiomorph sind. Einzelne Partien im Schliff sind fast als quarzitisches zu bezeichnen. Interessant ist das Auftreten eines Gängeins, das den Aplit in 1 mm Breite klüftartig gerade und scharf durchsetzt, randlich sekundären Quarz führt, während die Mitte von primärem Material (Feldspat und Quarz) erfüllt wird.

Hier mag erwähnt werden, daß in mehreren Gängen Sericit in Aggregaten auftritt, deren Formen vermuten lassen, daß es sich um Pseudomorphosen nach Cordierit handelt, doch fehlt frischer Cordierit völlig. Zur Seltenheit trifft man zonarstruierten Plagioklas, er ist nicht häufig, weil ja der Anorthitgehalt der Plagioklase gering ist.

II. Die roten Pegmatite.

Sie gehören zu den gewöhnlichen Glimmer-, Turmalin-Pegmatiten. Sie finden sich hauptsächlich unter dem badischen Bahnhof und setzen über den Rhein in das Gebiet unter der Brücke ⁷⁾ Laufenburg fort und dokumentieren schon dadurch einen topographischen (geologischen) Zusammenhang mit den hier auftretenden Apliten. Das Korn dieser Pegmatite wechselt, es schwankt innerhalb weiter Grenzen und erreicht zur Seltenheit mehrere dm. Im Durchschnitt beträgt es etwa 3—4 cm, es ist also nicht besonders groß; doch müssen diese Gänge ihrer Struktur wegen unbedingt als Pegmatite bezeichnet werden. Unter der Brücke treten Gänge auf, welche bis 30 cm große, hellrötliche Mikrokline führen (siehe Analyse des Kalifeldspates) und bis 50 cm große Nester von klarem Fett-Quarz.

Die meisten Gänge sind sehr stark verästelt und durchadern die Gneise in ihrer Nachbarschaft in reichem Maße. Im übrigen Hotzenwald findet man die Pegmatite nicht mehr so häufig. Im Murgtal wurden nur wenige anstehend gefunden und am Eggberg überhaupt nur einige lose Blöcke, meist Turmalin führend.

Die Pegmatite sind deutlich (noch stärker wie die Aplite) an eine Zone gebunden, die zur Zeit der Intrusion eine Abdichtung darstellte, für Gase unpassierbar war, sie zur An-

⁷⁾ Unter dieser Lokalität sind die ehemaligen Felsen unterhalb und unter der die beiden Städtchen Laufenburg verbindenden, heute abgerissenen Holzbrücke zu verstehen.

sammlung zwang und so pegmatitische Erstarrung bewirkte. Sie zieht sich vom Eggberg durch das mittlere Murgtal über Laufenburg bis Albert Hauenstein; nördlich davon z. B. gegen Tiefenstein fehlen die Pegmatite fast ganz.

Die Pegmatite unterscheiden sich voneinander hauptsächlich durch die Turmalinführung, sowohl zu den weißen Pegmatiten wie zu den roten Apliten gibt es Übergänge. Danach lassen sich folgende Typen aufstellen:

1. Aplitpegmatite mit aplitähnlicher Struktur.
2. Rote Biotitpegmatite, sie führen keine Turmaline.
3. Rote Turmalinpegmatite.

1. Aplitpegmatite.

Es treten helle, fast weißliche bis tiefrote Varietäten auf, die im Handstück oft homogen sind, ihr Korn schwankt um 1 cm, sie führen Muskovit und Turmalin.

Ein Aplit aus der Baugrube mag als Beispiel dienen. Er besteht fast ausschließlich aus Mikroklin und Quarz, dazu kommt etwas sekundärer Albit. Der Mikroklin überwiegt weitaus an Masse, doch sind seine Individuen noch nicht so groß wie in den eigentlichen Pegmatiten, stets sind sie perthitisch, aber selten gegittert. Die Feldspäte sind körnig, Kristallflächen fehlen, die Umrißlinien sind ganz willkürlich, beliebig eckig, ausgezackt, wie angefressen.⁸⁾ Eine Überstäubung der Feldspäte limonitischer Art ist für die makroskopische Farbe verantwortlich zu machen.

Der Quarz bildet die Füllmasse in Form von großen, innig verzahnten Aggregaten.

Eigentümlich sind die im Mikroklin eingeschlossenen Albite, kleine, meist wohldefinierte, „albitlamellierte“ Körner. Oft sind sie sogar zonar struiert und innen zersetzt (das Innere ist Oligoklasablit), sie treten entweder regellos oder in Schnüren auf, die deutlich auf eine sekundäre Infiltration hinweisen. Gleichzeitig findet man Schörl in kleinen, zonar gebauten, korrodiert-skelettisierten Individuen.

Die Struktur ist pegmatitisch, charakteristisch ist die Albitführung der Mikrokline.

Eine andere Art Albitführung zeigt ein stark roter Pegmatitaplit von Andelsbach oberhalb Klein-Laufenburg.

⁸⁾ Die Bezeichnung Korrosionsform kennzeichnet diese Gebilde gut und soll von nun an gebraucht werden. Die Erklärung wird weiter unten gegeben.

Bei ihm ist deutlich der Zusammenhang zwischen Albitisierung und Turmalinführung zu sehen. Große eckige, splitterige Mikrokline sind korrodiert, ausgehöhlt und mit einer Schicht von Albitchen, in denen Turmalin steckt, bedeckt. Daneben finden sich in jeglicher Richtung Kanäle durch die Mikrokline. Diese Kanäle erweitern sich oft inmitten der Feldspäte, endigen im Feldspat drin, oder durchsetzen das ganze Individuum. Sie sind immer erfüllt von kleinen Feldspätchen, meist von Albit, doch scheint auch neugebildeter Kalifeldspat darin vorzukommen; Quarz fehlt aber ganz.

2. Rote Biotit-Pegmatite.

Die Farbe ist ein prächtiges Fleischrot. Die Gänge sind ziemlich grobkörnig (ca. 3 cm) und meist homogen. Vorkommen befinden sich unter dem Bahnhof und unter der Brücke. Diese Pegmatite zeigen Übergänge einerseits zu den Turmalinpegmatiten, andererseits zu den weißen Pegmatiten. Sie führen an Feldspat meist nur Mikroklin, der stets perthitisch ist und sehr oft ausgezeichnet gitterlamelliert.

Dieser Kalifeldspat tritt in großen Individuen auf, die aber schlecht geformt sind. In einer nesterartigen Grundmasse findet man Fettquarz bis Rosenquarz. Der spärliche, aber doch bezeichnende Glimmer ist Biotit. Er tritt z. B. in einem großen Gang unter dem Bahnhof in bis 2 cm² großen Fasern auf.

Die Struktur ist typisch pegmatitisch, insofern wir darunter ein sich gegenseitig in den Formen beeinflussendes Gemenge von Mikroklin und Quarz verstehen.⁹⁾ Die Perthitstruktur der Feldspäte ist ein erstes Charakteristikum des Strukturbildes. Wir finden Perthite meist in Form der bekannten, mehr oder weniger parallelen Schnüre von Albit-einlagerungen; stets ist der ausgeschiedene Albit etwas zersetzt, oft aber selbst verzwillingt (Taf. I, Fig. 4).

Während in den meisten roten Pegmatiten die Farbe lediglich durch eine äußerst feine Bestäubung mit Limonit oder Hämatit hervorgerufen wird, sieht man in anderen Hämatitlamellen in feiner, scharfer Ausbildung, (parallel der (001)-, selten der (010)-Spaltung liegend) eingelagert. P.

⁹⁾ Und dessen Formgestaltung unter dem Einfluß leichtflüchtiger Komponenten gestanden hat.

Niggli nimmt an, daß dies dadurch zustande kommt, daß der Feldspat bei hoher Temperatur Fe in fester Lösung halten kann, diese Fähigkeit bei tiefer Temperatur aber verliert und daß dann infolgedessen Entmischung auftritt. Es ist dies also ein Vorgang ähnlich demjenigen, der für die Perthitbildung an sich verantwortlich gemacht wird.

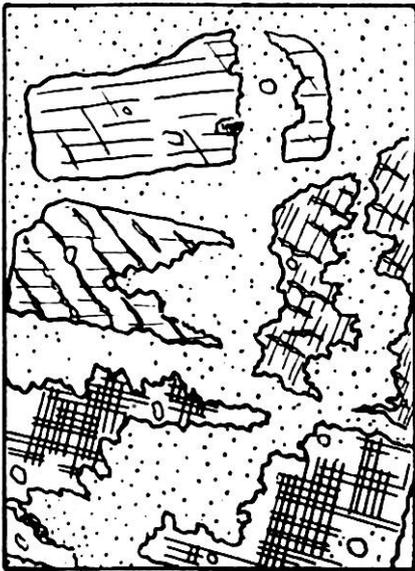
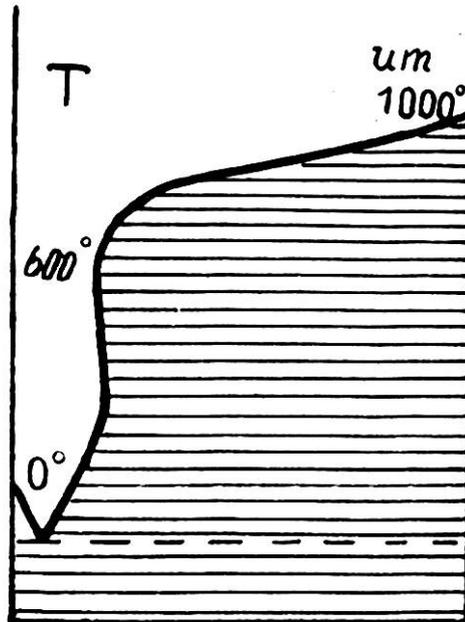


Fig. 13.
Korrodierte Feldspäte in Pegmatiten. Resorbiert während des Resorptionsintervalles von Fig. 14.
Maßstab 1 : 30.



A. P = Konst. hoch B.

Fig. 14.
System einer leichtflüchtig. Komponente A mit einer schwerflüchtigen Komponente B bei hohem, konstantem Druck.

Das typisch Pegmatitische in diesen Schliffen liegt nun in folgender Struktur, die wir schon bei den Aplitpegmatiten, allerdings nicht so ausgeprägt, gefunden haben¹⁰⁾ und auch in allen anderen Pegmatittypen wieder finden werden. Sie besteht in Folgendem:

Die großen Individuen von Mikroklin zeigen völlig unregelmäßige, fetzige Formen. Oft ist nur noch randlich eine Ecke Feldspat vorhanden und das Innere des ehemaligen Individuums erfüllt von einem Gewirr von kleinen, meist mehr oder weniger schlecht begrenzten Körnchen von Feldspat (Fig. 13). In anderen Schliffen finden sich diese Massen randlich als Kränze oder sie durchziehen in schmalen, kanal-förmigen Gänglein von unregelmäßiger Form in beliebigen

¹⁰⁾ Dort als Korrosionsformen bezeichnet haben.

Richtungen den Feldspat (Taf. I, Fig. 5, Taf. I, Fig. 6). Immer ist die Verbindung dieser Formen mit dem Feldspat augenfällig, stets sind die Grenzen der Gebilde zackig, fransig, unregelmäßig, nie glatt.

Diese kleinen Feldspätchen sind nun meistens Albit, z. T. etwas zersetzt, aber es lassen sich in einzelnen Fällen auch Kalifeldspäte feststellen (kleinere Brechung, optisch —). Dies ist besonders in dem überaus typischen Schliff (46) eines Pegmatites von der Hohen Wand der Fall, dort sieht man in einem perthitischen Mikroklin ein ganzes Feld solcher Feldspätchen. Quarz ist daran sozusagen nie beteiligt.

Es kann sich in diesen Fällen kaum um kataklastische Phänomene handeln, der leichteste Stoß hätte solche Feldspatformen sofort verändert und glatte Grenzen erzeugt. Die Möglichkeit von Kataklastik und nachheriger Rekristallisation ist ebenfalls ausgeschlossen; solche dreieckige oder unregelmäßige Flächen, wie sie die Feldspäte zeigen, und die nie, nicht im entferntesten an ovale oder rundliche Formen erinnern, welche doch in kataklastischen Gesteinen zu Hause sind, können unmöglich durch Zerschneiden entstehen, ganz abgesehen davon, daß dann ohne neue Annahmen nicht einzusehen wäre, wieso sich Albite etc. in diesen Feldern ansiedeln. Es muß sich sozusagen um eine interne Angelegenheit der pegmatitischen Erstarrung an und für sich handeln.

Diese Korrosionserscheinungen und die Albitisierung, welche in den weißen Pegmatiten häufig auftreten, sind typisch für die Laufenburger Pegmatite. Kombinieren wir die Erscheinung mit den Beobachtungen an gepreßten Apliten, so ist klar, daß Kataklastik außer Betracht fällt. Lacroix (45) unterscheidet bei der pegmatitischen Erstarrung eine destruktive und eine konstruktive Phase. Er sagt ungefähr Folgendes: Im Verlauf der Erstarrung (phase pneumatolytique constructive) entsteht ein Temperaturintervall, in dem sich die ausgeschiedenen Gemengteile nicht mehr im Gleichgewicht befinden mit den noch zirkulierenden Lösungen. Es beginnen Korrosionen (Phase pneumatolytique destructive). Große Kristalle von Mikroklin werden völlig korrodiert, im Einzelnen angegriffen nach den Spaltflächen und in eine Art zerbrechliche Skelette verwandelt, ausgehöhlt; die Wände der Kristalleichen werden mehr oder

weniger mit Albit bedeckt (in Albit umgewandelt). Die restlichen Höhlungen mit Turmalin, Glimmer etc. ausgefüllt; Quarz soll kaum produziert werden.

Turmalin wird zerbrochen oder neu kristallisiert. Unter der diffusen Korrosion versteht er weiterhin einen Angriff im ganzen Gestein. Die Albitbildung bezeichnet er als Albitisation, als eine sekundäre Imbibition mit Albit, wobei die sich im Mikroklin bildenden Individuen parallel orientiert sein können (siehe auch Fig. 4, Taf. I). Diese Albitisierung kann den ganzen Mikroklin beseitigen. Die Albite sind meist nach dem Albitgesetz lamelliert; auch durch Turmalinisierung und Quarzifikation (Quarz durchsichtig klar) wird oft der Mikroklin ersetzt.

Wie man sieht, gelten diese Beobachtungen Wort für Wort für unsere Pegmatite.

Physikalisch-chemisch handelt es sich also um Auflösung und Wiederauskristallisation und zwar ist der Mikroklin der labilste Gemengteil. Fig. 14 aus (61)¹¹⁾ zeigt, wie dies zu verstehen ist. Die Kurve stellt das Schema der Erstarrung der Kombination einer leichtflüchtigen Komponente A mit einer schwerflüchtigen Komponente B unter hohem Druck dar. Bis zu hoher Konzentration der leichtflüchtigen Komponente, die in einem relativ geringen Temperaturintervall erreicht wird, kristallisiert beim Abkühlen stets das schwerflüchtige B aus.

Die Kurve für die Auskristallisation von B zeigt nun zwei steilere und einen flacheren Teil. Wo der flachere Teil in den untern steileren Teil übergeht (bei vielleicht etwas unter 600°) ist die Lösung pneumatolytisch geworden.

In diesem Stadium tritt die Schmelzlösung in ein T.-Gebiet ein, in dem die Löslichkeit von B wieder zunimmt. In der Kurve drückt sich das dadurch aus, daß diese ihren Verlauf ändert und sich wieder gegen höhere Konzentrationen von B wendet. Nach Ablauf dieses T.-Intervalles tritt wieder ein Richtungswechsel auf, die Kurve zieht endgültig gegen die leichtflüchtige Komponente A hin, d. h. die Erstarrung setzt wieder ein und liefert dieselben Phasen wie vor dem Eintritt in das Resorptionsintervall.

Wir haben nun nicht reinen Mikroklin, sondern Perthit¹²⁾

¹¹⁾ Lehrbuch der Mineralogie von P. Niggli.

¹²⁾ Die Häufigkeit des Perthites ist abhängig von der Temperatur der

und dem Albitanteil ergeht es, wie die Beobachtungen zeigen, offenbar genau gleich; die Fig. 14 hat auch für ihn Berechtigung, aber nicht mehr für ein System, in dem daneben noch Turmalin und Quarz auftreten und die Menge des neugebildeten Albites unbedingt auf Na-Zufuhr deutet. Doch muß sich die Sache prinzipiell gleich verhalten, kann aber nicht mehr binär dargestellt werden. Die aufgelösten Substanzen reagieren mit der Restlösung unter Bildung von Albit. Das überschüssige Kali kann man sich teilweise, wie die Beobachtungen, wenn auch selten, zeigen, an entstehendem Turmalin oder Muskovit gebunden denken.

Da sich der ganze Vorgang im \pm festen Gestein vollzieht, kann eine Auflösung in den seltensten Fällen völlig zu Ende geführt werden, vielmehr beginnt diese an einem Orte und frißt sukzessive weiter, dabei müssen naturgemäß Formen auftreten, wie sie oben beschrieben worden sind und in den folgenden Abschnitten, besonders in Hinsicht auf die Albitisierungserscheinungen, noch mehrfach erwähnt werden sollen.

3. Rote Turmalin-Pegmatite. Typus unter Bahnhof.

Die Turmalinpegmatite sind sehr typisch nicht nur für die Gangzone von Laufenburg, sondern auch für die übrigen Pegmatitvorkommen im Südschwarzwald überhaupt. Als charakteristische Mineralien führen sie Turmalin und Muskovit in ziemlichen Mengen, selten Granat, Andalusit oder Cordierit und Orthit.

Das Hauptvorkommen liegt in den nun unter Wasser gesetzten Felsen, dicht unter der Stützmauer beim badischen Bahnhof von Klein-Laufenburg. Dort treten sie in zahlreichen Gängen von wechselnder Mächtigkeit auf und durchadern in unzähligen Abzweigungen den Gneis. Ähnliche Turmalin führende Gänge findet man am Eggberg (z. B. Kapuzinerweg) und im Murgtal, jedoch meist nur in Blöcken. Ein großer Pegmatit kam im Steinbruch an der Landstraße mitten im Dorfe Albert zum Vorschein und wurde schon von Schill erwähnt.

Ein Profil eines solchen Ganges (Fig. 15) läßt sich heute noch am Bahneinschnitt beim Bückli¹³⁾ beobachten.

Erstarrung, aber auch von der Zusammensetzung des Feldspates an sich, die hier eben gerade im Gebiete der Perthite liegt.

Es zeigt dieselbe Verteilung von Feldspat und Quarz, wie sie in den Adern und pegmatitisch-aplitischen Linsen im Rote-Fluh-Gneis derselben Lokalität so häufig ist. Ohne Zweifel erfolgte die Bildung dieses Ganges nicht auf einmal, sondern etappenweise. Die innerste Zone dürfte zuletzt auskristallisiert sein.

Die makroskopische Ausbildung der Gänge wechselt im Einzelnen stark. Aplitische Partien grenzen an grobkörnige, sind aber mit ihnen gut verschweißt. Homogene Zonen (bis 5 cm Korn) wechseln mit schlieriger Ausbildung; doch ergibt sich daraus ein recht einheitliches Bild. Die Farbe ist ein meist recht frisches Hellrot, in den ganz groben Partien unterbrochen vom Grau der Quarze.

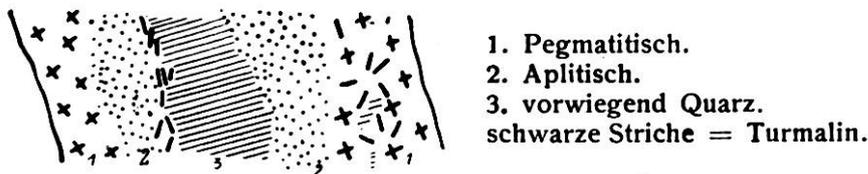


Fig. 15. Profil durch Pegmatitgang. Bückli, Klein-Laufenburg.
Maßstab ca. 1 : 25.

Sehr typisch für die hierher gehörigen Gänge ist die Häufigkeit eutektischer Erscheinungen. Schriftgranitische Verwachsungen von Quarz und Kalifeldspat finden sich in typischen Formen von ziemlich groben (3—4 mm) Gebilden. Ein Mikroklin mit Schriftgranit konnte gemessen werden. Auf der Spaltfläche (001) (Größe 22 cm²) nahm der Quarz 15 % der Fläche = 15,5 Gew. % ein. Auf (010) (ungefähr gleich groß) 18 % bzw. 18,5 %. Auf (001) ist der Quarz in länglichen, wurmförmigen Scharen angeordnet. Auf (010) mehr in der eigentlichen Buchstabenform.¹⁴⁾ Der Kalifeldspat bildet die Hauptmasse des Mineralbestandes. Er ist rötlich, unterscheidet sich kaum von den Feldspäten der Aplitpegmatite und ist meist perthitisch. Die Perthitstruktur ist makroskopisch erkenntlich an den Farbunterschieden in perthitischer Anordnung und zwar ist der Albitanteil etwas heller gefärbt als der Kali-Feldspat-Anteil. Der

¹³⁾ Siehe Karte Laufenburg.

¹⁴⁾ E. Mäkinen fand an Schriftgraniten aus den Pegmatiten von Tamurcla Schwankungen von 22—27 % Quarz. Auch er konnte feststellen, daß dort wie hier, Schriftgranit nur zwischen Kalifeldspat und Quarz auftritt.

Quarz ist oft ganz wasserklar und viel reiner als in den anderen Gängen. Wie in den meisten Gängen bildet er Aggregate und dringt in zahllosen Ästchen und Adern in den Gneis hinein. Der Turmalin soll im mikroskopischen Teil näher beschrieben werden. In einem dem analysierten entsprechenden Vorkommen nimmt er 10 % der Fläche ein. Er ist stumpf bis glänzend tiefschwarz, je nach der Frische. Die oft 5 cm langen, 1 cm dicken Säulen spitzen sich nach dem einen Ende zu, eigentliche Endflächen beobachtet man

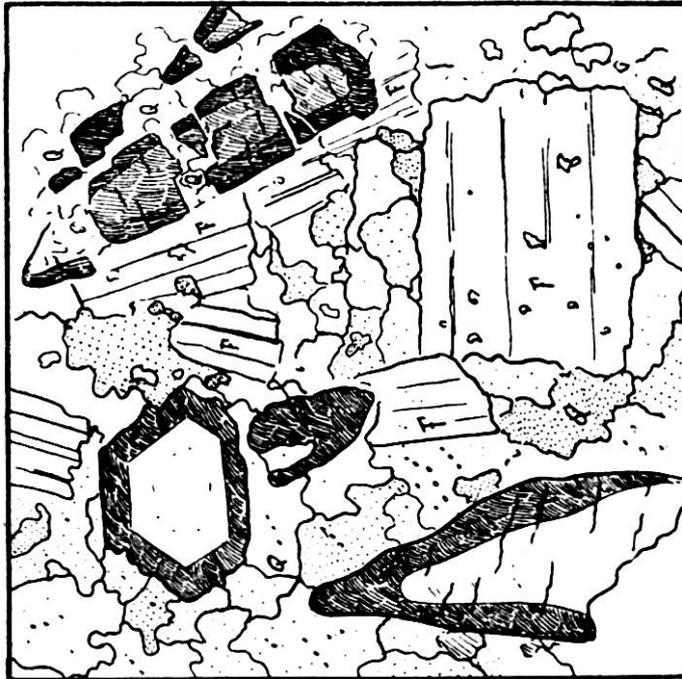


Fig. 16. Dünnschliffbild eines Turmalinpegmatites mit zonarstruiertem Turmalin. ca. vierfache Vergrößerung.

nicht. Der Querschnitt ist oft hexagonal, sonnenförmige Aggregate sind, namentlich in schlierigen Partien, häufig. Sehr häufig sind die Individuen gebrochen, so wurde eine Turmalinsäule aus dem Turmalinpegmatit von Albert von 4 cm ursprünglicher Länge in 9 Stücke gebrochen, die treppenstufenartig aneinander verschoben, auseinander gezogen und mit Quarz verheilt, eine Länge von 6 cm ergeben bei 0,5 cm Dicke.

Der Muskovit verleiht dem Gestein einen besonderen Habitus. Er ist immer in großen Mengen anwesend, namentlich in den grobpegmatitischen Partien, wo er Rosetten von bis 1 cm dicken, mehr oder weniger idiomorphen Tafeln bildet. Solche Nester können Faustgröße erreichen und sind stets von klarem Quarz begleitet. Der Biotit fehlt

meist; etwaig vorhandener ist z. T. limonitisch zersetzt. Rötliche Granäthen sind nicht häufig und immer klein. Hämatitrosen finden sich hie und da auf Kluffflächen oder auf Spaltflächen von Kali-Feldspat.

Mikroskopische Ausbildung.

Sie zeigt gegenüber der der roten Biotit-Pegmatite nur kleine Abweichungen. Die Struktur ist dieselbe. Korrosionsränder und -felder sind normale Erscheinungen. Schriftgranitische Gebilde wurden im Schliff nicht gefunden.

Neben dem Mikroklin tritt nun oft in großen Individuen Albit (Fig. 8, Taf. I) auf, der dann den Mikroklin fast ersetzen kann. Die optischen Daten entsprechen denjenigen eines K-haltigen Albites. Er zeigt eine ganz eigenartige Ausbildung, die etwas an diejenige der Albite der Korrosionszonen erinnert. Er ist äußerst fein verzwillingt nach dem Albitgesetz und meist gleichzeitig nach dem Periklingesetz. Diese Verzwilligungen treten oft nur fleckweise auf und laufen meist in feinste Lamellen aus, die einen schattenhaften Eindruck machen. Sie haben aber mit der Mikroklingitterung keine Ähnlichkeit. Zur Seltenheit sind die Lamellen etwas gebogen. Möglicherweise ist die ganze Erscheinung auf Druckwirkungen zurückzuführen. Meist ist dieser Feldspat so stark überstäubt (Limonit), daß eine sichere Bestimmung sehr erschwert wird. In den Korrosionszonen finden sich wieder die Albitchen, diesmal in einigen Fällen in Begleitung von Quarz, Turmalin und selbst Granat.

Der Quarz ist ähnlich ausgebildet wie in den früher besprochenen Vorkommnissen. Die Individuen sind länglich, unregelmäßig, schmal auch in Schnitten $\perp c$, dabei wenig gefranst. Tropfenquarze sind selten. In einem Gange aus dem vorderen Murgtal und im analysierten Pegmatit von unter Bahnhof stößt man auf porenartige Einschlüsse im Quarz, die fast alle schöne Libellchen enthalten, bei denen aber eine Bewegung kaum nachweisbar ist. Solche Quarze sind makroskopisch fettiggrau. Diese Poren sind meist in Schnüren angeordnet, die in Scharen mehr oder weniger parallel verlaufen und drei bis vier Quarzindividuen ungestört durchziehen können; kommt ein Feldspatindividuum dazwischen, so setzen sie ab und laufen bisweilen nachher weiter. Öfters enthalten die Quarze mehrere solcher

Kettensysteme, die sich scheinbar mehr oder weniger senkrecht schneiden, in Wirklichkeit liegen sie meist für sich getrennt stockwerkartig übereinander.

Der Turmalin, in allen Fällen Schörl, ist stets stark pleochroitisch $\omega > \varepsilon$ und zeigt vielfach diffus verteilt Flecken anderer chemischer Zusammensetzung, damit auch mit anderem Pleochroismus, sodaß man auf den ersten Blick pleochroitische Höfe zu erkennen glaubt. Die Erscheinung gleicht völlig derjenigen, die im Säckinger Granit beschrieben worden ist.

Alle Individuen sind zonar struiert. Von innen nach außen wechselt die Farbe von farblos bis bläulich zu gelblich bis braun. Unter dem Bahnhof fand sich ein Individuum, das im Schnitt $\perp c$ auf einer Strecke von 1 cm 98 Zonen erkennen läßt. Die Farbänderung vollzieht sich dabei rhythmisch. Der Rhythmus beginnt mit hellbraunen Zonen, die nach außen dunkler werden, bis ein dunkles Braunschwarz erreicht ist, hierauf beginnt der neue Rhythmus ebenfalls wieder mit hellbraun. Dies wiederholt sich mehrere Male, wobei der große Rhythmus in gleichmäßige, kleinere und schwächere unterteilt sein kann. Nach außen ist der Beginn immer dunkler. Die Umgrenzungsflächen sind zahlreich (Prismen), viele verschwinden, doch bleibt der von Anfang an hexagonale Querschnitt meist erhalten. Die Individuen sind oft mehr oder weniger $\perp c$ rissig, oft stark poikilitisch und umfassen Quarz oder Feldspat. Zerbrochene Stücke, oft wenig verlagert, sind mit wasserklarem, homogenem Quarz nachträglich verkittet (Fig. 16). Die Umgrenzung der meisten Turmaline ist ziemlich glattrandig, aber in einzelnen Fällen beobachtet man (in Schnitten $\perp c$), ausgehend von diesem glatten Rand, eine wahrscheinlich nachträgliche Wucherung von Turmalinsubstanz, welche den angrenzenden Feldspat durchsetzt und heller gefärbt ist als die eigentliche Randzone des Turmalins. Es ist möglich, daß hier ein Eutektikum zwischen Feldspat und Turmalin vorliegt.

Interessant ist das Auftreten von Turmalin in einem Rutschharnisch im Murgtal in den Felsen N.-W. der Lochmühle. Unter der schwarzen Spiegelfläche findet sich eine kaum einen cm dicke Lage mit Quarz, völlig durchschwärmt von einem Filz feiner Turmalinnädelchen. Der auftretende Quarz enthält wieder Ketten von Poren. Die Turmaline

sind teilweise gebogen, immer zonarstruiert, mit breiter, hellbrauner Innenzone und ganz schmaler dunkler Außenhaut, sodaß sie makroskopisch durchscheinend sind. Die Längsschnitte sind schlank zugespitzt, ohne gute Endflächen.

In vielen Fällen nun läßt sich schon makroskopisch eine Zersetzung der Turmaline erkennen. U. d. M. ergeben sich daraus sehr schöne Bilder. Risse, welche auch in frischen Individuen auftreten, erweitern und vermehren sich, zugleich erhalten sie eine Füllung von Limonit, wodurch das erdige Aussehen stark zersetzter Turmaline entsteht. Mehr oder weniger unabhängig davon bildet sich in einzelnen Individuen ein weißer Glimmer aus, oft in langen Fasern (nach den optischen Eigenschaften Muskovit), welcher ganz schwach pleochroitisch ist ($\epsilon > \omega$) und der sich in allen Richtungen, jedoch vornehmlich \parallel und $\perp c$, deutlich aus der Turmalinsubstanz entwickelt. Das geht so weit, bis ein Maschenwerk aus Glimmer gebildet ist, in dem nur noch einzelne Fetzen von frischem Turmalin schwimmen. Die Glimmerblättchen durchschwärmen sogar den andrängenden Quarz (wahrscheinlich auf immer vorhandenen, mikroskopischen Spalten im schon auskristallisierten Quarz). Zerbrochene Partien im Turmalin sind wie gewöhnlich mit Quarz verheilt, in den hinein neugebildete, ganz kleine, scharfe Turmalinsäulchen gewachsen sind. Die Zerbrechungen haben aber auch Umlagerungen von Turmalinsubstanz verursacht.

G. Tschermak (89) beschreibt ähnliche Erscheinungen aus Bodenmais und Freiberg und deutet sie als Umwandlungserscheinungen, wobei Bor und Al fortgeführt und z. T. durch Na oder K ersetzt worden ist, ebenso K. Dieroff (19) an den Turmalinen aus Pegmatiten von Neudeck.

In einem Handstück eines Turmalinpegmatites aus dem Sprengschutt vom Unter-Bahnhof fanden sich eigenartige rote Flecken, die z. T. noch Kerne unzersetzten Materials erkennen lassen. U. d. M. erweisen sie sich als Andalusite. Der Andalusit findet sich in wenigen Individuen von ziemlich idiomorpher Gestalt in etwas unter Feldspatgröße in Zügen geordnet und z. T. randlich fast völlig in Muskovit umgewandelt, wobei Limonit auftritt und die roten Flecken erzeugt. Die Spaltbarkeit ist gut sichtbar. Einzelne Querschnitte zeigen deutlich die Lage parallel (110). Die Verwechslung mit dem ähnliche Umwandlung zeigenden Cor-

dierit ist leicht möglich, doch deuten alle bestimmbaren optischen Eigenschaften und die gute Spaltbarkeit auf Andalusit. Einen ganz schwachen Pleochroismus mit der Absorption $n\beta > n\alpha$ findet man in Schnitten (100).

Bezeichnend ist in diesen Schliffen außerdem die Häufigkeit des Muskovites, der in kleinen, fast sericitischen Blättchen bis Fäserchen die Feldspäte gerne den Perthitlamellen entlang durchdringt, oft aber die Feldspäte stellenweise verdrängt.

Akzessorien sind äußerst spärlich. Zirkon wird selten, aber dann in einzelnen größeren Individuen getroffen. Granat sieht man vereinzelt in den Gängen unter dem Bahnhof. Makroskopisch sind es 1 mm große, frisch leuchtendrote Knöpfchen. U. d. M. findet man sie in langen Ketten vereinigt, welche mit Quarz, selten mit Turmalin vergesellschaftet, die großen Quarze und Feldspäte auf Korrosionskanälen durchziehen. Granat ist meist sehr gut idiomorph, die Form des Deltoidikositetraeders herrscht weitaus vor, selten ist sie kombiniert mit dem Rhombendodekaeder. Die Deltoidflächen zeigen makroskopisch eine Streifung parallel der größten Diagonale. Die Granate haben keine Einschlüsse, optische Anomalien fehlen ganz. Die Größe schwankt von $\frac{1}{10}$ bis 1 mm. Die Farbe und die Lichtbrechung deuten auf Almandin. Orthit findet sich in mit Limonit überdeckten, ziemlich gut geformten Körnern im gleichen Handstück, das auch Andalusit führt, und verursacht makroskopisch ebenfalls rote Flecken. Die Spaltbarkeit ist ziemlich deutlich.

In der Hauptsache hat man es also mit typischen Turmalin-Muskovitpegmatiten zu tun. Das vereinzelte Vorkommen von Andalusit dürfte wohl auf lokaler Anreicherung von Al beruhen; das Auftreten von Granat hängt eng mit der geologischen Stellung der Pegmatite (Injektion) zusammen und kann deshalb erst bei der Besprechung der Injektion untersucht werden.

B. Weiße Intrusion.

III. Die weißen Aplite.

Weißer aplitischer Gänge kennt man etwa ein Dutzend, meist unter 1 m dick, von der Gegend unter dem Laufplatz bis Brücke linksrheinisch und unter dem Bahnhof

rechtsrheinisch. Im übrigen Hotzenwald wurden keine gefunden.

Sie zeigen in Struktur und Mineralbestand weitgehende Ähnlichkeit mit den entsprechenden Varietäten der roten Aplite, weshalb die Beschreibung kurz gefaßt werden kann.

Makroskopische Ausbildung: Die Farbe ist weiß bis blaßrötlich; die Struktur ist immer feinkörnig (Korn 1—3 mm) und sehr homogen. Der Mineralbestand ist zusammengesetzt aus weißen Feldspäten, Quarz und Biotit; letzterer tritt oft in idiomorphen Blättchen von 1—2 mm Größe und typischer Meroxenfarbe auf. Größere Mengen Biotit finden sich putzenförmig am Kontakt mit Gneis (Fig. 3, Taf. II). In gleicher Ausbildung wie in den roten Gängen, aber etwas häufiger, wird der Granat angetroffen. Die Textur ist völlig massig.

Die mikroskopische Ausbildung.

Mineralbestand: Quarz, Mikroklin, Oligoklas-Oligoklasalbit, seltener Albit. Biotit (Orthoklas).

Akzessorien: Apatit, Zirkon, Magnetit.

Übergemengteile: Turmalin, Granat, Muskovit, Hornblende (Sericit, Chlorit).

Die Ausbildung der Gemengteile ist im allgemeinen allotriomorph, die Formen gleichen weitgehend denjenigen in den roten Apliten. Beginnen wir mit der Besprechung:

Der Quarz ist meist schwach undulös, an Menge tritt er oft hinter den Feldspat zurück, meist hat er lappige bis gezackte Formen, doch daneben auch mehr granitische. Einschlüsse sind selten; als Tropfenquarz ist er nur in Kontakten häufiger zu finden.

Der Kalifeldspat ist sozusagen immer Mikroklin, Orthoklas ist selten. Die Mikroklingitterung erscheint da und dort, oft tritt sie verschwommen und nur fleckenweise auf. Die seltenen Zwillinge sind nach dem Karlsbadergesetz ausgebildet. Die Form, namentlich der gegitterten Feldspatindividuen, ist sehr schlecht, oft existieren nur noch ganz willkürlich geformte Reste einstiger, zusammenhängender Individuen.

Der Plagioklas spielt eine große Rolle, er hat immer die besten Formen. Es gibt Gänge, die fast idiomorphe Individuen führen, sodaß im Verein mit Biotit und dem dann etwas besser geformten Quarz eigentliche Gang-

granite entstehen. Der Plagioklas ist meist ein dem Oligoklas nahestehender Oligoklasalbit, doch fanden sich auch Übergänge bis zu Oligoklas-Andesin und umgekehrt zu Albit. Festzuhalten ist die Tatsache, daß der Plagioklas basischer ist als in den roten Apliten. Abgesehen von stellenweiser Sericitisierung, ist er frei von Einschlüssen. Die Sericitisierung beginnt im Innern, ergreift oft die ganze Fläche, während die randliche Partie, scharf pinakoidal abgegrenzt, noch völlig frisch ist.

Der Biotit kommt in allen weißen Apliten vor, aber immer nur in geringen Mengen, und zeigt den Pleochroismus schmutzig-blond zu tiefbraun, vielfach ist er verunreinigt durch Fe-Ausscheidungen. Wo er mehr als akzessorisch auftritt, läßt sich die Herkunft aus dem Gneis nachweisen; man sieht direkt mehr oder weniger völlig resorbierten Gneis im Pegmatit schwimmen. Dieser Biotit hat einen anderen Pleochroismus, nämlich von blond zu hellbraun, und ist vielfach chloritisiert. Basisschnitte durch den primären Glimmer zeigen Formen, die Gutzwiller (34) für extreme Fälle dendritisch nennt und die an ein zerfressenes Laubblatt erinnern. Die Chloritisierung ist gerade unter dem Bahnhof ziemlich fortgeschritten, wobei die zerfransten Blättchen mit Limonit bedeckt sind. Pleochroitische Höfe treten selten auf.

Turmalin ist den weißen Apliten fremd, in zwei Fällen fand er sich entsprechend wie in den roten Apliten, nämlich in einem etwas rötlichen Aplit unter Bahnhof und in einem Handstück aus dem Sprengschutt, das noch Granat führt. In letzterem Fall zeigt er Zersetzung mit Muskovitbildung, zugleich ist das der einzige Fall, wo Muskovit in weißen Apliten auftritt. Beide Gesteine kann man als Übergänge zu den roten Apliten betrachten; sie zeigen, daß rote und weiße Intrusion einander ziemlich nahestehen.

Das Vorkommen von Granat verdient etwelche Aufmerksamkeit im Hinblick auf die später zu besprechende Zuordnung der weißen Aplite. Der Aplit (214) vom Niederhügen bei der Brücke mit ziemlich großem Korn hat etwas Gneis resorbiert und zeigt in dieser Resorptionsstelle eine ziemliche Menge blaßrötlichen Granates. Im reinen Aplitanteil ist letzterer aber selten. Ein kleiner (1 dm) Aplitgang unter dem Bahnhof resorbiert ebenso etwas Glimmer und zugleich Granat, dieser ist makroskopisch sichtbar, röt-

lich, 2 mm groß und vom Deltoidikositetraeder begrenzt. Daneben finden sich hin und wieder in den Handstücken bis 3 mm große, rötliche Granate, ohne sichtbare Beziehung zu Gneis. In der Hauptsache ist das Auftreten von Granat an Kontakte mit Gneis gebunden, er muß als ein Kontaktprodukt betrachtet werden. E. Fischer (24) schreibt, daß die Aplite des Gerentales im W.-Gotthardmassiv oft sehr granatreich seien.

Hornblende in grünen, poikilitischen Individuen genau derselben Art, wie in den Amphiboliten, findet sich in einem weißen Gängelein unter der Brücke, das bei der Intrusion Amphibolit durchschlagen hat. Mit der Hornblende wurde auch massenhaft wohlgeformter Apatit und etwas Magnetit aufgenommen.

Im übrigen sind Apatit, Magnetit und Zirkon selten. Für die weißen Aplite sind also charakteristisch: Quarz, Mikroklin (Orthoklas), Oligoklas-Oligoklasalbit und Biotit. Strukturell lassen sie sich auf die Gruppen I 2 a und I 1 verteilen. Die Verzahnung geht nicht so weit wie in den roten Apliten. Sie stehen dem Granite etwas näher.

IV. Die weißen Pegmatite.

Der Mineralbestand ist wie in den weißen Apliten, nur tritt Plagioklas oft ganz zurück, dadurch nähern sie sich den roten Pegmatiten. Das Korn ist ziemlich groß (meist 3—5 cm bis 1 dm). Die Ausbildung der Komponenten ist gleich wie in den roten Pegmatiten. Der vorhandene Plagioklas steht an Güte der Form dem Kalifeldspat nach. Der Mikroklin beherrscht das Feld, er zeigt oft typische Gitterung. Myrmekeit und eutektische Erscheinungen werden häufiger. Wie in den roten Pegmatiten, aber oft noch extremer, treten hier die Erscheinungen der Albitführung und der Korrosionszonen auf. Zwei Typen unter den weißen Pegmatiten mögen hervorgehoben werden.

1. Weiße Turmalin-Pegmatite.

Typus Hohwand.¹⁵⁾

Sie sind meist weiß gefärbt, zeigen aber auch etwas rötliche Kalifeldspäte. Das Korn ist sehr groß (1 dm). Sie führen viel Biotit in groben Fasern. Die Struktur ist

¹⁵⁾ Siehe Karte Fig. 4.

gleich wie bei II 2. Ein hierher zu rechnender Pegmatit von der Hohwand enthält das schönste Turmalinvorkommen von Laufenburg. Der Turmalin ist in faustgroßen, völlig frischen, glänzend schwarzen Aggregaten von ditrigonalem Habitus vorhanden, im Schliff übrigens sonst genau wie in den roten Pegmatiten ausgebildet.

Perthite sind sehr häufig, ihre Albitanteile wurden in einigen Fällen gemessen und zu 14,8 Gew. % *ab*; 24,5 % *ab*; 29,8 % *ab*; 33,7 % *ab* gefunden. Das Mittel beträgt also 25,7 % *ab*. 14,8 *ab* : 85,2 *or.* entspricht der typischen Mikroklinzusammensetzung nach E. Mäkinens (51) statistischer Berechnung.

Daneben tritt wiederum die sekundäre Albitführung sehr schön in Erscheinung. Die Albitisierung (siehe auch Fig. 4, Taf. I) hat auch den Albitanteil der Mikroklinperthite ergriffen. Ganze Streifen zeigen kleine, frische Albite mit Albitlamellierung. Die Form der Perthitlamellen bleibt im ganzen unverändert, aber dann und wann wird der Rand zackig und die neugebildeten Albitchen greifen in den Mikroklin hinüber. Daneben finden sich Drusen mit wunderbaren frischen Albiträndchen (Fig. 7, Taf. I) und regellose Kanäle in den Mikroklin hinein, ebenfalls mit Albiten erfüllt. Der Nachweis, daß hier auch Kalifeldspat neu gebildet worden ist, ist sehr schwer zu führen, da die Individuen zu klein sind. Hier handelt es sich in der Hauptsache um eine Neubildung von Albit. In einem anderen Gange sieht man die Korrosionszone wieder deutlicher, wobei aber hervorzuheben ist, daß der Plagioklas völlig unbeeinflußt und frei von dieser Erscheinung ist, während Quarz sie zeigen kann. Man trifft hier aber auch etwas größere unregelmäßige Plagioklase (oft ohne Lamellen), die bereits Myrmekit entwickeln und die konvexe Seite dem Kali-Feldspat zukehren. Myrmekitführende Pegmatite haben auch Tropfenquarz. Sie werden uns bei den Injektionsgneisen wieder begegnen.

2. Weiße Biotit-Pegmatite.

Sie zeichnen sich vor allem durch ihren eigenartigen Biotit aus. Dieser tritt in großen, bis mehrere cm langen Fasern (z. T. diese Form auch auf der Basis zeigend) auf. Die Formen und Verteilung gemahnen an ein loses, di-

vergentblättriges Aggregat (Fig. 15, 16, Taf. II). Die Fläsern setzen häufig durch mehrere Individuen von Quarz und Feldspat oder beide zugleich hindurch, sie laufen vielfach in Spitzen aus. Dabei ist dieser Glimmer stark dunkelbraun und hat einen kleinen Axenwinkel. Er tritt nur in Kontakten von Gneis oder Gneiseinschlüssen auf. Diese Pegmatite zeichnen sich dabei durch abrupten Kornwechsel aus. Aplit ist verschweißt mit Pegmatit. Alle Komponenten sind extrem verzahnt (Fig. 16, Taf. II). In Stellen, wo der eingeschlossene Gneis stärker resorbiert wird, findet man neben Tropfenquarz auch häufig Myrmekit.

Zur Erklärung dieser eigenartigen Biotitagggregation müssen Beobachtungen herangezogen werden, die z. T. erst bei den Injektionsgneisen beschrieben werden können. Wir haben gesehen, daß dieser lose, divergentblättrige Biotit an Kontakte mit Gneis gebunden ist. Nun tritt hier auch häufig Tropfenquarz, und, was besonders wichtig ist, Myrmekit auf. Bei der Myrmekitbildung (siehe Kapitel Allgemeine Erscheinungen der Injektion) wird nun Kali frei und an diesem Punkt kann die Erklärung der Entstehung unseres Biotites einsetzen. Er dürfte sich demnach folgendermaßen gebildet haben: An einzelnen Stellen ist durch die Myrmekitbildung und Albitisierung ziemlich viel Kali frei geworden und um solche Punkte entwickeln sich nun radial sich lagernde Biotite (Rosetten). Die Enge des Raumes gestattete nur das Wachstum in einer Richtung, so entstanden die langen Fläsern. Die Schmelzlösung bleibt aber nicht ruhig, ständig bestehen Strömungen, welche die Rosetten lockern und auseinanderziehen, die Erstarrung fixiert dieses Stadium der lose divergentblättrigen Biotite. Im speziellen kann aber die Bildung einzelner dieser Glimmerfläsern sehr wohl in späteren Stadien der Gesteinsverfestigung vor sich gegangen sein, da die Myrmekitbildung ebenfalls in dem vielleicht völlig erstarrten Gestein von statten geht; das frei werdende Kali sammelt sich auf Klüftchen in den Feldspäten etc. und in diesen bildet sich dann der Glimmer.

C. Pressungserscheinungen an Apliten und die Struktur von Quarzgängen.

Einzelne Aplitgänge führen sehr viel Quarz, der sich in mehreren dm messenden Nestern ansammelt und dann eine

typische Struktur aufweist, welche öfters von Pressungen beeinflusst ist.

Im randlichen Teile eines etwas rötlichen Aplites vom Hügen zeigen sich z. B. folgende zwei Arten von Gangquarz. a) Eine milchigweiße, teilweise ziemlich klare Masse; sie ist durchklüftet, auf den Klüften mit Limonit bedeckt, der Bruch ist unregelmäßig splittrig. U. d. M. findet man ein schwachlagiges, nesterweise gleiche Orientierung zeigendes Quarzgemenge, bestehend aus Individuen von 0,75—1,25 mm Größe, die sehr stark ineinander verzahnt und schwach undulös sind. Parallelscharen von Gaseinschlüssen, welche oft auf angrenzende Individuen übergreifen, treten auf. b) Im selben Gange hat man, als eine Art Weiterbildung des Stadium a), eine Lage von grauem, fettglänzendem, sehr dicht hornsteinartigem Quarz, dessen Individuen eine gleichmäßige Größe von 0,05—0,15 mm zeigen. Sie sind deutlich lagig geordnet und liegen mit c in der Schieferung; parallel dieser finden sich Ketten von Albit und Klüfte mit Hämatit und Limonit. An diesen Klüften müssen weiter Zerreibungen stattgefunden haben, der Quarz ist dort bis zur Staubfeinheit zerrieben. Im übrigen haben hier die Quarze nunmehr rundliche Formen. Ohne Zweifel ist dieses Stadium durch nachträgliche Pressung aus dem ersten entstanden und das erste hat sich im Druckschatten erhalten.

Am Schloßberg findet sich, gerade am Fuße der Ruine, ein saigerer Quarzgang, an dem Vertikalbewegungen stattgefunden haben (siehe Karte). In diesem Gang findet man stellenweise Limonitnester, die durch Verwitterung von Erzen entstanden sein mögen. U. d. M. zeigt nun der Quarz ein verzahntes Gemenge von bis 0,5 cm großen Individuen, die alle durch Kataklase eine Andeutung von Mörtelung erhalten haben. Eine weitere Pressung würde den Gangquarz a) auf voriger Seite ergeben. Es ist leicht ersichtlich, daß dann nesterweise, eben entsprechend der Größe des ursprünglichen Individuums, die Orientierung eine gleiche sein kann.

Pressungen am Kontakt von Aplit und Kersantit ergeben Breccien, welche oft zu eigentlichen Quarzbreccien führen,¹⁶⁾ sofern wie am Gang 122 in der Enge (Kaltes

¹⁶⁾ Schliffe aus der Sammlung Bodmer-Beder durch eine Quarz-

Brünnli) sekundär Quarz infiltriert worden ist. P. Niggli fand ein Vorkommen in der Gegend vom Schöffigen, wo die Quarzbreccie streng die Gangmitte einhielt und der ganze Aplit nachher noch verworfen worden ist.

Die Pressungen haben auch ganze Aplite ergriffen und zu eigentlichen Kataklasiten geführt, die makroskopisch recht granulitähnlich streifig sind.

Im Gebiete der Brücke zeigt dies ein Aplit (224) sehr schön. Der Schliff umfaßt im Profil: Gneis, unveränderten Aplit und gepreßten Aplit. Die unveränderte Zone ist im Schliff 0,5 cm breit und enthält einen grobkörnigen Aplit mit Mikroperthit, Plagioklas und viel Quarz, alles in normalen Größenverhältnissen. In der Pressungszone sind alle diese Individuen ungefähr von gleicher Größe, elliptischer Form und immer von einem feinen Saum von Gereibsel umhüllt. Geht die Pressung weiter wie im Gange 226, so wird diese Reibselmasse größer, die restlichen großen Individuen schwimmen in einem Brei zerriebenen Materials und haben glatte, rundliche bis ovale Formen. Schon die Anfangsformen solcher Kataklasränder sind völlig verschieden von den Bildern, die früher als Korrosionserscheinungen beschrieben worden sind.

Solche Gesteine dürfen an und für sich als Granulite bezeichnet werden, ihr spärliches Auftreten, ihre geologische Stellung, sowie die Übergänge in normale Aplite lassen aber eine Abtrennung von diesen als unnötig erscheinen.

D. Die chemischen Verhältnisse der Aplite und Pegmatite.

Die roten Aplite (Tabelle 2).

Analyse Nr. 3, der Turmalinaplit (Anal. P. Niggli), entspricht mineralogisch den aplitischen Partien der Turmalinpegmatite „unter Bahnhof“.

Analyse 7 (Anal. Suter) stammt von der normalen Partie der Turmalinpegmatite unter dem Bahnhof. Es wurde ein ganzes Handstück pulverisiert.

Die Niggliwerte der Analysen 3 und 7 zeigen in sich einen Unterschied von 60 Einheiten und zwar ist der Aplit bei weitem das saurere Gestein. Einschneidend sind die Veränderungen, welche f_m und c erleiden. An dem hohen

breccie von Vormberg bei Bad Sinzheim (Baden), gleichen oben beschriebenen bis auf das letzte Detail.

Tabelle 2. **Analysen der sauren Gänge von Laufenburg.**
Gew. %

Nr.	Rote Aplite				Weiße Aplite				
	4 si 459	6 si 448	7 si 421	8 si 410	9 si 389	10 si 374	11 si 369	12 si 233	13 Kalifeldsp.
SiO ₂	74.70	75.07	72.69	73.36	72.63	71.88	71.09	61.42	64.45
TiO ₂	0.30	Spur	Spur	Spur	Spur	0.51	0.08	1.18	—
Al ₂ O ₃	14.12	13.22	15.07	14.59	15.29	15.23	14.68	16.76	18.34
Fe ₂ O ₃	0.58	0.49	1.60	1.13	0.50	0.32	1.73	3.05	0.26
FeO	0.48	0.50	0.48	0.47	0.34	1.56	0.43	2.06	0.03
MnO	0.01	0.02	0.07	0.07	0.01	0.03	—	—	—
MgO	0.27	0.27	0.12	0.23	0.65	0.31	0.41	1.72	0.15
BaO	0.08	—	0.08	—	—	0.12	—	—	0.07
CaO	0.55	1.20	0.66	1.28	0.98	1.44	1.26	4.55	0.99
Na ₂ O	3.17	3.93	2.47	3.53	2.97	4.26	3.78	3.19	1.82
K ₂ O	4.67	4.19	5.37	4.43	6.48	3.90	5.25	3.05	13.87
H ₂ O +	0.67	0.30	0.39	0.59	0.40	0.37	} 0.99	}	0.24
H ₂ O -	0.00	0.05	0.08	0.06	0.06	0.18			0.02
P ₂ O ₅	0.19	0.29	0.51	0.43	0.11	0.19		0.54	0.13
		S ₂ 0.17 As 0.11	B ₂ O ₃ 0.26						
Summa	99.79	99.81	99.85	100.17	100.42	100.30	99.70	100.05	100.37
Analytiker	S	H	S	H	S	S	N	N	
Dichte s =	2.62	2.60	2.61	2.64	2.62	2.62			

Die saure Differentiation im Südschwarzwald.

Tabelle 3.

si	al	fm	c	alk	k	mg	c/fm	Schn.	ti	p	h	Nr.	Magma	Analytiker	
481	52	6	0	42	0.26	0.13	0.00	I	—	—	—	3	trondhjemtisch	P. Niggli	Turmalinaplit, Laufenburg
459	51	8	4	37	0.49	0.32	0.50	IV	37	1.5	14	4	aplitgranitisch	H. Suter	Aplit rot, Schäßfigen, Laufenburg
448	46.5	7	8	39	0.41	0.35	1.05	VI	—	0.7	19	6	"	L. Hezner	Aplit weiß, Laufenburg
425.5	46.5	11.5	7.5	34.5	0.61	0.26	0.64	IV	1.6	1.9	17	2	"	H. Suter	Aplitgranit, Häfelen, Säckingen
421	51.5	10.5	4.5	33.5	0.59	0.10	0.43	IV	—	1.4	9	7	"	H. Suter	Turmalinpegmatit, Unter Bad. Bahnhof, Laufenburg
410	48	9	8	35	0.46	0.22	0.81	V	—	1.0	12	8	"	L. Hezner	Aplit rot, Laufenburg
389	48	9	5.5	37.5	0.59	0.60	0.65	IV	—	0.3	8	9	aplitgr.-engad.	H. Suter	Aplit weiß, Laufenburg
374.5	46.5	10.5	8.5	34.5	0.37	0.23	0.79	V	1.9	0.3	9.5	10	"	H. Suter	"
371.5	49	10	6.5	34.5	0.64	0.24	0.67	V	0.3	—	14	—	"	"	Granit, Wehratal
369	45	12	7	36	0.48	0.27	0.60	IV	0.3	—	17	11	"	P. Niggli	Aplit weiß, Laufenburg
287.5	36	20	11	33	0.39	0.55	0.53	IV	1.9	1.0	14	1	granosyenitisch	H. Suter	Randfacies des Albtalgranites, Schöpfebach, Säckingen
270	38	25	12	25	0.42	0.52	0.47	IV	2.5	—	11	1	normalgranitisch	H. Hirschi	Albtalgranit, Tiefenstein
233	37.5	25	18.5	19	0.39	0.39	0.74	V	3.4	0.9	—	12	opdalitisch	P. Niggli	Syenitgang, Laufenburg
217	33	30.5	16.5	20	0.41	0.50	0.54	IV	0.9	—	12	—	"	Erdmannsdorffer	Amphibolgranit, Wehratal
419	49	9	6	36	0.59	0.29	0.73	V	0.6	0.9	—	—	aplitgranitisch	Mittel der Laufenburger Aplit	
409	48	10	6.5	35.5	0.59	0.39	0.71	V	0.7	0.8	—	—	"	obiges Mittel + Randfacies si 287.5	
292	38	23	12	27	0.47	0.59	—	IV	1.45	0.79	—	—	granitisch	Mittel Lamprophyre + Aplit	

fm von Analyse 7 mag z. T. die Hämatitführung des Pegmatites schuldig sein.¹⁷⁾ Das massenhafte Auftreten des fein verzwilligten albitischen Feldspates hat auch das c etwas hinaufgedrückt. Doch ist es gleichwohl noch viel geringer als im Turmalinaplit von Heidelberg, der ebenfalls einem verwandten Schwarzwaldgranit entstammt und in den übrigen Werten gute Übereinstimmung zeigt. Der B₂O₃-Gehalt von 0,26 % scheint etwas niedrig zu sein.

Analyse 4 (Anal. Suter): Roter Aplit von der Baugrube Schöffigen, grobkörnig, mit viel muskovitisiertem Biotit, Quarz, Albit und Mikroklin. Die Struktur repräsentiert einen Übergang von panidiomorph zu allotriomorph.

Analyse 6: Weißer Aplit vom Niederhügen, Laufenburg (Anal. L. Hezner). Dieser Aplit gehört mikroskopisch und chemisch zu den roten Apliten und stellt einfach ein Glied dar, in dem die Hämatitausscheidung oder Limonitierung unterblieben ist.

Analyse 8: Roter Aplit, Schöffigen (Anal. Hezner), mittelkörnig mit ziemlich großem sekundärem Muskovitgehalt.

Der Chemismus dieser roten Aplite ist bei hohen Si-Werten normal granitaplitisch.

Die weißen Aplite (Tabelle 2).

Analyse 11 (Anal. Hezner): Weißer Aplit vom Hügen, Laufenburg. Schweizerufer normaler weißer Typus, mittelkörnig.

Analyse 9 (Anal. Suter): Weißer Aplit, Laufenburg, Brücke, als Gänge in den Gneis durchsetzend. Sehr quarzreich, viel Mikroklin. Plagioklas tritt zurück.

Analyse 10 (Anal. Suter): Weißer Pegmatit, Brücke Laufenburg. Typus der weißen Pegmatite mit lose divergentblättrigem Biotit. Gegenüber den anderen weißen Apliten ist Fe gestiegen (sehr dunkler, eisenreicher Biotit), Kali beträchtlich gesunken (Albitisierung).

Analyse 12 (Anal. Niggli): Syenitischer Gang, Laufenburg.

Analyse 13 (Anal. Suter): Rötlicher Mikroklin aus Pegmatit unter der Brücke Schweizerufer. Hellblau-

¹⁷⁾ Hämatit tritt auf sehr feinen Klüften in diesen roten Apliten und Pegmatiten unter Bahnhof und ebenfalls in den von ihnen durchaderten Gneisen auf.

rötlich, stellenweise weiß oder mit Stich ins Grau. Auf (001) ergibt na 16° Auslöschung gegen die Spur der (010) Spaltung. Selbst in dicken Blättchen ist die perthitische Ausbildung sichtbar als Farbwechsel (Albit weiß). In dünnen Spaltblättchen kann man auch deutlich die Mikroklingitterung wahrnehmen.

Der Mikroklin, von dem die Analyse stammt, hat eine Länge von über 30 cm bei 10 cm Breite.

Von den drei Hauptgemengteilen der Aplite (Quarz, Kalifeldspat, Plagioklas) ist der Mikroklin analysiert worden. Da er in weißen und roten Pegmatiten gleiche Ausbildung zeigt, kann eine Analyse als Beispiel für den Chemismus des Kalifeldspates aller Pegmatite von Laufenburg gelten. Seine Analyse und die Niggliwerte geben folgendes Bild:

si 281, al 47, fm 2, c 4,5, alk 46,5.

k 0,83, mg 0,51, c/fm 2,5, Schnitt VIII.

Er steht dem Mikroklinperthit aus dem Granitpegmatit von Tammela (62), sehr nahe, hat etwas höheres c und mg. Er entspricht 81 % or. 15 % ab. 3,8 % Anorthit + Celsian.

Mäkinen (51) gibt in seiner Zusammenstellung über pegmatitische Feldspäte für einen Mikroklinperthit aus dem grobkörnigen Granitgange von Birkenau, Baden, an: 80% or. 17 % ab., 3 % an. und für einen Kalifeldspat aus einer grobkörnigen Ausscheidung im Schapbachgneis 78% or., 21% ab., 1 % an. Wie man sieht, steht der Laufener Feldspat nicht allein da, er scheint einem bekannten Typus granitpegmatitischer Kalifeldspäte anzugehören.

Der Chemismus der sauren Gänge (Tabelle 3).

Die meisten Werte gruppieren sich direkt um den Typus des aplitgranitischen Magmas (siehe Lit. 62, p. 108). Erwähnt werden mag, daß die k-Werte im ganzen recht niedrig sind, daß also die Aplite ziemlichen Na-Reichtum besitzen. Auch engadinitische Magmen sind vertreten. Bezeichnenderweise ist es gerade ein weißer Aplit (si 369), der hierher gerechnet werden kann; sein hohes fm dürfte dem Biotitgehalt entspringen. Das fm, welches die rote Farbe der Aplite bedingt, tritt überhaupt kaum in Erscheinung. Die weißen Aplite schließen in allen Werten an die roten an. Die Unterschiede zwischen ihnen sind gering. si ist kleiner in den weißen, mg dagegen höher, was im Biotitgehalt zum Ausdruck kommt. Auch c scheint höher zu sein (ver-

mehrter Anorthitgehalt der Plagioklase). Einen Unterschied sucht man vornehmlich im *fm*-Gehalt, da scheint es, daß in den roten Apliten Fe^{III} etwas höher ist als allgemein in den weißen. Die Gesamtsumme von $Fe^{III} + Fe^{II}$ ist aber kaum verschieden. Die rote Farbe rührt ja, wie früher erwähnt, von Limonit oder Hämatit her. Das Fe der weißen Aplite steckt im Biotit, während gerade bei den roten die Biotite, sofern sie überhaupt primär sind, meist sekundär muskovitisiert wurden, wobei Fe als Limonit zur Ausscheidung kam.

Jedenfalls gehören weiße und rote Aplite dem gleichen Magma an; die weißen stehen dem granitischen Magma näher als die roten.

Der fast konstant gefundene Ba-Gehalt ist ziemlich gering, er geht wohl als Celsian in den Feldspat hinein und dürfte als provinziales Merkmal¹⁸⁾ gebucht werden. Wichtig ist, daß Ba auch in einzelnen Gneisen wiederum auftritt.

Die durch einfaches Dividieren erhaltenen Mittelwerte (siehe Tabelle 3) sind ebenfalls normal aplitgranitisch und zeigen, daß insgesamt die Laufenburger Aplite nicht übermäßig sauer sind.

In der Hauptsache sind es also hohe *al*-, *alk*- und *si*-Werte neben niedrigem *c* und *fm*, welche die Laufenburger und die Aplite des südlichsten Schwarzwaldes auszeichnen. Die Alkali-Feldspatmoleküle müssen im Mineralbestand eine überragende Rolle spielen, daneben ist immer eine geringe Menge P_2O_5 als Apatit zu verrechnen, dies zeigt deutlich die Normberechnung.

Im Diagramm (Fig. 17) wurde die gewöhnliche *si*-Zahl¹⁹⁾ als Abszisse benützt, als Ordinaten wurden die Normwerte für Quarz, Orthoklas, Albit, Anorthit und Hypersthen oder Mg-Silikat eingetragen. Normativ ist immer Magnetit und etwas Sillimanit vorhanden.

Die Berechnung des normativen Mineralbestandes erfolgte nach der von Niggli (62) angegebenen, gegenüber den Amerikanern wenig veränderten Methode.

¹⁸⁾ Allerdings nur vorläufig, da Ba in den meisten heutigen Aplitanalysen vernachlässigt worden ist. Nach einer gütigen Mitteilung von J. Jakob führen die rötlichen, hercynischen Granitporphyre im Tessin kein Ba.

¹⁹⁾ Die Benützung der Quarzzahl als Abszisse ergibt kein klareres Bild. Die Zahl selbst schwankt zwischen 50—220.

Alle berechneten Gesteine wurden auf ein Diagramm genommen, sodaß man von niederem *si* bei Graniten über die weißen Aplite zu hohem *si* bei den roten Apliten gelangt. Der Verlauf der Kurven ist nicht ganz einsinnig. Die Quarzkurve verläuft ziemlich gleichmäßig ansteigend von etwa 20 % bei Granit zu 40 % bei den roten Apliten. Die Albit-Kurve erreicht recht hohe Beträge. Am Anfang liegt sie höher als die Orthoklas-Kurve, sinkt dann unter diese bei den sauersten weißen und mittelsauren, roten Apliten, um dann in den sauersten Gliedern wieder darüber anzusteigen. Die hohen Albitwerte in diesen sauersten Gliedern dürften vornehmlich der Albitisierung zuzuschreiben sein, abgesehen davon, daß die Mikrokline oft stark perthitisch sind.

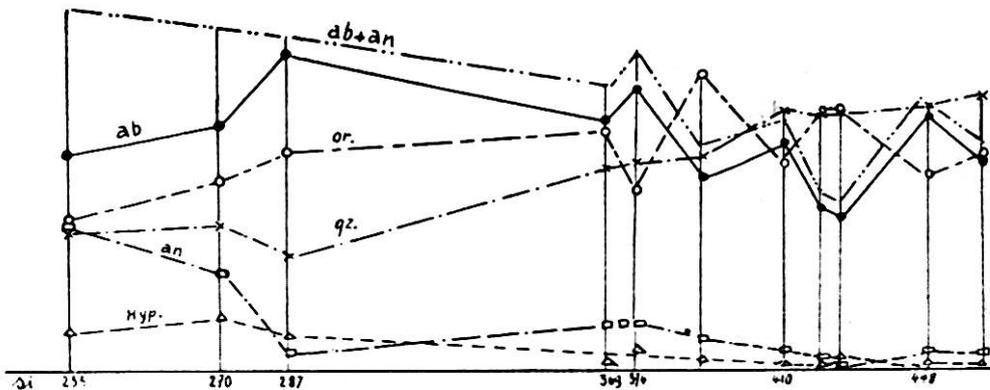


Fig. 17.

Diagramm des normativen Mineralbestandes einiger saurer Gesteine. *or* = Kalifeldspat, *ab* = Albit, *an* = Anorthit, *qz* = Quarz, *Hyp.* = Hypersthen.

Die Anorthit-Linie sinkt ziemlich geradlinig zu geringen Werten (2 %) bei hohem *si*, entsprechend dem Charakter der Plagioklase: Oligoklas-Oligoklasalbit in den weißen bis Albit in den roten Gängen.

Die Linie, welche die Summe Albit + Anorthit, also den Gehalt an Plagioklas anzeigt, bleibt ziemlich konstant, d. h. horizontal, da im Anfang, wo Albit niedriger ist, Anorthit höher ist und am Ende das Verhältnis sich kehrt.

Die Norm des Turmalinpegmatites *si* 421 zeigt bei ungefähr je gleichen Werten von Orthoklas, Quarz und Albit 5 % Sillimanit. Granat- und Andalusitführung machen das verständlich. Im übrigen ist bei dem hohen *al* bemerkenswert das hohe *fm* (siehe auch Turmalinaplit) bei geringem *c*. Doch ist zu sagen, daß der Turmalingehalt keinen Sonderchemismus verursacht.

Typisch für alle Aplite ist, daß die Quarz-Orthoklas-Albit-Mengen nie sehr verschieden voneinander sind, sie differieren max. um 20—30 Einheiten. Auch die Laufener Aplite bestätigen also die in (62), p. 108 als allgemeingültig erkannte Tatsache, daß aplitgranitische Magmen gerne Quarz, Kalifeldspat und Albit zu fast gleichen Teilen liefern.

Der modale Mineralbestand der Laufener Aplite dürfte den Kurvenverlauf der Normbestände nicht stark verändern, um so weniger, als wir ja ziemlich viel, fast rein albitischen Plagioklas haben. Die *an*-Kurve verschwindet, geringe Beträge von *ab*. gehen in die *or*-Kurve. Allerdings ist zu berücksichtigen, daß von den Alkalien geringe Beträge sich mit dem Fe- und Mg-Silikat und Teilen von Sillimanit zu Biotit vereinigen.

Die Analysen zeigen, daß es sich um Gesteine handelt, in denen Quarz und Feldspat die Hauptrolle spielen und die femischen Gemengteile nur untergeordnet auftreten.

Über die Gesamtparagenese gibt in qualitativer Hinsicht die Tabelle auf Seite 172 Auskunft. Deutlich ist aus ihr die Armut an seltenen Erden zu ersehen.²⁰⁾ Sie lehrt in dieser Beziehung nichts Neues, sind doch alle Paragenesen von Kalkalkaliabstammung in dieser Hinsicht recht ähnlich.

E. Zusammenfassung.

Das Gebiet maximalster Intrusion im Hotzenwald findet sich am Laufen in der Rheinschlucht von Laufenburg, wo auf etwa 0,02 km² viele saure und basische auftreten, alle zwischen 1 dm bis 3 cm an Dicke messend.

Der Unterschied zwischen den roten und weißen Gängen besteht hauptsächlich in der Altersverschiedenheit, die rote Intrusion ist älter als die weiße. Die Unterschiede im Mineralbestand und Struktur sind viel geringer.

Die weißen Aplite führen neben Mikroklin einen etwas basischen Plagioklas und Biotit, die roten Turmalin und Muskovit. Granat ist überall selten, wahrscheinlich völlig sekundär.

In der Struktur stehen beide Gangarten einander ziemlich nahe. Die Gemengteile der roten Gänge sind stärker

²⁰⁾ Abgesehen von einem Mineral, das meist in injizierten Amphiboliten auftritt, eine neue Mineralspezies darstellt, aber noch in Untersuchung ist.

verzahnt und feinkörniger als die der weißen. Die weißen Aplite sind im ganzen granitähnlicher. Übergänge kommen vor.

Die Pegmatite unterscheiden sich im Mineralbestand nur dadurch voneinander, daß die roten einen eigenartig äußerst feinverzwillingten Albit führen. Beiden gemeinsam sind Struktureigenheiten.

Der Quarz ist in den Apliten und Pegmatiten recht einheitlich ausgebildet, Tropfenquarz scheint in manchen Apliten häufiger als in den Pegmatiten zu sein. In den Pegmatiten sind dagegen Einschlüsse mit Libellen im Quarz häufiger.

Der Kalifeldspat tritt sozusagen nur als Mikroklin auf, seine Formen sind durch Korrosionserscheinung oft mannigfach abgeändert worden. Eine Gitterung ist nicht immer vorhanden.

Der Plagioklas zeigt noch am ehesten ungefähr pinakoidale Umrise und ist normal eruptiv ausgebildet.

Der Turmalin hat in den roten Pegmatiten hexagonalen, in den weißen ditrignalen Habitus. Farbenunterschiede treten keine auf.

Biotit und Muskovit sind für die Aplite bezeichnender als für die Pegmatite. Muskovit ist fast immer aus Biotit entstanden und scheint oft gleichzeitig mit dem Turmalin gebildet worden zu sein. Die Turmaline müssen ziemlich Fe-haltig sein, es erscheint nicht ausgeschlossen, daß der Biotit der Fe-Lieferant war, und daß das restliche Glimmermolekül zu Muskovit wurde. Dann müßte der Prozeß der Muskovitbildung als pneumatolytisch bezeichnet werden.

Orthit wurde nur in einem Falle gefunden.

Die Färbung der roten Feldspäte beruht auf Einlagerung von Hämatitlamellen oder auf starker Limonitführung und hinterläßt dann keine mikroskopischen Spuren. Sie findet sich bei Kalifeldspat und Plagioklas.

Fischer (25) sagt ebenfalls, daß die Färbung bei Kali- und Kalknatronfeldspat gleichzeitig auftreten kann.

Bezeichnend für die Laufenburger Intrusion sind nun die strukturellen Verhältnisse, die eng verquickt sind mit dem Auftreten von Mikroklin, Turmalin, Muskovit und Hämatit und mit den Beziehungen, welche die sauren Gänge zu den (Injektions-) Gneisen haben. Der minera-

logische und geologische Faktor haben der Struktur der sauren Gänge den Stempel aufgedrückt. Sie ist stark pneumatolytisch beeinflusst und selten mehr normal eruptiv. Sie weist Züge auf, die teilweise eng verwandt sind mit solchen in den Eruptivanteilen der Injektionsgneise. Dies ist um so begreiflicher, als die Pegmatite diesen Eruptivanteil geliefert haben. Zu solchen Erscheinungen gehört teilweise die Bildung des Tropfenquarzes, namentlich aber die des Myrmekites, welcher selbst hauptsächlich im Kontakt mit Injektionsgneisen auftritt, nicht nur im Pegmatit, sondern namentlich auch im Eruptivanteil des Injektionsgneises. Aus diesem Grunde soll seine Entstehung auch erst dann untersucht werden, wenn uns die Beschreibung der Gneise noch weitere Anhaltspunkte geliefert hat.

Die Korrosionserscheinungen und die Albitisierung hingegen sind primäre, der pneumatolytischen Periode der Erstarrung des normalen Ganges zuzuschreibende Phänomene. Sie sind es, welche die Strukturen am meisten charakterisieren.

Die Struktur der Aplite ist sehr allotriomorph, die Gemengteile sind oft sehr stark verzahnt, porphyrische Entwicklung einzelner Gemengteile ist nicht selten.

Die Struktur der Pegmatite ist gekennzeichnet durch ein einfaches, verzahntes Gemenge von Quarz und Feldspat (die anderen Komponenten spielen eine geringe Rolle) und wird beherrscht durch die mannigfachen, gesetzlosen Korrosionen, welche der Kalifeldspat erfahren hat.

Es ist anzunehmen, daß solche Korrosionserscheinungen in den Pegmatiten der hercynischen, petrographischen Provinz weite Verbreitung haben, trotzdem in der Literatur spärlich darauf aufmerksam gemacht wird.

Im übrigen Schwarzwald scheinen solche Strukturen allerdings nicht so häufig zu sein.

Rote aplitische Gänge finden sich im Kinziggebiet nicht selten, werden dort aber meist als Granulite (siehe Kapitel Granulite) bezeichnet. Sie weichen tatsächlich von den Laufenburger Apliten ab; einzelne unter ihnen gleichen in struktureller Beziehung mehr Graniten, andere sind typische Aplite, so z. B. ein Gang im Gneis von Paulischänzle und einer aus dem Steinbruch bei der Kinzigbrücke Biberach; extreme Verzahnung der Gemengteile oder gar Korrosionserscheinungen werden nicht wahrgenommen. Nach den Be-

schreibungen von Lotze (49) scheinen die Aplite des Erstfeldergneiskomplexes ziemlich gut mit denjenigen von Laufenburg übereinzustimmen, unter anderem erwähnt er aus ihnen ebenfalls einen feinverzwilligten Albit.

Die Reihe Granit — feinkörniger Happachgranit — Wehratalgranit — Säckinger Aplitgranit — Triberger Aplite — Laufenburger Aplite zeigt die sukzessive zunehmende aplitische Ausbildung. Eine ähnliche Reihe hat auch Sommer (85) innerhalb der Granitvarietäten der Lausitz aufgestellt.

Anhang.

Die hydrothermale Tätigkeit im Anschluß an die hercynischen Intrusionen und die Erze.

Die letzten Stadien der sauren Intrusionen lieferten äußerst quarzreiche Produkte und gleichzeitig mit den Quarzinfiltrationen drangen sulfidische Lösungen empor, die zum Absatz von Erzen geführt haben.

Die Erze finden sich meist in den Gängen und Adern, seltener und nur dann auf Klüften, wenn diese von Quarz erfüllt sind. Die Erze sind an die sauren Gänge und Adern gebunden und gleichaltrig wie diese; die Lamprophyre haben nur zur Seltenheit und dann nur auf Klüften Erz.

Neben dieser Erzführung der Gesteine sind noch andere Produkte hydrothermalen Art zu verzeichnen, die sich nun hauptsächlich auf den Klüften finden. Die Herkunft und das Alter dieser Produkte ist jedoch unbestimmt, zur Hauptsache findet man da Calcit, Limonit, braunen Glaskopf, Manganmulm, Flußspat und Baryt. Nach Analogie mit ähnlichen Vorkommen im Nordschwarzwald dürfte ein Teil dieser Mineralien permischen Alters sein, jedoch erscheint es nicht ausgeschlossen, daß andere jüngeren Datums, vielleicht sogar tertiär sind.

1. Die Erze.

Namentlich weiße und hellrote Pegmatite enthalten Erze, allerdings in geringen Mengen und nur in wenigen Arten. Dieses Erz sitzt meist in Quarznestern, in den Adern oder Gängen, doch trifft man es auch mitten in den Injektionsgneisen an. Erze sind aus dem Südschwarzwald von St. Blasien schon längst bekannt (Weinschenk) (93), in Laufenburg sind solche im Tunnel und an der Hohen Wand von

Schill und Mösch gefunden worden. Die Sprengungen zur Zeit des Kraftwerkbaues förderten viel Material zu Tage, hauptsächlich im Gebiete unter dem Laufenplatz bis zur Brücke, einer Zone, welche stark mit Gängen durchsetzt ist.

Das Arsenerz.

Das Arsenerz bildet weitaus die Hauptmenge des vorhandenen Erzes. Seine Farbe ist immer ein Weißlichgrau. Bunte Anlauffarben sind häufig und verleihen ihm oft das Aussehen von Kupfererzen. Das spezifische Gewicht wurde an fünf verschiedenen Vorkommen übereinstimmend zu 6,05 bestimmt. Nach allen gefundenen Eigenschaften liegt Mißpickel vor. Er tritt in körnigen Aggregaten auf, die vielfach Einzelindividuen enthalten, welche eine deutliche Streifung nach einer Axe besitzen und deren Umriss rhombischen Charakter haben.

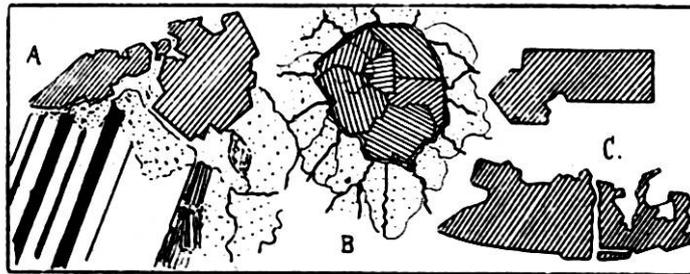


Fig. 18.
Erzanschliffe. Das Arsenerz ist schraffiert.

Die Aggregate sitzen fast immer in der Mitte oder am Rande von Quarzadern oder Quarznestern. Meistens sind die erzhaltigen Gesteine infolge Limonitbildung gelblich verfärbt.

Eine für Laufenburg sehr typische Art des Vorkommens findet sich unter dem Laufenplatz in Adern im Hornblende-gneis und wird in charakteristischer Weise von Aktinolith begleitet.

Die Untersuchung des Arsenerzes auf trockenem Wege ergab im einseitigen Glasrohr sehr deutliche Arsenpiegel von verschiedener Stärke und darüber einen typischen Schwefelring. Beim Zerschlagen der Körner konnte mehrfach Arsengeruch festgestellt werden. Boraxperlen zeigten stets die ausschließliche Anwesenheit von Fe. Speziell Ni wurde nie gefunden. Zur Kontrolle wurde aus der Sammlung des mineralogischen Institutes ein Mißpickel anderer Lokalität gleicherweise untersucht und eine Bestätigung der

Befunde erhalten. Demnach liegt eine Verbindung $\text{Fe}(\text{AsS})$ vor. Ein Pegmatit mit Erz unterhalb Garten 424 beim Laufenplatz zeigt folgende Verhältnisse: Vom Pegmatit zweigt ein Quarzgängelein ab, das in der Mitte Erzaggregate von einigen cm Größe führt. U. d. M. zeigt dieses die Formen von Fig. 18 A und liegt an einem Plagioklas, der, wie auch Biotit, am Kontakt zersetzt ist; die Verwitterungserscheinungen kehren in allen Schliffen wieder und mögen durch die bei der Erzverwitterung entstehende Schwefelsäure verursacht sein.

In einem anderen Schliff, ebenfalls aus einer Pegmatitader im Gneis, liegt das Erz in der Adermitte und hat infolge seines Wachstums den umgebenden Quarz z. T. gesprengt (Fig. 18 B). Die Erzkörner sind oft von Sericithäutchen bedeckt, die nach Rosenbusch typische Begleiter der Erze sind.

Adern im Hornblendegneis oder in Amphiboliten zeigen im Schliff Erz und Strahlstein. Züge von farbloser Hornblende, durch Ausbleichung von grüner Hornblende entstanden, treten auf und sind meist von Magnetit begleitet. Die Feldspäte sind sehr stark zersetzt, sodaß das Gestein makroskopisch mattweiß, z. T. gelblich gefärbt erscheint. Die Arsenerzkörner liegen völlig willkürlich in diesen Filzen von Hornblendenadeln.

In der Hoffnung, weitere Aufklärung über die Natur der Erze zu erhalten, wurden Anschliffe hergestellt und nach der von Schneiderhöhn (79) angegebenen Methode untersucht.

Diese Anschliffe zeigten nun sehr schön die volle Formenmannigfaltigkeit des Arsenerzes. Zwei der charakteristischsten Formen sind in Fig. 18 C gezeichnet. Immer sind es Aggregate von vielen Individuen; seltene Einzelindividuen haben überraschend gute rhombische Umrise. Der Quarz dieser Erzadern und -Nester ist unbedingt zu den letzten Ausscheidungen der Gänge zu zählen, und gleichzeitig erfolgte auch die Bildung der Erze.

Die Anschliffe von Arsenkies zeigen Eigenschaften, die genau mit den von Schneiderhöhn angegebenen übereinstimmen. Hohes Relief, geringere Härte als Quarz, ziemlich gute Politur, körnige Oberfläche und das leicht erkennbare Arsenweiß. Daneben gelangte auch Pyrit mit Arsenerz vergesellschaftet zur Beobachtung, doch zeigt dieser

keine nennenswerte Abweichung von anderen Pyritvorkommen.

Ätzversuche verliefen resultatlos, abgesehen von dem entstehenden braunen Niederschlag, der beim Eintauchen in die Ätzflüssigkeit entstand und nach Schneiderhöhn (79, p. 198), häufig auftritt.

In einigen Anschliffen traten noch außer Pyrit und Arsenerz gelblich-bräunliche Erze, z. T. mit Stich ins Bläuliche, auf. Es kann sich um Buntkupferkies handeln, doch sind die Erzmengen zu gering, um sichere Unterscheidung zu ermöglichen.

Der Magnetkies.

Der Magnetkies ist bei weitem seltener als das Arsenerz und findet sich makroskopisch meistens auf Klüften, z. B. in Lamprophyren, typisch tombakfarbig. In Hornblendegneisen und Amphiboliten unter der Brücke findet man ihn auch mikroskopisch; Schiffe zeigen z. B. folgendes Profil:

1. Oberste Lage: Biotit-Hornblendegneis, etwas zersetzt.
2. Quarzfeldspatader.
3. Unterste Lage: Hornblendegneis, frisch.

In 1 und zerstreut auch in 2 findet sich der Magnetkies in typischen kleinen, rosagetönten Körnern. In Amphiboliten tritt er aber auch autochthon auf, in zerstreuten mehr oder weniger häufigen Körnern und oft scheint es, als ob er sich in obigen Adern auf zweiter Lagerstätte befinde. Weinschenk glaubt, für den Magnetkies von St. Blasien Gleichaltrigkeit mit dem Amphibolit annehmen zu müssen.

Das Kupferkies.

Im Gneis von der Hohen Wand tritt es als Erzschnur auf, die u. d. M. beim Abblenden grüngelblich leuchtet. Im übrigen wird es selten gefunden.

Schlußfolgerung.

Nach den Untersuchungen gehört also das Arsenerz ²¹⁾ in die letzte Periode der Gangtätigkeit und zwar muß es den sauren Gängen beigeiselt werden, zu welcher Ansicht auch Weinschenk (93) gekommen ist, im Gegensatz zur Ansicht von Krusch (Untersuchung und Bewertung . . . , p. 461), der es zu den Lamprophyren (Kersantit) in Beziehung setzt.

²¹⁾ Wahrscheinlich z. T. auch Magnetkies.

2. Produkte hydrothermaler bis sekundärer Tätigkeit.

Wie eingangs erwähnt, sind hierher Carbonate, Sulfate und Hydroxyde etc. zu rechnen, deren Herkunft und Alter unsicher ist.

Es sollen nun einige Vorkommen besprochen werden, deren Herkunft schon im Felde klar ersichtlich ist.

Am klarsten zeigt sich der Zusammenhang der hydrothermalen Phase mit Granit im Gebiet des Säckingergranites, in einem Felsen an der Eggbergstraße,²²⁾ bei der Abzweigung dieser von der Bergseestraße.

Hier hat auf reichlichen Klüften, z. T. aber auch diffus im ganzen Gestein eine starke Imprägnation mit violetter, sehr scharf würfeligem Flußspat stattgefunden. Der Granit ist dabei etwas zersetzt, gelockert und verfärbt worden. Neben dem Flußspat findet man ziemlich häufig dicke, bis 1 cm große Tafeln von weißem Baryt. Rengger nennt aus diesem Aufschluß Flußspat und Kupferlasur. Daneben treten in verschiedenen Richtungen große Quarzschnüre und Gänge mit Milchquarz auf.

Eine ähnliche Quarzimprägnation beobachtet man beim Kleemättle im Walde, wo nur, allerdings massenhaft, Milchquarz in Striemen den Säckingergranit durchsetzt; ob die Quarzföhrung des Thimosaplites, siehe p. 194, hierher zu rechnen ist, ist fraglich.

An der Verwerfung, die vom Sägerain nordwärts zieht, läßt sich ebenfalls hydrothermale Tätigkeit nachweisen. Reichliche Flußspatföhrung auf Gängen mit Breccienbildungen und eine Zersetzung der Gneise sprechen dafür. Sichtbar sind solche Flußspatzonen an der Eggbergstraße vor Punkt 369. Die Flußspäte sind meist gelblich matt, wie windpoliert und meist korrodiert, (100) und (110) sind die ständige Kombination. Die Größe der Flußspäte aller Vorkommen schwankt um 2—3 mm, geht selten über einen cm hinaus.

Auf echten Klüften ist Calcit sehr häufig; oft ist er von Pyrit und Limonit begleitet. Er zeigt immer milchweiße, blätterige, spätige Aggregate. Abweichend davon trifft man im Schäftigen ein anderes Vorkommen von Kalkspat,²³⁾ mehrere cm große Rhomboeder, gut spaltbar und

²²⁾ Von P. Niggli in Vorlesungen erstmals genauer erwähnt.

²³⁾ Nur als Blockvorkommen im Sprengschutt der Schuttablagung beim Kaisterbach gefunden.

fast wasserklar, finden sich eingesprengt im Gneis, verbunden mit roten Aplitinjektionen, deren letzte Ausläufer sie sind. Hier ist der Zusammenhang mit der sauren Intrusion augenscheinlich.

Malachit findet sich in verwittertem Gneis der Breiten-Wag als Anflug. Baryt wurde in Laufenburg nicht zu häufig und nur in kleinen Mengen gefunden. Brauner Glaskopf liegt in einem Falle auf einer Kluft, der entlang eine kleine Transversalverwerfung statthatte, in einem Aplitgang von Schiffswinkel, kurz oberhalb des Schöffigen.

Manganmull fand sich in einer Reibungsbreccie in einem Pegmatit im Steinbruch vor der Ruine Wieladingen und einige Male auf Klüften in Apliten.

So ist die hydrothermale, magmatische Tätigkeit im Hotzenwald wohl einförmig, aber doch da und dort nachweisbar. Sie muß bis weit ins Perm, eventuell in die Zeit der Ablagerung des Buntsandsteines angedauert haben und ist heute noch nicht völlig erloschen, wie dies die Säckinger Badquelle beweist. Anhangsweise seien zwei Funde von Drusen mit Adular, Albit und Quarz von alpiner Ausbildung erwähnt, die in typischem Laufener Gneis liegen, aber nur im Bauschutt gefunden worden sind.

Die Mineralparagenese der Laufener Eruptivlagerstätten.

Stadium d. silikotelen Bildung	Apatit	—
	Magnetit	—
Stadium der Ti-Zr-Cersilikat-Bildung	Zirkon	—
	Ti-Cersilikat
	Orthit (spärl.)
Hauptgemengteile	Quarz	—————
	Biotit	— ..
	Plagioklas (Hornblende)	—————
	Kalifeldspat
Pneumatolytisches Stadium	Hämatit
	Muskovit
	Turmalin	—————
	Albit	——
	Kali-Feldspat	——
Erzbildung	Pyrit	——
	Arsenkies	——
	Kupferkies	——
	Magnetkies

Bildung der Gangarten	Quarz	_____
Carbonate, Sulfate	Flußspat	_____
	Baryt	_____
	Calcit	_____
Hydroxyde	Malachit	_____
	Limonit	_____
	Manganhydroxyd	_____

3. Die basischen Gänge.

Sie sollen hier nur kurz gestreift werden, ihre Untersuchung muß einer besonderen Arbeit überlassen werden.

Schill (78), p. 71, 1867, bespricht unter der Bezeichnung Glimmerporphyrit eine Anzahl Vorkommen basischer Gänge und zeichnet solche auch in seine Karte ein. Ihm fällt auf, daß einzelne Vorkommen cornubianitähnlich aussehen, es sind dies jene Gänge, die dem Augitkersantit vom Murgtal entsprechen und im Handstück oftmals basischen Schlieren aus dem Albtalgranit zum Verwechseln gleichen.

Graeff (30), 1872, p. 46, findet im Murgtal und Albtal Gänge, die er als Kersantite erkennt und den Vorkommen von Markirch u. s. w. gleichstellt. Die Gänge in der Rheinschlucht zu Laufenburg erwähnt Blösch (7) zum ersten Mal und stellt zugleich fest, daß sie jünger sind als die sauren Gänge.

Lamprophyrische Gänge sind im ganzen Hotzenwald verbreitet, in den Tälern geben sie sich hie und da als Kerben kund. Sie haben einen beträchtlichen Einfluß auf die Morphologie der Rheinschlucht von Laufenburg. Die Karte Fig. 3 und das Profil zeigen die Beziehungen sehr gut. Lamprophyre finden sich fast stets dort, wo Buchten auftreten, infolge ihrer geringen Härte, bei guter Durchklüftung, boten sie der Erosion weniger Widerstand als der Gneis und die sauren Gänge der Nachbarschaft, weshalb die basischen Gänge schneller ausgeräumt worden sind und Ansätze zu den Buchten geliefert haben, umso mehr, als sie in der Mehrzahl N.—S. streichen, senkrecht einfallen und so dem Wasser guten Zugang bieten.

Die Mächtigkeit der Gänge ist stets bedeutend, meist über 1—1,5 m. In der Ausbildung recht homogen, sind sie im ganzen etwas eintönig und gehören alle der Minette-Kersantitreihe an. Sie lassen sich nie weit verfolgen.

Die Varietäten, die man makroskopisch schon aufstellen kann, sind fast mehr durch strukturelle, als durch mine-

ralogische Abänderungen bedingt, doch sind letztere auch vorhanden und zur Namengebung verwendet worden. Es lassen sich folgende Typen aufstellen nach dem am meisten charakterisierenden Mineral:

- I. Hornblende - Kersantite.
- II. Eigentliche, gewöhnliche Kersantite.
- III. Biotitkersantite.
- IV. Minetten.
- V. Augit-Kersantit, Typus Murgtal.

Diese werden nun der Reihe nach beschrieben, worauf auf die Kontaktverhältnisse, die Verwitterung und den Chemismus der basischen Gänge eingegangen werden kann.

I. Hornblende - Kersantit.

Mineralbestand: Feldspat, Biotit, Hornblende, Apatit, Quarz, Erz, Rutil, Chlorit.

Struktur: Holokristallin panidiomorph-körnig.

Textur: Massig, Korn homogen, grob (bis 0,5 cm).

Ein Gang in der Enge, eine Mächtigkeit von 3,3 m zeigend, ist als typisch hierher zu stellen. Er ist schwarzgrün, glänzend im Bruch und schließt graue, eckige Brocken von Quarz ein. Biotit und Hornblende sind makroskopisch erkennbar als flasrig-blättrige, verwachsene Aggregate.

Der schmutziggbraune, stark pleochroitische Biotit tritt in schmalen Leisten auf, randlich ist er oft chloritisiert und enthält meist Rutilnadelchen in Form regelmäßiger Sagenitgewebe. Kurze schöne Leisten von Feldspat sind oft divergentstrahlig angeordnet, dieser ist sehr frisch und meist verzwillingt. Bei gekreuzten Nicols enthüllt er eine eigenartig verschwommene, charakteristische Zonarstruktur, die als Ergebnis einer ziemlich raschen, aber kontinuierlichen Änderung der Zusammensetzung während der Bildung zu betrachten ist. An Masse überwiegt er den Biotit, sodaß in einzelnen Fällen ein ziemlich saurer Kersantit entsteht. Eine geringe Menge Orthoklas scheint vorhanden zu sein. Ziemlich häufig tritt eine farblose aktinolithische Hornblende auf. Sie ist stark zerfasert, daneben aber oft gut geformt. Typische Hornblende-Querschnitte mit deutlicher Spaltbarkeit lassen sich nachweisen. Die Lichtbrechung und Auslöschung weisen auch auf Hornblende hin. Bräunliche Kerne sind oft noch erhalten, sodaß die Entstehung dieser Hornblende aus einer dunklen wahrscheinlich ist. Oft ist

die Hornblende derartig mit Biotit verwachsen, daß an eine nähere Beziehung zwischen beiden gedacht werden darf. Apatit in schlanken Prismen ist ein recht häufiges Mineral. Der Quarz ist nur spärlich vorhanden.

Die Struktur ist rein eruptiv und weist typische Anklänge an die gabbroide auf. Demnach liegt ein grobkörniger Hornblende-Kersantit vor. Hier mag auf einen Lamprophyr aus dem Wehratal hingewiesen werden, der von Erdmannsdörffer, a. a. O., p. 39, zu den Spessartiten gestellt wurde. Schliffe zeigen, daß dieser Gang überwiegend aus Hornblende besteht, dazu kommen Plagioklas und Biotit. Der Biotitführung wegen kann man diesen Lamprophyr als Übergang von den Hornblende-Kersantiten zu den Spessartiten betrachten.

II. Gewöhnliche Kersantite.

Mineralbestand: Plagioklas, Biotit; Apatit, Hornblende, Erz; Chlorit, Rutil, Calcit, Quarz.

Struktur: Allotriomorph, körnig bis porphyrisch.

Textur: Massig.

Korn: Wechselnd, inhomogen.

Vorkommen von gewöhnlichen Kersantiten sind häufig. Die ebenfalls grünlich-schwarzen Gesteine lassen durch Spiegeln eben noch die Glimmerblättchen erkennen. Das Korn ist ziemlich feiner als bei I., schwankt meist um 1 mm, die Inhomogenität des Gesteines (siehe Struktur) gibt sich auch in dem höckerigen, unregelmäßigen Bruch kund.

Der kaum chloritisierte Biotit beherrscht das Schliffeld mit seinen Blättchen. Sein Pleochroismus ist (wie bei I.) strohblond zu dunkelbraun. Pleochroitische Höfe um Zirkon sind nicht selten. Sagenitgewebe findet man oft vollkommen schön. Sagenit ist das Charakteristikum aller untersuchten Lamprophyre des Südschwarzwaldes überhaupt. Der oft saussuritisierte Plagioklas ist stellenweise umsäumt von einem Kranz von Biotitnadeln und aktinolithischer Hornblende und bildet so einen Pseudoeinsprengling. Calcit ist in wechselnder Menge, doch nur untergeordnet vorhanden. Die Erze treten zurück. Der Quarz ist allochthon. Die oft eckigen Brocken sind von Kränzen von Biotit umsäumt, welche diesen eingeschmolzenen Fremdkörper als Kristallisationspunkt benutzt haben. Die Hornblende tritt gegenüber I. zurück.

Die Struktur gibt weitere Unterschiede, indem diese Pseudoeinsprenglinge einen Anklang an das Porphyrische erzeugen, außerdem wechseln gröbere mit feineren Partien ab.

III. Biotitkersantite.

Mineralbestand: Biotit, Feldspat, Apatit, Hornblende, Quarz, Erz, As.-Erz, Chlorit, Rutil.

Struktur: Holokristallin porphyrisch.

Textur: Massig.

Korn: Meist fein.

Es sind die eigentlichen Kersantite, sie können durch ihre wohlgebildeten Glimmereinsprenglinge, welche bis 2 mm groß werden, im Handstück leicht erkannt werden. Gegen II. und I. sind Farbunterschiede kaum vorhanden.

Der Biotit präsentiert sich in frischen, sehr scharfen, hexagonalen Täfelchen, die oft so verzerrt sind, daß (001) als Leiste erscheint. Randlich findet man wiederum Sagenit, der um so reiner hervortritt, wenn der Glimmer nur einen Pleochroismus von fast farblos gelblich zu hellbraun hat. Die ziemlich feine Grundmasse enthält den schlecht definierten, meist zersetzten Feldspat neben zahlreichen Biotitblättchen der zweiten Generation. Es scheint, als ob letztere stellenweise mit Hornblende verwachsen seien. Während bei I. und II. der Erzgehalt recht klein ist, findet sich nun hier As.-Erz, dessen Bedeutung weiter unten gewürdigt wird, hingegen fehlt Calcit. In einigen Gängen sieht man kleine Mengen von sicher primärem Quarz; er ist sicher primär, da er völlig der Grundmasse angehört.

Die Struktur der Grundmasse ist filzig bis pilotaxitisch.

Die Textur wechselt, in einzelnen Fällen (Gänge unter bad. Bahnhof) ist eine schwache Fluidaltextur vorhanden.

IV. Minetten.

Mineralbestand: Biotit, Feldspat; Apatit, Pyrit, Magnetit, Ilmenit, Quarz; Rutil, Anatas, Carbonat, Chlorit, As.-Erz.

Struktur: Holokristallin körnig-porphyrisch.

Textur: Massig-filzig.

Korn: Meist dicht.

Die meisten schmälere und dichteren Gänge gehören zum Typus der Minetten. Ein Gang, 0,4 m mächtig, in der Enge repräsentiert den Typus sehr schön, er kann als Beispiel für die Beschreibung dienen.

Seine Farbe ist oftmals ein etwas helleres, stumpfes Grau, je nach der Frische des Gesteins. Das Korn ist vielfach hornfelsartig dicht. Einzelne Gemengteile werden kaum erkannt, dabei ist das Gestein massig, an den Rändern der Gänge oft gepreßt, und dann zeigt es eine Art Fluidaltextur. Der Bruch dieser dichten Lamprophyre ist splittrig, muschelrig.

Der Biotit findet sich auch als Einsprengling, er ist oft stark chloritisiert unter Ausscheidung von Ilmenit, Sagenit, Bipyramiden von Anatas und von Magnetit. Die Größe der Biotitleisten ist 0,2—0,6 mm; frisch ist er dunkelbraun. Der Feldspat ist schlecht geformt und gehört verschiedenen Mischungsstadien an. In einem Gang aus dem Schaffigen, von P. Niggli analysiert, tritt ein Andesin-Labrador auf. In den meisten übrigen Gängen herrscht ein albitischer Plagioklas (Lichtbrechung $<$ Quarz $<$ Kanada-balsam). Dabei findet man ziemlich viel Carbonat, doch ohne sichtliche Beziehung zu den Feldspäten, sodaß die Bezeichnung Minette angebracht ist.

V. Augit-Kersantite, Typus Murgtal.

Mineralbestand: Feldspat, Biotit, Augit, Apatit, Erz, Quarz, Hornblende, Karbonat, Chlorit.

Struktur: Holokristallin körnig-porphyrig, inhomogen.

Textur: Schlierig-massig.

Korn: Wechselnd, meist mittelgrob.

Augit-Kersantite besitzen ziemliche Verbreitung und sind eingangs, ihrer Ähnlichkeit mit basischen Schlieren wegen, schon erwähnt worden. Vorkommen dieser Art finden sich z. B. in Blöcken an der Sommerhalde E. Rotzel, am Talhang oberhalb dem Steinbruch vor dem Wieladinger-Schloß und im Gebiet von S. K. Roy, E. der Alb etc.

Untersucht wurde ein Gang, welcher sich an der Landstraße im Murgtal etwa 200 m hinter dem nördlichsten Tunnel findet. Er ist 3—4 m mächtig, fast stockförmig und auf eine Strecke von mehr als 100 m zu verfolgen. Er streicht, bei saigerem Einfallen, stark N.-W. Seine Fortsetzung west-

lich der Murg liegt im Talgehänge unter dem Nagelfriedleshof; er durchsetzt dort einen Aplit. Mit dem Gneis ist er ziemlich gut verschweißt und läßt so seine Gangnatur nicht ohne weiteres erkennen.

Schon makroskopisch zeigt der Augit-Kersantit eigenartige Wechsel in der Ausbildung und im Korn. Einzelne Partien im Ganginnern sind etwas gröber (Korn 1—2 mm), weißlichgrau gesprenkelt, wobei Biotit und Plagioklas sichtbar werden, andere, namentlich am Gangrand, sind z. T. fast völlig dicht und schwarz. Doch tritt dieser Wechsel auch ohne Beziehungen zum Gangrand auf. Durch die Verwitterung bilden sich dann harte, frische Knollen gröbern Korns, welche in einer erdig verwitterten Masse nach Art der Kugeldiorite schwimmen.

Interessant ist nun die ganz verschiedene mineralogische Ausbildung dieser Kornvarietäten.

Die gröbern Partien, makroskopisch einer basischen Schliere, einem feinkörnigen Diorit ähnlich, geben im Schliff das typische Bild eines Augit-Kersantites und umgekehrt die dichteren Teile, makroskopisch einem Lamprophyr vom Typus II gleichend, haben im Schliff eine Ausbildung, die dioritporphyritisch genannt werden muß. Übergänge kommen vor. Die andern hierher gestellten Vorkommen sind bedeutend homogener und zeigen einen Habitus, der die Mitte zwischen beiden Formen hält.

Die mikroskopische Ausbildung der gröbern Partie ist wie folgt: Leisten aus Feldspat und Biotit beherrschen in gabbroidem Gefüge das Strukturbild, Basisschnitte des Glimmers sind gut geformt; meist sind mehrere Individuen verwachsen, sodaß Einbuchtungen auftreten. An einem ideal pseudo-hexagonal ausgebildeten Schnitt wurde Biotit I. Art bestimmt. Der Axenwinkel der Glimmer ist sehr klein. Die Menge des Biotites ist recht bedeutend. Er ist dunkelbraun gefärbt, hat einen Pleochroismus von hellgelb über dunkelgrün zu dunkelbraun und enthält fast keine Ausscheidungen.

Daneben tritt viel diopsidischer Augit auf. Dieser hat eine Auslöschung von $c/n\gamma = 44^\circ$ auf (010). Sehr oft finden sich achtseitige, hochlichtbrechende Querschnitte mit nicht sehr guter Spaltbarkeit. Randlich ist der Augit meist in eine blaßgraugrünliche Hornblende umgewandelt, die mit 19° auslöscht. Diese Umwandlung geht so weit, daß

Hornblende pseudomorph nach Augit auftritt, indem die Form Augit ist, der Inhalt Hornblende, wobei im Zentrum der Hornblende noch kleine Reste unveränderten Augites auftreten können.

Der Feldspat ist Hauptbestandteil, in Form und Ausbildung erscheint er wie bei I, er läßt sich randlich zu Oligoklas bestimmen. Das Innere scheint optisch + zu sein und bricht höher als der Rand, sodaß der Wechsel mindestens bis Labrador geht. Bemerkenswert ist das Auftreten von feinen granophyrischen Verwachsungen. Rosenbusch (71), p. 293, erwähnt solche aus bretonischen Gängen, welche aus Mischungen von Kersantit mit Schrumpfungsklüfte erfüllenden Kersantitpegmatiten und Kersantitapliten bestehen.

Ein gewisser Gehalt an Karbonat ist namentlich in der Nähe von zersetztem Augit vorhanden, umhüllt aber auch die Feldspäte. Quarz ist spärlich und nur in kleinen Körnchen anwesend. Die Struktur ist deutlich eruptiv und wie bei I.

Mikroskopische Ausbildung der feinkörnigen Partie: Diese enthält in ihrer dichtesten Ausbildung kleine, unter 1 mm große, mattweißliche, von bloßem Auge sichtbare Einsprenglinge von Augit. Im Schliff ist sie inhomogen. Einzelne Zonen sind holokristallin-porphyrisch mit Einsprenglingen von Augit, Feldspat und Biotit in einer bräunlich-rötlichen, lamprophyrischen Grundmasse. In anderen Zonen tritt der Biotit ganz zurück, er bleibt in der Grundmasse versteckt, dafür sind dann die Augite größer, zugleich aber den Spaltrissen entlang chloritisiert. Die biotitreichen Teile zeigen teilweise fast holokristallin-gleichkörnige Struktur und leiten damit zu den gröbern Partien über.

Die Entstehung dieses Ganges scheint nach allem eng zusammen zu hängen mit der Bildung der basischen Schlieren im Albtalgranit. Es handelt sich eher um eine eigentliche Differentiationserscheinung in situ als um Salzbanddifferentiation. Doch kann man auch annehmen, daß es sich um eine recht frühe Intrusion handelt, älter als die der übrigen basischen Gänge. Die Intrusion wäre dann zu einer Zeit, als die basische Differentiation im Magmaherd noch keine homogenen Differentiate erzeugt hatte, von statten gegangen.

VI. Die Kontaktverhältnisse der basischen Gänge.

Zahlreich sind die Fälle, in denen Lamprophyre saure Gänge durchschneiden, nie sieht man das Umgekehrte. Die Lamprophyre sind demnach jünger, als die sauren Gänge. Unbekannt war bis jetzt das Altersverhältnis zwischen Lamprophyr und Granitporphyr. Auf einer Exkursion in das Albtal hinter Tiefenstein, gemeinsam mit meinem Freunde S. K. Roy, konnten wir durch eine Grabung dicht an der Talstraße beobachten, daß der Lamprophyr auch jünger ist als der Granitporphyr, da dieser z. T. noch in Perm intrudierte, so ist für die Lamprophyre z. T. permisches Alter wahrscheinlich. Die nähere Beschreibung des Aufschlusses findet sich in der Arbeit von S. K. Roy (72).

Die eigentlichen Kontakterscheinungen sind von zweierlei Art: 1. magmatischer bei der Intrusion entstanden, 2. tektonischer infolge von nachträglichen Bewegungen. Viele Gänge enthalten, wie oft erwähnt, Einschlüsse, teils von Quarzbrocken, teils von Aplit und Gneisfragmenten verschiedener Größe und Form bis mehrere dm lang und in der Längsachse parallel dem Gangrand gelagert.

Der magmatische Kontakt.

Weder im endogenen noch im exogenen Kontakthof treten Mineralneubildungen auf, die Kontaktwirkungen beschränken sich auf strukturelle und textuelle Veränderungen.

Einige Beispiele sollen das Gesagte illustrieren: In der Nähe der Schwabenruh durchbricht eine typische Minette einen rötlich-aplitisch injizierten, Cordierit-haltigen Gneis. Am Kontakt ist sie stark gepreßt, sehr feinkörnig, dichter als in der Gangmitte. Deutlich sieht man, wie die lamprophyrische Masse in die Schichtfugen des Gneises eindringt, selbst die Verschweißung Aplit-Gneis mißachtend. Der Verlauf der Kontaktfläche wird dadurch zackig, unregelmäßig, bleibt aber schon der Farbe und Texturunterschiede wegen scharf erkennbar.

Im Dünnschliff zeigt sich folgendes Verhalten (siehe Fig. 19): Die Biotitleisten ordnen sich in Strömen an, welche die Richtung der Pressung anzeigen. Letztere war ziemlich heftig und hat Quarze zerbrochen. Dieselbe Minette enthält Einschlüsse von Quarzbrocken. U. d. M. sieht man schon (Fig. 19 a), wie in einer fluidal struierten Grund-

masse von Biotit und Feldspat eckige Quarze schwimmen, welche sich mit der längsten Diagonale in die Flußrichtung stellen und nur schwach undulös sind. Dieses Verhalten läßt sich schon von bloßem Auge an großen, oft eiförmigen Einschlüssen von Pegmatit erkennen. Die Pegmatitbruchstücke werden vom Lamprophyr in Stromlinien umhüllt. Die Minette 745, ein 2—3 dm dicker Gang im Rauhen Loch bei km 0,7,²⁴⁾ umschließt Stücke eines stark rötlich



Fig. 19.
Kontakt von Kersantit mit Gneis, ca. 15fache Vergr. Der Kersantit dringt in Gneis ein. Die fluidale Textur ist durch die als Striche gezeichneten Biotitleisten gekennzeichnet.

Fig. 19a.
Quarzfremdling im Kersantit. Fluidale Anordnung um den Einschluß (nach Dünnschliff).

injizierten Gneises, welcher unbestimmte Formen hat und ziemlich gut mit dem Lamprophyr verschweißt erscheint. U. d. M. zeigt sich aber ein haarscharfer, tektonischer Kontakt. Quarz und Feldspat des Gneises sind, wenn auch nur stellenweise, fein zerrieben, die dichte Grundmasse des Ganges ist dem Kontakt entlang fluidal gestreckt und parallel diesem von Rissen durchsetzt, die erfüllt sind von Carbonat, Limonit und sekundärem Quarz.

Die Entstehung dieser Erscheinung dürfte so vor sich gegangen sein: 1. Intrusion des Ganges, Losreißen und Mitschleppen des Gneisfragmentes und zwar in einem frühen Stadium der Intrusion, sodaß nur schwach fluidale Züge zu entstehen brauchten. Nachträgliche Bewegungen, Pressungen im ganzen Gange, wobei der Einschluß seiner exponierten Lage wegen in Mitleidenschaft gezogen wurde. Zerreibungen und Sekretion von Carbonat und Quarz vervollständigen das Bild.

Der aplitisch injizierte Gneis zeigt etwelche Zer-

²⁴⁾ Karte Fig. 3.

setzungen, Chloritisierung der Biotite etc., die wahrscheinlich schon vor der Einschlußbildung existiert haben.

Sich so verhaltende Einschlüsse leiten über zur zweiten Kontaktart.

Der tektonische Kontakt.

Dieser ist der normale. Er gibt abwechslungsreiche Bilder; an der Kontaktfläche findet man oft nur einfache Zerreibungen der lamprophyrischen Masse, diese erhält dadurch toniges Aussehen, oft werden Brocken des Nebengesteines mitgerissen und in diese tonigen Massen eingebettet, zugleich unter Verkittung durch Karbonate. Starke Zerreibungen führen zu eigentlichen Dislokationsbreccien.

Ein Lamprophyr aus der Baugrube Schöffigen zeigt typisch eine solche Breccienbildung. In einer dunklen limonitisch-lamprophyrischen Grundmasse stecken über 1 cm große, eckige Brocken von Milchquarz. U. d. M. setzen sich diese aus vielen verzackten Individuen zusammen. Man sieht deutlich, wie sie einer Quarzkluft aus dem Gneise entstammen.

Der beschriebene magmatische Kontakt am Gang in der Nähe der Schwabenruh hat durch tektonische Bewegungen stellenweise Umbildung erfahren. Der Adergneis ist völlig zertrümmert, die Quarze zerbrochen, die Biotite in Flaserzüge ausgewalzt und in kleinste Fetzen zermalmt. Diesen Striemen entlang erfolgte eine Infiltration von Calcit. Der Lamprophyr selbst wurde gepreßt, wellige Textur entstand; dieser Schieferung entlang und transversal dazu finden sich zahlreiche Calcit-erfüllte Klüfte.

Klüfte sind sehr häufig in den Lamprophyren und immer gut ausgebildet (siehe entsprechendes Kapitel in geologischer Übersicht). Eine solche Kluft zeigt eine Füllung von länglichen Quarzen, randlich sind sie klein, ohne besondere Orientierung, werden gegen die Gangmitte groß und stehen mit der Längsaxe, die zugleich Richtung $n\gamma$ ist, senkrecht auf der Kluftwand.

Andere Klüfte sind von Calcit erfüllt, der diagonal zur Gangrichtung Druckzwillinge zeigt. Randlich ist er mit Hämatit und Limonit verwachsen.

In einem Gang (Kersantit) von 4,5 m Mächtigkeit in der Breiten Wag (km 0,5) sieht man im zertrümmerten Lamprophyr eine $\frac{1}{2}$ cm breite Kluft. In der Mitte treten

große eckige Karbonat- und Quarzindividuen auf, randlich sind diese fein zerrieben. Am eigentlichen Kontakt trifft man Lagen von tonig-limonitischer Substanz mit völlig fein zerriebenem Quarz. Transversal zweigen kleine Äderchen ab, die nur Quarz und diesen unversehrt, d. h. nicht zerrieben, enthalten. Dadurch wird der Anschein erweckt, als ob der Quarz nicht aus der Kluft stamme. Doch läßt sich dieses Verhalten leicht begreifen, wenn man sich die Entstehung des Ganzen überlegt. In einem ersten Stadium der Kluftbildung dringen hydrothermale Lösungen ein, welche Quarz ausscheiden, namentlich am Ende der Risse und Äderchen, die sich im Kersantit gebildet haben. In einem zweiten Stadium erfolgen weitere Pressungen, welche das Abschnüren der seitlichen Quarzäderchen von den Hauptkluftadern bewirken; in letzteren wird der Quarz zerrieben, gleichzeitig dringen Calcit- und Limonitlösungen ein, kristallisieren, und der sich bildende Calcit umschließt massenhaft fein zerriebenen Quarz.

Diese Zerreibungen und Zerreibungen gingen meist an Gangrändern vor sich, finden sich aber auch in der Gangmitte. Sie sind tektonischen Ursprungs, das zeigen die durchsetzten Aplite, welche häufig an den Kersantiten verworfen sind. Neben vertikalen gibt es auch horizontale Bewegungen, wie man an der Richtung von Rutschstreifen erkennen kann. Das Alter dieser Zerreibungen und Infiltrationen kann z. T. sehr wohl tertiär sein (siehe Kapitel Klüfte).

Die Verwitterung der Gänge.

Man kann zwei Verwitterungsarten unterscheiden: 1. eine sozusagen normale, durch die gewöhnliche Verwitterung der Komponenten bedingte, und 2. eine, die zur Rotliegendenzeit vor sich ging und auf Kontakte von Lamprophyren mit diesem beschränkt ist.

Die normale Verwitterung besteht vornehmlich in einer Lockerung der Gesteine, die bei entsprechender Abschwemmungsmöglichkeit zur Herausarbeitung von Struktur- und Textureigentümlichkeiten führt. So zerfallen z. B. mehrere Gänge im Schöffigen auf badischer Seite, heute noch sichtbar, in kleinkugelige, bohnenartige Gebilde. Große Kugeln, brotlaibartig, bilden sich im Augit-Kersantit vom Murgtal und genau so in einem solchen durch einen Fabrikstollen vorübergehend erschlossenen Gang im Hammer N.

oberhalb Klein-Laufenburg. Mit dieser Lockerung Hand in Hand geht eine Ausbleichung und Fleckenbildung. Die Verwitterungsoberfläche vieler Lamprophyre ist oft eigentümlich pockennarbig, sodaß sich ein Gang dadurch leicht verrät.

Die in die Zeit des Rotliegenden fallende Verwitterung soll später zur Sprache kommen.

VII. Der Chemismus der Lamprophyre.

Neue Analysen sind keine gemacht worden, es können deshalb nur die bereits existierenden erwähnt werden. Die Niggliwerte dieser Lamprophyre sind bereits von P. Niggli in den Petrographischen Provinzen der Schweiz publiziert worden.

Analysiert sind zwei Minetten und zwei Kersantite. Die Minetten sind normale, feinkörnige Typen, wie oben beschrieben. Der Lamprophyr SiO_2 53,99 gehört dem Typus der gewöhnlichen Kersantite an. Analyse SiO_2 56,98 repräsentiert einen chemisch etwas eigenartigen Lamprophyrtypus, der einem gemischten Gang ähnelt.

Die Minetten zeigen, verglichen mit Beispielen aus Rosenbuschs Elemente, 1910, p. 290, Folgendes: Der Kieselsäuregehalt ist durchwegs gleichmäßig hoch, MgO ist ziemlich hoch, CaO ist etwas niedriger, die übrigen Werte sind ziemlich normal. Daraus ist zu entnehmen, daß in den Laufener Minetten die Hornblendemoleküle gegenüber den Plagioklasmolekülen bevorzugt sind.

Tabelle 4a. Minetten von Laufenburg.

Analyse 14 (An. Roothaan)		Analyse 15 (An. Roothaan)	
Minette	Laufenburg	Minette	Laufenburg
SiO_2	53.99	56.28	SiO_2
TiO_2	1.19	1.08	TiO_2
Al_2O_3	12.83	14.03	Al_2O_3
Fe_2O_3	0.83	2.46	Fe_2O_3
FeO	4.28	4.77	FeO
MnO	0.13	0.22	MnO
MgO	8.70	6.46	MgO
CaO	4.98	5.16	CaO
Na_2O	3.71	1.95	Na_2O
K_2O	6.41	3.63	K_2O
P_2O_5	0.94	0.36	P_2O_5
H_2O^+	1.37	2.34	H_2O^+
H_2O^-	0.09	0.18	H_2O^-
CO_2	0.47	1.61	CO_2
	<hr/>	<hr/>	
	99.92	100.45	
	s = 2.78	s = 2.77	

Der Kersantit der Analyse 16 zeigt ziemlich hohen SiO_2 -Gehalt. Der durchschnittliche Betrag von SiO_2 in den Kersantiten, Rosenbuschs Angaben zu entnehmen, ist um etwa 8 Gew. % kleiner. Fe_2O_3 ist bemerkenswert klein, was für die Frische des Gesteins zeugt; auch FeO ist eher als klein zu bezeichnen. K_2O ist nun ebenfalls ziemlich höher als die entsprechenden Vergleichswerte; die übrigen Werte gleichen sich sehr. Für das Gestein der Analyse resultiert also ein etwas saurerer Charakter, als er den gewöhnlichen Kersantiten zukommt.

Analyse 17 wird von P. Niggli in seiner Diplomarbeit als syenitischer Gang bezeichnet, welcher in Bezug auf die Aplite basisch erscheint, an und für sich, d. h. absolut genommen, als saures Gestein zu bezeichnen ist. Dies drückt sich auch in den gewichtsprozentischen Werten aus.

SiO_2 ist um volle 9—10 % höher als das gewöhnliche SiO_2 der Kersantite, entsprechend diesem Verhalten der Kieselsäure ist auch Al_2O_3 gestiegen, währenddem Fe, Mg, Ca teilweise ganz beträchtlich unter die normalen Kersantitwerte gefallen sind. Na_2O und K_2O sind gleich groß und in der Summe ungefähr ähnlich den normalen Kersantiten. Diese wenigen Angaben erläutern schon die Richtung, in der die Differentiation verlaufen ist. Sie zielt schon deutlich wieder gegen das Stammagma hin.

Die Niggliwerte, Tab. 5, zeigen diese Verhältnisse deutlich.

Die Minetten gehören zu den Lamprophyren mit lamprosommatischem Chemismus. Die Kersantite haben opdalitischen Chemismus. Sie gehören mit den Lamprophyren des übrigen Schwarzwaldes in eine Differentiationsreihe, deren Anfangs- und Endglieder sie bilden.

Diese Differentiation soll im allgemeinen Kapitel über die chemischen Verhältnisse der Eruptivgesteine des Südschwarzwaldes noch näher berührt werden.

Z u s a m m e n f a s s u n g.

Die im ganzen eintönigen, grünlich-schwarzen Lamprophyre der Gegend von Laufenburg lassen sich in struktureller und mineralogischer Hinsicht in fünf Typen ordnen, die sich durch Führung von Hornblende auszeichnen.

Ihre Intrusion ging vielfach in Klüfte vor sich und war teilweise von tektonischen Bewegungen begleitet, sodaß

die Gangränder wohl scharf, aber oft unregelmäßig verlaufen. Fluidaltexturen, durch Pressungen im plastischen Zustande entstanden, und selbst injektionsartige Erscheinungen kommen vor.

Nachträgliche tektonische Bewegungen führten zu Zerreißungen und Breccienbildung, unter gleichzeitiger Infiltration mit Quarz und Calcit.

Tabelle 4b. Kersantite von Laufenburg.

Kersantit		Syenitgang (Kersantit)	Kersantit		Syenitgang (Kersantit)
Nr.	16	17	Nr.	16	17
SiO ₂	58.30	61.42	CaO	1.17	4.55
TiO ₂	1.32	1.18	Na ₂ O	2.40	3.19
Al ₂ O ₃	15.44	16.76	K ₂ O	6.58	3.05
Fe ₂ O ₃	2.63	3.05	H ₂ O +	0.65	—
FeO	2.57	2.06	H ₂ O -	0.18	—
MnO	—	—	P ₂ O ₅	—	0.54
MgO	2.72	1.72			

4. Die allgemeinen chemischen Verhältnisse der Eruptivgesteine von Laufenburg und Umgebung.

Die basische Differentiation.

Sie hat durch P. J. Beger (51), p. 497—499, eine eingehende Würdigung erfahren.

Die Spaltungstendenz der Südschwarzwald-Lamprophyre wird von ihm als **fm-** durbachitisch bezeichnet und es wird das Vorwalten dunkler Molekel bei hoher Silifizierungsstufe als Charakteristikum hingestellt, wodurch sich die Schwarzwälder Lamprophyre von allen Lamprophyrgruppen unterscheiden. Mineralogisch kommt dies in der starken Hornblendeführung zum Ausdruck. Hornblende-Typen sind im übrigen nach Rosenbusch (71), p. 289 und 292, ziemlich selten. Das Gruppenmittel des gesamten Südschwarzwaldes unterscheidet sich nicht von dem der Laufenburger Gänge.

Die saure Differentiation.

Das Diagramm, Fig. 20, zeigt, daß sich die Gesteine mit den Lamprophyren zu einer durchgehenden Differentiationsserie vereinigen lassen, die bereits von P. Niggli (59) beschrieben und dargestellt worden ist.

Die Granite liegen bereits rechts der Isotalie, welche ungefähr bei **si** 200 liegt. Der Verlauf der Kurven mit

Die Lamprophyre des Schwarzwaldes.

Tabelle 5.

si	al	fm	c	alk	k	mg	c/fm	Schn.	ti	p	h	Analytiker	Magma	
233	37.5	25	18.5	19	.39	.39	.74	V	3.4	.9	—	P. Niggli	opdalitisch	gemischt. Gang Laufenburg
209	30.5	28	14	27.5	.40	.57	.50	IV	2	1.2	15	Dittrich	normal syenitisch	Lamprophyr, Sommerau, Triberg
197	31	27.5	21.5	20	.46	.50	.79	V	3.3	.8	37	P. Niggli	opdalitisch	Lamprophyr, Laufenburg
197	29	33	18	20	.52	.54	.54	IV	—	—	—	Erdmannsdorffer	”	”
180	24.5	39.5	16.5	19.5	.61	.59	.42	VII/IV	—	.36	15	”	lamprosyenitisch-	”
												H. Ph. Roothaan	yogoitisch	Minette, Wehratal
167	24.5	46.5	16.5	12.5	.55	.62	.35	III	2.3	.46	25	”	lamprosommaitisch	”
143	20	46	14	20	.53	.75	.31	III	2.4	1.0	13	”	”	”
Mittel Schwarzwald														
189	23	35	17	20	.49	.55	.49	IV	2.2	.79	20		monz.-opdalitisch	I.
Mittel Laufenburg														
185	28.5	36	17.5	18	.48	.56	.55	IV	2.8	.79	18		monz.-opdalitisch	II.

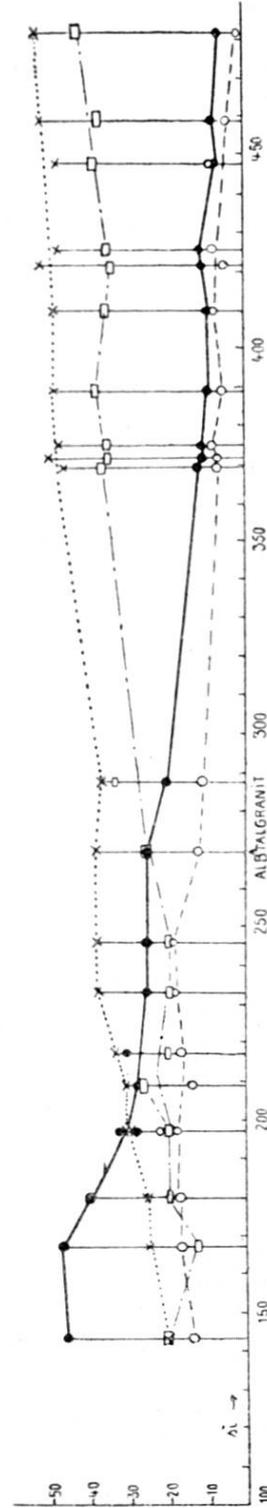


Fig. 20. Differenzialdiagramm des Albtalgranites. Punktierte Kurve = *al*, strichpunktiert = *alk*, ausgezogen = *fm*, gestrichelt = *c*.

steigendem **si** ist recht ruhig. **al** steigt ziemlich langsam an bis auf Beträge um 50 in den Endgliedern. Die Alkalien steigen ziemlich kontinuierlich an bis zu 33 beim Schöpfungsbachgranit. Von da existiert vorherrschend flacher Verlauf, d. h. die Differentiation hat schon eine Art vorläufigen Wendepunkt erreicht, von nun an wandert Quarz fast allein und die **si**-Anreicherung beginnt zu dominieren. Der flache Verlauf von **alk** im Gebiet der weißen Aplite macht einem wechselnden Ansteigen bei den roten Platz, die Differentiation setzt nochmals ein. Der Gesamtverlauf der **alk**-Kurve bringt schwach einen syenitischen Zug zum Ausdruck. **fm** verläuft mit dauerndem Gefälle zu Werten unter 10, wobei in den Endgliedern sich **fm** und **c** nähern.

Damit ergibt sich für das Diagramm ein deutlicher Kalkalkalicharakter mit einem Zug ins Syenitische, wodurch sich diese Differentiation etwas derjenigen im östlichen Aarmassiv nähert, siehe Fig. 7 in (59), obwohl sie im ganzen mit derjenigen im östlichen Gotthardmassiv (Medelsergranit) und auch mit der des sauren Teiles des zentralen Gotthardes (Diff.-Diagramm, p. 62 (86), Sonder) sehr viele und mehr Ähnlichkeiten hat. Die verwandschaftlichen Züge sind so groß, daß man alle drei Differentiationsserien zu einer höheren Einheit zusammennehmen darf, um so mehr, da dies auch geologisch gerechtfertigt ist.

Zu Vergleichszwecken wurde die Differentiation im Breuschtale zusammengestellt nach den Arbeiten von Bücking und Kibling. Das resultierende Differentiations-Bild zeigt viel weniger Ähnlichkeit, vornehmlich ist im Breuschtal **fm** sehr viel höher, **alk** niedriger als im Schwarzwald; **al** enthält etwas unsichere Werte. Man darf wohl sagen, daß der südliche Schwarzwald den hercynischen alpinen Intrusionen näher steht, als denen der Vogesen. Gerade mittels der Diagramme zeigen sich solche Unterschiede sehr deutlich, viel besser als aus den Gesteinsbeschreibungen allein.

Im **k-mg**-Diagramm liegen (abgesehen vom Turmalinaplit) fast alle Werte in der Nähe von 0,5 **k** und aufwärts bis zu **mg**-Werten von 0,55. Die Granite haben höheres **mg** als die roten und weißen Aplite (Biotitgehalt).

Das Tetraederfeld.

Interessante Beziehungen lassen sich nun mittels der

Tetraederprojektion verfolgen. Mit Ausnahme des Turmalinaplitites, der im Schnitt I liegt, fallen alle Gesteine in die Schnitte VII und IV und VI und V, Fig. 21. Alle Gesteine liegen in einem Raum, der einer flachen Linse oder einem Blatt zu vergleichen ist, sich wenig über die **al-alk**-Linie nach links ausdehnt und in der Hauptsache rechts davon

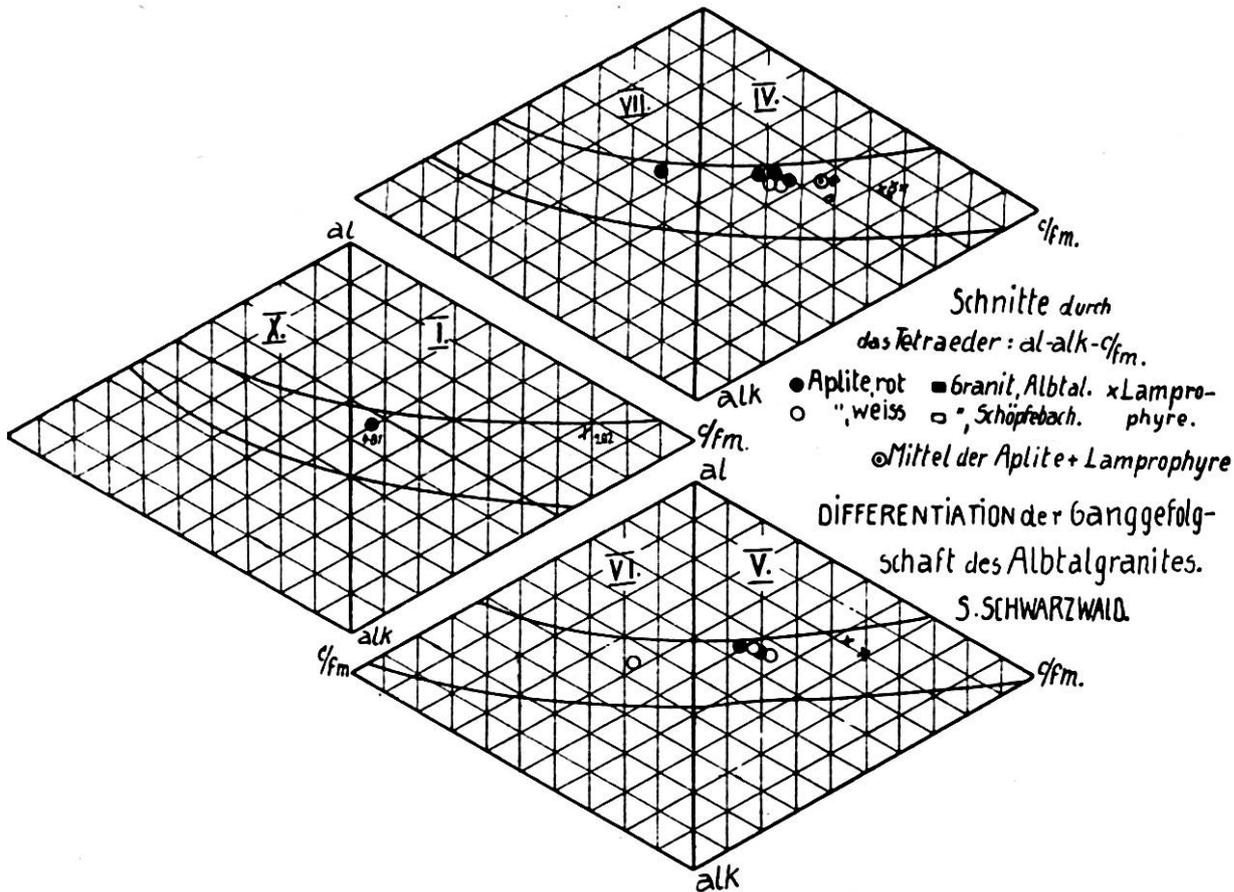


Fig. 21.

Schnitt durch das Tetraeder **al-alk-fm-c** mit eingezeichnetem Eruptivfeld und mit den Projektionspunkten der Südschwarzwäldergesteine.

am oberen Rand des E.-Raumes liegt. Die Mitte des Blattes nimmt der Albtalgranit und der Schöpfungbachgranit ein, nach links schließen sich die weißen Aplite (!) an und dann die roten Aplite, nach rechts liegen die Lamprophyre.

Berechnet man nun Mittelwerte, gesondert für die basischen und für die sauren Glieder, und projiziert diese, so fallen sie inmitten der entsprechenden Gruppe. Geht man weiter und addiert den sauren und den basischen Mittelwert und trägt ihn ein, so liegt er beim Albtalgranit, gleicht ihm praktisch fast völlig. Zieht man nun von dem Mittelwert der sauren Gesteine eine Linie zu dem der ba-

sischen, so schneidet diese den Granit und das Gesamtmittel. Die dabei entstehenden Hebelarme verhalten sich zueinander ungefähr wie 1 : 1. Daraus ist zu entnehmen:

1. Die sauren und basischen Gänge sind durch Differentiation aus dem Hauptgestein (Albtalgranit) entstanden.

2. Ihre Massen verhalten sich ungefähr zueinander umgekehrt wie die Summen der Molekularzahlen der Basen mittlerer Typen dieser Differentiationen.

3. Die Variabilität beider Differentiationstendenzen ist ziemlich vollständig erfaßt worden.

4. Aus allem ergibt sich, daß diese Art der Mittelwertbildung (einfache Addition aller Analysen und nachfolgende Division) erlaubt ist.

Es läßt sich somit für ähnliche Differentiationen eine Mischungsregel ableiten, welche ungefähr lauten dürfte: Berechnet man aus den Niggliwerten die Mittelwerte für die basische und für die saure Differentiation, so liegen ihre Projektionspunkte in der Mitte des Tetraederfeldes der betreffenden Differentiation. Die Verbindungsgerade zwischen dem sauren und dem basischen Mittelwerte geht durch den Projektionspunkt des Stammagmas. Die Größe der Hebelarme wird bestimmt durch die Masse, die jeder der beiden Differentiationen zukommt.

Die ganze Geologie des südlichsten Schwarzwaldes läßt auch dieses Resultat vermuten, obwohl weder in Laufenburg selbst noch im Murgtal der rein geologische Beweis mangels Aufschlüsse geleistet werden konnte.²⁵⁾ Es erscheint nun auch als ziemlich plausibel, daß die weißen Gänge älter als die roten sind, stehen sie doch dem Granit ziemlich näher. Die Erzführung der Gänge, welche derjenigen von St. Blasien gleichzustellen ist und nach Weinschenk dort dem Granit zuzuschreiben ist, spricht auch hier für die Verwandtschaft der Gänge mit dem Granit.

Die Granulite des Schwarzwaldes zeigen, soweit Analysen (52) vorliegen, teils Übereinstimmungen, teils beträchtliche Abweichungen gegenüber den Apliten. So sind bei einzelnen Granuliten bei gleichem *si* wie in den Apliten *al* und *alk* erheblich höher, *c* kleiner, bei anderen ist es gerade umgekehrt. Wieder andere Granulite zeigen bei

²⁵⁾ Siehe Albtal und namentlich die Geologie von Tiefenstein bei S. K. Roy, wo P. Niggli zum ersten Mal den Granit durchsetzende Kersantitgänge nachwies.

gleichem *si* nur größeres *alk*, sodaß im ganzen kein System in den Beziehungen zu erkennen ist.

Diese Verhältnisse weisen darauf hin, daß die granulitische Phase des Schapbachgneises einige Ähnlichkeiten mit der aplitischen des Granites hat, daß sie aber doch davon abzutrennen ist. Lehmann (47) konstatiert, daß die Granulite Sachsens von den dortigen Apliten oft kaum zu trennen sind.

5. Die Charakterisierung der Provinz.

Die basische und die saure Intrusion im Südschwarzwald läßt sich mit den Graniten zu einer petrographischen Provinz vereinigen, deren einzelne Glieder (Serien) einzelne Merkmale gemeinsam haben, andere nur allein besitzen.

Im folgenden soll nun eine kurze Charakterisierung dieser Verhältnisse gegeben werden.

Es treten auf: I. eine ältere weiße Intrusion, bestehend aus Apliten und Pegmatiten, und II. eine jüngere rote, ebenfalls mit Apliten und Pegmatiten. Beide Intrusionen gehören der hercynischen petrographischen Provinz an.

Die saure Intrusion ist kompensiert durch eine basische, welche jünger als die saure ist. Beide zusammen entstammen dem Albtalgranit.

Die provinzialen Merkmale der basischen Intrusion sind die *fm*-durbachitische Spaltung und der Gehalt an Hornblende.

Die provinzialen mineralogischen Merkmale der sauren Gänge liegen in der Führung von Mikroklin und Turmalin und in dem Auftreten von Korrosionserscheinungen.

Die serialen Merkmale der roten Aplite, welche sich kontinuierlich ändern, liegen in der zunehmenden Verzahnung der Gemengteile und im Gehalt an Muskovit und Turmalin.

Das Charakteristikum der roten Pegmatite liegt hauptsächlich im Gehalt an Kalinatronfeldspäten und an einem fein verzwilligten Albit.

Beiden roten Ganggruppen gemeinsam ist die Rotfärbung der Feldspäte, hervorgerufen durch eingelagerte Hämatitlamellen oder durch Limonit, und die Führung eines sauren Plagioklases.

Als seriales Merkmal der weißen Aplite ist der Gehalt an Biotit zu betrachten, die serialen Merkmale der

weißen Pegmatite liegen z. B. in dem Gehalt an lose divergentblättrigem Biotit und in dem oft fast völligen Zurücktreten des Plagioklases.

Beiden weißen Intrusionen gemeinsam ist der kalkreichere Plagioklas und der Gehalt an Biotit.

Die gemeinsamen chemischen Merkmale der sauren Intrusion liegen im Gehalt an Ba, dem hohen **si**, **al** und **alk** bei kleinem **c** und **fm**, dem mit sinkendem **si** zunehmenden **mg** und **k**.

Dem Chemismus nach gehört die Provinz zur Kalkalkalireihe und es liegt eine ziemlich durchgehende Serie vor, die von basischen über granitische zu sauren Magmen reicht; die Isofalie liegt bei **si** = 200, wobei **al** = 31, **fm** = 31, **c** = 18, **alk** = 20.

Die Mittelwerte der analysierten Gesteine sind:

1. Mittelwert der sauren Differentiation:

si	al	fm	c	alk	k	mg
419	49	9	6	36	0,59	0,29

2. Mittelwert der basischen Differentiation:

si	al	fm	c	alk	k	mg
292	38	23	12	27	0,47	0,59

Die Differentiation ist typisch kalkalkalisch mit schwachem Anklang an die Kalireihe im **alk**-Verlauf.

II. Teil.

Die metamorphen Gesteine des Grundgebirges.

A. Aplite und Aplitgneise (Granulite) des Eruptivgneis- (Schapbachgneis-) Magmas.

Das Alter, bzw. die geologische Stellung der unter dieser Bezeichnung zusammengefaßten Gesteine ist nicht sicher festzustellen, deshalb sollen sie von den übrigen metamorphen Gesteinen abgetrennt werden.

Hierher zu zählen sind der Aplitgneis von Schupis, nördlich Rotzel,¹⁾ und sehr wahrscheinlich auch der große Aplitgang von Thimos.

¹⁾ G. Walter bezeichnet dieses Vorkommen als Granit (90).

1. *Der Aplitgneis von Schupis.*

Mehrere Steinbrüche zeigen ein stark gepreßtes Gestein. Die durch die Pressung erzeugte Schieferung streicht ähnlich wie der Gneis der Umgebung, das heißt fast E.-W. mit nördlichem Einfallen. Die Form dieses Eruptivgneiskomplexes ist nicht genau festzustellen, spärlichen Aufschlüssen nach scheint es sich um einen Stock zu handeln. In Rotzel wurde er durch eine Hausfundamentierung aufgedeckt. Eine Fortsetzung nach Westen ist zweifelhaft. Spärliche Lesesteine fanden sich auch westlich bei Henner, doch ist in dem dazwischenliegenden Andelsbachtälchen nichts zu sehen.

Makroskopische Ausbildung: Im nördlichen Steinbruch von Schupis steht ein rötlich, aplitisches, geschiefertes Gestein an, dessen Biotit in Streifen geordnet ist. Die Lagerfläche ist gewellt und mit etwas Sericit bedeckt. Das Ganze ist feldspatreich und von homogenem kleinem Korn. Im südlichsten Steinbruch, am selben Orte, ist das Gestein stärker geschiefert und dünnplattig.

Mineralbestand: Quarz, Kalifeldspat, Plagioklas, Biotit, Turmalin, Zirkon, Apatit, Erze (Chlorit, Sericit).

Mikroskopische Ausbildung: Der Quarz bildet zur Hauptsache die Grundmasse in Form kleiner eckiger Körnchen. Daneben tritt er als Einschluß (Tropfenquarz) in den Feldspäten auf und außerdem in größeren Individuen, welche keine nennenswerte Kataklyse zeigen. Der Kalifeldspat, ein Mikroklin, ist oft perthitisch und selten verzwillingt; nur an Stellen, wo eine Druckwirkung nach Form und Lage der Feldspäte zu erwarten ist, tritt randlich eine verschwommene Druckgitterung auf. Die Formen sind variabel, in massigen Partien herrschen Leisten, in den geschieferten sind diese zackig. Der Plagioklas (Albit) tritt zurück, zeigt aber ähnliche Formen wie der Orthoklas. Im stärker geschieferten Gestein sind beide Feldspäte undulös. Der hellbraune Biotit, welcher in ziemlicher Menge am Mineralbestand teilnimmt, ist zerfasert, zerrissen und in die Gleitbahnen verteilt, meistens stark chloritisiert. Pleochroitische Höfe um eingeschlossene Zirkone fehlen nicht. Erze sind spärlich. Im stärker geschieferten Gestein ist der Biotit zum Teil muskovitisiert unter Abscheidung von Limonit. Akzessorien sind selten.

Bemerkenswert ist das Auftreten von äußerst scharfen

Turmalinsäulchen, die alle in einer Zone liegen, wie die Turmaline in den Laufenburger Apliten ausgebildet sind und Bildungen späterer Stadien (eventuell nach der Metamorphose) darstellen. Der Turmalin zeigt, wenn auch selten, Zersetzungen in Chlorit, Sericit und Limonit. Sericit tritt überdies in Aggregaten auf, die auf Cordieritpseudomorphosen hindeuten.

Die Struktur ist eine blasto-aplitische Kataklaststruktur und namentlich in Schliften parallel dem Hauptbruch etwas porphyrisch.

Die Textur ist deutlich schiefbrig, die Feldspäte liegen mit der längsten Diagonale in Richtung der Schieferung und werden von einem Gewirr von Quarz und Glimmer umflossen. Im Dünnschliff wechseln geschieferte Partien mit massigen ab.

Das Gestein hat im festen Zustande mechanische Deformation erlitten. Im Verlauf oder nach der Beanspruchung entstand der Turmalin und wurde zugleich ein Teil des Gereibsels durch Sammelkristallisation den erhalten gebliebenen großen Individuen angegliedert, daher deren oft zerfressene zackige Form (Beginn der Rekristallisation).

Das Gestein von Schupis ist somit ein kataklastischer Gneis der Epi- bis Mesozone.

2. Der Thimosaplit.

Der Thimosaplit,²⁾ ein Gang von 5 km Länge bei einer durchschnittlichen Breite von mindestens 30 m, zieht sich vom Elektrizitätswerk im Murgtal (dort die von der Straße durchbrochenen Felsen bildend) in fast südlicher Richtung nach dem Thimos. Beim Spähnplatz ist er von Buntsandstein bedeckt, südlich davon teilt er sich. Im westlichen Arm sind große Steinbrüche angelegt.

Infolge der starken Bedeckung mit moorigen Wiesen läßt sich die Lagerungsform bei Thimos nicht erkennen. Es kann sich hier sehr wohl um eine Art stockförmiger Erweiterung handeln; sicher ist, daß nur der westliche Arm weiter südwärts reicht. Er tritt kurz hinter der Fabrik im Murghammer mit verminderter Mächtigkeit wieder ins Murgtal ein. Nördlich vom Elektrizitätswerk findet sich auf der Karte (siehe Fig. 2) ein Aplitgang eingezeichnet, der als Apophyse des Thimosaplites zu betrachten ist.

²⁾ Siehe Karte Fig. 2.

Die große Ausdehnung des Ganges und die noch zu erwähnenden Beziehungen, namentlich auch seiner Apophyse, zum Schupisaplitgneis haben mich dazu geführt, den Thimosaplit hier zu behandeln.

Aplitische Gänge beim Nagelfriedleshof südlich Hottingen und im vorderen Albtal sind ebenfalls von großer Ausdehnung, ähnlich ausgebildet, und zeigen, daß der Thimosaplit nicht allein dasteht.

Der Gang verändert seinen Habitus vom Elektrizitätswerk bis zur Fabrik nur wenig. Die Farbe wird im Thimos etwas heller, im vorderen Murgtal etwas rötlicher. Es zeigt sich, daß das Zentrum des Thimosganges granitähnlicher ist, als der mehr aplitische Rand, ohne daß eine eigentliche Salbandbildung auftritt. Näher untersucht wurde das Vorkommen vom Elektrizitätswerk, wo der Gang sein nordwestliches Ende findet. Die Mittelpartie ist hier ein fleischrotes Gestein, bestehend aus einem körnigen Gemenge von grauem Quarz, tief fleischrotem Orthoklas und einer ziemlichen Menge wohlgeformten, schwarzglänzenden Biotites. Es ist feinkörnig homogen und gleicht dadurch einem roten, feinkörnigen Granit. Der Glimmer ist flachlagig angeordnet, in einer gepreßten Apophyse auch der Feldspat. Die Verschweißung mit dem Gneis ist vollständig, man kann oft kaum sagen, wo der Gang aufhört.

U. d. M. ergibt sich folgender Mineralbestand zu erkennen: Quarz, Mikroklin-Mikroperthit, Plagioklas (sauer), Biotit, Muskovit, Apatit, Sericit (Pinit), Limonit.

Alle diese Gemengteile finden sich in Formen, die typisch für Aplite sind, der Quarz herrscht an Masse vor. Die pinitischen Aggregate von Sericit sind von einem Zersetzungsprodukt mit ganz niedriger Polarisationsfarbe begleitet, ganz ähnlich wie in den Cordieritgneisen. Auch der Feldspat ist nicht frei davon und nimmt dann schwammige Struktur an.

Die Struktur ist als allotriomorph zu bezeichnen, charakteristisch sind die starke Quarzverzahnung, bei Abwesenheit von undulöser Auslöschung, und die schlechte Form der Feldspäte. Die Ausscheidungsfolge ist etwas verwischt.

Die Textur ist im ganzen massig.

Das sind Charakterzüge, die in der Hauptsache als aplitisch gelten. Betrachten wir nun noch ein wenig die

Apophyse. Sie befindet sich wenig nördlich vom Thimosaplit, gerade am Nordrand von Blatt 167 der badischen Top. Karte, quert dort eine kleine Wasserrinne und wird dadurch der Beobachtung zugänglich.

Der N.—W. streichende, fast saigere, 2,5 m breite Gang sendet selbst mehrere Apophysen und feinste Äste in den Gneis hinein. Die mittlere Partie des Aplites ist gepreßt und zeigt auf der Lagerfläche Sericitfasern. U. d. M. sieht man die gleichen Komponenten wie im Thimosaplit, nun aber deutlich kataklastisch beeinflußt. Die Feldspäte liegen alle diagonal in Richtung der Sericitfaserzüge, der Biotit ist meist stark zerrissen, muskovitisiert und mit Limonit bedeckt. Die Quarze sind weitgehend in kleine Körner zertrümmert, größere Individuen löschen undulös aus. Die Pinite sind undeutlich geworden. Besonders typische Stellen zeigen, wie der Quarz in feinem Strom sich zwischen zwei Feldspatkörnern durchwindet und abgebogen wird. Die Mikroperthite selbst grenzen mit zackigen Rändern in den Quarzstrom hinein.

Die starke Verzahnung aller dieser Einzelindividuen sagt, daß während der Zertrümmerung schon eine Reorganisation durch Sammelkristallisation vor sich gegangen ist. Die entstandenen Bilder entsprechen denjenigen von Schupis. Diese von Differentialbewegungen begleitete Mylonitisierung war so stark, daß die Zertrümmerung des Gesteines über die Sandquarzbildung (alpiner Protogin) hinausging.

Es sind genügend Stellen in den Schliffen, welche den ursprünglichen Habitus der Komponenten belegen und beweisen, daß das Gestein identisch ist mit dem Thimosaplit. Schuttbedeckung verhindert die Verfolgung des Ganges.

3. Vergleich zwischen Schupisaplitgneis und Thimosaplit.

Der Thimosaplit und seine Apophysen zeigen eine ziemliche Ähnlichkeit mit dem Schupisaplitgneis in Bezug auf mineralogische Zusammensetzung und geologische Erscheinung. Beide treten in großen Stöcken oder stockartigen Gängen auf und in ihrer Nähe sind die Gneise stark rötlich durchadert (Elendslöchlegneise). Diese Injektionsgneise besitzen im Gebiete E. der Schupis, im sog. Urmis, ein Aussehen, das ganz dem der Albruckner Injektionsgneise gleicht, und wenn man z. B. das Profil: Steinbruch vor der Ruine Wieladingen — bergwärts bis zum Thimosaplit ab-

schreitet, so fällt einem auf, wie der dichte, z. T. cornubianitische, feinstreifige Gneis bei der Annäherung an den Aplit plötzlich aplitische Nester und Adern von analoger Ausbildung wie im Elendslöchle aufweist. Außerdem haben wir gefunden, daß auch der Thimosaplit und seine Abzweigungen nicht frei von Kataklyse sind. Daß sie massig geblieben sind, könnte man durch ihre Lage gegenüber den Pressungen erklären. Währenddem die Längsaxe des Schupisaplitgneises E.-W. verläuft, also dem Streichen der Gneise folgt, erstreckt sich der Thimosaplit fast senkrecht dazu (N.-S.). Dann muß der tektonische Druck in S.-E. gewirkt haben. Fügen wir hinzu, daß beide Gesteine große Ähnlichkeit besitzen mit dem von S. K. Roy beschriebenen Granulit (Aplitgneis) von Albruck.

Eine Entscheidung über die Verwandtschaft der Vorkommen untereinander könnte eventuell durch die chemische Analyse gefällt werden. Der Thimosaplit steht geologisch und mineralogisch dem Schupis- und Albruckeraplitgneis viel näher als etwa dem Säckingergranit, dem Schloßbergaplit von Tiefenstein oder den Apliten von Laufenburg. Die Verwandtschaft mit dem Aplitgneis von Schupis ist so groß, daß man beide Vorkommen zusammen aufführen kann.

Betrachten wir nun unsere Gesteine in Bezug auf ihre Verwandtschaft mit ähnlichen Gesteinen des übrigen Schwarzwaldes, Gesteinen, welche von den Schwarzwaldgeologen als Granulite bezeichnet werden.

Granulit ist ein alter Gesteinsname, dem eigentlich eher geologische als petrographische Bedeutung zukommt. Allgemein versteht man darunter einen aplitischen Gneis, einen Gneis mit wenig dunklen Gemengteilen (P. Niggli). Unter den Akzessorien sind wichtig Biotit und Granat, die einander vertreten können. Nach Naumanns Definition muß man sedimentäre und eruptive Granulite unterscheiden; da es massige und schiefrige Varietäten gibt, kann man alles, was irgendwie metamorph ist und aplitische Zusammensetzung hat, hier unterbringen. Das scheint man nun auch im Schwarzwald getan zu haben. Hier werden nämlich die aplitischen Spaltungsprodukte (Gänge und Stöcke) des Orthogneismagmas, gleichgültig, ob sie metamorph sind oder nicht, als Granulit bezeichnet. Nun gibt es aber auch ähnliche, sedimentäre Granulite, die dem Para-(Rench-)gneis und nicht dem Ortho-(Schapbach-)gneis an-

gehören. Diese werden ebenfalls als Granulite schlechtweg bezeichnet. Dadurch entsteht eine gewisse Unsicherheit, welche auch Schwenkel nicht verkennt; ist er doch oft im Zweifel, ob er einen Aplit noch zu den Granuliten zählen darf.

Es ist festzuhalten, mit Granulit werden nur mehr oder weniger metamorphe aplitische Gesteine bezeichnet und es ist, wenn die Herkunft klar ist, in gewohnter Weise Para- bzw. Ortho- als Vorsilbe anzuwenden. Für den Schwarzwald sollte Folgendes gelten: Die aplitischen Spaltungsgesteine des Orthogneismagmas sind als Aplit zu bezeichnen, wenn sie massig, nicht metamorph sind (eventuell unter Beifügung einer Anmerkung „Granulit“-Aplit oder Orthogneisaplit); Ortho-Granulite müssen sie genannt werden, wenn sie metamorph sind. Die sedimentären Granulite haben als Para-Granulite zu gelten.

Granulite sind aus vielen Teilen des Schwarzwaldes beschrieben worden: O. H. Erdmannsdörffer z. B. erwähnt einen Granulit aus dem Wehratalausgang (20, p. 151). Schliffe von diesem Vorkommen zeigen ein Gestein, dessen Lagentextur ebensogut sedimentären als ultramylonitischen Ursprungs³⁾ sein kann. Von Rekristallisation ist keine Spur vorhanden, alle Komponenten sind rundlich und gut geschichtet. Die von H. Schwenkel (80), p. 33, erwähnten Granulite von Happach zeigen mehr oder weniger reichliche Granatführung, sind makroskopisch völlig abweichend von unsern Gesteinen ausgebildet, feinstreifig, dicht, splittrig und dunkel gefärbt und kommen deshalb auch nicht in Frage. Schwenkels Untersuchungen im Angenbachtal können nach einigen Schliffen und Begehungen vielfach bestätigt werden, doch ist die Natur der dortigen Granulite, bevor die Analyse gesprochen hat, fraglich. Es kommen also noch die Granulite des mittleren Schwarzwaldes in Frage. Nach Schwenkel, p. 79, bestehen die dortigen Granulite vorwiegend aus perthitischem Orthoklas, wenig albitisch verzwillingtem Plagioklas, reichlich Quarz, \pm reichlich Granat; Akzessorien sind selten. Abweichend von den Glimmergneisen, soll viel Myrmekit vorhanden sein. Neben Granuliten von sächsischer, finden sich auch solche massiger Ausbildung und ohne Granat. Auch in Schupis und Thimos

³⁾ Er kann wohl ein Para-granulit sein.

wurde kein Granat gefunden. Die Vorkommen von Biberach und Wolfach, Paulischänzli und aus dem Wildschapbachtal wurden von mir ebenfalls untersucht, die Beobachtungen von Schwenkel ließen sich meistens bestätigen, hingegen wurde Myrmekit nur in Wolfach beobachtet. Die untersuchten Vorkommen sind alle massig, völlig aplitisch, haben aber weder mit den Laufenburger Apliten noch mit dem Thimosaplite oder dem Schupisaplitgneis eine Ähnlichkeit. Einzig ein Granulit von der Kinzigbrücke bei Biberach kann mit ihnen verglichen werden und zeigt stark Quarzverzahnung. Der Granulit von Wolfach scheint ein Granitaplit zu sein und soll in anderem Zusammenhange noch erwähnt werden. Gepreßte Granulite scheinen meistens zu fehlen, vielleicht gehören hierher einzelne Vorkommen vom unteren Murgtal.

Wir kommen zum Schluß, daß im mittleren und südwestlichen Schwarzwald Äquivalente zu unseren Gesteinen jedenfalls nicht häufig sind.

Gehören diese Vorkommnisse von Schupis u. s. w. wirklich dem Granulitmagma des Schwarzwaldes an, so haben sie nichts mit dem Albtalgranit zu tun; sie sind älter als dieser; die durch sie verursachte Injektion gehört dem Eruptiv-(Schapbach-) gneis-Zyklus an. Dann ist aber hervorzuheben, daß Granit und Aplit und Eruptivgneis und Granulit eine geradezu erstaunliche Ähnlichkeit der Differentiation zeigen und daß der Ausspruch Lehmanns (47): „Die Granitaplite sind von den Granulitaplititen nicht zu trennen“, auch hier berechtigt ist.

Da von Schupis und Thimos keine Analysen vorliegen, können nur geologische und mineralogische Tatsachen zur Klärung der Alterszugehörigkeit herbeigezogen werden, und da ist zu sagen: für eine Abtrennung und Zuteilung zu einem früheren Intrusionszyklus sprechen die geologische Lagerung und die Mächtigkeit des Aplitgneises. Da der Albruckeraplitgneis nach S. K. Roys Untersuchungen dem Eruptiv-(Schapbach-) gneismagma zugeschrieben werden darf, und da das Vorkommen von Schupis dem Gneis von Albruck verwandt ist, erlaubt diese Verwandtschaft die Zuteilung zum Eruptivgneiszyklus.

Hingegen muß festgehalten werden, daß namentlich die Stellung des Thimosaplitites unsicher ist, umso mehr, als längs ihm und in ihm (Steinbruch Thimoswald) Quarz-

infiltrationen beobachtet werden, die denen im Säckingergranit nördlich Kleemätle recht ähnlich sind.

Die Umbildung dieser Gesteine ist auf Dislokationsmetamorphose zurückzuführen, welche nach der Intrusion stattgefunden hat. Ihre Struktur ist typisch kataklastisch, unter Streß entstanden und von Rekristallisationsvorgängen begleitet worden. Die Metamorphose dieser Aplitgneise ist älter als tertiär, da im Steinbruch von Albrück ein nicht metamorphosierter Lamprophyr auftritt (siehe bei S. K. Roy). Möglicherweise ist sie älter als karbonisch, da damals varistische Richtungen vorherrschten.

B. Die homogenen Gneise und die nicht injizierten Amphibolgesteine.

Unter dieser Bezeichnung werden Gesteine beschrieben, die in der Hauptsache nicht injiziert sind. Sie bilden die Hauptmasse der Südschwarzwaldgneise und haben das Substrat geliefert, in das hinein die Injektion vor sich gegangen ist.

Über sie existieren einige ältere Untersuchungen, die in der Einleitung erwähnt worden sind. Neuere Beobachtungen von P. Niggli sind nur z. T. veröffentlicht, sodaß eine die Gneise besonders berücksichtigende Zusammenfassung hier versucht werden soll.

Es sind folgende Gesteine zu unterscheiden:

1. Feinstreifige bis schiefrige Gneise, die aber nicht alle untersucht werden konnten.

2. Cornubianitgneise.

3. Cordieritgneise und auch Sillimanitcordieritgneise. Da die Cordierite dieser Gesteine meist zersetzt sind und diese Zersetzung z. B. in Laufenburg eine Rolle spielt, soll sie hier etwas näher betrachtet werden. Die Sillimanitcordieritgneise können ebenfalls hier angeschlossen werden, da sie sich in engem Verbande mit den eigentlichen Cordieritgneisen vorfinden; einige Bemerkungen über die in beider Nähe auftretenden, teilweise injizierten Gesteine vom Elendslöchle werden eingeflochten, da die Untersuchungen zu wenig eingehend sind, um ein besonderes Kapitel zu rechtfertigen.

4. Die Amphibolgesteine. Zu ihnen zählen die Hornblendegneise, die Para- und Orthoamphibolite. Diese Zusammenfassung rechtfertigt sich nicht nur durch das ge-

meinsame Vorkommen, sondern auch, wie gezeigt wird, durch die enge Verwandtschaft aller dieser Gesteine. Die injizierten Vertreter dieser Gruppe werden besonders betrachtet.

1. Feinstreifige-schiefrige Biotitgneise.

Diese finden sich in weiter Verbreitung von Säckingen bis ans Albtal und nordwärts bis an die Granitgneisgrenze. Hierher gehören meist biotitreiche Gesteine von dichter, fast massiger bis zu unregelmäßig schiefriger, körniger oder struppiger Textur.

Im Murgtal befinden sich Übergänge einesteils in Cordierit- und Cornubianitgneise, andererseits in reichlich aderführende, schlierige Gneise.

Im Gebiet von Laufenburg bilden die feinstreifig- bis schiefrigen Varietäten das Substrat der „Rote Fluh“- und „Hohwand“-Injektionsgneise. Um die Einheit der ersteren nicht zu durchbrechen, soll ihr Substrat erst bei diesen betrachtet werden. Das Substrat der Hohwandgneise hat einen etwas allgemeineren Charakter und kann um so eher getrennt behandelt werden, als die Gesteine selbst keine geschlossene Einheit bilden. Genetisch handelt es sich um Ortho- und Paragesteine.

a) Glimmerschieferähnliche Biotitgneise.

Makroskopische Ausbildung: Es sind graue, oft ziemlich dunkle Gneise, die den Feldspat noch deutlich erkennen lassen. Die oft aussetzenden Glimmerlagen (Abstand 1—1,5 mm) sind sehr fein. Die dünnplattigen Gesteine sind kompakt und haben splittrigen Bruch. Der Hauptbruch zeigt nur Glimmer und ist oft gewellt.

Durch Abnahme des Glimmergehaltes entstehen hellere, etwas quarzitishe Varietäten, durch Abnahme des Feldspatgehaltes glimmerschieferähnliche Gesteine, wie namentlich im vorderen Murgtal und bis in den Schöffigen, dann bei Schwaderloch u. s. w. Sie sind meist ziemlich stark verwittert, liefern aber einen schlechten, humusarmen Boden.

Mineralbestand: Biotit, Quarz, Orthoklas, Plagioklas, Apatit, Zirkon, Magnetit, Rutil, Titanit, Hornblende, Chlorit, Sericit.

Mikroskopische Ausbildung: Der Biotit hat einen Pleochroismus von gelblich zu braun (heller als in

den Eruptivgesteinen) und tritt in meist guten Leisten auf. Er enthält häufig Sagenitgewebe und pleochroitische Höfe um Zirkon und deutet durch seine Lagerung eine, allerdings oft unterbrochene, streifige Textur an.

Der rundlich, lappige Quarz ist rein und überwiegt an Menge jeden anderen Gemengteil. Tropfenquarz ist wenig häufig.

Die Feldspäte sind leistenförmig bis unregelmäßig körnig, der Plagioklas ist idiomorpher als der Orthoklas. Kalifeldspat überwiegt normal; hornblendehaltige Gneise haben indessen mehr Plagioklas, sodaß diese oft als Plagioklasgneise zu bezeichnen sind; sie führen dann statt des normalen, natronreichen Albitoligoklases einen Oligoklas-Andesin und daneben mehr Akzessorien und dokumentieren dadurch ihre Verwandtschaft mit den eigentlichen Hornblendegneisen. Die vorhandene Albit- und Periklinverzwillingung ist recht scharf.

Die Hornblende ist dieselbe wie in den Hornblendegneisen (grün oder braun, sehr frisch, gerne etwas poikiloblastisch).

Die vorhandenen Akzessorien sind spärlich und normal ausgebildet.

Die Struktur ist granoblastisch und oft deutlich grobhornfelsartig. Im Schliff, parallel dem Hauptbruch, tritt die lappige, körnige Form der Komponenten gut hervor. Die Korngröße wechselt im Schliff, der Quarz zeigt gerne größere Individuen.

Über die Textur siehe oben. Sie gibt sich im Schliff als Kristallisationsschieferung zu erkennen. Profile von Hornblendegneis über feinstreifige oder glimmerarme Gneise zu glimmerreichen trifft man im selben Handstück.

b) Dichte bis massige Biotitgneise. (Typus Eggberg Ostseite.)

Typen hier aufzuführender Gesteine finden sich am S.-Hang des Eggberges, große Felsen bildend (ob Obersäckingen). In einzelnen Lagen auch im Schäßigen bei Laufenburg.

Es sind harte, hellgraue, gesprenkelte Gesteine von schiefrig-massiger Textur mit muscheligen Bruch, oft mit Schlieren gröbern Kornes. Struktur: granoblastisch, hornfelsartig, etwas blastogranitisch. Tropfenquarz ist sehr

häufig, eingeschlossene Quarze zeigen gute Formen. Der schwach zonare Plagioklas ist Albitoligoklas. Der Biotit zeigt Umwandlungen in Muskovit, der Kalifeldspat ist Orthoklas. Vermutlich liegen hier z. T. Katabiotitorthoklasgneise eruptiver Herkunft vor.

c) Der Chemismus der feinstreifigen Gneise.

Analysen liegen nur für diese Gesteine vor. Untersucht wurden drei Gesteine (Gew. %, Tabelle 6).

Tabelle 6. Feinstreifige Gneise von Laufenburg.

	Nr. 18	19	20
SiO ₂	72.93	72.95	74.83
TiO ₂	0.82	0.81	0.63
Al ₂ O ₃	13.29	14.61	11.75
Fe ₂ O ₃	0.83	0.65	1.12
FeO	2.66	2.71	1.95
MnO	0.02	0.04	0.03
MgO	1.19	0.99	1.49
BaO	0.14	0.18	0.08
CaO	0.74	1.61	1.79
Na ₂ O	2.10	2.38	1.20
K ₂ O	4.35	1.97	3.98
P ₂ O ₅	0.17	0.35	0.30
H ₂ O +	0.94	0.55	0.73
H ₂ O -	0.08	0.03	0.12
	100.26	99.83	99.92
	s = 2.76	s = 2.70	s = 2.66

Analyse 18 (si 402) und 20 (si 432) (Analytiker Suter) sind zwei feinstreifige normale Typen aus dem Gebiet unter der Brücke Laufenburg, Schweizerufer. Sie zeigen den normalen Mineralbestand, teilweise etwas Hornblende, sind dunkelgrau und haben Hornfelsstruktur.

Analyse 19 (si 400) (Analytiker Suter) stammt ebenfalls von einem Gestein von den Felsen unter der Brücke Laufenburg; auch es ist feinstreifig und führt tiefbraune Hornblende in gut geformten Körnern. Die Hornblende ist stark pleochroitisch. Daneben findet sich Biotit, Oligoklas-Oligoklasandesin (in einer Partie geringer Injektionen trifft man Albitoligoklas), Orthoklas, ziemlich viel Quarz, mit Einschlüssen, Tropfenquarz. Die Struktur ist einfach, hornfelsartig.

Alle drei Gesteine sind sehr kieselsäurereich, haben ein typisch sedimentäres Mg—Ca-Verhältnis (Mg > Ca) und führen etwas BaO.

Für das Gestein Nr. 18 wurde nach Rosenbusch die Ausgangszusammensetzung ermittelt (Tab. 7), indem von Al_2O_3 die Alkalien + BaO molekular subtrahiert, der Rest als Kaolin berechnet wurde. Alles $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{FeO}$ als Fe_2O_3 wurde mit H_2O zu Limonit (man könnte hier auch Hämatit nehmen) vereinigt, im Gegensatz zu Rosenbusch, der Fe immer als Karbonat in Anschlag bringt. Von CaO wird die äquivalente Menge für P_2O_5 subtrahiert, der Rest + MgO figuriert als Karbonat.

Der Vergleich von II mit III und IV zeigt folgendes: Gegenüber der Analyse III ist der Kaligehalt in II ziemlich größer, was vielleicht eine beginnende Alkalisierung andeutet. Im übrigen stimmen die Werte recht gut überein. Ebenso läßt sich die Analyse mit IV vergleichen, die nun auch ein ähnliches Kali hat und als schwach-toniger Buntsandstein bezeichnet wird.

Tabelle 17, p. 291, zeigt die Niggliwerte.

Tabelle 7.	I	II	III	IV
SiO_2	72.93	71.00	76.84	79.66
TiO_2	0.82	0.80	—	—
Al_2O_3	13.29	12.95	11.76	9.21
Fe_2O_3	0.83	3.75	0.55	3.57
FeO	2.66	—	2.88	0.08
MnO	0.02	0.02	Spur	Spur
MgO	1.19	1.16	1.39	0.67
CaO	0.74	0.72	0.70	0.10
BaO	0.14	0.14	—	—
Na_2O	2.10	2.05	2.57	0.22
K_2O	4.35	4.25	1.62	4.49
H_2O	1.12	1.26	1.87	1.84
P_2O_5	0.17	0.17	—	0.02
CO_2	—	1.72	—	—
	99.83	100.00	100.18	99.86

I = Werte bei der Analyse gefunden. Analyse Nr. 18.

II = Ausgangszusammensetzung.

III = Potsdam Sandstein, Ablemans Sauk Co. Wiscons.

IV = Buntsandstein, schwach tonig, Heidelberg.

Die drei feinstreifigen Gneise geben eine Gruppe, die bei hohem **si** ausgezeichnet ist durch sehr hohes **fm** und kleines **c** und **alk**. Die **k—mg**-Zahlen bewegen sich auf normalen Bahnen, wenn wir zum Vergleich Magmen heranziehen. Magmen mit nur einigermaßen ähnlichen übrigen Werten lassen sich jedoch nicht finden. Alle irgendwie in Betracht kommenden haben viel größeres **alk**, aber bei weitem ge-

ringeres *fm*. Das läßt schon darauf schließen, daß wir hier Paragesteine vor uns haben.

Die Lage im Tetraeder *al—alk—c/fm* spricht in allen Fällen zugunsten der Deutung als Paragestein. Es fällt nämlich:

si 400 in den P.-Raum Schnitt III;

si 402 in den P.-Raum hart an der Grenze gegen den E.-Raum Schnitt III;

si 432 auf die Grenze zwischen P.- und E.-Raum Schnitt III; es sind metamorphe tonige Rückstands-Sedimente.

Die Werte für Al, Fm, C,¹⁾ Tabelle 17, geben sehr deutlich den chemischen Charakter wieder. Alle drei Analysen haben bei ihrer Acidität großen Al-Überschuß. Sie fallen in das Feld 2 der Fig. 10 (P. Niggli (1)) mit Orthaugit, Cordierit, Anorthit. Statt der tatsächlichen Paragenese, Quarz, Kalifeldspat, Biotit, Plagioklas + Hornblende wären in diesem Falle also nur noch Cordierit event. Orthaugit zu erwarten. Cordierit findet sich in den nahe verwandten Cordieritgneisen des Murgtales und in den feinstreifigen Typen der Rote Fluh-Gneise.

Der normative Mineralbestand, Tabelle 18, zeigt einige weitere Gesetzmäßigkeiten. Der Plagioklas spielt eine ziemliche Rolle, da wir es mit hornblendehaltigen Gneisen zu tun haben. Indessen nimmt er mit steigendem *si* ab, während der Orthoklasgehalt wächst. Quarz, Hypersthen (in der Hornblende) bleiben konstant, ersterer ist Hauptgemengteil, deutlich drückt sich in den Werten das Zurückgetretene der Akzessorien und das Vorherrschen von Feldspat und Quarz aus.

Die Betrachtung der Niggliwerte im Variations- (Differentiations-) diagramm soll gemeinsam mit derjenigen des Diagrammes der Hohwandgneise vorgenommen werden, da die analysierten feinstreifigen Gneise das Substrat jener Injektionsgneise darstellen.

Z u s a m m e n f a s s u n g.

Für die Paraherkunft der feinstreifigen Gneise sprechen

⁴⁾ Über die Bedeutung dieser Werte siehe bei P. Niggli die Mineralassoziationen der Katazone, Fortschritte d. Min. Petr. Bd. 8, p. 87. Die Werte (*al-alk*), *fm*, *c* auf 100 gebracht, ergeben AL Fm, C, welche sehr gut einen allfälligen Tonerdeüberschuß erkennen lassen. Sie können in einem Dreieck dargestellt werden und geben dann die Beziehung zum Mineralbestand.

neben dem mineralogischen Kennzeichen der Al-Überschuß, das Verhältnis Mg—Ca, die Lage im Tetraeder, der Vergleich der berechneten Ausgangszusammensetzung mit Sandsteinen und nicht zuletzt die Unmöglichkeit, ein ähnliches magmatisches Basenverhältnis zu finden.

Es liegen somit *Kata-Parabiotitgneise* vor, die dem *Renchgneis* zuzuzählen sind. Quarzgehalt und Biotitgehalt sind oft sehr hoch.

Die Entstehung der feinstreifigen *Parabiotitgneise*, der *Hornblendegneise*, welche völlig der *Katazone* angehören, ist auf tiefste *Dislokationsmetamorphose* zurückzuführen. Die Prozesse, welche sich dabei abspielten, wurden früher unter dem Begriff *Regionalmetamorphose* zusammengefaßt (*regional* kann aber bekanntlich jede *Metamorphosenart* wirken).

Die Struktur dieser *Gneise*, *hornfelsartig-granoblastisch*, fast stets mit deutlicher *Kristallisationsschieferung*, spricht für eine *Metamorphose*, die unter einem \pm gerichteten Druck (*kristalloblastische Schieferung*) und unter hoher Temperatur vor sich ging, sodaß alle Gemengteile des Sediments gleichzeitig umkristallisierten (*hornfelsähnliche Struktur*) und eine *Kataklase* verhindert wurde. (Diese fehlt unseren Gesteinen.)

Kräfte oder Spannungen, deren Auslösung zu *Dislokationsmetamorphose* führen, sind an Zeiten größerer *Faltungen* gebunden; welche der *palaeozoischen*, *präcarbo-nischen* *Faltungen* in Frage kommt, kann in unserem Gebiet nicht entschieden werden.

2. *Cornubianitgneise*.

Vorkommen: Im *Murgtal* gegenüber der *Ruine Wieladingen*, in *Albert Hauenstein*, im *Steinbruch* an der *Landstraße*, als mehr oder weniger *stock- bis linsenförmige* *Einlagerungen* im *Biotitgneis*.

Makroskopische Ausbildung: Es sind gut erkennbare, massige, dichte, *hornfelsartige* Gesteine, die am *Rande* des *Stockes* in *schiefrige* *Abarten* übergehen. Die dichten *Varietäten* ähneln einigermaßen *Quarziten* und einzelnen *Granuliten* vom *Wehratalausgang* (obwohl jede *mikroskopische* und *chemische Verwandtschaft* mit ihnen fehlt). Die *schiefrig-streifigen* Gesteine haben das Aussehen eines *dunklen, dichten Eruptivgneises*.

Die Untersuchung beschränkt sich auf Handstücke vom Steinbruch vor der Ruine Wieladingen, wo das Gestein sehr frisch geschlagen werden kann.

Die massigen Abarten (Analyse 21) dieses Vorkommens sind hellgrau bis grünlich (durch Chlorit), dicht splittrig und ziemlich quarzreich. Spärliche Biotitlagen, variabel in Ausdehnung und Auftreten, deuten eine gewisse Streifigkeit an; die einzelnen Biotite bilden feine, 3—4 mm lange Fasern und sind oft etwas limonitisiert (z. B. Gesteine der Analyse 22).

In der Nähe des Elektrizitätswerkes im Murgtal treten grobgeschieferte Abarten auf, deren Biotite bis 1 cm groß werden können.

So wechselt dieser Gneis auf einer Strecke N.—S. von nur wenigen hundert Metern in seiner Ausbildung ziemlich stark. Seine Hauptmerkmale sind hellgraue bis grünliche Farbe, dichtes Korn, massiges, hornfelsartiges Aussehen, Übergänge in streifige Textur. Die Zusammengehörigkeit aller erwähnten Varietäten ist u. d. M. evident.

Mineralbestand: Quarz, Kalifeldspat, Plagioklas, Biotit (Chlorit), Apatit, Zirkon, Magnetit, Pyrit, Magnetkies, Rutil, Ilmenit, Calcit.

Mikroskopische Ausbildung: Der Quarz ist vorherrschender Gemengteil, namentlich in den hellen Varietäten. Seine Formen sind oft einfach; oft ist er zackig begrenzt. Als Tropfenquarz kommt er in beiden Feldspäten vor. Einschlüsse im Quarz selbst fehlen. Der Kalifeldspat, meist Orthoklas, ist lappig begrenzt und von länglicher Form. Durch Druck erzeugte Mikroklingitterung ist nicht selten. Mikroperthite sind spärlich. Der Plagioklas, ein Oligoklas bis Oligoklasalbit, tritt gegen den Kalifeldspat ziemlich zurück; er ist meist sericitisiert und seine Körner sind kleiner, als die des Kalifeldspates. Der Biotit weist sehr wechselnde Formen auf, wirrgelagerte Fäserchen und Schüppchen bis Fasern sind die Regel. Frisch ist er gelblich bis braun, aber oft den Spaltrissen entlang limonitisiert. Die Verteilung der Biotite ist entweder massig (dendritische bis fasrige Glimmer) oder lagig (leistenförmige Glimmer). Rutil- und Ilmenitausscheidungen, sowie Calcit begleiten öfters die Biotite. Unter den Akzessorien ist Apatit nicht selten, Pyrit und Magnetit bilden einzeln oder miteinander schlechtgeformte Aggregate.

Ein zusammenfassendes Bild der Formen der Gemengteile gibt uns die Betrachtung der Struktur. Diese zeigt alle Merkmale der Hornfelsstruktur; und diese ist durch alle Varietäten hindurch zu verfolgen. Fig. 4, Taf. XI in Grubemann, Kristalline Schiefer, II. Aufl., stammt aus dem hier untersuchten Steinbruch und gibt das Gestein der Analyse 22 wieder. Die Verzahnung der Gemengteile ist wohl innig, aber nicht extrem. Das Korn wechselt von $\frac{1}{10}$ bis 1 mm im selben Schliff. Die Texturvarietäten sind oben angedeutet. Eine geringe Lagigkeit der Biotite ist selbst in massigen Handstücken zu beobachten. In den streifigen Varietäten stellen sich Quarz und Feldspat mit der Längsaxe in die Richtung der Streifung.

Das ziemlich gutgeschieferte Gestein vom Felsen an der Straße vor dem Elektrizitätswerk möge etwas näher besprochen werden. Die Komponenten sind dieselben, der Biotit ist frischer, daher etwas dunkler; er liegt entweder in der Schieferung oder diagonal dazu, charakteristisch sind seine wirr dendritischen Formen. Oft umfaßt er poikilitisch Feldspat und Quarz und ist durch Sammelkristallisation entstanden. Durch diesen Biotit bekommt das Gestein makroskopisch eine etwas unregelmäßige Textur und ein struppiges Aussehen.

Ähnliche Gneise sind auch bei der Lochmühle⁵⁾ zu finden und gehen dort in Cordieritgneise über.

Interessant an dem Gestein vom Elektrizitätswerk ist ferner eine, wenn auch nicht sehr strenge Sonderung der Gemengteile nach der Korngröße. Lagen sehr feinen Kornes wechseln mit solchen von größerem Korn, wobei die feinen Lagen gerne auslaufen oder in die groben übergehen. Alle Lagen führen Quarz-Feldspat von einfachen, rundlichen bis eckigen Formen. Die Biotite begleiten die groben und feinen Lagen. Die Struktur ist blastopsammitisch.

Diese Beobachtungen lassen erkennen, daß es sich um das Derivat einer Arkose handeln muß. Die Gesamterscheinungen aller hierher zu zählenden Gesteine sprechen für die Paranatur derselben (siehe Chemismus).

Schwenkel (80) erwähnt p. 54 eine feinstreifige Gneisvarietät aus dem Steinbruch von der Kinzigbrücke bei Biberach. Das Gestein hat makroskopisch Ähnlichkeit mit

⁵⁾ Im Murgtal.

den hornfelsartigen Abarten im Murgtal. U. d. M. bestätigt sich diese in struktureller und textueller Beziehung; es ist glimmerreicher und die Glimmer lösen sich z. T. in Aggregate von feinsten Fasern auf, dazu tritt ein gewisser Gehalt an Granat. Die Feldspäte zeigen jedoch oft schriftgranitische Erscheinungen, sodaß kein reiner Parahornfels vorliegen kann. Unseren hellen, massigen Gesteinen näher verwandt sind die Psammitgneise von Brixen in Tirol, den dunklen die Cornubianitgneise von Bieberstein in Sachsen.

Unter dem Namen Cornubianit beschreibt Fischer (25) p. 456 und Schill (78) p. 58 einen Gneis aus dem Tunnel von Laufenburg. Die Beschreibung dieses Gesteines, das in Linsen dem übrigen Gneise eingelagert ist, paßt wortwörtlich auf den Cornubianit aus dem Murgtal. Im übrigen kommt solcher in Laufenburg nicht zum Vorschein.

Die Bezeichnung *Cornubianit* umfaßt vielerlei Hornfelse. Naumanns Definition (Geognosie, Bd. I, p. 560 und 780; 1850) stimmt völlig auf die Varietäten im Murgtal; er erklärt die Hornfelse für Produkte der Kontaktmetamorphose (innerste Zone). F. Zirkel (Lehrbuch der Petrographie, Bd. II, 1874) führt im Kapitel „Kontaktmetamorphose der Tonschiefer“ den Cornubianit an. Er gibt eine ähnliche Definition wie Naumann, möchte aber den Namen auf Andalusitglimmerhornfelse beschränkt wissen. Boase⁶⁾ hatte die Bezeichnung für einen Hornfels aus Cornubia, Cornwall gebildet. Heute wird der Begriff Cornubianit im Sinne von Naumann gebraucht. Infolgedessen wurden auch die Gesteine aus dem Murgtal als Cornubianite bezeichnet.

Analysiert wurden der massige und der schwachstreifige Typus. Beide stammen aus dem Steinbruch vor der Ruine Wieladingen, Murgtal.

Diese beiden Gesteine stehen im Schliff einander sehr nahe. Sie zeigen (Tabelle 8) bei hohem SiO_2 -Gehalt wenig Al_2O_3 und Alkalien. Von ihnen wurde die Ausgangszusammensetzung (nach Rosenbusch) ermittelt. Es zeigt sich, daß diese nicht sehr von derjenigen der feinstreifigen Gneise von Laufenburg abweicht, obwohl beide Gesteine in den Niggliwerten differieren. Was Mineralbestand und Struktur anbetrifft, so bestätigen sie diesen Zusammenhang, haben

⁶⁾ Referat in dem Lehrbuch von Zirkel.

doch die feinstreifigen Gneise sehr starke Anklänge an die Hornfelsstruktur.

Tabelle 8. **Analysen der Cornubianite.**

Nr.	Massiger Cornubianit Murgtal	Cornubianit id. streifige Varietät	Ausgangszusammen- setzung berechnet		Zum Vergl. Rosenbusch Elemente p. 510, Nr. 2 Sandstein cambr.	Zum Vergl. loc. cit, Nr. 3 Wiener und Potsdamer Sandstein
	21	22	für 21	für 22		
SiO ₂	76.93	73.98	74.60	71.80	80.60	76.84
TiO ₂	0.60	0.50	0.59	0.48	—	—
Al ₂ O ₃	9.39	11.10	9.15	10.75	9.20	11.76
Fe ₂ O ₃	1.43	1.81	3.25	5.00	—	0.55
FeO	2.13	3.09	—	—	2.37	2.88
MnO	Spur	Spur	—	—	0.23	Spur
MgO	1.19	1.31	1.16	1.25	1.29	1.39
BaO	0.33	0.16	0.32	0.15	—	—
CaO	2.29	1.66	2.25	1.60	1.33	0.70
Na ₂ O	3.00	3.91	2.95	3.75	1.37	2.57
K ₂ O	1.48	1.73	1.45	1.65	1.65	1.62
H ₂ O +	0.91	0.92	1.34	0.28	0.94	1.87
H ₂ O -	0.06	—				
P ₂ O ₅	0.50	0.30	0.49	1.00	0.08	—
CO ₂	—	—	2.45	2.35	—	—
	100.48	100.24	100.00	100.06	100.09	100.18
	s = 2.66	s = 2.66				

Die Ausgangszusammensetzungen lassen sich leicht mit Analysen von Sandsteinen vergleichen. Zwei Vergleichsanalysen aus Rosenbusch, Elemente, p. 510, sind auf der Tabelle 8 angeführt.

SiO₂ 74,60 % zeigt gegenüber 80,60 % erstens weniger SiO₂, dann mehr CaO und mehr Na₂O, gegenüber 76,84 % etwas weniger Al₂O₃. Dagegen stimmen die Alkalien recht gut überein.

SiO₂ 71,80 % gegenüber zeigt SiO₂ 80,60 % sozusagen nur bei Na₂O eine Differenz. Gegen 76,84 % ist CaO und Na₂O etwas abweichend.

Der kurze Vergleich genügt meines Erachtens, um die Zusammengehörigkeit der aufgeführten Gesteine darzutun und um zu zeigen, daß die Cornubianite Paragneise sind, hervorgegangen aus Sandsteinen.

Vergleicht man die Niggliwerte, Tab. 9, mit Magmen von ähnlichem Basenverhältnis, so findet man bei den normalgranitischen Magmen große Ähnlichkeit, doch ist dort k

ziemlich höher, aber, und das ist sehr bezeichnend, **si** um 75 bis 180 zu niedrig.

Tabelle 9. **Mol-Werte der Cornubianite nach Niggli.**

	si	al	fm	c	alk	k	mg	c/fm	Schn.	p	ti	h
Nr. 22	464	33.5	28	15.5	23	0.25	0.34	0.56	IV	1.45	2.9	19.5
„ 21	386.5	34.5	30.5	9.5	25.5	0.22	0.34	0.31	III	0.6	1.9	16.0

Ein Renschgneis aus der Nähe von Freiburg mit **si** 344 entspricht weitgehend **si** 386 (auch makroskopisch). **si** 464 ist ähnlich **si** 384,5, dem Renschgneis vom Jägerhäusle, **al**, **fm** differieren am meisten.

Die Lage im Tetraeder gestattet keine Schlüsse auf die Abstammung. Alle Punkte liegen im E.-Feld, doch tritt in der **si**-Beziehung ⁷⁾ der Sedimentcharakter deutlich hervor.

Dem Basenverhältnis nach müssen die Ausgangsgesteine schon ziemlich viel Feldspat geführt haben. Chemismus, Mineralogie, Verwandtschaft und die geologische Verteilung der Varietäten weisen übereinstimmend auf sandige bis arkoseartige Ausgangsgesteine hin.

Die Bildung der Cornubianite muß durch gewöhnliche (thermische) Kontaktmetamorphose erfolgt sein. Die reine Hornfelsstruktur, bei massiger Textur, spricht dafür. Die thermische Kontaktmetamorphose konnte aber nur an einzelnen, günstigen Punkten rein zur Auswirkung gelangen, an anderen Stellen überwog sie z. T. lediglich die Dislokationsmetamorphose und erzeugte so die streifigen, struppigen Varietäten.

3. Cordieritgneise und Sillimanitgneise.

Die Sillimanitführung der Gneise des Murgtales und von Laufenburg ist nie so stark, daß von eigentlichen reinen Sillimanitgneisen gesprochen werden kann. Sillimanit ist meist nur ein Begleiter des Cordierites, deshalb sollen Gesteine, die diese Mineralien führen, gemeinsam besprochen werden.

a) Cordieritgneise des Murgtales.

Makroskopische Ausbildung: Cordieritführende Gneise finden sich in Laufenburg im Gebiete der

⁷⁾ Siehe auch P. Niggli — U. Grubenmann: Die Gesteinsmetamorphose.

Rote Fluhgneise (namentlich in der Enge). Eigentliche Cordieritgneise sind sehr häufig im Murgtal, wo sie P. Niggli zuerst aufgefunden hat. An der Murgtalstraße trifft man schon vor der Lochmühle und namentlich von dieser bis zur Ruine Wieladingen in den Felsen beider Talhänge überall Cordierit in biotitreichen Gneisen, die, wenn cordieritfrei gut gebankt, wenn cordieritführend struppig, grobhornfelsartig, gefältelt und gestaucht sind. Auch am Eggberg wurden an verschiedenen Orten Cordieritgneislagen angetroffen.

Die Cordierite dieser Gesteine sind makroskopisch meist nur als feine, bläulich-grüne Körnchen wahrzunehmen, erreichen aber stellenweise, z. B. am Wieladingschloß, vor der Lochmühle und im Schöffigen bei Laufenburg Durchmesser von mehr als 1 cm, wobei dann der pseudohexagonale Habitus in den kurzen, gedrungenen Säulchen deutlich zum Ausdruck kommt. Immer sind die Cordierite zersetzt, mit Glimmer bedeckt und zeigen oft die Absonderung nach der Basis. Große Cordierite trifft man gerne in pegmatitischen Nestern, wobei neben sehr viel Fettquarz auch Turmalin⁸⁾ auftreten kann.

Die Cordieritgneise des Murgtales gehören den als feinstreifig bezeichneten Gneistypen an. Sie sind mit ihnen durch Übergänge verbunden und, was besonders hervorzuheben ist, sie lassen sich oft kaum von den streifigen Cornubianitgneisen trennen, mit denen sie die struppige Textur und die grobhornfelsartige Struktur gemeinsam haben.

Es sind im allgemeinen glimmerreiche, dunkelgraue bis schwärzliche Gesteine, deren Korn um einige mm schwankt; sie treten in stark gefältelten, aber auch in fast massigen Komplexen auf.

Das Gestein der Analyse 23 stammt direkt vom Kontakt mit dem Cornubianit, welcher auf 3—4 m in den Cordieritgneis übergeht. Es ist schiefrig, glimmerreich, wobei der Glimmer am Kontakt mit Quarzadern grobblättrig wird. Der Cordierit ist infolge der ebenfalls matten Farbe der Feldspäte leicht zu übersehen.

Die struppigen, grobhornfelsartigen und vielfach pegmatitisch injizierten Varietäten zeigen viel Feldspat und Quarz; in diesem Gemenge schwimmen bis 1 cm lange,

⁸⁾ Von P. Niggli zuerst festgestellt.

$\frac{1}{2}$ cm dicke, lauchgrüne Säulchen, welche metallisch glänzen und eine deutliche Absonderung parallel (001) erkennen lassen. Zumeist sind sie von Limonit umsäumt, Querschnitte deuten auf ein 12-Eck hin (Gigantolith).

Mineralbestand: Quarz (oft Tropfenquarz in Cordierit und Feldspat), Orthoklas, saurer Plagioklas, dunkelbrauner Biotit, Zirkon (Granat), Sillimanit.

Die mikroskopische Ausbildung der Murgtal-Cordierit-Gneise lehnt sich, wie gesagt, völlig an die der struppigen Cornubianitgneise und Biotitgneise an. Ihre Struktur ist granoblastisch bis grobhornfelsartig, der Plagioklas tritt zurück. Der Kalifeldspat ist oft zersetzt. Nähere Betrachtung verdient der Cordierit.⁹⁾

Das Gestein der Analyse 23 repräsentiert den normalen Typ der Cordieritgneise im Murgtal. Seine Cordierite sind ziemlich klein und erweisen sich u. d. M. als Glimmernester, bestehend aus einem Gewirr feinsten Fäserchen, in denen größere Blättchen eingestreut sind; sie deuten in ihrer Gesamtheit eine ehemalige Spaltbarkeit an. Die sich ergebenden Bilder sind analog denen von Fig. 3 in Gareis: über die Cordieritpseudomorphosen. Im Inneren der Aggregate erkennt man unregelmäßig geformte, spärliche Reste von fast frischem Cordierit, die ziemlich deutlich die (010)-Spaltung zeigen. Ganz frische Cordierite sind ohne Spalt- risse. Die Umwandlung ist also von außen nach innen fortgeschritten, häufig enthalten diese Reste Quarzeinschlüsse oder Sillimanitnadeln. Schliffe, der Sammlung von P. Niggli entstammend, zeigen diese Pseudomorphosen deutlicher.

Schliffe durch einzelne Cordieritsäulchen erscheinen im gewöhnlichen Licht ziemlich homogen, farblos und sind von Rissen, welche prismatische Spaltbarkeit andeuten, durchzogen. Bei gekreuzten Nicols lösen sie sich in ein Gewirr von kleinen Schüppchen von Sericit und Chlorit auf. Einzelne dichte Partien haben geringe bis gar keine Doppelbrechung. Die Zersetzung des ursprünglichen Minerals muß auf Adern geschehen sein, welche ungefähr in der Spalt- richtungen lagen, diesen entlang haben sich auch die größten Glimmerblättchen gebildet, ihnen schließen sich die kleinen

⁹⁾ Im folgenden wird öfters auf die Arbeiten von Gareis (die Pseudomorphosen des Cordierites) verwiesen, der auf ganz ähnliche Phänomene hinweist und Bilder gegeben hat, die ebensogut von unserem Material stammen könnten.

an und in der Mitte jedes Feldes liegt die fast bis ganz isotrope Substanz. Unveränderter Cordierit ist in diesem Falle nicht mehr vorhanden.

Ein Schnitt parallel *c* zeigt die gleichen Erscheinungen etwas geordneter, genau entsprechend der Phot. Nr. 3 bei Gareis. Die schwach polarisierende Substanz ist unauflösbar, optisch negativ, mit kleinem Axenwinkel. Sie findet sich in anderen Schliffen auch neben frischem Cordierit, welcher sehr schlecht begrenzt und von Muskovitfasern und Limonit überkleidet ist.

Cordieritvorkommen in aplitischen, vielleicht z. T. hochinjizierten, schlierigen Gneisen sind namentlich im mittleren Murgtal (Elendslöchle) sehr häufig.

b) Cordieritführende Gneise von Laufenburg.

Die allgemeine Ausbildung der cordieritführenden Gneise von Laufenburg wird bei den Rote Fluh-Gneisen behandelt. Hier soll nur von der Cordieritführung derselben gesprochen werden.

Die Cordierite sind oft 1 cm groß und gut begrenzt, jedoch fast stets zersetzt. Die Zersetzungserscheinungen haben meist das ganze Gestein in Mitleidenschaft gezogen und finden sich in der Hauptsache in der Enge am badischen Ufer.

Die Struktur der Gneise bleibt bei der Zersetzung völlig erhalten. Sie ist hornfelsartig bis granoblastisch. Die Gesteine sind glimmerreich, im übrigen normale, feinstreifige Ausgangsglieder der Rote Fluh-Gneise. Granat ist ein seltenes Akzessorium.

Das Gestein nimmt zufolge starker Limonitisierung eine ziegelrote Färbung an, die oft an einzelnen Punkten sehr intensiv ist. Da, wo die Zersetzung sehr stark ausgeprägt ist, tritt im Zentrum der Verfärbung ein lauchgrünes Material mit erdigem Bruch auf, dessen Härte 2—3 beträgt. Wichmann (94) hat solche Erscheinungen als Pyrargillit beschrieben, auch aus dem nördlichen Schwarzwald sind sie, wenn auch nicht so schön ausgebildet, bekannt.

U. d. M. zeigen sich dieselben Bilder, wie in den Schliffen aus dem Murgtal. Wiederum findet man Aggregate von Glimmer mit zentralem farblosen Kern, die Umrisse des Ganzen sind pseudohexagonal oder unbestimmt.

Die farblose Substanz kann durch Limonit schwachgelblich gefärbt sein, sie ist meist völlig isotrop und von zwei Spaltrichtungen, die ungefähr senkrecht aufeinander stehen, durchzogen. Stellenweise hellt sie beim Polarisieren schwach auf und löscht parallel den Spaltrissen aus. Die Lichtbrechung beträgt etwa 1,55.

Häufig nimmt die isotrope Substanz Formen an, die lebhaft an kolloidale Stoffe erinnern und genau Fig. 2 in Gareis entsprechen. Meist ist sie außerdem von einem Geflecht von Glimmer durchsetzt, dessen größere Fasern oft, wie anderorts erwähnt, parallel den Spaltrichtungen liegen, so ein Maschenwerk bilden, das z. T. von einem Gewirre feinsten Schüppchen von Chlorit (Pennin) erfüllt wird, welcher sich dem Anschein nach aus der isotropen Substanz herausbildet. Die Stadien, Fig. 2 und 3 Gareis, kehren teils rein, teils zu einem einzigen vereinigt wieder. Die seltenen frischen Cordierite sind etwa von Quarz oder Sillimanit durchsetzt und zeigen eine schlechte Spaltbarkeit, also Eigenschaften, welche allgemein bekannt sind.

Neben diesen rein von Cordierit herzuleitenden Umwandlungserscheinungen finden wir an denselben Lokalitäten (vielfach im selben Handstück) noch eine zweite Umwandlung, die makroskopisch oft kaum von der ersten zu trennen ist. Sie tritt auch in injizierten Rote Fluh-Gneisen auf. Die betreffenden Gneispartien sind tief rostrot gefärbt und enthalten Flecken und Zonen von bläulichgrünen oder weißlichen erdigen Substanzen. Einzelne Vorkommen solcher bläulichgrüner Umwandlungsprodukte erinnern beim ersten Anblick direkt an Opal. Die bläulichgrüne Substanz ist weich und zeigt oft prismatische Spaltbarkeit.

U. d. M. löst sich der Komplex der Erscheinungen einigermaßen auf. Die rostroten Partien sind allermeist zerbrochene Quarze, bei denen die Sprünge mit Limonit verschmiert sind. Die bläulichgrüne Substanz gehört in einzelnen Fällen dem Cordierit an. In anderen Fällen muß an eine andere Herkunft gedacht werden.

Einzelne Schiffe zeigen nur noch Quarz, etwas Biotit mit Limonit und die Umwandlung, welche wie ein Netz alles durchsetzt. Der Feldspat ist völlig verschwunden. Das Umwandlungsprodukt ist sehr ähnlich demjenigen der Cordierite. Es besteht teilweise aus Sericit, welcher sich auf Rissen angesiedelt hat und aus einer fast bis ganz isotropen

Substanz. Diese isotrope Masse erscheint makroskopisch bläulichgrün dicht, sie läßt sich mit der stärksten Vergrößerung zum Teil in eine Masse von Fäserchen und Schüppchen auflösen, bleibt aber teilweise dicht. Sehr oft findet man eine fast rechtwinklige Spaltbarkeit, wie bei den Cordieritpseudomorphosen, oft läßt sie sich aber auch als Feldspat-spaltbarkeit deuten.

Die Substanz muß, trotz ihrer Ähnlichkeit mit Cordieritpseudomorphosen, teilweise vom (Kali-)Feldspat stammen, denn 1. fehlt dieser dem Schliff völlig, obwohl er in frischen Gesteinen Hauptbestandteil ist; 2. die Formen der Substanz sind oft überraschend gleich denen der Feldspatleisten und 3. zeigen auch die Spaltstücke der Pseudomorphosen Feldspat ähnliche Form. Die Substanz führt Tropfenquarz analog wie frische Feldspäte.

In anderen Partien ist der Feldspat teilweise noch vorhanden, hat aber gelitten durch Zerbrechungen und ist auf Spalten sericitisiert. Auch lassen sich Übergänge von frischem Feldspat in die Pseudomorphosen auffinden. Dieser zeigt alsdann eine schwammige, poröse Struktur und enthält die isotrope Masse.

Die Natur dieser isotropen Masse ist zweifelhaft, Opal kann kaum in Frage kommen. Die Spaltbarkeit der Substanz, die Zweiachsigkeit der schwach polarisierenden Partien und das Auftreten von normalem, unverändertem Quarz bei fehlendem Feldspat spricht dagegen. Ein abschließendes Urteil kann mangels chemischer Analysen nicht gefällt werden.

Die Umwandlungserscheinungen an Cordierit und teilweise an Feldspat stellen sich in Übereinstimmung mit Gareis ungefähr folgendermaßen dar:

1. Beginnende Abnahme der Doppelbrechung bis zur Isotropie unter Spaltenbildung, es resultiert die Zwischensubstanz (Gareis), welche gelartige Formen annehmen kann.

2. Aus dieser Substanz heraus bildet sich auf Kanälen, entlang Spalten oder nicht orientiert, ein Glimmermineral, nämlich Chlorit, wenn keine Kalizufuhr möglich ist, Muskovit, wenn sie stattfindet.

Damit stimmt die Beobachtung überein, daß in den Spalten gerne Muskovit liegt (Zufuhr von Kali leicht aus den in Zersetzung begriffenen Feldspäten), während das Innere Chlorit enthält.

Die sich ergebenden Bilder sind in Fig. 1—3 bei Gareis dargestellt.

Chemisch läßt sich der Vorgang der Zersetzung schwer fassen. Eine Gleichung, welche die stöchiometrische Beziehung zwischen Cordierit und Chlorit + Sericit darlegt, ist natürlich leicht zu geben, es zeigt sich dabei, daß einige Moleküle SiO_2 als Gel mit H_2O übrig bleiben, wenn man die Alkalizufuhr in Form des Phakellites erfolgen läßt.

Aus der weiten Literatur über Cordieritzersetzung ist zu entnehmen, z. B. bei Laubmann (46), daß verschiedene Mineralien (Cordierit, Andalusit, selbst Feldspat) Umwandlungsprodukte liefern, die anscheinend schwer auseinander zu halten sind und mit einer Menge Namen belegt wurden, welche von den verschiedenen Autoren meist verschieden gebraucht werden.

Gareis schlägt vor, Cordieritpseudomorphosen mit Pinit zu bezeichnen, wenn sie Glimmer enthalten, die schalige Absonderung aber fehlt; mit Gigantolith, wenn letztere vorhanden ist. Ist Chlorit zur Hauptsache gebildet worden, so unterscheidet er weiter einen Prasiolith (ohne Absonderung) und einen Chlorophyllit (Absonderung vorhanden).

Diese vier Pseudomorphosen weisen nur geringe Farbänderungen auf. Es ist daher nicht nötig, alle Namen beizubehalten, umsomehr, als alle Varietäten durch Übergänge miteinander verbunden sind und selten rein auftreten. Es genügt, wenn man Pinit als die Varietät ohne Absonderung, Gigantolith als diejenige mit Absonderung unterscheidet und als Vorsilbe den vorherrschenden Glimmer oder Chlorit anfügt. Wir hätten also z. B. Muskovit-Pinit, Chlorit-Gigantolith etc.

Die beschriebene Umwandlung der Feldspäte im speziellen wird in der Literatur nicht häufig erwähnt. Aus den Beschreibungen von Pyrargillit bei verschiedenen Autoren ist indessen zu entnehmen, daß Pyrargillit, bei geringer Härte, gerne ziegelrot bis braun und grün ist, fast nie Cordieritreste enthält, aber dennoch meist diesem zugeschrieben wird. Als andere Ausgangsminerale werden auch Andalusit und Feldspat genannt. Diese Beschreibungen sind so allgemein gehalten, daß sich darunter wohl Produkte verschiedener Herkunft verbergen können.

Die Ursache der Feldspatzersetzung ist vielleicht in der Kaliabgabe zugunsten des Cordierites zu suchen. Was den

Anstoß zu allen diesen Zersetzungen gegeben hat, ist schwer zu entscheiden, hydrothermale Wirkungen, etwa in Verbindung mit den letzten Ausläufern der Intrusion, kommen event. in Frage, da sich doch ziemlich viel Limonit und stellenweise (beim Pfauen Laufenburg) auch Calcit gebildet hat. Jedenfalls sind diese Vorgänge von der üblichen Gneisverwitterung (Sericitisierung, Chloritisierung etc.) abzutrennen.

Im übrigen Schwarzwald sind Cordieritgneise ziemlich verbreitet, wobei der Cordierit meist pinitisiert ist und teilweise ähnliche Erscheinungen zeigt wie im S.-Schwarzwald. Hingegen scheint die gleichzeitige Zersetzung der Feldspäte noch nirgends erwähnt zu sein.

Tribolet fand im Schlüchttal Dichroitgneise, welche selten Cordierit führen, wohl aber dafür eine steatitische, homogene bis schuppige Substanz.

In den Erläuterungen zu Blatt Gengenbach beschreibt Sauer den Pinit als Chlorophyllit oder Fahlunit mit rechtwinkligen Querrissen und maschiger Gitterung.

Im allgemeinen rechnet man diese Gneise zu den Renschgneisen, cordieritführende Schapbachgneise sind selten und gehören wohl meist den Mischgneisen an.

c) Die Sillimanit-Cordieritgneise und die Gneise nördlich des Elendslöchles im Murgtal.

Die Gneise, welche vom Elektrizitätswerk im Murgtal bis Hottingen auftreten, unterscheiden sich etwas von den bis jetzt betrachteten.

Im ganzen sind es sehr dunkle, biotitreiche schiefrige bis körnige Gesteine, die nicht glimmerschiefer-ähnlich sind, Blockhalden bilden und deshalb von Deecke als Orthogneise betrachtet werden. Indessen handelt es sich nicht um eine einheitliche Gruppe. Mannigfache Einlagerungen von Quarziten, schlierigen Gneisen bis Resorptionsgneisen treten unregelmäßig auf. Die injizierte Gneise in der Nähe des Thimosaplites gehören ebenfalls hierher.

Ihr Hauptcharakteristikum ist die Führung von Sillimanit, der von Cordierit begleitet sein kann. Sillimanit durchsetzt Quarz und Cordierit in Aggregaten von feinen Nadeln. Er ist makroskopisch kaum sichtbar und auch nur in den körnigschiefrigen Varietäten häufiger.

Im Steinbruch in der Alten S. Hottingen findet man alle Typen vereinigt, (lagenweise, schlieren-putzenförmig) ebenso im Elendslöchle. Die Ausbildung aller dieser Varietäten zeigt einerseits Beziehungen zu den struppigen Gneisen des vorderen Murgtales, andererseits, in den hochsauren Gesteinen, zu den Apophysen des Thimosaplites. Im erwähnten Steinbruch in der Alten treten zwei Aplite auf, von denen der eine stark gepreßt ist und Apophysen und Adern in den Gneis hineinsendet.

Die hochsauren Stadien zeigen völlig eruptive Struktur (sind jedoch etwas anders beschaffen als die Laufenburger Gneise), die körnig-schiefrigen Varietäten sind fein granoblastisch.

Injektionsgneise und Sedimentgneise sind an diesem Gesteinskomplex beteiligt. Ob nicht einzelne dieser Gneise Ortho-Gesteine sind, muß die genauere Untersuchung ergeben.

d) Der Cordierit-Sillimanitgneis von Wallmauer.

Am Weg Bergalingen-Wehr, bei der Wallmauer, liegt im normalen Albtalgranit eine Scholle tiefdunklen, grobschiefrigen-schlierigen Gneises, welche deutlich vom Granit feldspatisiert und injiziert worden ist.

Mineralbestand: Cordierit, Sillimanit, Quarz, Orthoklas, Plagioklas, Biotit, Pyrit (stellenweise sehr häufig).

Der Cordierit ist völlig frisch, farblos, ohne Spaltbarkeit, xenomorph und in großer Menge vorhanden; meist ist er von Sillimanitnadeln durchwachsen, ebenso wie der Quarz. Quarz, Mikroklin und saurer Plagioklas finden sich hauptsächlich in groben Adern von deutlich granitischer Abstammung, diese sind völlig verschweißt mit dem übrigen Gneis. Der Biotit ist entweder massig aggregiert oder in Züge aufgelöst und erinnert durch seine Ausbildung an Kontaktgesteine. Die Struktur des Substrates, d. h. des eigentlichen, ursprünglichen Gneises hat blastopsammitisches Gepräge. In einem Geflecht von Biotit schwimmen Quarz und Feldspäte, beide sind rundlich, daneben treten kleinere, eckige Individuen auf, sodaß eine Ähnlichkeit mit dem Rotliegenden von Säkingen sich herausbildet, die noch verstärkt wird durch die stellenweise Ausbildung eines lageweisen Wechsels von grobem mit feinem Korn.

Dieses Gestein muß einer zweifachen Umbildung unterworfen worden sein. Eine erste Metamorphose unter hohem, \pm gerichtetem Druck und hoher Temperatur erzeugte den Gneis und den Sillimanit, in einem späteren Stadium wurde das Gestein losgerissen und sank als Scholle in den Granit ein. Während des Losreißungsprozesses wurde es injiziert. Die Cordierite können schon unter der ersten Metamorphose entstanden sein, ihre Frische (jegliche Zersetzung fehlt) ist jedoch so groß, daß man den Granit selbst für die Bildung der Cordierite verantwortlich machen möchte.

Ähnliche Schollen sind gerade in dieser Gegend ziemlich häufig und zeigen die Nähe des Daches, in welches der Albtalgranit drang. Diese Gesteine gehörten sicherlich diesem Dach an und es erhebt sich die Frage, ob man es hier nicht mit einem möglicherweise culmischen met. Sediment zu tun habe. Eine Antwort kann nicht gegeben werden. Die ziemlich klaren Relikte einer psammitischen Struktur, die Frische der Cordierite schließen ein jüngeres Alter sicherlich nicht aus.

e) Der Andalusit-Cordierit-Hornfels vom Solfels.

Ein eigenartiges Gestein findet sich als eine einige Meter große Scholle im Albtalgranit des Solfels N.-W. Egg. Die mittlere Partie der flachgelagerten, gangähnlichen Scholle ist hornsteinartig, dicht, massig und bräunlich bis rötlich gefärbt. Der Bruch des harten Gesteines ist splittrig. Am Kontakt mit dem Albtalgranit ist das Gestein weißlich verfärbt. Infolgedessen wird eine Schieferigkeit sichtbar. Der Granit selbst zeigt makroskopisch keine Veränderung.

Die innerste rötliche Partie wurde analysiert. U. d. M. zeigt sie folgende Ausbildung:

Mineralbestand: Quarz, Orthoklas, Oligoklas-Albit-oligoklas, Biotit, Sericit, Andalusit, Cordierit, Limonit, Magnetit, Pyrit.

Die Ausbildung dieser Gemengteile ist sehr schlecht. Am idiomorphsten ist wohl noch der Andalusit. Der Biotit z. B. ist fetzig ausgebildet. Der Andalusit zeigt kurze Säulchen und ist ziemlich häufig vorhanden. Der Cordierit ist seltener und oft mit einem Limonithäutchen bedeckt, er zeigt gelegentlich Drillinge.

Die Struktur ist hornfelsartig und resultiert aus einem innig verzahnten Gemenge von kleinen Quarzen und Feldspäten, die eine Grundmasse bilden, in welcher große runde bis ovale Quarze und Feldspäte schwimmen.

Selbst die innerste Partie der Scholle zeigt u. d. M. eine Schieferung. Die Grundmasse von Quarz und Feldspat, begleitet von fetzigem Biotit, schlängelt sich an den größeren Feldspäten und Quarzen vorbei. Das Gestein erhält dadurch eine kataklastische Schieferung.

Der Kontakt gegen den Granit ist völlig scharf ausgebildet und ohne die geringste gegenseitige Beeinflussung. Die Schieferung des Hornfelses rührt nicht von einer Pressung durch Granit her, sie wurde vor dem Einschließen erworben. Dies beweisen auch einige vorhandene Äderchen, welche vom Granit aus einige mm weit in die Scholle eindringen und völlig normal granitisch, nicht metamorph ausgebildet sind.

Das Gestein gehört zum Gneis des Grundgebirges und mag ein Stück des bei der Intrusion des Albtalgranites geborstenen Daches darstellen.

Der Chemismus dieses Hornfelses lehrt nichts besonderes, die Analyse (Tab. 10) zeigt den Charakter eines aplitischen Gneises.

f) Chemismus der Cordieritgneise.

Analyse Nr. 23, Analytiker S. Parker, Tabelle 10, Cordieritgneis aus dem Murgtal, entspricht dem aus dem Murgtal im Kontakt mit Cornubianit liegenden Gestein.

Seine Ausgangszusammensetzung ist schon ziemlich kieselsäurearm und darf mit tonigen, ziemlich Fe-reichen Sedimenten verglichen werden. Das Verhältnis MgO zu CaO spricht für sedimentäre Herkunft. Eruptive Basenwerte bei gleichem *si* gehören dem lamprosyenitischen Magma an, wobei aber *c* ein Manko aufweist. Im Tetraeder liegt der Cordieritgneis gerade an der Grenze gegen den P.-Raum hin; er zeigt einen schwachen Al-Überschuß.

Die drei Gesteine, Cornubianite, Cordieritgneis, schließen sich in ihren Molekularwerten recht gut aneinander an. Mit steigendem *si* steigt *al*, *c*, *alk* und fällt *fm*, *k*, während *mg* konstant bleibt. Dieser chemischen Verwandtschaft entspricht die mineralogisch-geologische.

Tabelle 10. **Analysen des Cordieritgneises.**

	Cordieritgneis Murgtal	Ausgangsgest. dazu	Vergl. Ros. p. 54 Roter Tiefseeton Mittel aus 51 Proben	Schäffigen, zersetzer Gneis Anal. S.Parker	Andalusit-Cord. Hornfels v. Solf. bei Jungholz Anal. H. Suter
Nr.	23			24	25
SiO ₂	52.50	49.50	54.48	61.11	72.81
TiO ₂	1.59	1.50	0.98	1.53	Spur
Al ₂ O ₃	16.67	15.70	15.94	15.15	15.16
Fe ₂ O ₃	4.58	12.30	8.66	5.18	0.56
FeO	7.65	—	0.84	3.97	0.61
MnO	0.02	0.01	1.21	Spur	0.04
MgO	3.76	3.55	3.31	1.84	0.18
BaO	—	—	—	—	—
CaO	1.93	1.82	1.96	1.52	1.27
Na ₂ O	3.36	3.06	2.05	2.12	3.74
K ₂ O	5.12	4.80	2.85	3.00	4.72
H ₂ O +	2.01	2.50	7.04	3.32	0.67
H ₂ O -	0.08			—	0.02
P ₂ O ₅	0.70	0.66	—	0.62	0.52
CO ₂	—	4.60	—	—	—
	99.77	100.00	100.00	100.39	100.31
	s = 2.84			s = 2.62	s = 2.61

Für Nr. 23 ergeben sich:

si	al	fm	c	alk	k	mg	c/fm	Schn.	p	ti	h
155	29	45.5	6	19.5	0.56	0.36	0.13	II	0.9	3.5	20.5
Al 15.5 Fm 74.5 C 10.0											

Als ein Beispiel des zersetzten Gneises wurde aus dem Canon zu Laufenburg ein Gestein aus dem Schäffigen analysiert (Analytiker S. Parker, Tabelle 10), das makroskopisch weiße, matte Flecken führt. Deutlich ist noch die Zugehörigkeit zum Rote Fluh-Gneis zu sehen. Mikroskopisch entspricht es den stark zersetzten cordieritführenden Gneisen von der Enge. Der Feldspat ist fast ganz verschwunden. Quarz, Biotit, Chlorit beherrschen das Bild neben den bekannten Cordieritpseudomorphosen.

Die Beziehungen zum Rote Fluh-Gneis gehen am besten aus folgender Darstellung hervor:

Substrat der	si	al	fm	c	alk	k	mg	c/fm	Schn.	p	ti	h
Rote Fluh-Gneise	247	33	36	9	22	0.41	0.48	0.24	II	0.23	2.92	19.3
Zersetzter Gneis	253	36.5	40.5	6.5	16.5	0.48	0.28	0.16	II	1.0	4.7	45.0

al, fm reichern sich an (fm trotz mg-Abwanderung, event. Zufuhr!). c, alk, mg wandern ab, p, ti und h schwellen stark an, k ist ein wenig angereichert worden. Darin

kommen an und für sich einfache Verwitterungsverhältnisse zum Ausdruck, die löslichen Komponenten wandern fort, die unlöslichen bleiben.

	Al	Fm	C
Frisch	21	64.0	15.0
Zersetzt	30	60.5	9.5

Der Al-Überschuß hat zugenommen. Es zeigte sich also, daß diese Verwitterung, die Analyse stammt allerdings nicht von den eigentlichen unter b) beschriebenen Gneisen, nicht nur eine Verschiebung der Molekel innerhalb des Gesteines bewirkte, sondern daß auch Abwanderungen nach außenhin stattgefunden haben.

Z u s a m m e n f a s s u n g.

Im Südschwarzwald sind Cordieritgneise und Sillimanit-Cordieritgneise nicht selten.

Die Cordierite sind meistens, namentlich bei Laufenburg, zersetzt, es haben sich als Pinit und als Gigantolith zu bezeichnende Pseudomorphosen gebildet, die eine oft isotrope Zwischensubstanz enthalten.

Die Verbreitung dieser Gneise ist ziemlich groß. Die Sillimanitgneise reichen in das Gebiet des Albtales und westwärts bis in den Granit hinein, die eigentlichen Cordieritgneise sind am häufigsten in der vorderen und mittleren Murgtalschlucht.

Die Entstehung dieser Gesteine ist der Kontaktmetamorphose zuzuschreiben, es gilt in der Hauptsache das für die Cornubianite Gesagte. Injektionsphänomene sind nicht selten.

Chemisch unterscheidet sich der untersuchte Typus nicht stark von den Cornubianiten.

4. Die Amphibolgesteine.

Hornblendegneise und Amphibolite treten in großer Masse und in mehreren Varietäten auf; namentlich in Laufenburg beherrschen sie das ganze Gebiet von der Hohwand ostwärts bis zum Verschwinden des Urgesteins unter dem Diluvium, südwärts das Gebiet des Schloßberges. Rechtsrheinisch finden sie sich von der Brücke aufwärts bis an den Andelsbach. Der „Rote Fluhgneis“-Komplex ist hornblendearm. Im vorderen Murgtale treten Amphibolgesteine zurück, werden aber der leichten Verwitterbarkeit wegen

an sich leicht übersehen. Im hinteren Murgtale von Hottingen-Herrischried sind sie dagegen sehr häufig und entsprechen in Form und Auftreten den Hornblendegesteinen der Gneisscholle von Tiefenstein. Sie zeigen mehr Mesocharakter als in Laufenburg.

Die Hornblendegneise bilden konkordante Einlagerungen im übrigen Biotitgneis, deren Mächtigkeiten zwischen einigen mm und mehreren dm schwanken können; sie lassen sich oft kaum von den Biotitgneisen trennen.

Die Amphibolite treten entweder in Form intrusiver Linsen auf (Fig. 22, welche zugleich das Verhältnis zum Gneis zeigt) oder in Straten analog dem Hornblendegneis.

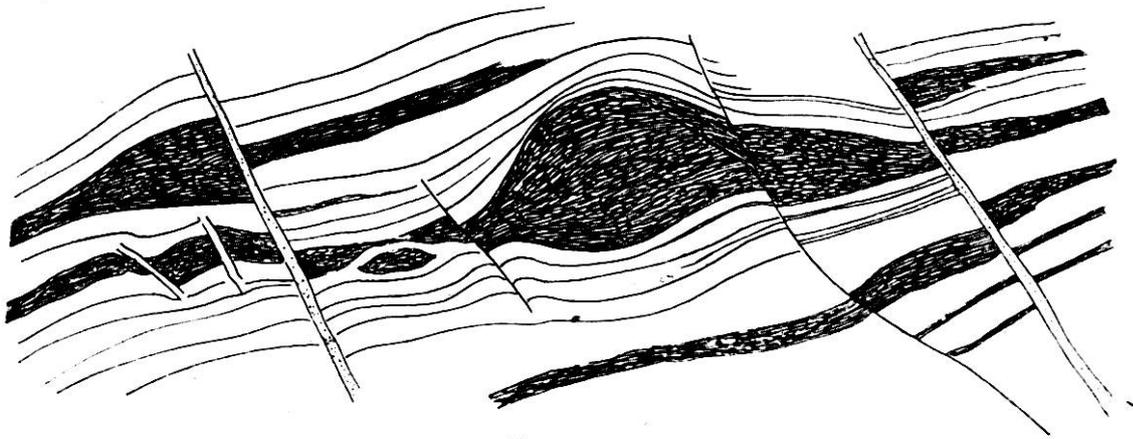


Fig. 22.

Linsige Amphibolite im Gneis, durchsetzt von Aplitgängen und Verwerfungen. Maßstab ca. 1 : 20.

Der Beweis für die Intrusivnatur der Amphibolitstöcke ergibt sich daraus, daß Stöcke (nach Beobachtung von P. Niggli) Apophysen in den Gneis hineinsenden.

Die injizierten Amphibolite werden aus didaktischen Gründen hier abgetrennt und den Injektionsgneisen beigegeben.

Die Unterscheidung zwischen Hornblendegneis und Amphibolit ist makroskopisch oft fast unmöglich, da die Amphibolite ebenfalls dünne, parallellagige Schichten im übrigen Gneis bilden. Dazu kommt, daß beide Gesteinsarten injiziert sein können, und dann dem bloßen Auge, sowie im Schliff überraschend ähnliche Bilder bieten. Es ist auch a priori anzunehmen, daß sedimentäre Amphibolite alle Übergänge zu Hornblendegneisen und zu eigentlichen Gneisen (wie bei den feinstreifigen Gneisen schon gezeigt wurde) zeigen können. Die Entstehung der Hornblende ist

bei sonst gleichen Bedingungen lediglich von kleinen Verschiebungen im Chemismus (Mg-Gehalt) abhängig.

Als Hornblendegesteine (es sei vorläufig von Kata-Meso-Charakteren abgesehen) bezeichnet man Gesteine, die makroskopisch und mikroskopisch deutlichen Gneischarakter zeigen, die neben Hornblende viel Biotit, Quarz und Feldspat führen, dagegen meist geringere Mengen Akzessorien.

Als Amphibolit können alle mehr oder weniger massigen „Hornblendegesteine“ betrachtet werden, welche Hornblende als überwiegenden Hauptbestandteil haben, dazu mehr oder weniger große Mengen von Plagioklas, in denen Biotit weniger häufig und Quarz völlig untergeordnet ist.

Weitere Anhaltspunkte für die Klassifikation geben die strukturellen Verhältnisse. Hornblendegneise haben fast stets einfache granoblastische Gneisstrukturen, Amphibolite entweder einfache, sehr charakteristische körnige (Kombination: Feldspat-Hornblende) oder komplizierte, zentrische, diablastische Struktur.

a) Die Hornblendegneise.

Makroskopische Ausbildung: Einige Hornblende-haltige Gneistypen sind schon p. 223 ff. besprochen worden. Die eigentlichen Hornblendegneise ergeben nicht viel Neues, wie ein weiteres Beispiel zeigen wird. Das Gestein stammt von dem Gebiet Laufenplatz-Brücke, allwo im Profil Hornblendegneislagen von nur Handbreite wechselagern mit Komplexen gewöhnlicher Gneise. Es sind feinstreifige, hellgraue, dichte Gneise mit einzelnen parallel der Schieferung laufenden schwarzgrünen Streifen von etwas größeren Hornblenden (1—2 mm) und Biotit. An und für sich wäre das Gestein zu den feinstreifigen Gneisen zu rechnen. Durch weitere Aufnahme von Hornblende wird das ganze Gestein schwärzlichgrün, filzig-feinstreifig. Plagioklas und selbst Quarz sind noch unterscheidbar. Die körnige Hornblende verhindert die Ausbildung einer eigentlichen strengen lagig-streifigen Textur.

Die mikroskopische Ausbildung der Hornblendegesteine ist recht einfach und schließt sich an die der Gneise unter dem „Rathaus“ und der „Brücke“ eng an.

Mineralbestand: Hornblende, Quarz, Oligoklas, Oligoklas-Andesin, Biotit, Chlorit, Apatit, Zirkon, Magnetit, Granat, Titanit, Aktinolith, Magnetkies, Arsenkies, Karbonat.

Der Quarz ist in ganz beträchtlichen Mengen vorhanden, freilich meidet er die hornblendereichen Partien etwas; meist ist er eckig, isometrisch geformt, oft mit der Längsstreckung in der Schieferung liegend, dabei sehr rein und nur sehr selten von mit Limonit erfüllten Sprüngen durchsetzt. Stellenweise beherbergt er auch Gaseinschlüsse.

Der Plagioklas (meist kleine Körner) zeigt relativ gute Formen; er ist immer verzwillingt. Die Lamellen nach dem Albitgesetz sind aber meist spärlich, dafür äußerst scharf ausgebildet; auffällig ist die Häufigkeit der Periklinverzwillingung, die in Begleitung der Albitlamellen oder allein vorkommt. Quarzreiche, biotitgneisartige Partien führen einen Oligoklas, Hornblende-reiche dagegen Oligoklasandesin bis Andesin.

Der Kalifeldspat gelangt kaum zur Beobachtung. Die Hornblende erscheint sehr einfach ausgebildet, meist besitzt sie Siebstruktur und beherbergt äußerst scharf (doch nicht kristallographisch) umgrenzte Plagioklaskörner. Der Pleochroismus ist schwach, n_{α} gelblichgrün, n_{β} grün, n_{γ} tiefgrün, $c/n_{\gamma} = 17^{\circ}$, es ist die gewöhnliche grüne Hornblende; stellenweise ist sie ausgebleicht unter Bildung von fasrigem Aktinolith. Fast stets ist sie mit Biotit verwachsen, der sich mit der Basisfläche dem Hornblendeprisma parallel legt, wobei der Biotit die Hornblende verdrängt. Dieser selbst, in wesentlichen Beträgen anwesend, ist ziemlich dunkelbraun und zeigt auf (001) Formen, die an zerfressene Laubblätter erinnern.

Die Akzessorien sind im ganzen nicht besonders häufig. Apatit ist meist vorhanden, dazu treten Zirkon, Magnetit, Granat mit Quarzeinschlüssen, Pyrit und hier und da Titanit. Erzklüften entlang (mikroskopische Dimensionen) ist die Hornblende immer aktinolithisch zersetzt, der Biotit ist chloritisiert, die Plagioklase sind saussurisiert; dabei tritt dann Magnetkies, Arsenkies und Karbonat auf.

Kontakte von Hornblendegneis mit sedimentären Amphiboliten zeigen nichts Besonderes. Die Grenze verläuft ziemlich eben und scharf.

Die Struktur ist granoblastisch, gut körnig und homogen. Anklänge an Hornfelsstruktur fehlen aber auch hier nicht. Selten könnte man die Struktur als blastopsammitisch bezeichnen. Aus der Sammlung kristalliner

Schiefer von U. Grubenmann stimmen die Hornblende-Plagioklasgesteine aus Niederösterreich strukturell völlig mit denen von Laufenburg überein.

Die Textur ist u. d. M. unvollkommen schiefbrig.

b) Die Amphibolite.

a) Eklogitamphibolite.

Makroskopische Ausbildung: Es sind dichte, fast massige Gesteine von sehr kleinem Korn (unter 1 mm). Ihre Farbe ist grünlichschwarz, mit öligem Glanz. Einzelne größere, spiegelnde Hornblendekristalloblasten sind streifig angeordnet, die selten sichtbaren Plagioklase sind matt. Massenhaft eingestreut finden sich winzige rote Granate, die unter der Lupe spiegelnde Flächen erkennen lassen. Das Gestein ist makroskopisch gut erkennbar.

In dieser Ausbildung trifft man die Eklogitamphibolite oberhalb der Brücke rechtsrheinisch, am Schloßberg (Amphibolitstock, siehe Karte Fig. 3 und durch Übergänge mit anderen Amphiboliten verbunden im Gebiet des Hügens. Sie treten fast immer deutlich in Linsen auf, welche konform dem Gneis eingelagert und hin und wieder verworfen sind. Fischer (25), p. 465, erwähnt aus dem Tunnel in Laufenburg einen Aphanit (Diabas), welcher sehr wahrscheinlich diesen Eklogitamphiboliten beizuzählen ist.

Auf Klüften in diesen Amphiboliten trifft man Magnetkies neben dem gewohnten Mispickel, im Gestein goldgelben Pyrit.

Ein geologisch interessantes Vorkommen des Eklogitamphibolites findet sich am Wege von Klein-Laufenburg nach Hochsal.¹⁰⁾ Ein etwas verwitterter, dünnschiefriger Gneis ist gangartig durchsetzt von einem grünlichen, dichten, aber brecciösen Gestein, das durchzogen ist von zahlreichen Calcitadern. Es hält makroskopisch schwer, etwas über die primäre Beschaffenheit der Breccie auszusagen. U. d. M. sieht man eckige Brocken des ursprünglichen Gesteins völlig unverändert, umhüllt von Calcit, welcher stellenweise in isometrischen Individuen marmorartig struiert auftritt (Druckschatten); an anderen Stellen windet er sich in Fasern und Striemen zwischen den Gesteinsbrocken durch, ist dabei drucklamelliert (diagonal zur Kluftrichtung und zugleich der

¹⁰⁾ Von E. Blösch und P. Niggli entdeckt.

Längserstreckung der Individuen). Solche schilfige Calcite erreichen als Einzelindividuen mehrere cm Länge. Das primäre Gestein entspricht in allem Detail dem Eklogitamphibolit (z. B. dem Schloßbergtypus). Scherende Bewegungen müssen das Gestein in mehreren Richtungen zerklüftet haben, gleichzeitig drang Calcitlösung ein und verkittete nachträglich die schon entstandene Breccie. Es ist wahrscheinlich, daß das tertiären Bewegungen zuzuschreiben ist.

Mineralbestand: Hornblende, Granat, Feldspat (Zoisit, Epidot), Biotit, Chlorit, Quarz. — Magnetit, Arsenkies, Pyrit, Titanit, Apatit.

Mikroskopische Ausbildung: Die Gesteine sind in den meisten Fällen sehr homogen und gleichartig ausgebildet. Im Amphibolitstock von der Hügenwag sind jedoch alle Übergänge in die grobkörnigen Amphibolite zu beobachten.

Die Hornblende ist Hauptgemengteil, sie tritt in zwei Formen auf, von denen die eine (Aktinolith) stellenweise ihre Herkunft aus einer braunen (basaltischen?) Hornblende kundgibt. Die Fäserchen von Aktinolith zeigen die gewöhnliche Ausbildung und säumen oft die Granate, indem sie radial um ein Granatkorn eine Art kelyphitischer Rinde bilden. Es sind immer kleine xenoblastische Individuen. Die bei der makroskopischen Beschreibung erwähnten Hornblendeporphyroblasten entpuppen sich u. d. M. als etwas absonderliche „Pargasite“. Sie sind öfters recht gut prismatisch begrenzt, zeigen eine schlechte Spaltbarkeit und blaßbläuliche bis farblose Farbtöne bei geringem Pleochroismus. Die Auslöschung c/γ ist gering, um 20° (dabei ist der optische Charakter stets sehr deutlich positiv). Alles weist auf Pargasit hin, dazu sind die Individuen meist stark siebstruiert oder mit Chlorit verwachsen. Die Angaben von Laitakari über die Pargasite von Pargas stimmen aber nicht mit unseren überein. In der Arbeit von I. Brière, *Les éclogites françaises* (Bull. soc. min. Fr. 1920, t. 43, p. 103), wird unter den akzessorischen Mineralien häufig Pargasit aufgeführt, dessen Eigenschaften nach den Angaben mit unserem Pargasit übereinstimmen. Auch L. Hezner (33) erwähnt gleichartige Hornblendens aus Eklogitamphiboliten, ohne einen bestimmten Namen für sie einzuführen.

Rosenbusch erwähnt in „Para“-Amphibolgneisen vom mittleren Schwarzwald eine hellbläulichgrüne Hornblende,

die er als pargasitisch bezeichnet in mm schmalen Lagen (pneumatolytisch?!). Nach Angaben in Weinschenks Leitfaden und den obigen Literaturangaben soll vorliegende Hornblende ebenfalls als Pargasit bezeichnet werden.

Der Granat hat meist schlechte Formen, nur das Rhombendodekaeder ist einigermaßen deutlich ausgebildet. Die Menge von Granat wechselt in den verschiedenen Vorkommen. Einzelne führen fast keinen Granat, im Durchschnitt aber ist er in sehr großer Menge vorhanden, sehr rein und frisch, selten mit Einschlüssen gespickt. Die Verteilung der Granatkörner ist öfters schwachlagig, meist aber massig.

Die Feldspäte sind samt und sonders saussuritisiert oder bei der Bildung der Granate aufgebraucht worden. Die Akzessorien zeigen normale Ausbildung.

Die Struktur ist diablatisch bis kryptodiablatisch und zwar genau entsprechend den Dünnschliffbildern in Grubenmanns Kristalline Schiefer, Tafel VIII, Fig. 3, und Tafel I, Fig. 4 (II. Auflage).

Textur massig bis filzig-schiefrig.

β) Die Plagioklas-Amphibolite.

Die feinkörnigen Amphibolite sind glänzend schwarze Gesteine mit Stich ins Grünliche; von filzig-massigem Aussehen mit Andeutung von streifiger Textur. Die Hornblendenädelchen heben sich beim Spiegeln deutlich ab und erreichen eine Länge von 2 mm bei einer Breite von oft nur $\frac{1}{10}$ mm. Der Feldspat ist meist nicht unterscheidbar.

Vorkommen dieser Art finden sich in allen eingangs erwähnten Gebieten (Analyse 26). Meist treten sie als planparallele Straten im Gneis auf.

Die grobkörnigen Amphibolite sind durch Übergänge mit den feinkörnigen und den Eklogitamphiboliten verbunden, repräsentieren genetisch wohl eine gemischte Gruppe, gehören aber meist der Orthogruppe an, da sie sich fast immer in Linsen vorfinden.

Die Ausbildung ist an und für sich analog derjenigen der feinkörnigen Typen. Hier tritt öfters ein vermehrter, makroskopisch erkennbarer Biotitgehalt hinzu. Der Biotit ist dunkelbraun glänzend und erzeugt eine Streifung des Gesteins. Plagioklas wird als mattweiße Pünktchen sichtbar.

In den Amphiboliten am Schloßberg, unterstes Vorkommen, finden sich Umwandlungserscheinungen. Es treten innerhalb der schwarzen Hornblende giftgrüne Partien auf.

Die als echte, typische Amphibolite anzusprechenden Hornblendegesteine zeigen im Schliff (abgesehen von den Eklogitamphiboliten) eine überraschend einheitliche Ausbildung. Wenn wir die Vorkommen, die in Linsenform im Biotitgneis eingelagert sind, mit Hornblendeschichten aus dem Gneis vergleichen, so finden sich weder im Mineralbestand noch in der Struktur-Merkmale, welche eine sichere Unterscheidung der beiden im Dünnschliff ermöglichen würden; viel weniger ist es möglich, aus dem mikroskopischen Bild auf Para- oder Orthonatur der betreffenden Gesteine zu schließen.

Es stehen zwei Analysen zur Verfügung, von denen eine völlig eruptiven Charakter hat und einer Amphibolitlinse entstammt, während die andere mehr einer Schicht anzugehören scheint. Obwohl diese Analyse noch in das Eruptivfeld fällt, ist sie doch keinem Magmatyp zuzuweisen und enthüllt mehr Paranatur. Die mikroskopischen Unterschiede der beiden Gesteine sind unbedeutend.

Die linsenartigen Vorkommnisse sollen zuerst besprochen werden.

Mineralbestand: Hornblende (Aktinolith), Plagioklas (Oligoklas bis Andesin), (Saussurit), Biotit (Chlorit), Quarz (nur akzessorisch), Titanit, Magnetit, Ilmenit, Magnetkies, Apatit, sekundär: Arsenerz, Pyrit, Karbonat.

Die Hornblende ist immer Hauptgemengteil. Fälle, in denen sie etwas gegen den Plagioklas zurücktritt, sind nicht häufig; dabei hat sie dann schlechtere Formen als der Plagioklas (Eruptivmerkmal), währenddem sie in den anderen Fällen bessere Formen besitzt und zugleich größer ist. (110) und (010) sind nicht selten zu erkennen. Endflächen fehlen völlig und sind durch Auszackungen und Ausfaserungen ersetzt. Zwillinge nach (100) finden sich nur selten.

Die Farbe ist nicht einheitlich, blasse Farben ohne Beziehung zu Ausbleichungsvorgängen sind häufig. Im übrigen ist die Hornblende meist grünlich, seltener etwas gelblich-bräunlich gefärbt. $n\alpha$: gelblich, $n\beta$: gelblichgrün, $n\gamma$: grün. Auslöschung auf (010) um 15° .

Sehr häufig sind Ausbleichungsprozesse, die im Zusammenhang mit der Erzführung (Arsenkies etc.) stehen, dagegen ist ein Zusammenhang mit Magnetkies wenig wahrscheinlich. Dieser scheint, trotzdem er auch gleichaltrig wie Arsenkies sein kann (Vorkommen auf Klüften beweisen dies) doch im ganzen einer älteren Intrusionsperiode anzugehören. Er kann sehr wohl primär sein, da er oft diffus im frischen Gestein auftritt, ohne gerichtete Textur. Die Ausbleichung der Hornblende nun, führt zu Aktinolith, der entweder isolierte, scharfe, fast farblose Nadelchen bildet oder einfach die Hornblendeform beibehält. Auf Klüften treten in Begleitung von Erzen eigentliche Strahlsteinsonnen von mehreren cm Größe auf. Ein anderes Beispiel der Ausbleichung zeigt eine Kluft, welche ein Hornblendekorn //c mitten durchgerissen hat. Diese Kluft ist erfüllt von klarem Calcit, Arsenkies und Pyrit. Links und rechts von der Kluft tritt in der Hornblende Ausbleichung auf, die scharf //c der Hornblende und damit auch der Kluft verläuft. Die ausgebleichte Partie zeigt etwas geringere Lichtbrechung als die frische Hornblende, ist farblos, faserig und grenzt scharf an die Letztere.

Nie sind die Hornblendekörner eigentlich siebstruiert, wohl hie und da durchspickt von Titanitkörnern, aber nicht von Quarz oder Feldspat wie in den injizierten Gesteinen.

Nicht allzu häufig ist die Verwachsung von Hornblende mit Chlorit oder Biotit, auch scheint diese mehr in den Injektionszonen aufzutreten.

Von Feldspat ist nur Plagioklas vorhanden, welcher sehr oft wasserklar und vielfach unverzwilligt ist. Nach optischen Daten ist es Oligoklas bis Andesin, Zonarstruktur fehlt. Die Zwillinglamellen (Albitgesetz kombiniert mit Periklingesetz) sind meist sehr scharf. Die Feldspatkörner sind meist mehrfach kleiner als die Körner der Hornblende und isometrisch rundlich ausgebildet.

Der Biotit ist meist nur in geringen Mengen anwesend. In dunkelbraunen, fast einaxigen, großen Fasern. Der aus ihnen sich entwickelnde Chlorit ist Pennin.

Der Quarz erhebt sich nie aus seinem Akzessorien-dasein, gelegentlich sind seine Körner eckig (nicht zackig).

Der Titanit findet sich sehr ungleichmäßig, ohne daß etwa Beziehungen zu Ortho- oder Paranatur der Amphibolite existieren. Meist zeigt er spitzrhombsche Formen und ist

in Ketten oder unregelmäßigen Anhäufungen im Schlift verteilt. Skelettierte Formen von Magnetkies begleiten Hornblende und Biotit ab und zu in reichlichen Mengen.

Die Struktur sämtlicher Gesteine ist granoblastisch und gekennzeichnet durch das einfache, körnige Gemenge: Hornblende-Plagioklas. Hie und da sind Anfänge von Hornblendeporphroblastenbildung zu erkennen. Das Gesamtkorn schwankt um 1 mm und erreicht selten 3—4 mm.

Abweichend davon zeigt ein Amphibolitstock¹¹⁾ recht deutliche Anklänge an gabbroide Struktur, wobei die Hornblende an Masse den Feldspat überwiegt, gute pinakoidale Formen aufweist und bräunlich gefärbt ist. Dieses Gestein führt Magnetit, aber wenig Titanit, im übrigen läßt es sich von anderen Gesteinen nicht trennen.

Die Textur ist u. d. M. meist massig, doch ist oft Kristallisationsschieferung wahrnehmbar. Die Übergangsglieder zu den Eklogitamphiboliten (makroskopisch etwas grobkörnige Amphibolite) erweisen sich u. d. M. als normale Plagioklas-Amphibolite.

γ) Der Chemismus der Amphibolite.

Analyse 27, Eklogitamphibolit oberhalb der Brücke Klein-Laufenburg, makroskopisch Typus der Eklogitamphibolite, enthält sehr viel Granat, dazu Pargasit und Strahlstein. Die Struktur ist diablastisch.

Analyse 28, Amphibolitstock Laufenburg, ist ein grün-schwarzes, ziemlich grobkörniges Gestein, dessen Korn um 3 mm schwankt, und das neben der Hornblende ziemlich viel Plagioklas enthält.

Analyse 26, Amphibolit Hohwand Laufenburg, Typus der feinkörnigen Amphibolite, ist etwas schiefrig, grün-schwarz, mit mattweißem Plagioklas. Die Hornblende ist gut körnig und etwas bräunlich, stellenweise aber normal grünlich mit guter Spaltbarkeit. Der Biotit ist hellbraun, in spärlichen, guten Leisten, die transversal zur Schieferung liegen. Dann und wann ist er auch chloritisiert. Titanit in normaler Ausbildung ist nicht häufig. Plagioklas zeigt kleine rundliche Körner von Andesin bis Labrador. Die Struktur ist granoblastisch mit Hornfelsanklängen. Kristallisationsschieferung ist deutlich.

¹¹⁾ Von Laufenburg, badische Seite.

Die gewichtsprozentischen Werte, Tabelle 11, zeigen drei ziemlich scharf gesonderte Typen. Der Chemismus von Nr. 27, Eklogitamphibolit, wird gekennzeichnet durch sehr hohen Tonerdegehalt bei relativ großen Alkalien und kleinem FeO; derjenige des Orthoamphibolites durch mittleren Tonerdegehalt bei geringem Kali und MgO und der

Tabelle 11. **Amphibolite von Laufenburg.**

	Eklogit- amphibolit Hügen (An. H. Suter)	Feinkörniger Para-Plag.- Amphibolit Hohwand (An. S. Parker)	Grobkörniger Ortho-Plag.- Amphibolit (An. P. Niggli)	Hunnediabas Rio de Janeiro
Nr.	27	26	28	
SiO ₂	46.03	47.33	50.78	50.57
TiO ₂	0.72	1.58	2.68	1.02
Al ₂ O ₃	20.87	6.36	13.31	11.70
Fe ₂ O ₃	1.84	3.51	3.87	12.36
FeO	5.49	10.83	13.22	5.89
MnO	0.25	0.31	—	—
MgO	7.47	8.98	2.73	3.98
CaO	11.02	16.34	9.70	7.89
Na ₂ O	3.58	1.99	2.58	3.70
K ₂ O	1.27	1.01	0.44	0.82
H ₂ O +	1.44	1.63	0.21	} 1.44
H ₂ O -	0.08	0.09	—	
P ₂ O ₅	0.36	0.39	—	—
CO ₂	—	—	—	—
	100.42	100.35	99.52	100.00
	s = 3.01	s = 2.98		

des Paraamphibolites durch sehr geringen Tonerdegehalt bei hohem MgO und CaO. Der Kieselsäuregehalt ist bei allen drei Typen nicht sehr verschieden und bewegt sich auf normalen Höhen. Der Kaligehalt ist immer niedrig, entsprechend dem Vorherrschen eines basischen Plagioklases. Der hohe Mg- und Fe-Gehalt erklärt sich durch die ziemlich eisenreiche Hornblende. Der geringe Al-Gehalt der Analyse 26 ist etwas merkwürdig, insofern der Plagioklasgehalt des betreffenden Gesteines nicht niedrig ist, möglicherweise ist hier in der Hornblende das Al-Molekül selten.

Ein Vergleich mit den Amphibolitanalysen in Grubenmann: Kristalline Schiefer, p. 210, zeigt, daß einzig Analyse 28 einigermaßen mit einem dort erwähnten Gestein übereinstimmt und zwar mit dem Epidotchloritschiefer von Val de Bagne, Nr. 16, p. 211.

Rosenbusch (61), p. 379, gibt einen Paraaugitgneis, der in Tonerde und Eisen recht gut mit dem Eklogitamphibolit übereinstimmt, geringere Alkalien hat, dagegen viel mehr CaO.

Die Analyse des grobkörnigen Amphibolites läßt sich recht gut vergleichen mit derjenigen des Bronzitamphibolites vom Kinzigtal (Rosenbusch, Elemente, p. 654, Nr. 2) und mit einem Olivindiabas aus Schottland (Rosenbusch, Nr. 9). Natürlich stimmen die Mineralbestände nicht miteinander überein.

Die Betrachtung der Niggliwerte (Tabelle 12) ergibt Folgendes: **si** 96 ist keinem Magma zuzuweisen, zeigt aber doch Anklänge an hornblenditische bis pyroxenitische Basenverhältnisse. Es fällt im Schnitt V noch in den letzten Zipfel des Eruptivfeldes gegen die dolomitischen Präzipitate hin.

si 100,5 ist ossipitgabbroid und liegt im Eruptivfeld des Schnittes V.

si 130 ist gabbrodioritisch und besitzt noritischen Charakter. Jedenfalls geht aus der Analyse ohne weiteres die Eruptivnatur des Gesteins hervor. Im Tetraeder **al-fm-c-alk** liegt es im Schnitt IV gegen den **c-fm**-Pol und die Dolomite hin, aber ganz in der Mitte des Feldes.

	I		II		III		IV
	%		%		%		%
SiO ₂	36,50	CaCO ₃	22,60		22,69		20,50
TiO ₂	1,22	MgCO ₃	14,30		7,13		15,62
Al ₂ O ₃	4,94	FeCO ₃	17,30		8,24		—
Fe ₂ O ₃	—	SiO ₂	36,50		44,65		43,46
FeO	10,80	TiO ₂	1,22		—		—
MnO	0,24	Al ₂ O ₃	4,94		3,12		8,73
MgO	6,80	Fe ₂ O ₃	—		1,27		1,35
CaO	12,60	FeO	—		—		0,66
Na ₂ O	1,53	MnO	0,24		—		0,06
K ₂ O	0,78	MgO	—		—		2,71
H ₂ O	0,29	CaO	—		—		—
P ₂ O ₅	0,30	Na ₂ O	1,53		3,09		0,62
CO ₂	24,00	K ₂ O	0,78		0,88		1,87
	100,00	H ₂ O	0,29		6,24		2,40
		P ₂ O ₅	0,30		0,16		0,09
		CO ₂	—		0,80		—
		Hygr. H ₂ O	—		1,41		1,33
					100,00 %		99,68
							99,40

Die Berechnung der ursprünglichen Zusammensetzung des feinkörnigen Amphibolites (**si** 96), Analyse 26, durch Addition von CO₂ ergibt die Werte unter I. Auf den Gehalt

Tabelle 12.

Amphibolite des Schwarzwaldes.

Ortho-Amphibolite

si	al	fm	c	alk	k	mg	c/fm	Schn.	Magma bez. Basenverhältn.
138	24.5	33	27.5	15	0.38	0.78	0.82	V	dioritisch(mangerit.)
134	25	45	21	8.5	0.38	0.38	0.47	IV	gabbrodioritisch
130.5	20.5	46	26.5	7	0.10	0.23	0.58	IV	"
119	22	41.5	26	10.5	0.18	0.52	0.62	IV	"
112	22.5	45	22	10.5	0.47	0.57	0.49	IV	"
109	21.5	46	25	7.5	0.36	0.66	0.55	IV	gabbrod.-gabbroid
106	21.5	44	27	7.5	0.14	0.62	0.61	IV	hornblendegabbroid
103	28	20	48,0	4	0.30	0.52	2.35	VIII	—
100.5	27	38	25.5	9.5	0.19	0.65	0.68	V	ossipitgabbroid
59	4	89	6.5	0.5	0.40	0.83	0.07	I	peridotitisch

Amphibolit Maisachtal
 Bronzitamphibolit Schenkenzell
 Plag.-Amphibolit Laufenburg (An.Nr.28)
 Amphibolit Maisachtal
 Granat-Biotitamphibolit Maisachtal
 Amphibolit Maisachtal
 Granatamphibolit Maisachtal
 Augitfels Rohrbach, Furtwangen
 Eklog.-Amphibolit Laufenburg.(An.Nr. 26)
 Amphibolperidotit Ehrberg

Para-Amphibolite

330	21	29	44.5	5.5	0.60	0.44	1.54	VII	—
303	47.5	17	21	15	0.22	0.53	1.24	VI	—
146	57	10	11	22	0.88	0.66	1.1	VI	—
138	40	17	30	13	0.20	0.56	1.76	VII	—
125	25	43	24	8	0.31	0.61	0.56	IV	gabbroid
108	25	39.5	28	7.5	0.21	0.55	0.71	V	"
103	28	20	48	4	0.33	0.52	2.35	VIII	—
95	7.5	51.5	35.5	5.5	0.26	0.53	0.69	V	Anklänge an hornblenditisch pyroxenitisch noritisch
77	20.5	57.5	20.5	1.5	0.29	0.54	0.35	III	—

Paraugitgneis Reichenbach 1
 Para-Amphibolit Schwarzwald
 Granatreich. Amphibolit Freiersbach
 Para-Amphibolit Fehren bei Neustadt
 " Amphibolit Schwarzwald
 Angitfels, Furtwangen
 Amphibolit Laufenburg (An.Nr. 27)
 Granatfels (Dolomit-Mergel)Furtwangen

an Karbonaten umgerechnet resultieren die Zahlen unter II. Unter III und IV sind Vergleichsanalysen aus Rosenbusch (61) angeführt (III = Nr. 17, p. 534; IV = Nr. 14, p. 534).

Die Werte von II, verglichen mit III und IV, zwei sandig-dolomitischen Mergeln, ergeben mit aller Deutlichkeit, daß der feinkörnige Amphibolit ursprünglich derselben Klasse von Präzipitaten angehörte, also ein Paragestein ist. Solche dolomitisch-kalkige Sandmergel können aber gerade in den E.-Raum an Orte, wo unser Gestein liegt, fallen.

Der grobkörnige Amphibolit zeigt ähnlichen Chemismus wie Diabase, zum Beispiel wie Nr. 4 und 5 in Rosenbusch, Elemente, p. 411. Ein Beispiel (der Hunnediabas von Rio de Janeiro) sei hier aufgeführt (Tabelle Nr. 11). Die Übereinstimmung in den wesentlichen Werten ist weitgehend, abgesehen davon, daß dieser Diabas mehr Fe_2O_3 als FeO führt. Damit scheint die Orthonatur dieses Amphibolites ziemlich erwiesen zu sein.

Damit gehen wir über zur Betrachtung der Amphibolite im übrigen Schwarzwald. Nur einige Züge dieser seien hier festgehalten (Analysen der Tabelle 12 und Diagramm, Figur 23).

Die Orthoamphibolite zeigen ein recht konstantes **si**, begrenzt durch die Werte 100 und 138. Die **al**, **fm**-Werte sind ebenfalls recht konstant, erstere schwanken um 20—25, letztere um 45. Die **c**, **alk**-Werte sind etwas variabler. **mg** ist immer sehr hoch, **k** sehr klein. Die mittlere Zusammensetzung entspricht ungefähr einem gabbrodioritischen Magma. Die Eruptivgesteine, welche für die Orthoamphibolite den Grundstoff geliefert haben, waren also gar nicht besonders basisch. Diese Gesteine verteilen sich auf den ganzen mittleren bis südlichen Schwarzwald und sind so ein Zeugnis einer sehr homogenen Intrusion.

Aus den vorliegenden Werten läßt sich ein Differentiationsdiagramm zeichnen, das klar die Kalkalkalinatur der Differentiation zeigt und dem Normaldiagramm dieser Reihe ohne weiteres angeschlossen werden kann.

Die Orthoamphibolite des Schwarzwaldes, eine erste, hercynische Intrusionsperiode markierend, gehören somit der Kalkalkalireihe an; sie zeigen eine Differentiation innerhalb **si** 59 und **si** 138. Zu ihnen ist auch die basische Intrusion im Gebiete von Ehrberg zu zählen.

Im Gegensatz dazu unterliegt der Chemismus der Para-

amphibolite ungezügelter Schwankungen in den al , fm -Werten, während die c , alk -Werte sich eher etwas gleichmäßiger verhalten. si variiert von 330 bis zu 77 hinunter. Die ursprünglichen Sedimente zeigen, wie nicht anders zu erwarten, meist ebenfalls gabbroide Basenverhältnisse.

Im Tetraeder nehmen die Orthoamphibolite hauptsächlich die Schnitte IV ein, und zwar samt und sonders in der

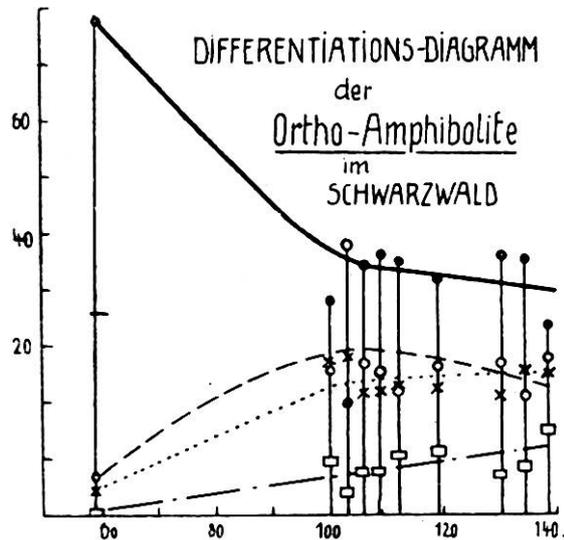


Fig. 23.

Nähe des c — fm -Poles. Die Paraamphibolite liegen hauptsächlich auf Schnitten IV bis VII, teils innerhalb, teils außerhalb des E.-Raumes, vielfach gegen den P.-Raum zu.

Einige Literaturangaben über die Schwarzwaldamphibolite mögen folgen.

O. Haffner (35), p. 59, kommt auf Grund seiner an den Renschneisen gewonnenen Erfahrungen zum Schluß, daß die Amphibolite ebenfalls in Para-, Ortho- und Mischtypen (unsere injizierten) zu gliedern sind, diablastische Struktur ist ihm ein Kennzeichen der Sedimentherkunft, was nicht verallgemeinert werden darf.

F. Schalch (77) bildet in seiner Arbeit über die Amphibolite von Blatt Peterstal auf Tafel VII einen Amphibolit ab, dessen Struktur als unregelmäßige, beziehungsweise nicht mehr erkennbare Gabbrostruktur bezeichnet wird (was sehr häufig für die grobkörnigen Laufenburgeramphibolite zutrifft, dort als gewöhnlich granoblastisch bezeichnet wurde). Auch Nr. 1, Tafel II mit der Kelyphitstruktur entspricht der Struktur der Eklogitamphibolite, doch scheint die Ähnlichkeit nicht innerlich zu sein, da dort die Kelyphitränder

primär sein sollen. Diablastisch-kelyphitische und blastogabbroide Struktur treten auch dort im selben Gestein auf. Auch chemisch treffen wir im Gebiet von Peterstal sehr ähnliche Typen an. Pyroxene treten dort etwas häufiger auf, die Hornblende gleicht unserer völlig.

Die Amphibolite des Wehratales, von Erdmannsdörffer beschrieben, zeigen ganz ähnliche Beschaffenheit wie die von Laufenburg, führen eine bräunlich bis grünliche Hornblende, oft mit bläulichen Tönen, und sind häufig pegmatitisch injiziert.

In analoger geologischer Position trifft man Amphibolite weit verbreitet über die ganze hercynische Provinz. Die Hornblendegneise von Markirch im Elsaß wurden von G. Rhein beschrieben; neben Hornblendegneis tritt auch Serpentin, Peridotiten entstammend, auf. Die Hornblendegneise selbst führen sehr kleine sekundäre Quarzäderchen, entlang welchen die Hornblende hellgrün, nadelig umkristallisiert wird (Aktinolith, Ausbleichung). Die frische Hornblende ist grünlich. Im übrigen sind sie wie die Schwarzwaldhornblendegneise ausgebildet.

Z u s a m m e n f a s s u n g.

Die Untersuchung der Hornblendegesteine im Gebiete von Laufenburg ergibt folgenden Bestand:

1. Hornblendegneise (Plagioklasgneise). Übergänge zu Biotitgneisen und Amphiboliten. Struktur einfach granoblastisch, Anklänge an Hornfelsstruktur. Siebstruktur der Hornblenden. Textur schiefzig.

2. Eklogitamphibolite (Granatamphibolite). Struktur diablastisch.

3. Plagioklasamphibolite. Hornblende ohne Siebstruktur. Verwachsungen: Hornblende-Biotit selten. Struktur granoblastisch mit Anklängen an porphyroblastisch. Gabbrostruktur ist selten.

4. Injizierte Hornblendegesteine. (Siehe weiter unten.)

Trotzdem in den Kristallinen Schiefen von U. Grubemann die Amphibolite mehrheitlich der Mesozone zugesellt werden, müssen die Laufenburger Amphibolite eher als katazonal betrachtet werden, sie sind sicherlich während der gleichen Metamorphose und unter gleichen Bedingungen entstanden, wie die übrigen Gneise, in denen sie eingelagert sind.

C. Die Injektionsgneise und die Erscheinungen der Injektion.

1. Die injizierte Hornblendegesteine.

Die Erscheinungen der Injektion sind in diesen Gneisen und Amphiboliten so klar makroskopisch und mikroskopisch sichtbar, daß ihr Nachweis nicht besonders geleistet werden muß. Dies beruht auf dem großen Kontrast zwischen dem Mineralbestand des Substrates und dem der injizierten,

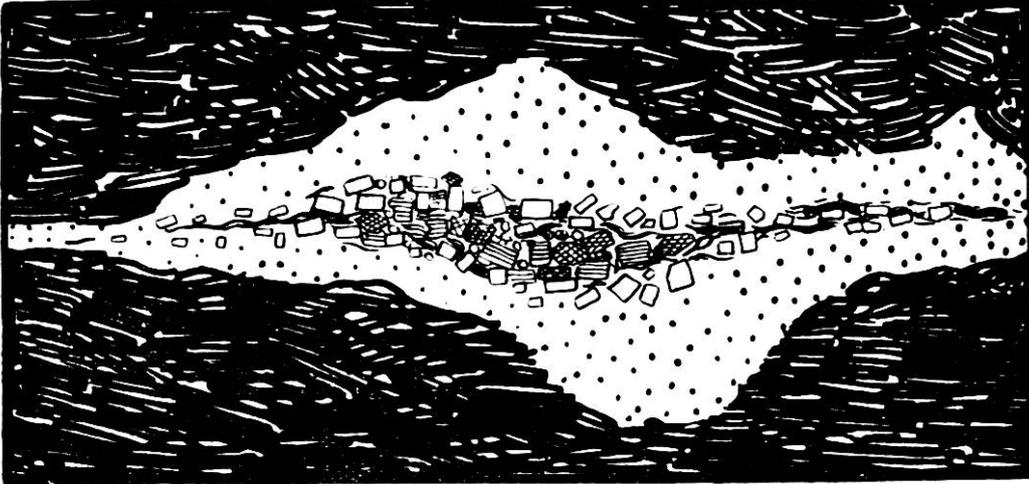


Fig. 24.

Injektionsauge in einem Amphibolit. Feldspatisierte Partie punktiert. Im innersten Teil findet sich grob unkristallisierte Hornblende mit Feldspäten. Etwas verkleinert.

weißen oder rötlichen Pegmatite; zugleich können die hier beschriebenen Erscheinungen als Einleitung zur Beschreibung der übrigen Injektionsgneise dienen.

Je nach dem Ausgangsmaterial lassen sich verschiedene Typen und Stadien der Injektion auseinanderhalten, die jedoch strukturell und textuell einander sehr nahe stehen, trotzdem jedes Handstück meist leicht dem einen oder anderen Typus zugewiesen werden kann. Hauptunterschiede in der Ausbildung verursacht die Textur des Ausgangsgesteins; massige Amphibolite liefern ein etwas unregelmäßigeres Bild, als schiefrige.

Die entstandenen Gesteine sind körnig, schlierig bis massig; sie haben samt und sonders Umkristallisation unter Kornvergrößerung erfahren. Nicht selten schwimmen Hornblendekristalle von 3—5 cm Größe in einer weißen, pegmatitischen Grundmasse, wodurch Gesteine mit schönem

Kontrast entstehen (Weiß der Pegmatite gegen das Grünscharz der Hornblende).

Die beginnende Beeinflussung durch die Eruptivmasse äußert sich zuerst in Kornvergrößerung. Durch Sammelkristallisation wird das Gestein sukzessive gröber, die einzelnen Gemengteile werden leichter erkennbar; Biotitblätter und Feldspäte heben sich ab, ohne daß an eigentliche Stoffzufuhr etwa in fluider Form gedacht werden muß. Bald beginnt sich das Substrat zu lockern, Nester von weißem Pegmatit (bis mehrere dm groß) erscheinen, vereinigen sich zu mehr oder weniger unregelmäßigen Adern,¹²⁾ sodaß die Gesteine aus ihrem Grünscharz über ein schwarzweißgesprenkeltes Stadium weiß werden und nur noch letzte Aggregate von Hornblende aufweisen. Solche Gesteine findet man heute oft in den Ufermauern beim Sennhof. Figur 24 zeigt eine weiße, pegmatitische Ader in einem Amphibolit von Laufenburg, deutlich ist die Umkristallisierung der Hornblende zu sehen.

In extrem injizierten Gesteinen ist im Handstück die Herkunft nicht mehr zu erkennen. Jedoch zeigt sich hier nun überraschenderweise u. d. M. einige Verschiedenheit im Mineralbestand zwischen den in Linsen auftretenden und den geologisch als Hornblendegneise anzusprechenden injizierten Gesteinen.

Der Mineralbestand ist nämlich

a) in den Hornblendegneisabkömmlingen

Im Substrat:	Hornblende	In der Injektionszone:	Aktinolith
	Biotit		(Hornblende)
	(Chlorit)		Augit
	Andesin-Labrador		Oligoklos
	Titanit		Mikroclin
	Magnetkies		Quarz
	Magnetit		Apatit
	Rutil	secundär	Karbonate
			Chlorit
			Helminth
			Saussurit

b) in den Amphibolitabkömmlingen

Substrat:	derselbe	Injektionszone:	Hornblende
			(Aktinolith)
			etc. ohne Augit

¹²⁾ Die oft im Zusammenhang mit den Gängen stehen, oft aber Reihen von Quarzfeldspatäugen darstellen.

Die Injektionswirkung ist an und für sich an beiden Orten dieselbe. Die ersten Anzeichen sind Siebstruktur von Hornblende und schließlich auch von Biotit (Figur 25) (der übrigens meist spärlich ist). Der Plagioklas zeigt selten Zonarstruktur; sofern er überhaupt umgewandelt wird, schlägt er von Andesin um zu einem basischen Oligoklas. Von den Feldspäten der injizierten Pegmatite (weiße) bleibt der Mikroklin-Mikroperthit in normaler Ausbildung erhalten, während der Plagioklas eher umkristallisiert wird. Myrmekit ist selten! Der Biotit wird grobflaserig, vielfach verschwindet er aber vollständig, indessen die Titanitzüge bleiben und eine alte Schieferung mitten im Pegmatit andeuten.

Die Hornblende ist oft ausgebleicht (fleckige Interferenzfarben), und dies zwar sehr oft ohne Beziehung zu einer Erzführung, sodaß die Aktinolithisierung z. T. eine Wirkung der Injektion ist. Die Hornblenden der Hornblendegneisabkömmlinge weisen öfters einen Stich ins Braune auf.

Die schon erwähnten Hornblendekristalloblasten, d. h. die bis 5 cm langen Hornblende-Kristalle, welche mitten im Pegmatiten schwimmen, haben eine mehr oder weniger xenomorph-körnige Ausbildung und ihre größte Ausdehnung meist in der Richtung der b-Axe. Ihre Farbe ist vielfach um eine Nuance heller, als die der Hornblenden im unveränderten Gestein; dies dürfte mit einer Reinigung (Fe-Wegfuhr) des Hornblendemoleküls bei der Umkristallisation zu erklären sein, dabei wird naturgemäß auch der Pleochroismus etwas schwächer.

Interessant vor allem ist nun die Verwachsung mit Biotit. Ein typisches Beispiel soll beschrieben werden, es stammt aus einem Pegmatit oberhalb der Brücke von Laufenburg.

Die 3 cm große Hornblende ist grünschwarz, sehr gut rissig und hat Einlagerungen von Biotit (Chlorit). Ein Längsschnitt parallel c zeigt die Grenze gegen den pegmatitischen Feldspat (Oligoklas); dieser dringt um einiges in die Hornblende hinein. Im Inneren dieser wird er von anderen Individuen abgelöst, die zugleich basischer sind.

Die Hornblende ist //c grünlich-bräunlich,
⊥c gelblich-bräunlichgrün,

ziemlich kompakt und etwas mit Limonit bedeckt. Die Spaltbarkeit ist nicht besonders deutlich. Im einen Ende der Hornblende tritt Arsenerz und Pyrit auf, zugleich beginnt die Ausbleichung. Der Biotit ist an den Stellen maximalster Arsenerzführung chloritisiert; seine schlecht geformten Leisten liegen //c der Hornblende, stellenweise vermehrt



Fig. 25.
Siebstruktur von Biotit (schraffiert) in injiziertem Amphibolit, ca. 10-fache Vergrößerung.

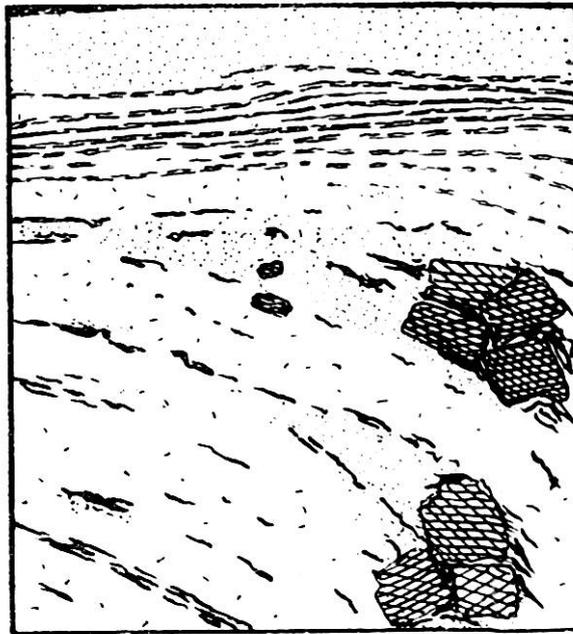


Fig. 26.
Hornblendegneis (punctiert = Quarz, Striche = Biotitblättchen, schraffiert = Hornblende). Maßstab ca. 1 : 2.

er sich, sodaß schließlich ein feines Hornblendegrundgewebe (grünlich-farblos) über und über voll steckt von fetzigem Biotit. Dessen Pleochroismus ist hellgelb zu schwarzbraun. Z. T. enthält er Rutileinschlüsse. Der Schliff //c zeigt Zerbrechung und Wiederausheilung der Hornblende und dazu dunklen Glimmer, von dem es den Anschein hat, als ob er mit ersterer gleichzeitig entstanden sei. Andere Schliffe zeigen zwischen Hornblende und Biotit direkt eine Struktur von diablastischem Charakter. Dieser ist dabei heller gefärbt,

⊥ c farblos-schwach blaßgelb,
// c hellbräunlich

und sehr frisch. Dazu zeigt er gerade Auslöschung und ist praktisch einaxig.

Die Umkristallisation hat entweder die femischen Komponenten gleichzeitig ergriffen oder die Umkristallisation von Hornblende hat zu gleichzeitiger Biotitbildung geführt, was wahrscheinlich erscheint.¹³⁾ (Zu analogem Resultat kommt P. Niggli in seiner Diplomarbeit (55)).

Von hier an tritt nun eine Trennung im Verhalten der beiden Gesteine auf. Eine Gruppe, die Hornblendegneisabkömmlinge, führen in auffälliger Weise Augit, der aber nur in einem einzigen Falle als primär betrachtet werden kann. Er tritt dort im unveränderten Substrat in bräunlichen, kleinen Körnern auf, in der injizierten Zone desselben Gesteins ist er dann umkristallisiert und farblos. In allen anderen Fällen findet er sich nur in den injizierten Teilen der betreffenden Gesteine. Er ist ein farbloser Diopsid (Auslöschung 40°), stets mit Hornblende verwachsen. Oft enthält ein fast frisches Hornblendeindividuum einige Körner von Augit, deren Längsachsen mit der Spaltbarkeit (parallel c) der Hornblende einen spitzen Winkel bilden, welcher für alle in einem Individuum liegenden Augite derselbe ist, sodaß sie gleichzeitig auslöschen und wahrscheinlich überhaupt nur ein Individuum darstellen, das mit der Hornblende verwachsen ist. Das ist zugleich der einzige Fall, in dem von gesetzmäßiger Verwachsung gesprochen werden darf, denn fast immer ist die Durchdringung von Augit und Hornblende unregelmäßig. Öfters haben die Augite ziemlich idiomorphe, achtseitige Formen, meist aber sind sie fetzig xenomorph. Die Verwachsung Hornblende-Augit ist meist so, daß ersterer den Wirt bildet, nur selten ist es umgekehrt, d. h. überwiegt der Augitanteil, und dann schwimmt die Hornblende in formlosen, faserigen Resten im Augit drin. Dieser kann auch Biotit (Chlorit) einschließen.

Einige Beispiele mögen zur Abrundung des Bildes dieser Gesteinstypen angeführt werden:

a) Abkömmlinge der Hornblendegneise:

Ein Hornblendegneis ob der Brücke Laufenburg (bad. Seite) zeigt im Profil:

¹³⁾ Verwachsungen von Biotit mit Hornblende bespricht p. 4 (20) O. H. Erdmannsdörffer aus dem Wehratal, auch er kommt zum Schluß, daß es sich dabei um gleichzeitige Kristallisation von Hornblende und Biotit handle, hier allerdings in Hornblendegraniten.

1. eine weiße pegmatitische Ader mit Hornblendekristalloblasten: 1 cm;
2. dichten Hornblendegneis, grünschwarz, filzig: 1,5 cm;
3. Biotitgneis, streifig, ziemlich dicht: 5 cm;
4. weißen Pegmatit wie 1; Kontakt gegen 4 ist als Biotit-saum ausgebildet;
5. eine injizierte Hornblende-Partie mit 4 durch allmählichen Übergang verbunden. Flaserzüge von Hornblendegneis enthaltend.

Der Schliff durch den Kontakt 1—2 ist plagioklasreich (Oligoklas-Oligoklasalbit), er zeigt einen normalen, weißen Pegmatit mit etwas Pyrit. Die Hornblendekristalloblasten sind schwach gelblichgrün, heller gefärbt als die Hornblende im Gneis. Die Formen sind schlecht, kleinere Körner haben bessere Gestalt und sind dunkler gefärbt. Spitzrhombsche Titanite, ebenfalls aus dem Gneis stammend, schwimmen mitten im Pegmatit. Im übrigen hat dieser normale Struktur.

Die Verschweißung beider Anteile im Kontakte ist ausgezeichnet, doch erfolgte keine weitere Durchaderung. Am Kontakt selbst ist die Hornblende wie gewöhnlich etwas ausgebleicht. Farbloser Augit hat sich gebildet. Es ist der Schliff, wo sich bräunlicher Augit in schlechten Körnern auch im Gneis vorfindet. Biotit, welcher im Hornblendegneis relativ häufig ist, wird am Kontakt zu größeren Fasern umkristallisiert. Der Plagioklas bleibt Oligoklas-Andesin.

Einen extremen Typus repräsentiert ein Hornblendegneis von der Hohwand. Das Gestein ist von leukokrater Charakter. Schlieren von Hornblende und Biotit schwimmen in einem weißen Pegmatit. Akzessorisch tritt etwas Granat auf.

Der injizierte weiße Pegmatit zeigt alle normalen Eruptivmerkmale, viel Tropfenquarz, gegitterten Mikroklin, dazu Myrmekit etc. Die Hornblende ist oft in zerfetzte, formlose Fetzen aufgelöst, die schlechte Spaltbarkeit zeigen. Er ist in Aggregaten gruppiert, die erkennen lassen, daß es sich meist um letzte, korrodierte, stehen gebliebene Reste eines ehemals einheitlichen Hornblendeindividuum handelt. Eutektische Verwachsungen Quarz-Feldspat scheinen vorhanden zu sein. Feldspäte aus dem Amphibolit treten zurück.

Ein Hornblendegneis der Laufenburgergegend zeigt im Handstück den eigentlichen Typus eines

grobkörnigen Amphibolites. Er ist massig injiziert (feldspatisiert), ziemlich grobkörnig und führt nun wieder Augit, der stets farblos ist. Einzelne Stellen zeigen dieses Mineral achtseitig, selbständig, andere gesetzlos mit Hornblende verwachsen, wobei zu sehen ist, wie aus der grünen Hornblende sich erst Aktinolith (farblos) entwickelt und dieser weiterhin Augit (normalen Diopsid) liefert.

Figur 26 ist ein recht typisches Beispiel der Aufblätterung und Umkristallisation eines Hornblendegneises. Quarzreiche Partien erzeugen eine schlierige Textur. Feldspatreichere neigen zur lagigen (lit par lit) Aufblätterung. Das Ganze wird beherrscht durch die raumbeanspruchenden Hornblendekristalloblasten.

In allen Fällen, wo die Hornblendegemengteile noch wesentlich sind, ist die Struktur ein Gemisch von granoblastischer mit rein pegmatitischer Struktur, wobei die pegmatitische überwiegen kann.

b) Die Abkömmlinge der Amphibolite zeigen makroskopisch etwas variabelere Bilder, sie sind immer massig, schlierig injiziert, kaum aufgeblättert. Abgesehen von dem fehlenden Augit sind sie mikroskopisch so ähnlich den injizierten Hornblendegneisen, daß eine Beschreibung unnötig wird.

Extreme Typen weisen deutliche Resorptionen auf. Gesteine, welche makroskopisch schlierige Gemische von Pegmatit mit Amphibolit sind, zeigen völlig kristalloblastische Strukturen, die an und für sich nicht kompliziert sind und weder ausgesprochen amphibolitische noch pegmatitische Relikte enthalten.

Eine eigenartige Umbildung hat ein Amphibolit vom Bierschäppli unterhalb der Brücke Klein-Laufenburg erfahren.

Die Injektion ist rotpegmatitisch. Auf Adern (oder direkt diffus massig) durchsetzt die Intrusion den Amphibolit und resorbiert ihn zu massigen bis schlierigen Gesteinen, in denen ziemlich gut idiomorphe, große Hornblendekristalle schwimmen. Eigenartig vor allem ist der Feldspat der Injektion. Bei hochglasigem Glanz hat er eine dem Fettquarz ähnliche Farbe (Fettquarz ist hier überaus häufig), dicht daneben ist er weißlich-hellrötlich von normalem pegmatitischem Habitus. Das ganze Gestein ist grobkörnig (1 cm). U. d. M. zeigt sich ein einfacher Mineralbestand.

Primär sind Hornblende, Biotit, Oligoklasandesin, Akzessorien treten zurück. Erworben sind Mikroklin-Mikroperthit, Oligoklas-Albit, Quarz.

Ein Handstück, typisch für diese Gesteine, zeigt die aderig diffuse bis flasrige Injektion des Pegmatites in einem grobkörnigen Amphibolit. Der Eruptivanteil überwiegt. Das Ganze wird durchsetzt von einem rötlichen, sehr feinkörnigen (hornfelsartig dichten) Aplitgängelein von 1 cm Breite (Figur 42).

Schliffe durch den amphibolitischen Teil zeigen, daß das grobe Korn durch die Injektion erzeugt worden ist. Der Biotit ist tiefschwarzbraun, grobblättrig und deutet mit Quarz und Feldspat eine geringe Schieferung an. Die Hornblende, schwach siebstruiert, ist grünlich und von schlechter Form. Schon hier tritt Kalifeldspat auf, der vielfach Biotit einschließt und um eingeschlossene Plagioklase Myrmekit bildet. Neben der Kornvergrößerung ist also schon Stoffzufuhr (Quarz, Kalifeldspat) zu verzeichnen.

Der Schliff durch den rein pegmatitischen Teil läßt einen normalen Pegmatit ähnlich den Typen unter der Brücke erkennen. Das Verhalten gegen die nachträgliche Aplitintrusion ist einfach. Diese gibt sich, bei guter Verschweißung, durch abrupten Kornwechsel und Quarzreichtum kund. Einzelne größere Feldspäte aus dem Pegmatit schwimmen losgelöst im Aplit drin. Kataklastische Erscheinungen fehlen. Auf den Amphibolit hat der Aplit keinen Einfluß mehr gehabt.

Die Mischpartie (Amphibolit, Pegmatit) zeigt in extremer Weise Siebstruktur an Hornblende und Biotit (Fig. 25). Dieser ist stellenweise völlig durchlöchert und von Quarz erfüllt, dabei sind seine Formen ganz zerfetzt. Hier herrscht auch Myrmekit in großer Menge. Die Siebstruktur des Glimmers ist ausschließlich an den Kontakt gebunden.

Die eigenartig grünlichgraue Farbe der Feldspäte (neben viel Feldquarz) hinterläßt im Schliff keine sichtbaren Spuren, sie rührt wahrscheinlich teilweise von limonitischer Bestäubung her.

Z u s a m m e n f a s s u n g.

Die injizierten Hornblendegesteine lassen sich in Bezug auf Struktur und Textur im Schliff nicht immer auseinanderhalten. Makroskopisch gelingt die Unterscheidung meistens.

Hornblendegneisabkömmlinge führen oft Augit, Amphibolitabkömmlinge nie.

Aus allen Beobachtungen läßt sich der Schluß ziehen, daß der Augit sekundärer Natur, aus der Hornblende entstanden und der Injektion zuzuschreiben ist. Die Umwandlung scheint öfters von Hornblende über Aktinolith gegangen zu sein. Sie muß sich in einem Stadium vollzogen haben, in dem H_2O vorübergehend nur in minimalen Mengen anwesend war und ist als Retrometamorphose zu betrachten, welche noch über das primäre Mineral hinaus das Katalmineral Augit schuf. Die Injektion äußert sich weiter in der Bildung von Siebstrukturen in Hornblende und Biotit und in der Umkristallisation und Ausbleichung der Hornblende unter gleichzeitiger Bildung von Biotit (Alkalizufuhr).

Die Strukturen der injizierten Gesteine sind relativ einfach. Sehr bald überwiegt die reine Eruptivstruktur, schließliche Stadien können kristalloblastische Struktur zeigen. Anfangsstadien der Injektion bestehen in Kornvergrößerung und später in einem Nebeneinander von eruptiver und kristalloblastischer Struktur.

Myrmekit ist selten, da die Feldspäte meist zu basisch sind.

2. Die Rote Fluh-Gneise (Die rote Injektion).

Die Benennung dieser Gesteine erfolgte nach ihrem typischen Auftreten an der Roten Fluh, einem mächtigen Felsen in der Rheinschlucht von Laufenburg. Dieser lag etwas südlich der Stützmauer am badischen Bahnhof (Karte Fig. 4) und wurde seinerzeit beim Kraftwerkbau durch eine imposante Sprengung beseitigt.

Die Rote Fluh-Gneise bilden eine Injektionsserie, die von meist gefalteten, feinstreifigen Glimmerschiefergneisen alle Übergänge bis zu grobdurchaderten, meist roten, seltener weißen Lagen- und Resorptionsgneisen umfaßt. Sie treten nur in Laufenburg auf, weil sie an das tiefste Niveau gebunden sind und der Gneis hier am tiefsten aufgeschlossen ist. Die glimmerschieferartigen Glieder finden sich von Schöffigen bis in die Enge, die lagigen von hier aus bis zur „Rote Fluh“, wo sie sukzessive stärker umgebildet, injiziert werden. Alle Typen sind also auf einer Länge von etwa 400 m vereinigt.

Die Fältelung kann auch in injizierten Gliedern auftreten. Falten von über 10 m Amplitude sind auf über hundert Meter zu verfolgen in den Felswänden an der Schwabenruh und gegenüber unter dem Bahnwärterhäuschen. Die Grundfalten, meist stark zickzackförmig, sind mannigfaltig sekundär verfältelt bis hinab zu mikroskopischen Dimensionen. Die Antiklinalen schwellen öfters an (Quarzlagen), doch finden sich auch einseitig verdickte Schenkelpartien.

Die Durchaderung der Rote Fluhgneise ist sehr ungleich. Im Gebiet der Enge ist sie unregelmäßig. Einzelne Gneiskomplexe sind völlig frei davon, andere zeigen nesterweise roten Feldspat und Quarz, an anderen Stellen, im feinstreifigen Gneis, häufen sich Adern zu Lagen an, welche meist in der Schieferung liegen, 1—3 cm dick sind, anschwellen, abrupt oder in dünnsten Äderchen endigen. Diese ziehen oft transversal in eine andere Lage und geben so dem Gestein, wenn sie sich häufen, ein verschwommenes dictyonitisches Aussehen.

In der Enge hat die Durchaderung hauptsächlich Quarz gebracht, in der Pfauengegend beginnt die Feldspatisation und an der Roten Fluh injiziert direkt der Eruptivgang. Der injizierte Quarz ist meist sehr rein, randlich oder am Ende einer Linse begleitet von einem rötlichen Kalifeldspat, seltener von einem weißen Albit (Reinhold fand in den Adern des niederösterreichischen Waldviertels die gleiche Verteilung von Quarz und Feldspat); auch Turmalin wird in diesem Zusammenhang gefunden. Biotit kann sich um die Quarznester herum beträchtlich vergrößern.

Solche Linsen werden bis meterlang bei einigen dm Breite und häufen sich gerade in den feinstreifigen Gneispartien ziemlich an (siehe auch Taf. II, Fig. 2). Sie liegen meist in Antiklinalen oder Schenkeln und sind nicht metamorph. Die Struktur ist rein eruptiv.

Beim Pfauen beginnt die Durchaderung regelmäßiger zu werden. Typische Lagentextur entsteht durch Auftreten regelmäßig sich wiederholender Lagen von rotem Feldspat und Quarz, von 2—3 mm Abstand in der Pfauengegend, von 0,5 cm bis 2—3 cm im Gebiet der Roten Fluh.

Die Adern sind meist rötlich, stellenweise unter dem Bahnhof auch weiß. Es steht das im Zusammenhang mit

den an diesen Orten auftretenden roten und weißen Gängen. Gegen weiße Aplite gibt es aber auch scharfe Grenzen.

Die Textur wird stellenweise unregelmäßig flasrig, Resorptionserscheinungen beginnen sich zu zeigen, die Biotitlagen verschwinden. Bei der Brücke Laufenburg, badischerseits, bildet sich eine Art Augenflasertextur aus.

Die Gneise sind vielfach von Klüften durchzogen, auf welchen man Hämatit, Calcit u. s. w. findet:

Wir haben also folgende Typen nun in einem 1. Teil näher zu betrachten:

- a) das Substrat;
- b) die lagigen Rote Fluhgneise;
- c) der Augenflasergneis;
- d) extreme Injektionsstadien.

Die weißen Rote Fluhgneise sind nicht so mächtig, sie können in einem 2. Teil erwähnt werden, daran anschließend ist der Chemismus zu erläutern.

In einem Schlußkapitel kann sodann auf die Entstehung eingegangen werden.

I. Die roten Glieder.

a) Das glimmerschieferartige Substrat.

Makroskopische Ausbildung und Vorkommen: Das Substrat, aus dem die anderen Gneise durch Durchaderung u. s. w. entstehen, ist ein ziemlich dichter, rötlichgrauer oder dunkelgrauer Glimmerschiefergneis, Tafel II, Fig. 2 und 3, dessen Biotitlagen, unregelmäßig verlaufend, oft aussetzen. Der Biotit ist Hauptgemengteil und gröber als in den Gneisen der folgenden Gruppe. Auf der Längsfläche zeigen die Glimmer schon dem bloßen Auge eine zopfartige Verflechtung, sind dadurch versteift und springen immer um ein Weniges über die Quarzfeldspatlagen vor, was ein überaus charakteristisches Bild ergibt, das sich so bei keinem anderen Gneise findet.

In den dichtesten Typen zeigen die Glimmer eine mehr wirre, hornfelsartige Anordnung, wie bei den struppigen Gneisen im Murgtal. Im Gebiet der Schwabenruh tritt Cordierit dazu. Seine Verwitterung ergreift auch den übrigen Mineralbestand, aus dem Biotit bildet sich Chlorit in feinen Schüppchen und das Gestein erhält einen dunklen Flitter-

schimmer; sogar Muskovit kann entstehen (z. B. westlich der Schwabenruh).¹⁴⁾ Andere Stellen haben mehr Feldspat.

Neben dem Glimmer ist ein beträchtlicher Quarzgehalt vorhanden, der sich teilweise in eigentlichen Milchquarznestern und Drusen (Bahnwärterhäuschen Schwabenruh) äußert, die nichts mit der Durchaderung zu tun haben.¹⁵⁾ Die Quarzdrusen enthalten oft grau gefärbte, schlanke, 3 mm dicke, 1 cm lange Bergkristalle.

Mineralbestand: Quarz, Biotit, Kalifeldspat, Plagioklas, Magnetit, Chlorit, Muskovit, Sericit, Cordierit (Pinit), Zirkon, Apatit.

Mikroskopische Ausbildung: In den Antiklinalen ist Quarz in größeren, aber etwas undulösen Individuen, in den Faltenschenkeln oft hornfelsartig vorhanden.

Die Feldspäte sind xenomorph geformt, der Plagioklas (Albitoligoklas, meist aber Oligoklas) ist oft recht körnig, Albit verzwillingt, öfters zonarstruiert und meist ziemlich zersetzt. Die innere Zone ist Oligoklas Ab_4An_1 , Kalifeldspat tritt vielfach zurück.

Biotit bildet längliche, schmale Leisten. Die Verflechtung ist erst angedeutet. Der Pleochroismus reicht von gelblich zu braun. Pleochroitische Höfe um Zirkon sind häufig. Die Chloritisierung ist oft weit fortgeschritten; nebenher läuft auch eine Sericitisierung, welche Flasern erzeugt, die teilweise in den Quarz (auf Spältchen) eindringen. Die Erzführung ist minim.

Der Cordierit tritt nur in Pinitform auf mit deutlicher Absonderung nach (001), mit denselben Erscheinungen (Sericitflasern, Limonitisierung des Gesteines etc.), wie sie in den Cordieritgneisen näher beschrieben wurden.

Struktur und Textur: Das ganze Gestein hat bei völlig kristalloblastischer Ausbildung trotz der schiefri- gen Textur einen nicht zu verkennenden Anklang an die Hornfelsstruktur, besonders dort, wo der Gneis am dichtesten ist, d. h. die Lagen am schmälisten, wozu die zackigen

¹⁴⁾ Der Kata-Alkali-Feldspatgneis von Rotenhof, Niederösterreichisches Waldviertel, aus der Sammlung kristalline Schiefer von U. Grubenmann, zeigt weitgehende Ähnlichkeiten, namentlich in der Struktur, mit diesen Gneisen.

¹⁵⁾ Und in den Rengneisen des Schwarzwaldes allgemein verbreitet sind.

Quarzaggregate, die fetzigen Biotite und das Fehlen jeglicher Ausscheidungsfolge nicht wenig beitragen.

Somit liegt ein einen Übergang von Gruppe I zu II (Grubenmann) zeigender cordieritführender Katabiotitgneis vor.

Selten sind diese Gesteine ganz frei von Durchaderung. Trümer von nur 3—4 mm Breite geben sich im Dünnschliffbild sofort kund durch den abrupten Strukturwechsel. Einige Beispiele mögen das zeigen.

Ein Schliff von der Schwabenruh enthält eine 3—4 mm breite Ader, erfüllt mit rötlichem Feldspat und viel Quarz. Die Struktur ist geradezu als granitisch zu bezeichnen, Kalifeldspat und Plagioklas (Albitoligoklas) sind fast idiomorph. Quarz unterscheidet sich in nichts von dem der Aplite, er zeigt Ketten von Einschlüssen und löscht etwas undulös aus. Bezeichnend für die Herkunft der Adern ist übrigens das, wenn auch seltene Auftreten von Korrosionserscheinungen.

Ein Schliff etwa 50 m östlicher ist nebenbei cordieritführend. Eine bis 3 cm breite, rötliche aplitische Ader durchsetzt das Handstück. Dieselbe ist sehr unregelmäßig geformt, oft verschwindet sie oder setzt aus und kommt nach einigen cm als eine Art Auge wieder zum Vorschein. Der Schliff zeigt nun den strukturellen Gegensatz zwischen dem Substrat und der Ader. Diese selbst ist reich an Quarz, in verzahnten, großen Individuen. Die Feldspäte füllen oft als Einzelindividuum die ganze Gangbreite aus, sind recht idiomorph und allermeist Albite mit einer feinen Lamellierung, ganz ähnlich wie in den roten Pegmatiten. Der vorhandene Muskovit ist rosettenartig angeordnet.

Im ganzen ergibt sich also ein Bild, das dem der roten Pegmatite von „unter Bahnhof“ schon recht nahe steht.

Der Gneis hat bei völlig kristalloblastisch-hornfelsartiger Struktur die früher beschriebene Zusammensetzung. In Adernähe liegt der Glimmer gerne verworren und die Schieferung wird verwischt. Die Adern selbst sind sehr gut mit dem Gneis verschweißt. Der Kontakt zeigt eine Anhäufung von Glimmerlagen. Es hat völlig den Anschein, als seien mehrere Glimmerlagen auf kleinen Raum zusammengedrängt worden, ohne daß es aber zu eigentlichen Zerbrechungen oder Zerreißen kam.

b) Die lagigen Rote Fluh-Gneise.

Hauptvorkommen: Vom Pfauen linksrheinisch bis zur Pfaffenegg, rechtsrheinisch unter dem Bahnhof. Es sind in der Hauptsache die untersten Lagen, welche heute unter Wasser liegen, die hierher gehören. Unter Klein-Laufenburg verschwinden sie in der Tiefe.

Die makroskopische Ausbildung, Taf. II, Fig. 4, ist recht einheitlich und soll an einem Beispiel beschrieben werden. Es sind rötlich-graue Gneise, die oft gefältelt sind, deren Lagen sich rhythmisch in gleicher Dicke (3—4 mm) folgen, wie die Blätter eines Buches. Selten schwellen die Lagen zu Adern an, welche wiederum gerne in der Nähe von Antiklinalen liegen und oft quarzreich sind. (Diese boten dem eindringenden Material größten Raum bei geringstem Widerstande.) Die Biotitlagen sind nicht kontinuierlich vorhanden, sondern keilen ab und zu aus und werden von andern, in der Lage verschobenen, abgelöst.

Auch dieser Typus ist ausgezeichnet durch den Biotit (das Gruppenmerkmal). Dieser ist ziemlich grobblättrig, dunkelbraun, oft schon im Stadium der Limonitisierung, während er in den Quarzfeldspatlagen völlig frisch ist. Makroskopisch gilt für ihn das früher Gesagte. Auf der mehr oder weniger ebenen Lagerfläche sieht man nur grobblättrigen, teilweise chloritischen Biotit.

Mineralbestand im Substrat: Quarz, Orthoklas, Oligoklas, Biotit (hell), Sericit, Chlorit, Apatit, Zirkon, Calcit, Pyrit.

In den Quarzfeldspatlagen (Adern): Quarz, Mikroklin, Albit-Albitoligoklas, Biotit (dunkel), Pyrit.

Mikroskopische Ausbildung: Der Quarz ist immer reichlich vertreten, in den Adern hat er vielfach Gaseinschlüsse, ist meist gut verzahnt und schwach kataklastisch; in den Antiklinalen ist er rundlich, ohne die geringste Kataklastik, in den Schenkeln länglich-unregelmäßig, auch der Feldspat ist analog geformt. Hier müssen wir zwischen dem Feldspat der Biotitlagen¹⁶⁾ und demjenigen der Quarzfeldspatlagen unterscheiden. In einzelnen Schlifften scheint eine Sammelkristallisation zur Kornvergrößerung geführt zu haben und das Gestein ist homogen. Manchmal aber unterscheidet man schon nach der Größe zwei Feld-

¹⁶⁾ Makroskopisch als Biotitlager erscheinend.

späte. So den Oligoklas des Substrates und den Albit-Albit-oligoklas der Adern. Der Kalifeldspat des Substrates ist oft stärker zersetzt, als der Plagioklas. In seltenen Fällen trifft man in den Biotitlagen wasserklare Feldspatsubstanz als Neubildung. Mikroklin tritt nur in den Adern auf; in Schliffen parallel der Schieferung zeigt er deutliche Gitterung und Mikroperthitlamellen, daneben findet man granophyrische Verwachsungen mit Quarz, in feinsten Formen, sowie Myrmekit.

Die Glimmer, Taf. I, Fig. 11, lassen nun ganz typisch die mehrfach erwähnte Verflechtung erkennen. Kleine, kurze, wohlgeformte Glimmerblättchen, im Längsschnitt als Leisten erscheinend, sind zopfartig zu einem Aggregat verflochten. Der Pleochroismus und die Gesamtfarbe wechseln von blaß-hellgelb zu braun bis dunkelbraun. Die Chloritisierung ist stellenweise stark fortgeschritten. Pleochroitische Höfe um Zirkon, in großer Schärfe, sind überaus häufig und geradezu charakteristisch für diesen Gneis. Rutil in Form von feinen Sagenitgeweben ist seltener. In den Schliffen parallel der Lagerfläche zeigen die Biotite dendritische Formen.

Akzessorien findet man sehr spärlich; Apatit, dann und wann in Biotitnähe und wie in den Pegmatiten ausgebildet. Calcit, in schilfigen Blättern zwischen den Biotitgeflechten eingelagert, ist bei der Goldfluh sehr häufig, dort trifft man ihn auch als unregelmäßige Körner in den Quarzfeldspatlagen. Er ist eine sekundäre mit der Zersetzung zusammenhängende Bildung.

Die Fältelung geht in Polygonzügen vor sich, die Verflechtung der Biotite läßt eine solche ohne Biegung der einzelnen Biotitleistchen verstehen, diese selbst wird vom ganzen Aggregat übernommen. Es ist daher nicht klar, ob die Fältelung vor oder nach der Durchaderung stattgefunden hat; doch sprechen die Beobachtungen an den Glimmerschiefergneistypen für eine Faltung vor der Intrusion.

Struktur, Textur: In einigen untersuchten Fällen lassen sich zwei Strukturen nebeneinander nachweisen, nämlich die beschriebene des Substrates (Hornfelsanklänge) und eine granoblastische, welche blastogranitische Merkmale hat. Im Gebiete der granoblastischen Struktur ist das Korn größer, als in dem der hornfelsartigen, welche sich auf die Biotitzüge beschränkt.

Diese beiden Strukturen liegen im Profil nicht streng übereinander, sondern z. T. nebeneinander, verlaufen oft ineinander oder finden sich nesterweise, das zeigt auch schon die Betrachtung mit bloßem Auge (siehe oben).

Schliffe parallel der Schieferung haben deshalb ein recht unruhiges, gemischtes Bild, je nach der Schlifflage. Die Grenze der beiden Strukturelemente gegeneinander ist z. T. durch den Kornwechsel gegeben. Beide sind gut ineinander verschweißt.

In vielen Fällen ist die Struktur einheitlich granoblastisch und nur der Mineralbestand des Substrates vorhanden. Dagegen bleibt die Lagentextur, sowie das mittelgrobe (3—4

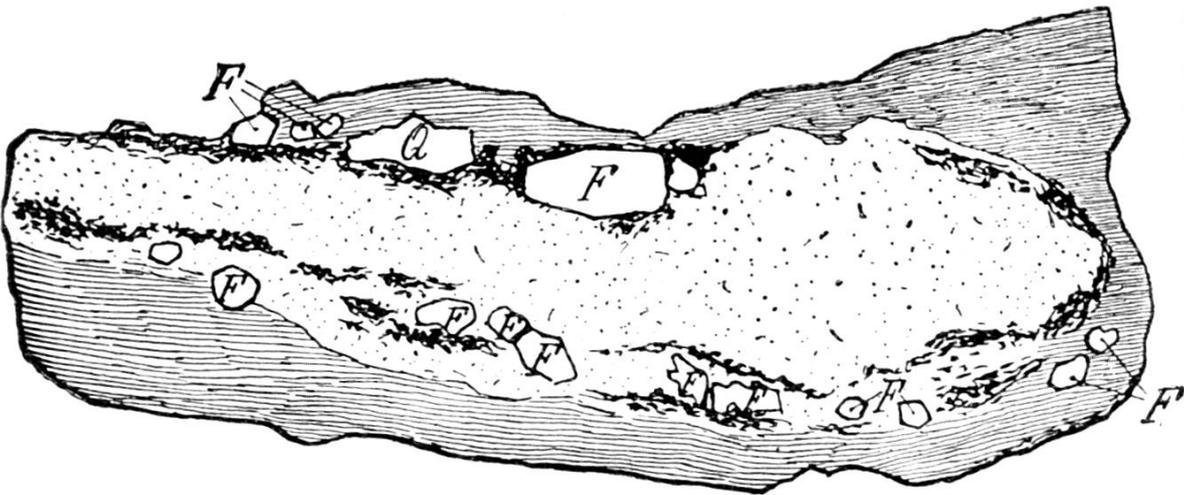


Fig. 27.

Injektionsauge mit randlich grober Biotitbildung und mit großen Feldspäten (F) und Quarz (Q). Aus U. Grubenmann u. P. Niggli. Die Gesteinsmetamorphose I. 1924. Maßstab ca. 2:3.

mm) Korn gewahrt, d. h. die wahrscheinliche Beeinflussung bewirkte nur Sammelkristallisation.

c) Roter Augenflasergneis.

Eine Abart der lagigen Typen (Tafel II, Fig. 5 zeigt einen Übergang von lagig zu flasrig), welche sich namentlich unter der Brücke am badischen Ufer findet, hat eine Textur, die als augig-flasrig bezeichnet werden kann.

Das Gestein ist etwas quarzreicher (pegmatitischer), die Adern sind rötlich, sodaß im Verein mit dem Glimmer ein vorwiegend rötlicher, grau gestreifter Gneis entsteht. Einzelne Quarz-Feldspatlagen schwellen zu Linsen oder Augen von 0,5 cm Größe an, die meist aus einigen größeren

Individuen von rötlichem Mikroklin (Typus der Analyse des Pegmatitmikroklin) bestehen. Die Augenfasern verteilen sich ganz unregelmäßig auf verschiedene Quarz-Feldspatlagen, wodurch der Zusammenhang mit Ortho-Augengneisen außer Betracht fällt. Der Hauptbruch zeigt ein fast aplitisches, rötliches Gestein mit Glimmerfetzen. U. d. M. sind kataklastische Erscheinungen etwas häufiger als in anderen Gliedern der Rote Fluh-Gneise.

Die Bildung dieser Abart wird sich auf demselben Wege, wie die der übrigen Rote Fluhgneise vollzogen haben, diese stellt lediglich eine etwas regelmäßigere Anhäufung von augenartigen Adern dar.

d) Extreme Ader- bis schlierige Resorptionsgneise.

Makroskopische Ausbildung: Konnte man bis jetzt noch öfters, wenn auch nicht immer, zwei Strukturen nachweisen, d. h. eine Adermasse vom primären Gneis trennen, so gelingt dies bei den nun folgenden extremen Typen kaum mehr. Sie gehen aber aus den andern hervor durch Anschwellen der Adern von mm- auf cm-Größe und schließlich lassen sie sich nicht mehr von Pegmatiten trennen. Die Biotitlagen sind dann nur noch feine, glatte Streifen, (Tafel II, Fig. 5) die Hauptmasse, schätzungsweise $\frac{4}{5}$ bis $\frac{19}{20}$ des Gesteins, besteht aus rotem aplitischem pegmatitischem Material, dessen Korn um einige mm schwankt. Nicht nur laterale Übergänge in normale Fältelgneise sind vorhanden, sondern auch vertikale; unvermutet treten im Feld Lagen vom Substrat auf. In einer letzten Stufe ist eine streifige oder lagige Textur überhaupt nur noch angedeutet durch vereinzelte Biotitchen, die völlig alleinstehend, locker aneinandergereiht sein können, so ehemalige Lagen andeuten, oft aber schlierig abgebogen sind. Fig. 28 zeigt dies und zugleich den Kontakt mit einem rötlichen groben Aplit. Im Aplit selbst trifft man ziemlich viel aus dem Gneis stammenden Biotit in kleinen Blättchen diffus verteilt. Die Ähnlichkeit dieses Gesteins mit dem lagigen Rote Fluh-Gneis ist recht gering.¹⁷⁾ Die Gesteine haben stets die Farbe des injizierten Eruptivgesteines, d. h. sie sind rot.

¹⁷⁾ Fig. 5, p. 5, bildet Wilkens einen ähnlichen Gneis vom Bohrer ab.

Mineralbestand: Quarz, Mikroklin, Albit, Albit-oligoklas, Oligoklas, Biotit, Granat, Apatit, Zirkon, Hämatit, Calcit (z. T. auf Klüften), Limonit, Pyrit.

Mikroskopische Ausbildung: Quarz hat seine einstige Bedeutung zugunsten des Feldspates eingebüßt, er tritt aber außerordentlich häufig als Tropfenquarz auf, das kommt namentlich im Schlicke parallel der Lagigkeit schön zum Ausdruck.

Feldspat: Oft nur schattenhaft, gitterlamellierter Mikroklin-Mikroperthit, Tafel I, Fig. 9, in Form und Ausbildung genau wie in den Pegmatiten und zugehörigen Apliten, ist nun häufig. Die Korrosionserscheinungen und die

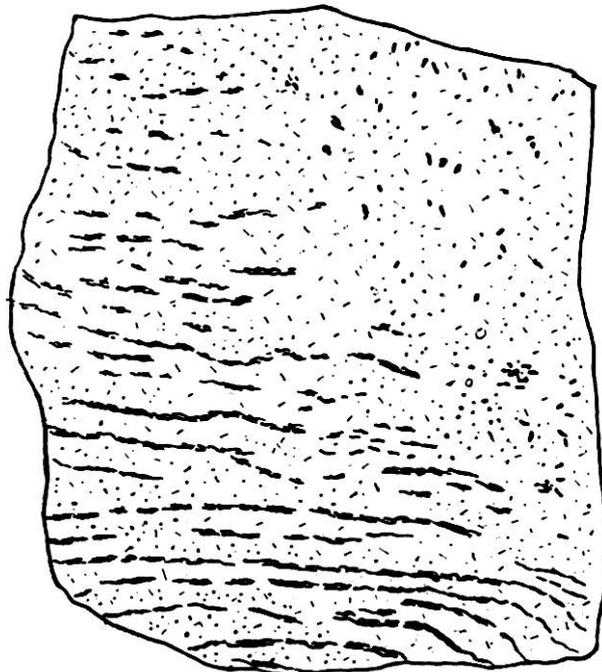


Fig. 28.

Extrem lagig injizierter Gneis der Roten Fluh. Kontakt mit Aplit (rechts oben), Reste von Biotit (schwarze Striche) im Aplit. Etwas verkleinert.

Albitisierung finden sich aber relativ selten und wenig ausgeprägt. Die Perthitlamellen sind meist sehr dünn, laufen aber über ein ganzes Individuum. Myrmekit¹⁸⁾ beginnt häufig zu werden, in bald feiner, bald gröberer Ausbildung gehört er nun zum Strukturbild (Tafel I, Fig. 9 und 10). Der Plagioklas hat öfters Zonarstruktur und oft gut pinakoidale

¹⁸⁾ Als Myrmekit bezeichnet man die Verwachsung von Plagioklas mit Kalifeldspat, wobei der erstere in den letzteren hinein wächst, gegen ihn eine konvexe Grenzfläche bildet und wurmförmige Quarzaggregate ausscheidet.

Formen. Daß er in diesen Gneisen basischer ist als in den Apliten, denen die Adern entstammen, läßt sich durch die Assimilierung der ehemaligen primären Feldspäte verstehen.

Der Biotit als letztes Überbleibsel der Gneisparagenese ist braun-dunkelbraun und ziemlich frisch. Schliffe nahe am Injektionsherd haben meist dunkelbraunen, weiter davon entfernte öfters einen etwas hellerbraunen Glimmer. Offenbar steht dieses im Zusammenhang mit der Entstehung des Gneises, indem sich leicht denken läßt, daß durch die Metamorphose der Fe-Gehalt der Glimmer erhöht wurde. Im übrigen bilden diese kurze, hie und da noch verflochtene, schöne Leistchen. Schnitte (001) in Schliffen parallel der Schieferung zeigen auch hier Formen, die an zerfressene Laubblätter erinnern.

Akzessorien: Auf Klüften trifft man recht häufig Hämatit in sehr schönen kleinen Rosen neben Limonit und Calcit, Pyrit ist selten.

Der Granat tritt in den schlierigen, aplitähnlichen Typen auf, in rundlichen reinen, meist mit Limonithäutchen bedeckten Individuen. Die Form des Deltoidikositetraeders ist angedeutet. Die Entstehung des Granates aus Biotit ist nicht sichtbar, wohl aber möglich, da er weder im eigentlichen Substrat, noch im reinen Aplit anzutreffen ist.

Struktur, Textur: Texturformen, welche als Aufblätterung zu bezeichnen sind, sind häufig, oft verschwinden die Biotitlagen völlig, sie werden assimiliert (Fig. 28). Im Schliff parallel herrscht immer eine fast rein pegmatitische Struktur, trotz des Kornes, das aplitisch ist. Im Längsschliff finden sich in Biotitnähe Anzeichen von kristalloblastischer Struktur; stellenweise (wenn der Tropfenquarz häufig ist) läßt sich ein Anklang an die Struktur der roten Aplitite 1—2 erkennen, sonst trifft man auch hier die Struktur der roten Pegmatite 3 und 2.

II. Weiße Rote Fluhgneise.

Die weißen Glieder der Rote Fluhgneise zeigen deutlich die Tatsache, daß die Erscheinungen und Produkte der Injektion sehr stark abhängig sind vom Substrat, in das hinein die Intrusion erfolgt. Die Beschaffenheit des Substrates ist namentlich für die bei der Injektion entstehenden Texturen ausschlaggebend.

Der weiße Lagengneiß.

Makroskopische Ausbildung: Die lagigen Gneise mit weißen Quarzfeldspatadern zeigen die gleiche



Fig. 29.

Schlieriger Rote-Fluhgneis. Bad. Bahnhof Kl. Laufenburg. (Füllfederhalter als Vergleichsgröße).

Aus *U. Grubenmann - P. Niggli: Die Gesteinsmetamorphose, Bd. I, 1924*

Struktur und Textur, wie die entsprechenden roten und weißen, gegenüber denen sie auch im Mineralbestand keine großen Unterschiede aufweisen. (Weiße Pegmatite sind z. T. den roten ziemlich nahe verwandt.) Geologisch liegen sie in

der gleichen Zone, wie die roten Gneise, d. h. in der Gegend des Hügens bis oberhalb Rote Fluh.



Fig. 30 a.

Vergrößerte Partie von 29.

Aus *U. Grubenmann - P. Niggli: Die Gesteinsmetamorphose, Bd. I, 1924.*

Speziell soll das schwarzweiß gesprenkelte Gestein am badischen Ufer betrachtet werden. Dünne und dicke Lagen sind unrhythmisch verteilt und enthalten dann und wann nur aus einem Feldspatindividuum bestehende Augen. Die

Lagerfläche zeigt einen verschwommenen granitischen Habitus.

Mikroskopische Ausbildung: U. d. M. konstatiert man wieder zwei Strukturen. Der Biotit ist in den

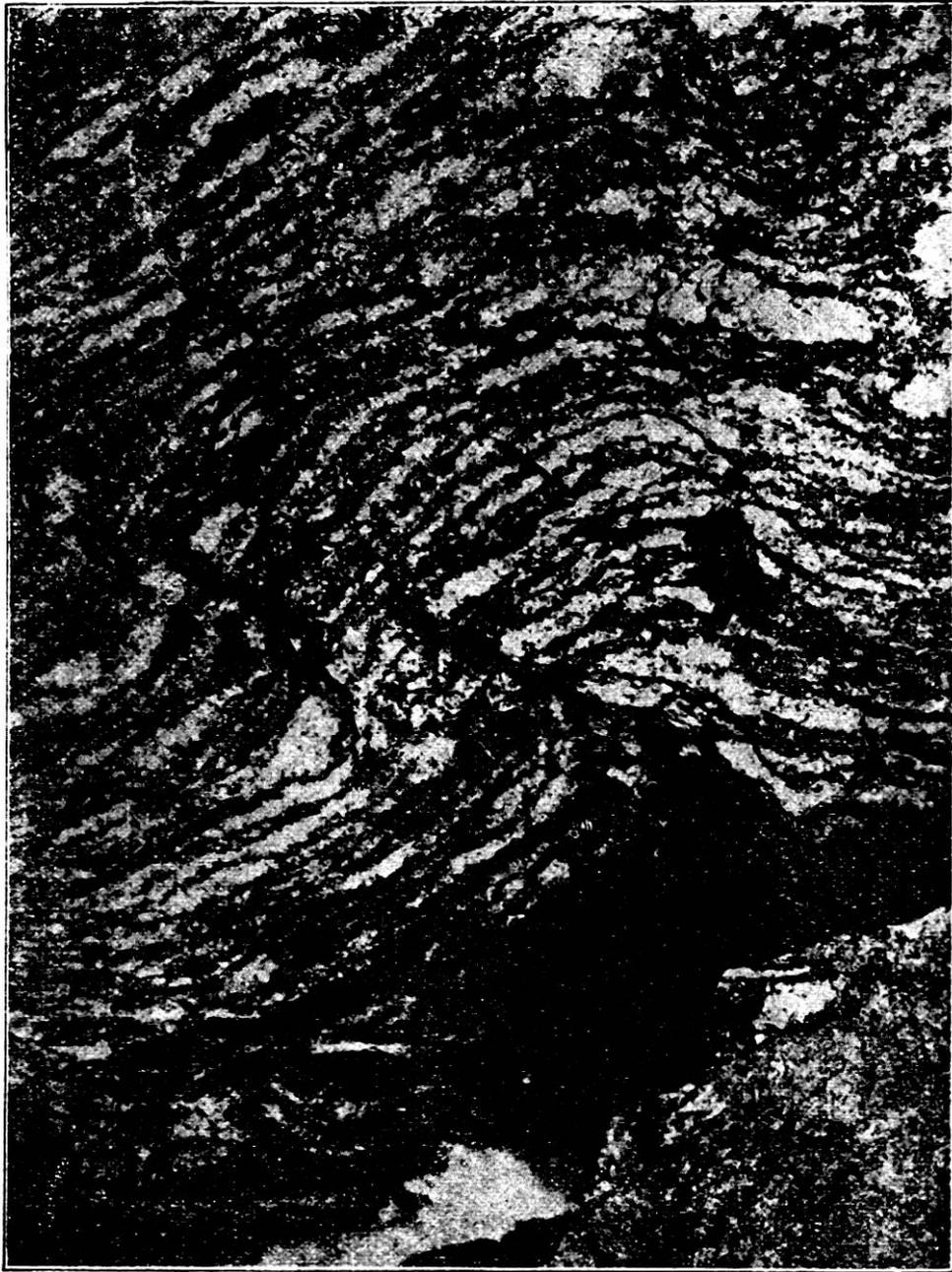


Fig. 30b. Vergrößerte Partie von Fig. 29.

hier schon stärkeren Adern etwas aufgelöst, die einzelnen Leistchen liegen aber noch in Diagonalstellungen gegeneinander. Der Plagioklas (Oligoklasalbit) überwiegt noch an Menge, dagegen tritt nun der Quarz etwas zurück.

Öfters zeigen sich etwas breitere Adern, dadurch entsteht die eigentliche Adertextur (im Gegensatz zur hier vorherrschenden Lagentextur). Im Längsschliff durch schmale Adern sind die Quarze und Feldspäte leicht geschwänzt, ohne Kataklase. Größere Trümer führen viel Quarz. Schmale sind granoblastisch, große pegmatitisch struiert (genau wie die weißen Pegmatite, Typus a). Prinzipielle Unterschiede gegenüber den roten Gneisen lassen sich nicht finden, das Gestein kann deshalb nicht abgetrennt werden.

Der weiße Schlierengneis von „Unter Bahnhof“.

Unter dem badischen Bahnhof findet sich ein sehr typischer Gneis, der schon von P. Niggli in den „Leichtflüchtigen Bestandteilen“ beschrieben worden ist.

Makroskopische Ausbildung: Es ist ein weiß gebändertes, schlieriges, z. T. stark gefälteltes Gestein (Fig. 29 und 30) von hochsaurem Charakter; die Farbe ist eine Mischung von weiß und schwarz. Der Biotit gibt schon makroskopisch die Zugehörigkeit zum Fältelgneis kund. Die Quarzfeldspatlagen machen den größten Teil des Gesteins aus und sind nicht rein weiß, sondern meist blaß rötlich gefärbt, und haben eine Breite von 1—3 cm, während die Biotitstreifen höchstens einige mm breit sind und schon nach einigen dm nicht mehr verfolgt werden können, d. h. der Resorption anheimfallen, sich in fetzenförmige, schwarzglänzende Aggregate auflösen. Dabei sei der mikroskopischen Beschreibung vorgreifend erwähnt, daß die Biotitlagen auch Quarz und Feldspat enthalten. Das Korn bleibt im ganzen unter 0,5 cm.

Die Fältelung ist recht interessant. Meist ist die eine Schenkelpartie dünner als die andere.¹⁹⁾ Die Antiklinalen sind am meisten geschwächt, d. h. die Biotitlagen sind dort am dünnsten. Die Feldspatlagen passen sich in den Kristallisationsschieferungen den Biotitlagen an; porphyrische Stellen mit 1 cm großen Feldspäten treten auf.

Mineralbestand. Ader: Quarz, Mikroklin, Oligoklasalbit bis Oligoklas, Biotit, Akzessorien.

Substrat: wie früher beschrieben.

Die Betrachtung des Mineralbestandes zeigt die Beziehungen zu den weißen Pegmatiten, zum Substrat und zu den roten Pegmatiten. Schon dieser Umstand spricht für

¹⁹⁾ Lehmann, lit. (47), bildet ähnliche Erscheinungen ab.

Zugehörigkeit zu den Rote Fluhgneisen, für welche auch die mikroskopische Ausbildung dieses Gesteines spricht. Der Schliff längs zeigt die Biotitlage (b) und die Quarzfeldspatlage (a). Folgendes ist zu konstatieren: In a) ist das Korn 3—4mal so groß wie in b); die Quarzfeldspatlage a) ist ohne Glimmer, voll von Mikroperthit und mikroklingegitterten Feldspäten mit viel Quarz. Deutlich gibt sich die Ausscheidungsfolge Plagioklas (zurücktretend) - Kalifeldspat - Quarz kund. Das öfters auftretende Korrosionsphänomen ist von Kataklyse begleitet. Außerordentlich häufig ist der Myrmekit; es gibt Stellen, wo der Mikroklin randlich völlig von kleinen Myrmekiten besetzt ist, die wie „Krätzmilben“ in ihn eindringen. Dies und die meist etwas schattenhafte Mikroklingitterung findet man besonders am Kontakt mit den Biotitlagen. Hier hat starker Druck geherrscht, der sogar leichte Biegung der Spaltrisse (010) verursachte. Der häufige Tropfenquarz vervollständigt das Bild einer pneumatolytisch beeinflussten Eruptivstruktur. Der Plagioklas ist Oligoklasalbit.

Die Biotitlage b). Die Grenze von a) gegen b) zeigt einige zusammengedrückte Biotitlagen, ähnlich wie früher beschrieben. Zwischen diesen Biotitstreifen finden sich stark kristallisationsschiefrige Quarze und Feldspäte, wobei der Plagioklas ziemlich stark vertreten ist, Myrmekit und Mikroklin fehlen. Der Biotit hat wiederum pleochroitische Höfe um Zirkon.

Eine Differenzierung des Strukturbildes in zwei Anteile gibt sich also, etwas unerwartet vielleicht, auch hier kund. Der Unterschied der beiden Anteile Biotitlage, Quarzfeldspatlage äußert sich am prägnantesten darin, daß erstere kristalloblastisch geschiefert ist, währenddem die letztere Eruptivstruktur aufweist, dazu kommt die Differenz im Korn und in der Feldspatführung.

Schliffe parallel der Schieferung zeigen granoblastische Hornfelsstruktur und Eruptivstruktur, teilweise durch Biotitfetzen in diffuser Verteilung voneinander getrennt. Bezeichnenderweise sind gerade myrmekitreiche Partien oft ziemlich sericitisiert (frei gewordenes Kali?).

III. Chemismus der Rote Fluhgneise.

Der Analyse unterworfen wurden sechs Gneise und zwei dazugehörige Aplite. Die Analysen stammen bis auf

eine, welche Frau Dr. S. Parker anfertigte, von Fräulein Dr. L. Hezner und sind an verschiedenen Orten schon publiziert. In den „Leichtflüchtigen Bestandteilen“ sind sie von Prof. P. Niggli besprochen worden und es wird daher hier einiges wiederholt werden müssen (Tabelle 13).

Tabelle 13. **Analysen der Rote Fluh-Gneise.**

	Nr. 29	30	31	32	33	34
SiO ₂	64.11	66.92	70.78	72.37	71.99	73.18
TiO ₂	0.98	0.78	0.43	0.19	0.40	0.30
Al ₂ O ₃	14.61	13.86	13.55	13.42	11.54	13.23
Fe ₂ O ₃	1.31	1.96	0.84	0.79	1.71	0.67
FeO	4.39	3.65	2.58	1.80	2.63	1.90
MnO	0.10	0.08	0.06	0.05	0.08	0.05
MgO	3.02	2.86	1.34	1.16	0.23	0.64
BaO	—	—	—	—	—	—
CaO	2.05	2.40	1.86	1.65	1.64	1.67
Na ₂ O	3.62	3.53	3.11	3.07	2.28	2.94
K ₂ O	3.75	2.62	4.95	4.13	5.35	4.58
H ₂ O +	1.50	0.77	0.59	0.54	0.97	0.51
H ₂ O -	—	0.03	0.09	0.11	0.08	0.03
P ₂ O ₅	0.16	0.18	0.19	0.23	0.59	0.12
	99.60	99.64	100.32	99.51	99.49	99.82
s =	2.71	2.74	2.67	2.65	2.64	2.65

Analyse 29 (si 247), An.: L. Hezner. Feinstreifiger Rengneis, Zwischenlage im Gneis Unter Bahnhof. Typus der Gneise Schwabenruh-Schäffigen, ein feinkörniger, feinstreifiger Gneis, Farbe fast schwarz, Korn mittel. Er ist sehr biotitreich. Der Glimmer ist deutlich verflochten. Er ist das Substrat der Rote Fluh-Gneise.

Analyse 30 (si 271), An.: L. Hezner. Feinstreifiger Rote Fluhgneis unter dem badischen Bahnhof Klein-Laufenburg. Er entspricht dem Typus des feinstreifig-lagigen Substrates von der Schwabenruh bis Rote Fluh. Stellenweise ist er bereits etwas rötlich injiziert. Der Substratanteil überwiegt noch ganz.

Analyse 31 (si 338) An.: L. Hezner. Lagiger Rote Fluhgneis unter dem badischen Bahnhof von Klein-Laufenburg. Der Injektionsanteil ist bereits ziemlich groß. Die Injektion ist lagig, aber unrhythmisch. Stellenweise finden sich noch einheitliche Gneislagen. Die Farbe des Gesteines ist hellrötlich grau. Textur: lagig bis flasrig. Struktur: kristalloblastisch, zackige Formen. Mikroperthit ist häufig; der Quarzgehalt (häufig Tropfenquarz) ist nicht groß.

Analyse 32 (si 378), An.: L. Hezner. Extrem aufgeblätterter Rote Fluhgneis von „Unter Bahnhof“. Es ist ein rötliches Gestein mit einzelnen streng parallelen Glimmerlagen, die aussetzen, rasch endigen oder aufgeblättert werden. Der Injektionsanteil überwiegt bei weitem den Substratanteil. Es ist der Typus der extrem-lagigen bis schlierigen Gneise.

Analyse 33 (si 399), An.: S. Parker. Augenflaseriger Rote Fluhgneis bei der Rheinbrücke Klein-Laufenburg. Das der Beschreibung dieses Typus zugrunde liegende Gestein wurde auch zur Analyse verwendet. Der Aderanteil ist schon ziemlich groß. Die Struktur ist granoblastisch. Tropfenquarz, Mikroklin-Mikroperthit, Albitoligoklas ergeben den Mineralbestand.

Analyse 34 (si 397), An.: L. Hezner. Weißer, schlieriger Rote Fluhgneis. Unter dem badischen Bahnhof von Klein-Laufenburg. Ein Handstück des oben beschriebenen (phot.) Vorkommens ergab vorliegende Analyse.

Diese Gneise bilden eine sehr schöne Serie zunehmender Beeinflussung seitens der roten Aplite durch lagige bis aderige Injektion.

Das Ausgangsgestein si 271 wurde nach der Methode Rosenbusch, über deren Berechtigung man sich in diesem Falle streiten kann, auf seine ursprüngliche Zusammensetzung hin berechnet und diese wurde wie folgt gefunden:

SiO₂ 63.50 %; TiO₂ 0.74; Al₂O₃ 13.15; Fe₂O₃ 5.70; FeO 0.00; MnO 0.08; MgO 2.70; CaO 2.25; Na₂O 3.30; K₂O 2.45; H₂O 1.45; P₂O₅ 0.17; CO₂ 4.60.

Das entspricht ungefähr den Zusammensetzungen von Grauwacken (Rosenbusch, Elemente, p. 510) aus den Vogesen, doch erscheint Al₂O₃ und unter den Alkalien K₂O ziemlich höher als in den Grauwacken, was schon der Metamorphose zuzuschreiben ist.

Tabelle 14 gibt eine Zusammenstellung der Niggliwerte und zugleich die Beziehungen zu Magmen. Die Werte sind charakterisiert durch hohes **fm**, konstantes **c**, ferner durch mit **si** wachsendem **alk** und **al**.

Eine Betrachtung dieser Werte läßt einige Gesetzmäßigkeiten erkennen.

Für sedimentäre Ausgangsgesteine spricht schon das durchwegs hohe **fm** und die fast konstante **mg**-Zahl. Suchen

Tabelle 14.

Die Rote Fluh-Gneisgruppe.

si	al	fm	c	alk	k	mg	c/fm	Schn.	p	ti	h	mögl. Magma	Al	Fm	C	93
247	33	36	9	22	0.41	0.48	0.24	II	0.23	2.92	19.3	} gegenüber einigermassen in den Basen ähnliche Magmen ist fm zu hoch, alk zu klein	21	64	15	58
271	33	36	10.5	20.5	0.33	0.48	0.29	III	0.24	2.38	10.8		21	61	18	89
338	38	23	10	29	0.51	0.42	0.41	III	0.28	1.6	10.8	yosemititisch	21	56	23	120
378	41	20	10	29	0.47	0.45	0.46	IV	0.41	0.88	11	rapakiwitisch	28	48	24	162
399	38	21	10	31	0.61	0.09	0.45	IV	1.3	1.7	19.3	rapakiwit. aber fm zu hoch	17	56.5	26.5	175
397	42	17	10	31	0.52	0.32	0.59	IV	0.33	1.3	9.8	„	29.5	44.5	26	178
410	48	9	8	35	0.46	0.22	0.81	V	—	1.0	12	aplitgranit.	—	—	—	—
448	46.5	7	8	39	0.41	0.35	1.05	VI	—	0.70	19	„	—	—	—	—
259	33	36	10	21	0.37	0.48	0.26		—	—	—	Mittel der Substrate (Ausgangsmaterial)	—	—	—	—
429	47	8	8	37	0.44	0.28	0.93		—	—	—	Mittel der injizierenden Eruptiva	—	—	—	—

feinstreif. Fältelgneistyp.
nur schwach beeinflußtGneis Fälteltyp lagig nor-
mal162 lagig eben injiziert rot
175 flasrig-augeflasrig-lagig
injiziert rotGneis weiß maximal in-
jiziert unruhigEruptivmat. f. si 247 — 399
Eruptivmaterial für si 397

wir ähnliche Magmen, so zeigt es sich, daß ähnliche in der Kalireihe (mit den angemerkten Vorbehalten) auftreten, etwas im Gegensatz zu der eigentlichen Eruptivdifferentiation. Die extremsten Glieder zeigen also wohl eruptiven Chemismus, aber nicht den gleichen, wie die zugehörigen Gänge. Im Tetraeder $al-fm-c-alk$ liegen die Werte auf einem Streifen, der völlig innerhalb des Eruptivfeldes gelegen ist und sich kontinuierlich von Schnitt II nach Schnitt IV zu den Eruptiva hinzieht. Das $k-mg$ -Diagramm (Fig. 30 c) fügt sich dem der sauren Gänge wohl an; entsprechend den Werten der Tabelle beginnt das Feld bei ungefähr gleichem mg wie k , fällt dann kontinuierlich gegen größeres k , aber kleineres mg .

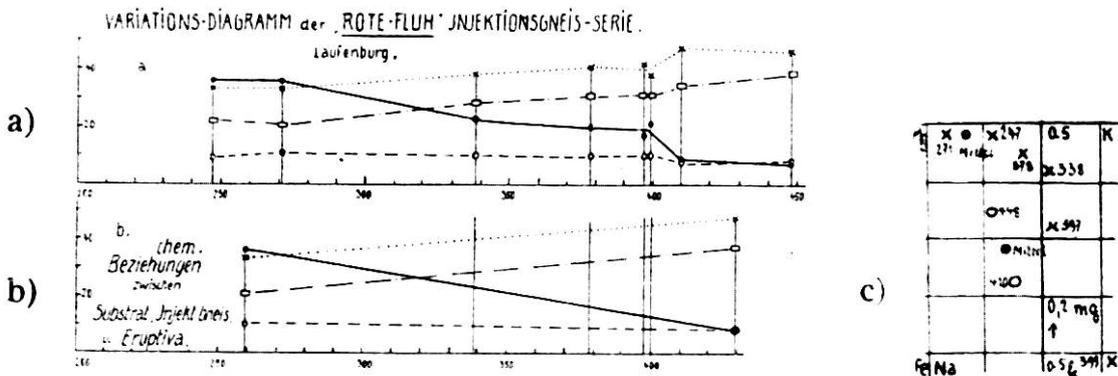


Fig. 31 a, b, c.

a) Variationsdiagramm der „Rote-Fluh“-Gneise. b) Theoretisches Diagramm. c) $k-mg$ -Verhältnisse.

Vor allem instruktiv für die Gneise der Serie ist nun das Variationsdiagramm, Fig. 31 a. Links liegen die Ausgangsgesteine, rechts zwei rote Eruptivgänge, dazwischen die Injektionsgneise.

Macht man die Annahme, daß diese Gesteine durch Zufuhr (Injektion) von eruptivem Material in das Substrat si 247 und 271 entstanden sind, eine Annahme, die geologisch und mikroskopisch ohne weiteres gegeben und berechtigt ist, so müssen, wenn sie stimmen soll, einige Bedingungen erfüllt sein.

Wir können sagen, erfolgte die Zufuhr des Eruptivmaterials in Form eines Aplites, so müssen die Zwischenstadien nach den Regeln der Mischungsrechnung auf geraden Linien liegen, welche Ausgangs- und Endstadium verbinden.

Erfolgt die Zufuhr in Form einzelner Moleküle (z. B. SiO_2 oder SiO_2 mit Al_2O_3 und Alkalien), so braucht dies nicht ohne weiteres der Fall zu sein.

Betrachten wir die 1. Annahme. Diagramm Figur 31 b zeigt die graphische Lösung. Schon ein flüchtiger Blick lehrt die Parallelität der beiden Diagramme. Ein weiterer Vergleich soll dies näher dartun.

Als Ausgangsgestein ergab sich **si** 259, das Mittel aus 247 und 271, als Endstadium der Mittelwert der beiden Gänge. Wir haben nun

	berechnete Werte:					wirkliche Werte:			
	si	al	fm	c	alk	al	fm	c	alk
Mittel(Ausgangsstad.)	259	33	36	10	21				
	338	40	23	9	29	38	23	10	29
	378	43	16	8	33	41	20	10	29
	397	44.5	13.5	8	34	42	17	10	31
	399	44	13	8	34	38	21	10	31
Mittel (Ende) Aplit	429	47	8	8	37				
Abweichungen bei	al:	max	+ 6			mittel	+ 2		
	fm:	„	+ 8			„	+ 4.9		
	c:	„	+ 2			„	+ 1.7		
	alk:	„	- 4			„	+ 2.5		

Diese Zahlen bedeuten Einheiten der Niggliwerte. Die Differenzen sind offensichtlich nicht sehr groß, besonders wenn wir die Mittelwerte betrachten; charakteristisch erscheint die größere Differenz bei **fm**.

Der Schluß, daß vorliegende Gesteine eine Injektionsserie darstellen, deren Glieder entstanden sind durch sukzessive stärker werdende Vermischung mit direktem Eruptivmaterial von aplitischer Zusammensetzung, erhält eine starke Stütze.

Die Zusammenstellung des normativen Mineralbestandes dieser Gneise ergibt weitere interessante Tatsachen (Tabelle 15).

Der Gehalt an Orthoklas ist in den stark injizierten Gliedern maximal, in den extrem durchaderten beginnt er bereits zu sinken und sich dem der Apliten zu nähern; gleichzeitig durchläuft Albit ein Minimum, währenddem der Anorthitgehalt eine kontinuierliche Abnahme erfährt. Der Quarz erreicht zu Beginn der stärkeren Injektion hohe Werte, die er bis zu den Apliten beibehält.

Dieses Verhalten stimmt gut überein mit den Befunden im Dünnschliff. Die Steigerung am Gehalt von Kalifeldspat

beruht auf der Mikroklinführung, die nicht wie in den Pegmatiten von einer nennenswerten Albitisierung gefolgt worden ist. Der Anorthitgehalt der Plagioklase nimmt ebenfalls ab, anfangs herrscht Oligoklas, später der reine Albit. Die Änderung ist lateral verschieden und hängt von der Stärke der Injektion ab.

Der weiße Schlierengneis zeigt in seinem Chemismus das gleiche Verhalten, wie die übrigen Glieder dieser Serie, er fügt sich gut in das Diagramm ein.

Die analysierten Handstücke entstammen einem Umkreis von wenigen m².

Normativer Mineralbestand der Rote Fluhgneise zugleich Vergleich mit Aplit 410 und 448.
Tabelle 15.

si	271	247	338	378	399	397	410	448
Apatit	0.30	0.30	0.30	0.45	1.35	0.30	1.10	0.60
Rutil	0.80	1.00	0.40	0.23	0.40	0.32	—	—
Orthoklas	16.00	22.50	29.10	25.00	31.40	27.35	26.40	25.30
Albit	30.00	31.20	27.10	26.30	19.20	25.00	29.80	33.60
Anorthit	10.80	9.60	8.10	6.90	4.35	7.25	3.40	3.20
Sillimanit	1.80	1.85	—	2.00	0.68	1.10	4.30	1.60
Magnetit	2.95	1.90	1.25	1.15	1.55	0.98	1.70	0.70
Hypersthen	12.35	14.85	7.45	5.70	6.71	4.65	0.60	1.20
Quarz	25.00	16.80	26.20	32.30	34.36	33.05	32.70	33.80

IV. Genesis der Rote Fluh-Gneise.

Die Möglichkeit, daß diese Gneise auf einem anderen Wege, als durch Aufblätterung und Resorption, etwa durch Bänderdifferentiation in einem Eruptivgneis, entstanden sein können, läßt man schon im Felde fallen (P. Niggli, in lit. 60 auf p. 198). Für die Entstehung der Rote Fluh-Gneise auf dem Wege der Injektion sprechen mehrere Gründe. So z. B. die geologische Lagerung, das Auftreten aller Typen auf kurzem Raume, das Vorkommen unveränderten Substrates innerhalb injizierten Partien in Schichten, welche bei der Aufblätterung übergangen worden sind, und namentlich die betrachteten texturellen und strukturellen Verhältnisse und die Mineralbestände.

Die Struktur der Rote Fluh-Gneise kann kurz folgendermaßen zusammengefaßt werden. Es treten auf:

1. Die Struktur des Substrates (Ausgangsgestein, nicht injiziert). Sie ist grob hornfelsartig-granoblastisch, Textur kristallisationsschiefrig.

2. Die Struktur der gering bis mittel injizierten Glieder ist granoblastisch.

3. Diejenige der stark injizierten besteht aus zwei Anteilen: aus a) der Struktur des Substrates und b) derjenigen des Eruptivanteiles, welche in dünnen Lagen oder Ädern granoblastisch, meist aber rein eruptiv und zwar meist pegmatitisch ist.

4. In den fortgeschritteneren Stadien beginnen sich die beiden Strukturen zu vermischen, es entsteht eine granoblastische, eruptivgneisartige Struktur mit Tropfenquarz und Myrmekit. Extreme Glieder zeigen die Struktur der Pegmatite.

An speziellen Erscheinungen sind zu nennen der Kornwechsel zwischen der Struktur des Substrates und der des Injektionsanteiles, Pressungserscheinungen am Kontakt zwischen ihnen; wobei die Quarze undulös auslöschen, die Mikrokline verschwommen gegittert sind. Die in den Eruptivanteilen seltenen Korrosionserscheinungen weisen ebenfalls auf Verwandtschaft mit Pegmatiten hin.

Auch die Betrachtung des Mineralbestandes ergibt Tatsachen, die für eine Injektion sprechen.

S u b s t r a t: Quarz, Biotit, Orthoklas, Oligoklas, Magnetit, Zirkon, Apatit (Chlorit, Muskovit, Sericit).

A d e r n: Quarz, Mikroklin, Albitoligoklas, Biotit, Akzessorien.

Extreme Typen: Quarz, Mikroklin, Albit-Albitoligoklas, Biotit, Granat, Apatit, Zirkon, Hämatit, Limonit, Calcit, Pyrit, Turmalin.

Die Stadien mit zweigeteilter Struktur sind begleitet von einem doppelten Mineralbestand:

1. demjenigen des Gneises,
2. demjenigen der Aplite.

Hervorzuheben ist das Auftreten von Calcit, Pyrit und dunklem (umkristallisiertem) Biotit.

Pyrit erwähnt auch Goldschmidt als ein für Injektionskontakte bezeichnendes, wenn auch, wie hier, spärliches Akzessorium.

Es hat also in der Hauptsache nur Addition stattgefunden. Wohl trifft man auch in den Ädern einzelne

Oligoklase, die sehr wohl Produkte der Assimilation sein können, im übrigen geschah dieselbe z. T. durch die Bildung von Myrmekit, der hier wie im Stavangergebiet z. T. durch Zufuhr von Ca, diesmal aus dem Substrat entstanden sein wird. Sie ist stets an das reichliche Vorhandensein von Kalifeldspat gebunden.

Im extremen Stadium, wo die Strukturen inhomogen verwischt sind, ist der Mineralbestand im ganzen wieder einheitlich geworden, und nun ein fast rein eruptiver. Hämatit, Calcit, Pyrit, Limonit und Granat sind bezeichnend.

Die Granatführung wurde schon in der Physiographie berührt und kann nicht aus dem Pegmatit oder Aplit allein herrühren. Der Granat ist hier wie dort als ein Produkt der Metamorphose aufzufassen, obwohl keine Umwandlungs-(Entstehungs-)erscheinungen mehr beobachtet werden. Bemerkenswert ist die Seltenheit zonarstruierter Plagioklase.

Die quantitativen Beziehungen sind normativ schon im chemischen Teil erwähnt worden, das Ergebnis sei noch einmal angeführt: Die Injektion bewirkt eine quantitative Verschiebung des Mineralbestandes vom Gneis her zu dem der intrudierenden Gänge, wobei eine Kumulation beider Bestände im Stadium der doppelten Struktur ein Maximum an Feldspat bewirkte.

Dieses Verhalten des Mineralbestandes und diese Entwicklung einer Pegmatit-Struktur aus einer granoblastisch-hornfelsartigen über ein Stadium mit Gneis- und Eruptivstruktur, Fig. 15, Tafel I, spricht meines Erachtens für die Auffassung der „Rote Fluh“-Gneise als Injektionsgneise, die, wie wir gesehen haben, auch durch die chemische Untersuchung gestützt wird.

Interessant erscheint die Beobachtung, daß die Struktur der Eruptivanteile hier immer eher als pegmatitisch, denn als aplitisch zu bezeichnen ist, trotzdem auch Aplitite (allerdings inhomogene) injizieren und makroskopisch das Korn der extremen Injektionsstadien mehr grobaplitisch zu nennen ist.

Die Rote Fluhgneise können infolgedessen als Injektionsgneise betrachtet werden, entstanden durch Durchaderung, Aufblätterung und Resorption eines glimmerschieferähnlichen Gneises durch die roten Aplitite und Pegmatite.²⁰⁾ Der In-

²⁰⁾ Welche dem Intrusionszyklus des Albtalgranites angehören.

jektionsherd liegt an der Roten Fluh in der Rheinschlucht von Laufenburg. Das Gebiet enthält rote und weiße Gneise, die mineralogisch nahe verwandt sind, strukturell und textuell miteinander weitgehend übereinstimmen, das gleiche Substrat besitzen und so dartun, daß die textuelle Erscheinung eines Injektionsgneises in der Hauptsache vom Substrat abhängt und erst in zweiter Linie vom Eruptivanteil.

3. Die Hohwandgneise (weiße Injektion).

Eine zweite Gruppe von Injektionsgneisserien wird unter obiger Bezeichnung zusammengefaßt. Am Aufbau dieser Gneisgruppe beteiligen sich drei Varietäten, die alle demselben Injektionstypus angehören, sehr ähnliche Texturen haben, sich aber durch das jedesmal etwas anders geartete Substrat (den homogenen Gneisanteil) unterscheiden. Diese Substrate zeigen ebenfalls verwandtschaftliche Züge zueinander, fast alle führen (+) Hornblende und stehen durch gemeinsame Merkmale vereint dem Rote Fluhgneis gegenüber. Die Hornblende spielt in dem Gebiete Hohwand-Brücke eine sehr große Rolle, nicht nur finden sich hier massenhaft Para- und Orthoamphibolite, sondern auch Hornblendegneise eingeschaltet in Lagen oder in Linsen im übrigen Gneis. Der Eruptivanteil der Hohwandgneise ist stets weiß bis blaßrötlich.

Die Benennung dieser Gruppe erfolgte nach dem markantesten Punkt ihres Auftretens, an der Hohwand,²¹⁾ welche dem Laufenplatz vorgelagert, als kleiner Felsen heute noch sichtbar ist, währenddem das Hauptvorkommen dieser Gneise zwischen Hohwand und Brücke Laufenburg (Schweizer Ufer) überstaut worden ist. Sie finden sich außer an den genannten Orten auch am Schloßberg mitten im Städtlein Laufenburg und reichen östlich bis gegen den Andelsbach. An den beiden letzteren Orten sind sie nur spärlich durchadert und enthalten meist nur einzelne Lagergänge und Linsen von weißen Pegmatiten. Eine Linie Totenwage-Brücke, badisches Ufer, gibt die NW.-Begrenzung. Im S. und E. verschwindet der (homogene) Gneis unter dem Diluvium, westlich der Totenwage erscheint im gleichen Niveau der Rote Fluhgneis (event. verläuft hier eine Störung). Die Injektion ist an das tiefste Niveau (heute unter Wasser) gebunden.

²¹⁾ Siehe Karte Figur 4 und Profil Laufenburg.

Es lassen sich folgende Einzelserien unterscheiden, die aber alle wenig voneinander verschieden sind:

- I. Die Gneise vom Hügen²²⁾ bis zur Brücke von Laufenburg. Ihr Substrat ist ein normaler, feinstreifiger Biotitgneis (Analyse p. 289).
- II. Die Gneise unter dem alten Rathaus von Laufenburg, sie sind ziemlich hornblendehaltig.
- III. Die eigentlichen Hohwandgneise, sie nehmen eine Mittelstellung zwischen I und II ein.

Es sind im allgemeinen lagige bis schlierige, oft Hornblende führende Katabiotitgneise der Gruppe I bis II nach Grubenmann. Die nun folgende Beschreibung und Diskussion dieser Gesteine erfolgt ähnlich wie bei den Rote Fluhgneisen. Da die einzelnen Serien viele gemeinsame Züge aufweisen, welche der Injektion in Laufenburg das Gepräge verleihen, sollen sie auch zusammen in einem allgemeinen Kapitel besprochen werden.

Figur 32 zeigt in prachtvoller Weise hornblendereiche und glimmerreiche Gneislager an der Hohwand, durchtränkt und injiziert von einem weißen Pegmatit.

I. Die Gneise vom Hügen bis zur Brücke.

Inklusive dem Substrate können folgende Stadien auseinandergehalten werden:

- a) das Substrat;
- b) ein lagig, unrhythmisch injiziertes Stadium 1 zeigt noch sehr viel unverändertes a;
- c) ein lagig, rhythmisch injiziertes Stadium 2, hier trifft man streng lagige, ziemlich hellgraue Gesteine;
- d) schlieriges, extremes bis Resorptionsstadium.

Makroskopische Ausbildung: a) Das Substrat ist der unter B 1 a beschriebene, fast massig dichte Gneis der Analysen 18, 19, 20, welcher oft Hornblende führt. Die Durchaderung geschieht wie bei den Rote Fluhgneisen in den Anfangsstadien streng lagenweise, rhythmisch oder unrhythmisch.

b) Die Adern folgen unrhythmisch (Stadium 1). Im dichten, feinstreifigen, hell-dunkelgrauen Gestein tritt plötzlich parallel der Schieferung eine Ader auf, nach einer variabel dicken Schicht Substrat wiederholt sie sich allein

²²⁾ Siehe Karte Figur 4.

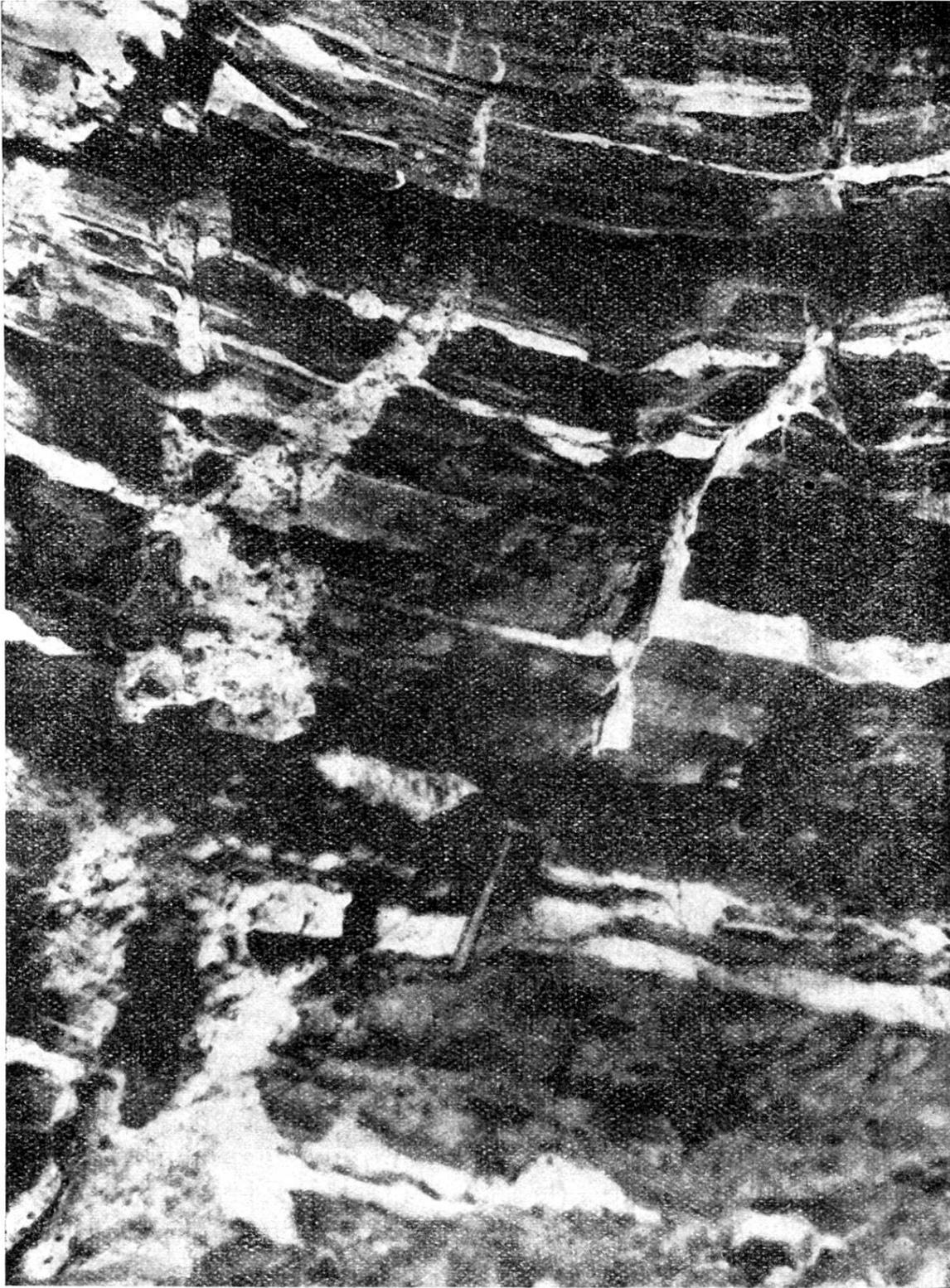


Fig. 32.

Injektion eines Pegmatitganges in den Gneis bei Laufenplatz, Laufenburg.

oder in parallelen Scharen. Die Grenze Ader zu Gneis ist mehr oder weniger unregelmäßig und wird öfters durch den sogenannten Biotitsaum gebildet, der sich dem bloßen Auge durch größere Breite und dunkelschwarze Farbe kundgibt. Die Adern selbst sind quarzreich und öfters von pegmatitischem Korn. Sie erreichen eine Breite von 0,5—5 cm. Die Aderformen sind nicht sehr mannigfaltig, ungefähr vom Typus der Fig. 9, Tafel II, öfters augenförmig erweitert, Fig. 8, Tafel II, und Fig. 35 (Feldspat). Die Quarzfeldspatlagen können sich vermehren und breiter werden, wobei deutlich zu sehen ist, wie einzelne der Biotitlagen in solchen größeren Adern auskeilen, verschwinden, sozusagen verdaut werden.

Tafel II, Fig. 7 gibt ein klares Bild der Entstehung dieser Adern und dieser Textur. In das Substrat sind weiße Intrusionen eingedrungen, „lit par lit“, und haben es aufgeblättert. Sehr deutlich sieht man, wie die Adern und die Biotitlagen ruhig und gerade verlaufen, solange Aplit intrudiert, und wie alles sofort unruhiger wird, sobald der Eruptivanteil pegmatitisch ist. Damit ist zugleich die Gemeinsamkeit aplitischer und pegmatitischer Eruptivanteile bewiesen. Pegmatite und Aplite sind hier gleichaltrig und nur durch Unterschiede im Gehalt von leichtflüchtigen Bestandteilen (H_2O) verschieden. Einzelne Quarzfeldspatlagen enthalten größere grünlichschwarze Hornblendekristalloblasten von körnig-leistiger Form und poikilitischem Gefüge.

c) Die Quarzfeldspat-Lagen folgen sich rhythmisch (Stadium 2). Es entstehen Bilder ähnlich wie in den eigentlichen (normalen) Fältelgneisen, doch oft viel regelmäßiger und mit einem anderen Biotit. Es sind helle schwarz-weiße Gesteine vom Aussehen eines Orthogneises, Tafel II, Fig. 6. Fig. 10 (Analyse) stellt eine augenfläsrige Texturvarietät dar, die aber kaum selbständig, sondern nur in Verbindung mit der normallagigen auftritt.

d) Schlierige (Resorptions-Einschmelz-) Gneise beim Laufenplatz (Stadium 3). Sie stehen in Beziehung zu den Pegmatiten mit divergentstrahligem Biotit, Kontaktstücke, welche dies dartun, sind häufig, Tafel II, Fig. 16, Tafel II, Fig. 15. Stücke, in denen die Resorption der Glimmerlagen extrem fortgeschritten ist, gleichen geradezu hellen Graniten (Korn unter einem cm). Mit aller Deutlichkeit

zeigen die unregelmäßig sich dichter scharenden Biotitlagen oder ganze Komplexe von erhalten gebliebenem Substrat den Mischcharakter dieser Gneise. Figur 33 zeigt rechts unten das schlierige Stadium deutlich mit Übergang in das Substrat, links oben etwa die Stadien b und c, wobei einzelne Adern etwas aplitisch werden. Tafel II, Fig. 13 zeigt

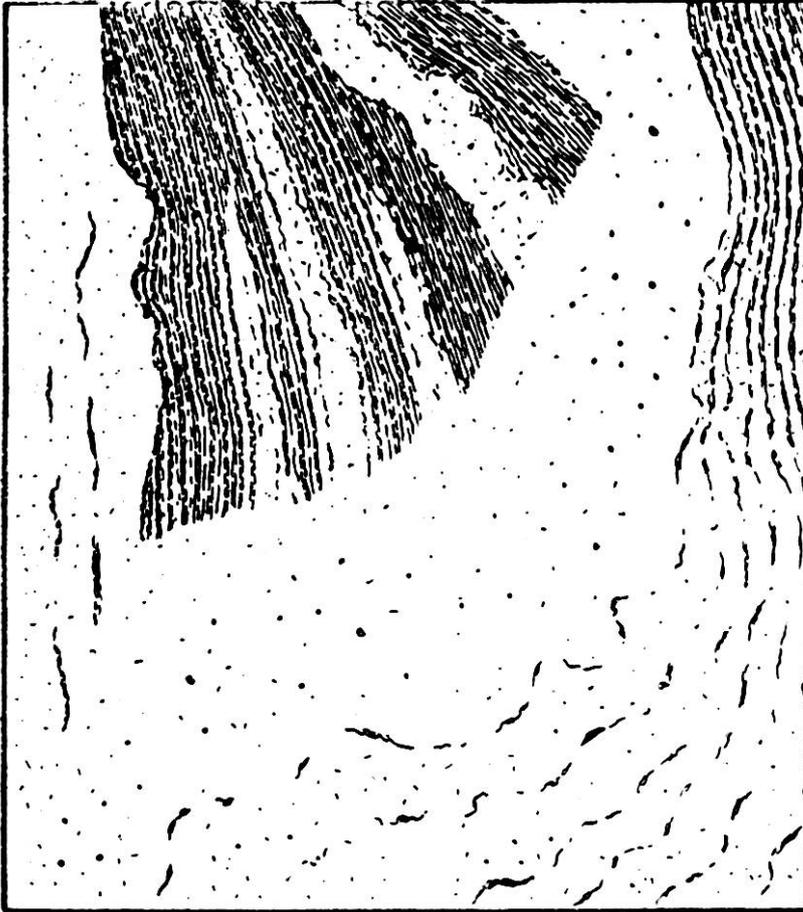


Fig. 33.

Weiß injizierter Gneis (Hohwandserie) von der Brücke Laufenburg. Aufblätterung ruhig und spärlich im Gebiet des Aplites (feinpunktiert), unruhig im Gebiet des Pegmatites (gröber punktiert).
Etwas verkleinert.

in einem weißen Pegmatit die Reste von Gneis in Zügen, die teilweise stark verwischt sind. Ähnliche Gneise bildet Haffner von der Kilpenstraße ab.

Mikroskopische Ausbildung: Die mikroskopische Beschaffenheit dieser Gneise soll an Hand einiger typischer Gesteine und Schiffe skizziert werden.

Mineralbestand: Quarz, Kalifeldspat (Orthoklas, Mikroklin), Plagioklas (Albit-Oligoklas), Biotit-Akzessorien.

Das Stadium 1, feinstreifig mit seltenen Adern, zeigt in den weißen, aplitischen Adern fast nur Feldspat; in dünnen Adern macht sich beginnende Kristallisationsschieferung bemerkbar, die Adern selbst sind mit dem Gneis sehr gut verschweißt und öfters durch den sogenannten Biotitsaum von ihm getrennt. U. d. M. zeigt sich nun, daß dieser aus einigen Biotitlagen besteht, welche auf eine schmale Zone zusammengedrängt worden sind, wobei ein Großteil der Feldspäte und des Quarzes verschwunden (resorbiert) sind. Eine besondere Ausprägung der Kataklyse ist nicht zu konstatieren. Der Biotit bleibt dunkelbraun, fetzig-leistig und verleiht dem Gestein eine unvollkommene Schieferung. Der normale Gneisteil hat granoblastische Struktur, ist quarzreich (Tropfenquarz), führt Orthoklas und albitischen Feldspat.

Beim 2. Stadium haben sich die Adern vermehrt, sie sind zu eigentlichen Quarzfeldspatlagen geworden. Ihre Dicke beträgt 1 cm und mehr. Doch finden sich auch hier noch viele breite Lagen feinstreifigen Gneises, der aber hie und da Kornvergrößerung erlitten hat und stellenweise Anzeichen von Resorption (beginnende Auflösung der Schieferung) nicht mehr verbergen kann. So zeigt sich im Handstück z. B. folgendes Profil:

1. Gneislage, feinstreifig, grau, 1—5 cm, gute Schieferung.
2. Aplitisch-pegmatitische, weiße Lage 1—1,15 cm, ziemlich quarzreich, mit Biotitsaum. Grenze zu 1 \pm eben.
3. Wie 1, doch mit einseitiger, schwacher Aufblätterung entlang der Schieferung; Lockerung der Biotitstreifen. Korn größer als in 1.
4. Wie 2, mit Hornblendekristalloblasten. Die Lagerfläche ist voll von Biotiten, \pm uneben. As.-Erz, goldfarbener (Verwitterung) Pyrit auf Klüften.

Auch hier erhält man Aufschlüsse über die Genesis des Biotitsaumes²³⁾ Fig. 34. Man sieht innerhalb dieser Biotitsammlung gereibselartige kleine Individuen von Quarz und Feldspat. Der Glimmer selbst ist teilweise etwas verbogen und weicht großen Feldspäten aus, oft sind seine Flasern ziemlich groß. Dieser Saum kann auch nur einseitig ausgebildet sein, dann ist auf der Seite der Ader,

²³⁾ Haffner erwähnt ihn öfters, auch auf den Abbildungen in der Arbeit von Schwenkel ist er zu sehen.

wo er liegt, die Kataklyse schwächer. Die Bewegung, welche zur Entstehung des Biotitsaumes geführt hat, kann also

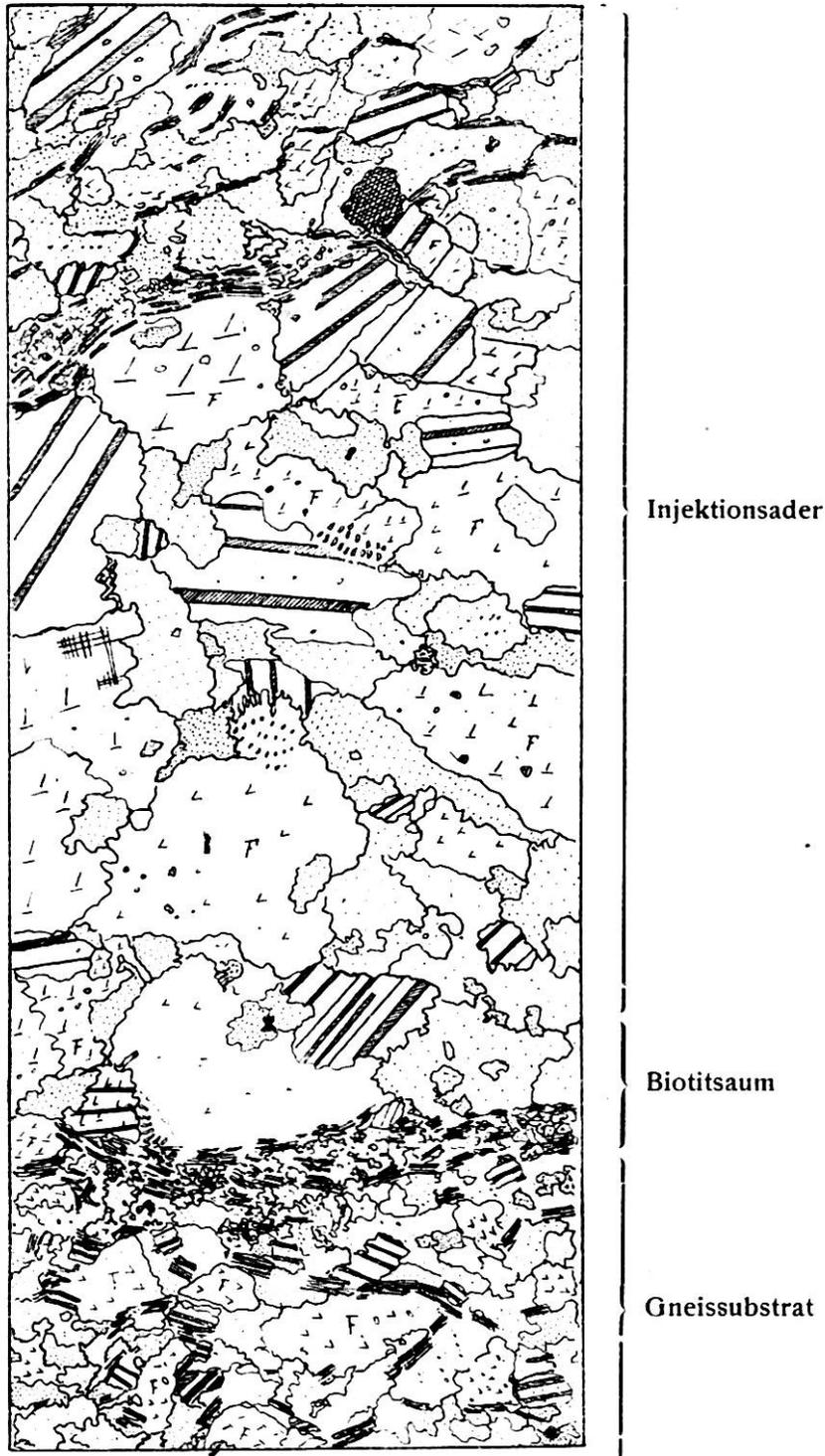


Fig. 34.

Profil durch einen Injektionsgneis der Hohwandserie. Dünnschliff, 15-fache Vergrößerung. Doppelte Struktur. Biotitaggregation am Kontakt. nicht eine reine Pressung senkrecht auf die Schieferung gewesen sein, sondern sie muß einem mehr einseitig, mehr

oder weniger in der Schieferung liegenden Streif zugeordnet werden.

In der Mehrzahl der Fälle ist der Biotitsaum, Tafel II, Fig. 11, 12, einfach durch Vergrößerung der Biotite des

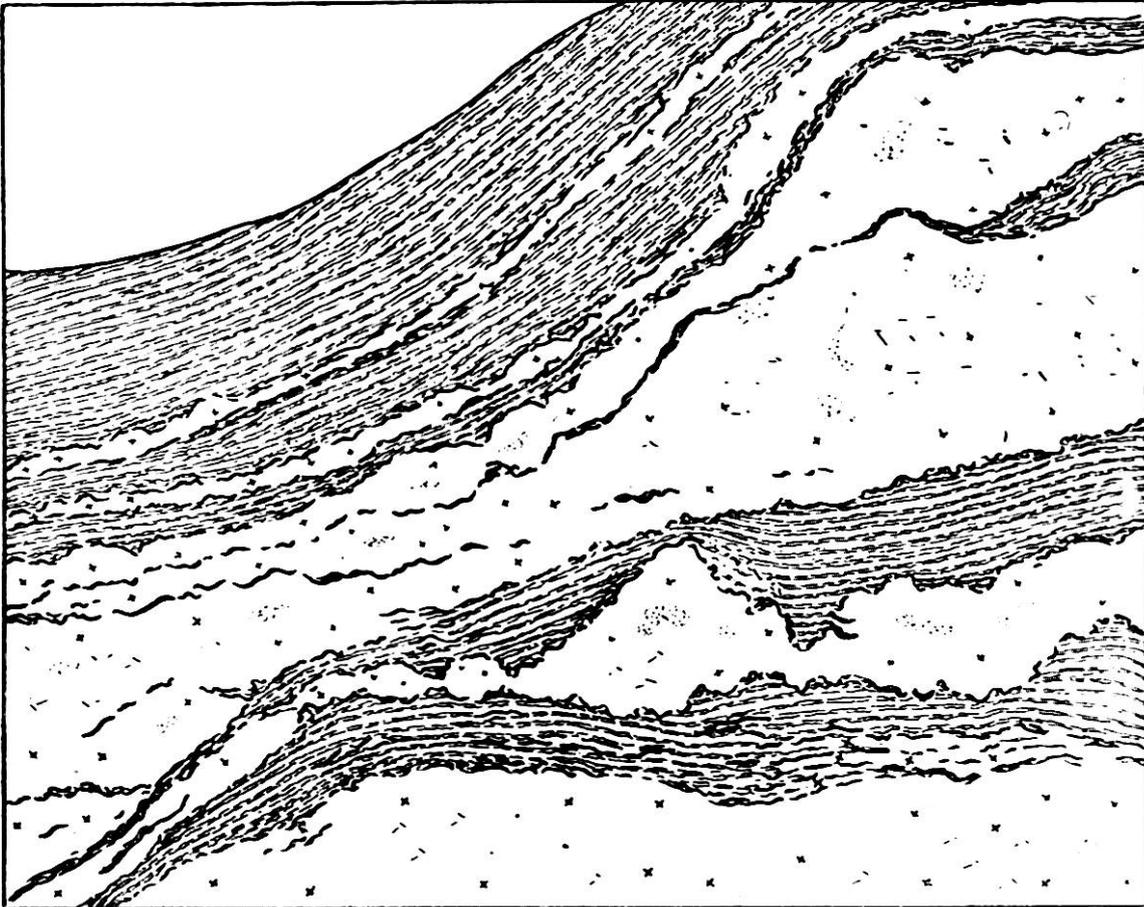


Fig. 35.

Injektionsformen in der Hohwandserie. Aufblätterung unter Augenbildung.

Kontaktes zwischen Eruptivanteil und Substrat entstanden. Figur 36 zeigt die makroskopische Erscheinung und zugleich die Aufblätterung von Gneislagen, Figur 37 neben dem Biotitsaum zugleich den typischen Verlauf der Grenze Ader-Gneis.

Die Grenze Gneis-Ader ist also sehr deutlich, aber doch nicht so, daß von rein mechanischem Kontakt gesprochen werden darf. Die Struktur des Gneises ist deutlich granoblastisch bei kristalloblastischer Schieferung. Der Tropfenquarz tritt eher etwas zurück. Der Plagioklas ist in ziemlicher Menge vertreten. Myrmekit ist spärlich.

Die A d e r n unterscheiden sich in Mineralbestand und Struktur kaum von den entsprechenden weißen Pegmatiten; sie haben keinen ursprünglichen Glimmer, sondern nur solchen, der aus den Biotit- (Substrat-) lagen stammt. Namentlich am Kontakt tritt nun viel Myrmekit auf. Die Mikroperthite weisen dabei eine verschwommene Gitterung²⁴⁾ auf.

Das 3. Stadium ist ein für Laufenburg überaus typischer Gneis und eine Weiterführung der bei 2 beobachteten Tendenzen. Makroskopisch ähnelt er dem entsprechenden Gestein der „Unter-Bahnhof-Serie“, mit dem Unterschiede, daß er strenger ebenlagig ist und weiße Quarz-Feldspatlagen besitzt.



Fig. 36.
Biotitsaumbildung am Kontakt von Ader mit Gneis (oben). Aufblätterung. (Biotit = schwarze Striche; Quarz = punktiert.) Etwas verkleinert.

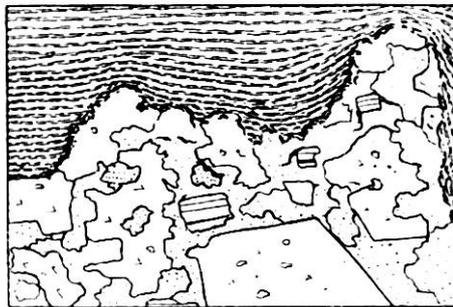


Fig. 37.
Buchtige Form der Grenze. Biotitsaum. Etwas verkleinert.

Deutlich sind die Erscheinungen der Aufblätterung und des Verschwindens der Biotitlagen im Streichen. So kann eine kompakte Biotitlage von 1,5 cm Dicke in 2—3 einzelne aufgeblättert werden, die rasch auseinander laufen und langsam lockerer werden, um dann nach wenigen dm zu verschwinden.

Die Biotitlagen enthalten oft etwas grüne Hornblenden (genau dieselben wie die der Hornblendegneise), es ist kein Zweifel, daß sie ursprünglich sind. In den Quarzfeldspatlagen erscheinen sie in größere Körner umkristallisiert und poikiloblastisch struiert.

Der Schliff parallel der Schieferung solcher Gesteine ist völlig granoblastisch und zeigt zwei Plagioklase, einen basischen Oligoklas und einen Albit, das hängt schon mit der Hornblendeführung zusammen.

²⁴⁾ Allen bezeichnet diese verschwommene Mikroklingitterung als Phantomgitterung und schreibt ihre Entstehung Druckwirkungen zu.

Der Längsschliff läßt eine allgemein gute Kristallisationsschieferung erkennen, an welcher Quarz-Feldspat wie Biotit beteiligt sind. Die Quarz-Feldspatlagen machen keine Ausnahme davon, im Gegenteil; die Biotitlagen, welche auch hier, wenn auch nicht immer, unterschieden werden können und auch Quarzfeldspat führen, sind fast als massig, und hornfelsartig, zu bezeichnen. Die Verzahnung der Gemengteile ist in beiden Fällen recht stark.

Im Schliff quer zur Schieferungsebene kommt denn auch in den Biotitlagen der Hornfelscharakter zum Durchbruch. Die Quarz-Feldspatlagen führen einen mikroklingitterten, myrmekitreichen Kalifeldspat. Ihre Struktur ist wohl deutlich blastoeruptiv, aber doch der Kristallisationsschieferung untergeordnet.

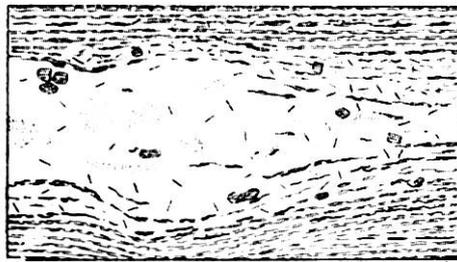


Fig. 38.

Injektionsader in hornblendehaltigem Gneis unter dem Rathaus Laufenburg. (Quarz: punktiert, Hornblende schraffiert, sonst wie üblich). Etwas verkleinert.

Hier ist ein Wort über den Biotit dieser Gneise im allgemeinen am Platze. Deutlich weist er eine dem Rote Fluhgneis fremde Entwicklung auf. Er ist kleiner als in diesem, dünnflaserig und meist in einzelnen Blättchen von fetziger Form vorhanden.

Zusammenfassung über die Strukturerscheinungen: Insgesamt ist die Struktur dieser Gneise granoblastisch und inhomogen, die Verzahnung wechselt. Auf der Lagerfläche können öfters Anklänge an Hornfels wahrgenommen werden, auf ihr ist die Textur körnig.

Die Mikroklingitterung ist oft schattenhaft, trotzdem sonst die Kataklyse nicht stark ausgebildet ist. Myrmekit ist in einzelnen Schlifften außerordentlich häufig vorhanden. Man hat in einzelnen Fällen (Tafel I, Fig. 12) direkt den Eindruck, als ob viele Plagioklase überhaupt erst auf dem Wege der Myrmekitbildung zu sichtbarer Größe gekommen

sind. Sie sind immer kleiner als der an Menge überwiegende Kalifeldspat und liegen dann und wann als kleine runde Körner im Mikroklin drin, sodaß letzterer Siebstruktur annimmt, da er zugleich noch in Masse Quarztropfen beherbergt; diese sind aber bezeichnenderweise nicht kataklastisch, währenddem die selbständigen Quarzindividuen schwach undulös sind. Die Tropfenquarze müssen demnach später entstanden sein. Der Mikroperthit ist nicht gerade häufig und dabei undeutlich, wohl als eine Kompensation für die Myrmekitbildung.

II. Die körnig-schlierigen Augenflasergneise unter dem alten Rathaus Laufenburg.²⁵⁾

Makroskopische Ausbildung: Sie sind stark hornblendehaltig, daher etwas massiger und die Adern verlaufen deshalb weniger streng parallel der Schieferung und sind auch an und für sich mannigfacher geformt. Oft erscheinen abrupt Quarz-Feldspatlagen, welche die gleiche Beschaffenheit wie bei I zeigen, einige Biotitlagen aufblättern, Flaserlinsen bilden und wieder verschwinden; häufig, der Natur der Gesteine gemäß, enthalten sie Hornblende-Kristalloblasten.

Figur 38 zeigt einen typischen Fall von Augenflaserbildung. Die Biotitlagen weichen dem Auge (5 cm max. Breite) z. T. aus, z. T. aber werden sie verdaut. Es sind eigentliche Injektionsaugen.

In extremen Fällen, z. B. Tafel II, Fig. 14, ist die Durchaderung so unregelmäßig, daß Gesteine von körnig-schlieriger Textur entstehen, deren Korn abrupt wechselt; pegmatitische Partien (Feldspat, Hornblende) grenzen an aplitisch feinkörnige. Putzen von schwarzem Biotit und Hornblende treten auf als Aggregierung einstiger Biotitlagen. Partien, in denen die Gneisschichtung (Substrat) noch erhalten ist, finden sich aber öfters.

Es sind das Gneistypen, die im Hofgrundgebiet, z. T. im Schapbachtal (Dorf), in den Steinbrüchen vom Bahnhof Wolfach und weiter im Kinzigtal von Schwenkel beschrieben worden sind.

²⁵⁾ Es ist hier das alte Rathaus und immer auch die alte Brücke gemeint, welche beide dem Kraftwerkbau zum Opfer gefallen sind. Die neue Brücke liegt etwa 15 m westlich der alten.

Es lassen sich also auseinanderhalten:

- a) das Substrat, stark hornblendeführend;
- b) das Augenflaserstadium (Injektionsaugen);
- c) ein körnig-schlieriges Endstadium.

Namentlich das Stadium c ist oft kaum mehr von entsprechenden Ausbildungen von I oder III zu unterscheiden.

Mineralbestand: Im Substrat: Quarz, Orthoklas, Andesin, Biotit, Hornblende, Magnetit, Magnetkies, Apatit. In der Ader: Quarz, Mikroklin, Albitoligoklas Akzess. (z. B.): Pyrit, Arsenkies, Diopsid.

Einzelbeschreibung und mikroskopische Ausbildung: Das Ausgangsgestein ist grau mit Stich ins Grünscharze (Hornblende) und enthält stellenweise Quarzäderchen. Die Schiffe bieten nichts Neues, sie ähneln oft ganz denen der Hornblendegneise. Die Struktur ist granoblastisch mit Anklang an Hornfelsstruktur, der Plagioklas ist nach optischen Daten ein Andesin mit scharfen Albitzwillingslamellen, er überwiegt den Orthoklas. Das Korn wechselt im Schliff recht oft, der Quarzgehalt ist ziemlich groß, das Gestein demnach als Plagioklasgneis zu bezeichnen.

Die Schiffe durch das Gestein der Figur 38 sollen etwas näher betrachtet werden. Der Schliff parallel der Schieferung erscheint ziemlich massig, doch ist etwas Kristallisationsschieferung angedeutet. Hornblendehaltige Lagen sind massiger als Biotitlagen.

Die Hornblende ist in der Art der Ausbildung und des Auftretens genau dieselbe, wie in den Hornblendegneisen und tritt lagen- bis nesterweise in ziemlich großen Mengen auf. Oft ist sie von Biotit begleitet und mit ihm verwachsen, allerdings kaum gesetzmäßig, wie auch Umwandlungserscheinungen nicht zu erkennen sind.

Gelegentlich erscheint im Dünnschliff auch Diopsid, welcher makroskopisch nicht erkannt werden kann. Er ist entweder skelettartig gebaut, farblos oder dann mit Hornblende oder Biotit verwachsen. Nach Analogie mit den Hornblendegneisen ist anzunehmen, daß er auch hier bei der Injektionsmetamorphose entstanden ist.

Hornblendelagen führen stets ziemlich viel Biotit.

Die ersten Anzeichen von Durchaderung oder fremden Einflüssen äußern sich in beginnender Sammelkristallisation. Die Hornblende wächst zu großen (> 1 cm) poikiloblastischen Individuen heran.

In den nächsten Stadien lassen sich die Biotitfeldspatlagen noch deutlich von den Quarzfeldspatlagen sondern. Letztere sind wohl meist kristallisationsschiefrig, haben aber nicht alle Merkmale von Eruptivstruktur verloren (Ausscheidungsfolge ist eruptiv). Außerdem sind sie gröber und sehr quarzreich, während dies in den Biotit-Feldspatlagen nicht der Fall ist. Die Kontaktzone zeigt Verschweißung, kleine Quarze mit Umkristallisationen treten in ihr auf.

Dies sind Trennungsmerkmale, die Fingerzeige für die Genesis geben, ganz abgesehen von den eingangs aufgezählten Differenzen im Mineralbestand der beiden Lagen, doch ist zu sagen, daß die gewöhnlichen Anzeichen der Pegmatitherkunft fehlen. Myrmekit ist abwesend (da Kalifeldspat zurücktritt und der Plagioklas an sich schon basisch ist), ebenso Tropfenquarz, Mikroklingitterung etc. Weiße Pegmatite, denen diese Quarzfeldspatlagen (Eruptivanteile) entstammen können, sind zum Beispiel p. 153 beschrieben, in denen nur ein Gemenge Quarz, saurer Plagioklas mit ruhigen, guten Formen vorhanden ist, bei Abwesenheit von pneumatolytischen Anzeichen. So läßt sich das Verhalten der Ader auf die spezielle Beschaffenheit der der Ader nahestehenden Pegmatite zurückführen, wobei auch der besondere Chemismus dieser Gneise etwelche Einflüsse hat.

III. Der eigentliche Hohwandgneis.

Er ist dem Typus II (Unter Rathaus) nahe verwandt, zeigt aber noch stärkere Beeinflussung als dieser und führt weniger Hornblende.

Sein Hauptvorkommen findet sich in den Felsen unter dem Laufenplatz und der Hohwand, wo die Gesteine durch die Baugrube während der Felssprengungen in einem 15 m hohen Profil bloßgelegt waren, das das Nebeneinander- und Beieinanderliegen aller Stadien deutlich zeigte.

Man kann etwa vier Stadien unterscheiden, abgesehen vom feinstreifigen Grundgneis (Ausgangsgestein), nämlich:

1. Stadium flasrig-körnig, orthogneisähnlich;
2. Stadium flasrig-lagig, geadert;
3. Stadium schlierig, Quarzfeldspatanteil überwiegt, Substrat in Putzen;
4. Stadium pegmatitisch mit spärlichen, schlierigen Resten des Substrates.

Makroskopische Ausbildung: Das 1. Stadium ist repräsentiert durch einen flasrigen, noch ziemlich dunklen Gneis (Lagen 3—4 mm), in dem die hellrötlichweißen Adern wie I c auftreten. Abrupt werden die Biotitlagen aufgeblättert und resorbiert.

Das 2. Stadium ist ein flasrig-gutlagiger Gneis mit ziemlich viel Quarzfeldspatanteil, im Handstück völlig ein Orthotypus, etwa vom Aussehen lagiger Gneise vom Bahnhof Wolfach.

Das 3. Stadium wird gekennzeichnet durch ein helles, ziemlich saures Gestein. Die Adermasse beginnt zu überwiegen. Hornblendekristalloblasten von cm-Größe und spärlicher, rötlicher Granat (wie in den Rote Fluhgneisen ausgebildet) stellen sich ein. Größere Biotitfetzen durchziehen in schlierigen Striemen die Adermasse, welche meist ein pegmatitisches Korn hat (ähnliche Gesteine wie in Biberach, Kinzigbrücke).

Das extremste 4. Stadium, z. B. Tafel II, Fig. 13, zeigt einen weißen Pegmatit (Typus der Hohwandpegmatite), Hornblende-Kristalle, poikiloblastische Biotitputzen, Reste von angedeuteten Biotitlagen diffus oder streifig verteilt. Die Textur ist schlierig-massig.

Mineralbestand: Substrat: Quarz, Orthoklas, Oligoklas, Biotit, Granat, Hornblende, Apatit, Zirkon. Eruptivanteil: Quarz, Mikroklin, Albitoligoklas, saurer Oligoklas (Biotit-Hornblende), Akzessorien.

Mikroskopische Ausbildung: U. d. M. sind die Stadien oft kaum auseinanderzuhalten.

1. Stadium ist granoblastisch mit Anzeichen von Kristallisationsschieferung. Die Struktur weist noch grobhornfelsartige Relikte auf. Die Verzahnung der Gemengteile ist extrem gut, das Korn ist inhomogen. Eine Überfülle granophyrischer und myrmekitischer Verwachsungen erzeugt ein verwirrendes Bild.

Der Biotit ordnet sich in flasrige Züge. Der Albitoligoklas enthält Antiperthit. Unter den Akzessorien ist Apatit und Zirkon nicht selten. Die Textur ist u. d. M. massig, körnig.

Das 2. Stadium läßt, wie schon bei anderen Typen, die doppelte Struktur und Kornverteilung erkennen. Die Biotitlagen gehören dem Stadium 1 an, die Quarzfeldspatlagen haben größeres Korn, zeigen in extremen Fällen so-

zusagen Eruptiv-Struktur und sind im Schliff nicht mehr von den folgenden Stadien auseinanderzuhalten.

Stadium 3 und 4 zeigen teilweise unruhige Strukturen insofern, als Gemische eruptiver und echter Gneisstruktur auftreten, die aber öfters recht inhomogen erscheinen und nicht als Relikte zu deuten sind, sodaß die reine Ortho-natur der Gesteine nicht wahrscheinlich ist. Handstücke mit deutlich schlierigen, verwischten Gneistexturen oder mit Biotitknäueln als letzte Gneisreste sind im Schliff oft reine Pegmatite, die ebensogut einem normalen Gang entstammen könnten. Von einer Trennung in verschiedene Strukturelemente und Gesteinsanteile ist keine Rede mehr, die Gesteine sind im Schliff homogenisiert.

Es folgt nun noch die Beschreibung einiger spezieller Beispiele von Injektionsgneisen von der Hohwand.

Mit einer absonderlichen Struktur macht uns z. B. ein Pegmatitlagergang von der Hohwand bekannt. Ein hellrötlicher Pegmatit von nur 2—3 cm Breite ist der Schieferung entlang eingedrungen und hat den biotitreichen Gneis aufgeblättert unter Bildung eines grobblättrigen Glimmers. Diese Aufblätterung geschieht deutlich lagenweise, sodaß die Kontaktlagen von reinem Pegmatit sukzessive sich mit dem Gneis vermischen. Der Gneis enthält neben dem Biotit noch viel klaren Fettquarz, sodaß das Gneisgrau dem Hellrötlichweiß des Pegmatites entgegensteht und dadurch ein Verfolgen desselben erleichtert.

Der Längsschliff zeigt den bekannten Mineralbestand, vielfach poikiloblastisch struiert. Daneben tritt sehr viel Myrmekit auf. Das ganze ergibt das Bild einer Siebstruktur. Diese wird außerdem begleitet von einer leisen Kristallisationsschieferung und ist charakterisiert durch den fetzigen Biotit, der oft völlig von Quarz durchsiebt ist (namentlich deutlich sichtbar in Schnitten 001). Der Quarz ist etwas kataklastisch, was sich in undulöser Auslöschung mit beginnender Felderteilung kundgibt; er hat recht zackige Formen. Tropfenquarz ist nicht sehr viel vorhanden. Der Kalifeldspat tritt in großen Mikroperthiten auf, ist schlecht geformt und schließt Biotit, Plagioklas und Quarz ein.

Der Plagioklas, selten annähernd idiomorph, meist recht kristalloblastisch, ist ein saurer Oligoklas, nach dem Albit- und Periklingesetz lamelliert. Die Verzahnung aller Gemengteile ist stark.

Der Schliff senkrecht zur Schieferung zeigt gegenüber dem Längsschliff nicht viel Neues. Die Mikroklingitterung tritt deutlich in Erscheinung, ist ihrer Ausbildung nach primär und sicher nicht auf Druckwirkung zurückführbar. Im ganzen ist hier die Schieferung undeutlicher.

Der Schliff parallel der Schieferungsfläche ist völlig massig und ziemlich quarzreich, hier zeigt sich, daß die übermäßige Myrmekitbildung durch eine vorgängige Kataklase begünstigt worden sein muß. Der Quarz ist oft von Rissen durchsetzt und gibt, wie in vielen Fällen, ein zwei-axiges Interferenzbild.

Einzelne Partien von größerem Korn und verstärkter Mikroperthitführung möchte man wohl als pegmatitisch bezeichnen, aber sie sind so völlig mit den übrigen Schliffteilen verschmolzen, daß eine Trennung kaum angeht.

Ein Schliff durch einen dichten Gneisteil zeigt etwa das Stadium 1.

Diese, ohne Zweifel injizierte Ader, läßt als Wirkungen der Injektion folgendes erkennen:

1. Makroskopisch: Aufblätterung eines Substrates.
2. Mikroskopisch: Siebstruktur von Feldspat, Hornblende und Biotit. Kataklase von Quarz. Bildung von Myrmekit. Mischung von rein pegmatitischer mit blastopegmatitischer Struktur.

Das Verhältnis von makroskopischem zu mikroskopischem Habitus in hochinjizierten Stadien zeigt uns das Beispiel eines flasrig-körnigen Injektionsgneises von der Hohwand.

Er gleicht makroskopisch weitgehend einem flasrigen, groben Albtalgranit und tritt in 1 Meter dicken Lagergängen auf. Die porphyrischen, über 1 cm großen Feldspäte sind umflossen von grobblättrigen Biotitzügen und entsprechen selbst dem Feldspat der weißen Pegmatite dieser Gegend. Die Hauptmasse des Gesteins besteht aus ihm.

Im Dünnschliff zeigt sich das fast normale Bild eines Pegmatites mit massiger Textur. Die großen, schlecht geformten Mikrokline sind schwach sericitisiert (bestäubt), haben versteckte Gitterung und äußerst feine Perthitlamellen. Der Plagioklas ist kleiner und in idiomorphen Körnern im Mikroklin eingeschlossen. Der Biotit ist nicht sehr häufig. Es ist zu sagen, daß keine Kataklase nachzuweisen ist.

Die Umbildung muß also wohl in stark fluidem Zustand erfolgt sein.

Das Gestein ist ein Pegmatitgang, der parallel der Schieferung in den Gneis eingedrungen ist, die Biotitlagen aber nicht beseitigen konnte.

Ähnliche Bilder zeigt der Albtalgranit in dem Steinbruche und in der Murg beim Murgtal-Wirtshaus, hinter Hottingen und im Gebiete von Tiefenstein, zum Teil im direkten Kontakt mit normalem Granit.

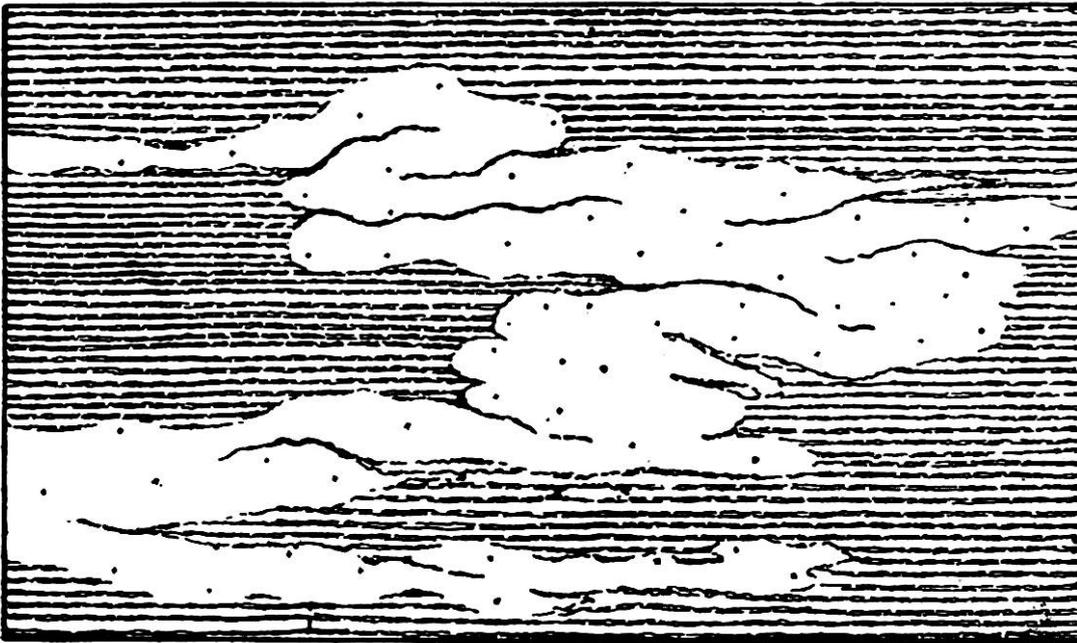


Fig. 39.

Schema der pygmalischen Fältelung. Maßstab ca. 1 : 4.

IV. Über einige allgemeine Injektionserscheinungen im Gebiete der Hohwandgneise.

Die Arten der Injektion im Hohwandgebiet sind Aufblätterung, Durchaderung und Resorption. Die entstandenen Adern sind schon in den einzelnen Abschnitten besprochen worden. Ihre Füllung zeigt die gleiche Verteilung, wie im Rote Fluhgneis, letzte Ausläufer sind eigentliche Quarzadern (auch Gäbert fand das Gleiche im Erzgebirge). Die randliche Begrenzung ist fast stets buchtig, wellig (Fig. 37 und Tafel II, Fig. 12) und gibt Stücken, deren Kontaktfläche freigelegt ist, eine höckerige, pockennarbige Ausbildung. Die Feldspäte ergeben die Höcker, sie liegen meist bloß. Die Vertiefungen sind erfüllt von dem groben Biotit des Biotit-

saumes. Gerade durch diese grobblättrigen Glimmer wird in diesen Fällen eine Ablösung überhaupt ermöglicht. Daneben kommen auch Adern vor, die einen auffallend geraden Verlauf parallel der Schieferung zeigen, der 1 : 10 betrachtet eine ganz scharfe Trennung von Gneis und Intrusion vermuten läßt (Schwenkel!), eine nähere Betrachtung ergibt aber sogleich, daß dies nie der Fall ist, sondern daß der Kontakt in einer lockeren Biotitlage (Resorption) besteht und daß erst die nächstfolgenden unversehrt sind.

Der Verlauf der Adern ist entweder horizontal der Schieferung entlang, transversal gerade oder gewellt analog den ptygmatischen Fältelungen Sederholms. Figur 39 zeigt prachtvoll Beispiele dieser Art. Figur 8, Tafel II zeigt außerdem noch den Kontakt gegen den Aplit. Dort ist die Genesis der Erscheinung ersichtlich. Es lassen sich alle Stadien von Einbuchtung, Aussackung bis eigentlicher „Überfaltung“ auffinden. Der zugehörige Gneis (das Substrat ist nie mitgefältelt, eine Beobachtung, die überall gemacht wird) zeigt deutlich, daß es sich um eine reine Intrusionsform, eine Abart der gewöhnlichen transversalen Adern handelt, die auf einer gewissen zeitweisen Zähigkeit (siehe auch Fenner) der eindringenden Lösung beruht und in Etappen vor sich gegangen ist, in denen die Lösung zu Beginn dünnflüssiger, am Ende viscoser war.

E. Kalkowsky (41) bildet sehr schöne ptygmatische Fältelungen aus dem Eulengebirge ab, wobei deutlich sichtbar der Gneis nicht mitgefaltet ist.

Ein ausgezeichnetes Beispiel von Injektions- (ptygmatischer) Fältelung bildet Sauer, p. 598, in der Arbeit über das alte Grundgebirge Deutschlands aus dem Schwarzwald ab.

H. Limbrok gibt aus dem Granulit von Marbach-Granz a. d. Donau analoge Aufblätterungs-Resorptionserscheinungen bekannt.

Im Abschnitt Primärtrümer und Injektionen, p. 37, bespricht Schwenkel pegmatitische Adern, deren Formen obigen sehr nahe stehen. Es ist aber nach seiner Beschreibung nicht einzusehen, warum z. B. am Hechtberg die großen Pegmatitlagergänge und Abzweigungen endogen dem Schapbachgneis zuzuzählen sind, da sein einziger „positiver“ Beweis die Unabhängigkeit ihrer Verbreitung von Granit (Triberger) ist. Dieser Beweis kann aber kaum stichhaltig sein, denn Pegmatite treten überall erst in einiger

Entfernung vom Granitherd auf und die Möglichkeit besteht, daß in geringer Tiefe z. B. unter dem Hechtsberg Granit vorhanden ist. Wir werden noch darauf zurückkommen.

V. Der Chemismus der Hohwandgneise.

Da die Untersuchungen nicht genügend sind, um ein allgemeines Bild zeichnen zu können, werden die analysierten Typen etwas zusammenfassend besprochen.

Die Hornblendegneise, welche im Grunde genommen ebenfalls hierher zu zählen wären, geben die eine Seite des Chemismus der Hohwandgneissubstrate, die feinstreifigen Typen die andere und die Kombination mit den Eruptivgängen ergibt denjenigen der injizierten Glieder.

Analysen liegen vor von drei wenig stofflich beeinflussten lagigen Stadien (Tabelle 16).

Analysen der Hohwandgneise.

Tabelle 16.

I. schwach injizierte Stadien.

	Nr. 35	36	37
SiO ₂	72.34	70.16	72.08
TiO ₂	0.31	0.64	0.59
Al ₂ O ₃	13.60	13.95	9.20
Fe ₂ O ₃	0.94	0.50	2.57
FeO	2.46	3.27	3.84
MnO	0.06	0.04	0.12
MgO	1.16	1.43	1.13
BaO	—	0.16	—
CaO	3.27	3.14	3.09
Na ₂ O	3.68	2.78	2.41
K ₂ O	1.16	3.14	3.07
H ₂ O +	0.94	0.67	0.70
H ₂ O -	0.08	0.09	0.01
P ₂ O ₅	0.17	0.15	1.36
	99.84	100.12	100.17
s =	2.68	2.69	2.70

Analyse 35 (si 355). (An.: Hezner.) Gneis vom Niederhügen, grob, streifig-schiefrig bis lagig, hellgrau, ziemlich Quarz und Biotit führend, wenig beeinflusst durch Injektion.

Analyse 36 (si 326). (An.: Suter.) Lagengneis unter der Brücke, lagiges Anfangsstadium, entwickelt aus si 355, nach der Durchaderung auf Klüften mit Arsenerz imprägniert und etwas ausgebleicht (nur die frischen Stellen wurden analysiert).

Im Schliff erscheint das Gestein ziemlich zersetzt. Hornblende, Biotit, Quarz, Kalifeldspat, Plagioklas, Granat, Arsen-

erz bilden den Mineralbestand. Struktur granoblastisch, die Verzahnung der Gemengteile ist stark.

Analyse 37 (si 362). Flasriger Gneis, weiß durchadert (An.: S. Parker), Hohwand; Lagen rhythmisch, aber flasrig.

Die drei Hohwandgneise lassen mikroskopisch wenig über ihre Genesis erkennen, sie sind granoblastisch struiert und zeigen Kristallisationsschieferung. Sie gehören Stadien an, in denen direkte Stoffzufuhr in Form von Eruptivmagma nicht wahrscheinlich ist. Sie verteilen sich mit dem auf der Tabelle 17 gemachten Vorbehalte auf das granodioritische Magma.

Zum Vergleich sei der Albtalgranit si 270 hingesezt, der überraschend ähnliches Basenverhältnis aufweist. Im übrigen Schwarzwald finden sich ähnliche Gneise. si 355 ist ähnlich si 328, siehe oben, in si 355 ist **k**, **mg** kleiner, für si 326 gilt das Gleiche. Dieser ist aber auch ähnlich einem Rengneis von Yach si 237; **al** 38; **fm** 26; **c** 17; **alk** 19; **k** 41; **mg** 0,37; **c/fm** 0,64; Schnitt IV, abgesehen vom Unterschied im **si**.

si 326 findet keine Äquivalente, sein kleines **al** bei hohem **fm** überrascht ein wenig, das Gestein steht für sich da.

k und **mg** sind kleiner geworden und nähern sich Eruptivwerten. Die Lagen im Tetraeder sind folgende: si 355 und 326 liegen auf Schnitt III/IV im E.-Raum, si 362 auf der Grenze P./E.-Raum, stellt sich damit also in die Nähe der chemischen Sedimente. Unverkennbar bringt dieses Verhalten im Verein mit dem hohen **fm** den sedimentären Grundzug dieses Gesteines zum Ausdruck.

Die Betrachtung dieser drei, eigentlich wenig typischen Gesteine soll im Zusammenhang mit den früher besprochenen feinstreifigen Typen (Substrat) im Variationsdiagramm, Figur 40, der Niggliwerte geschehen.

Die Kurven verlaufen recht flach und ruhig, sofern von dem Gestein si 326 abgesehen wird, und scheinen für einen chemischen Zusammenhang zwischen beiden Gruppen zu sprechen.

Tragen wir nun si 270 (Albtalgranit) ins gleiche Diagramm ein und ziehen die Verbindungslinien, so ergibt sich eine chemische Entwicklungsreihe von den feinstreifigen Gneisen zu Granit. Diesmal umgekehrt wie bei den Rote Fluhgneisen. Damit soll aber nicht gesagt sein, daß die

Tabelle 17. Gneise der Gruppe Hohwand-Brücke.

si	al	fm	c	alk	k	mg	c/fm	Schn.	p	ti	h	Basenverhältnisse	Gestein	Al	Fm	C	qz	
432	40	27.5	11	21.5	0.69	0.47	0.41	III/IV	0.7	2.9	16.4	} gegenüber nur einigermaßen ähnlichen Magmen ist fm zu hoch, alk zu klein, Paragesteine granodiorit. si aber um 75 zu hoch	} feinstreifige Gneise kaum beeinflusst lagig	} großer Al-Ueberschuß	32.5	48	19.5	246
402	43	25.5	5	26.5	0.58	0.38	0.19	II	0.3	3.4	18.7				35	54	11	196
400	47	23.5	10	19.5	0.35	0.35	0.42	III/IV	0.7	3.3	10.6				45	39	16	222
355	39	22.5	17	21.5	0.17	0.38	0.77	V	0.24	1.2	11.75				30	40	30	169
326	38	24.5	16	21.5	0.43	0.41	0.65	IV	0.30	2.3	11.8	} normale Lagen, Injektion schwach	} Al-Ueberschuß klein oder fehlend	29	43	28	140	
362	27.5	34.5	16.5	21.5	0.46	0.26	0.48	IV	2.9	2.4	12			Flarsig-lagig, Injektion stärker	11	60	29	176
270	38	25	12	25	0.42	0.52	0.47	IV	2.5	—	11	normaigranitisch	Granit Abtal					

Lagengneise durch Eindringen granitischen Magmas in die feinstreifigen entstanden seien, sondern nur, daß sich die chemischen Beziehungen übersichtlich so darstellen lassen. Nebenbei bemerkt, ergab ja die mikroskopische Untersuchung der entsprechenden Gneise ihre nahe Verwandtschaft mit weißen Gängen, also auch mit Granit.

Die Betrachtung des normativen Mineralbestandes (Tab. 18) ergibt folgendes: Die Werte der Gneise si 355—362 sind nicht nach dem si-Gehalt geordnet zu betrachten, der in den metamorphen Gesteinen niemals in so gesetzmäßiger Weise den Basenverhältnissen koordiniert ist, wie in den

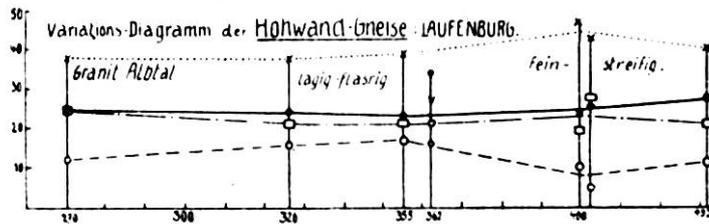


Fig. 40.

Variationsdiagramm der Hohwandgneise (siehe auch Fig. 31).

Eruptivgesteinen. Die Zahlen ergeben eine Reihe, die in einzelnen Werten überraschend gut an den Albtalgranit anschließt, der Plagioklasanteil überwiegt den Gehalt von Orthoklas ziemlich stark. Die Gneise sind auch tatsächlich ziemlich plagioklasreich und stehen im Zusammenhang mit eigentlichen Plagioklasgneisen.

**Normativer Mineralbestand der Gneise
Gruppe Hohwand-Brücke.**

Tabelle 18.

	si	270	362	325	355	400	402	432
Apatit	—	—	3.20	0.65	0.30	0.80	0.30	0.65
Rutil	—	—	0.60	0.30	0.30	0.77	0.80	0.65
Orthoklas		26.40	18.00	18.80	7.10	11.40	26.00	23.80
Albit		29.80	20.00	23.75	31.50	20.10	18.00	10.15
Anorthit		3.40	4.80	14.95	15.25	5.85	3.05	7.25
Sillimanit		4.30	0.80	0.75	0.85	10.15	6.50	4.60
Magnetit		1.70	3.55	0.70	1.40	0.88	1.25	1.70
Hypersthen		0.60	7.35	9.30	6.80	6.95	7.30	6.50
Quarz		32.70	40.50	30.80	36.50	43.10	36.80	44.70

Die Werte für Al, Fm, C, siehe Tabelle 17, zeigen, daß kein Al-Überschuß vorhanden ist. si 325—362 fallen in das Feld 3, Fig. 10 (Niggli, a. a. O.), Orthaugit, Diopsid,

Anorthit, durch Fe und Kalizufuhr können in diesem Feld Granate (Kalifeldspäte und Plagioklase) auftreten, wobei Anorthit, Orthaugit verschwinden. Damit ist auch der vorhandene Mineralbestand gegeben.

VI. Die Genesis der Hohwandgneise.

Wie wir bei den Rote Fluhgneisen gesehen haben, geben die Strukturen ziemlich gute Hinweise für die Genesis eines Gesteines, deshalb wollen wir sie zuerst besprechen.

Die Struktur der Gneise Hohwand-Brücke ist nicht so einfach zu fassen, umso mehr, als sich dieser Gneiskomplex aus mineralologisch variierenden Gliedern zusammensetzt, während die texturellen Erscheinungen größere Einheitlichkeit wahren. Die Durchaderung ist insgesamt massiger, weniger an eine Richtung gebunden.

Wiederum lassen sich Grundgneise und Mischgneise unterscheiden, die aber insgesamt nicht diese strenge Folge zeigen, wie die Gneise Unter Bahnhof. So laufen neben Typen mit doppelter Struktur solche, welche eine inhomogene Mischung von granoblastischer und hornfelsartiger mit rein pegmatitischer zeigen. Fig. 13 und 14, Tafel II, zeigen eine solche doppelte Struktur.

Dadurch entstehen Strukturbilder, die an sich an Orthogneise erinnern könnten.

Schlierige Gesteine mit Biotitknäueln zeigen schon völlig reine Pegmatitstruktur. Eine Trennung in die verschiedenen Anteile ist unmöglich.

Als charakteristisch für die Struktur muß gelten: die Häufigkeit von Myrmekit (dieser tritt zurück, sobald der Hornblendegehalt größer, der Kalifeldspatgehalt kleiner, die Plagioklase basischer werden) und die Ausbildung von Siebstrukturen an Mikroklin und Biotit, namentlich am Kontakte von Substrat und Ader und besonders dann, wenn kataklastische Erscheinungen etwas stärker sind,²⁶⁾ das Auftreten des sogenannten Biotitsaumes.²⁷⁾

²⁶⁾ Daß solche Erscheinungen dem pneumatolytischen Kontakt zugeschrieben werden müssen, lehrt am besten die Betrachtung der Einschlüsse.

²⁷⁾ Die Vergrößerung der Glimmer-Tafeln auf mehrere cm Größe läßt sich zum Teil durch die Annahme von Sammelkristallisation aber auch durch die Kalizufuhr erklären, indem Kali bei der Myrmekitbildung frei wird und Myrmekit gerade an den Biotitsäumen häufig ist.

Die Entstehung dieser Struktur kann nur durch Injektion erklärt werden, dafür sprechen die Zweiteilung der Strukturen, die Erscheinungen am Kontakt (schwache Kataklyse, Biotitsäume), dazu die pneumatolytischen Erscheinungen, wie Korrosion, Albitisierung, z. T. auch die Bildung des Tropfenquarzes. Das Auftreten von Myrmekit, der in der Hauptsache am Kontakt auftritt, in Typen, wo der Intrusivanteil schon ziemlich deutlich ist, sei erwähnt.

Gegen eine Entstehung durch Parallelsonderung primärer Natur sprechen die Beobachtung der Aufblätterung, die gute lagige Verteilung der Strukturen in den meisten Typen, die Kataklyaserscheinungen, die niemals einer Protoklyse zuzuschreiben sind, und neben allen oben angeführten Punkten auch die Tatsache, daß im Profil vertikal und horizontal Übergänge ins Substrat vorhanden sind.

Bei der Bildung der Strukturen der Gneise Hohwandbrücke haben außer Aufblätterung und Resorption durch eindringende magmatische Lösungen noch andere Faktoren mitgewirkt.

Hier handelt es sich nicht nur um einfache Durchaderung während einer bestimmten Epoche, sondern diese Mischstrukturen und die Ausbildung von kristalloblastischen Strukturen in den Adern selbst beruht auf einem lange andauernden Prozeß. Sehr wohl kann dies, wie P. Niggli ausführte, so vor sich gegangen sein, daß ein Magma, reich an Gasen (H_2O), längere Zeit völlig aktionsfähig im Kontakt mit einem Sedimentgneis stand. Zeitweise kombinierten sich T und P so, daß direkte Durchaderung, Injektion vom Typus Rote Fluhgneis möglich war, aber die andauernde Kontaktwirkung metamorphosierte dieses 1. Stadium der zweigeteilten Struktur weiter zu einem rein kristalloblastischen. Daneben ermöglichte die stärkere Erwärmung (neben den massigeren Primärtexturen), d. h. die Vorbehandlung der Gesteine, ein diffuses schlieriges Eindringen der Intrusion und erzeugte so die verschwommenen Misch- bis Resorptionsgesteine.

Mineralbestand. Substrate: Quarz, Feldspäte (Oligoklas-Andesin), Orthoklas, Biotit, Hornblende. Akzessorien: Apatit, Zirkon. Eruptivanteile: Quarz, Mikroklin, Albitoligoklas-Oligoklas (Biotit, dunkel), (Hornblende), Akzessorien (Calcit, Pyrit), Erze (Arsenerz). Extreme Stadien: Quarz, Mikroklin, Albitoligoklas, seltener Oligo-

klas, Hornblende, Biotit, Granat, Hornblende, Diopsid, Apatit, Zirkon, Calcit, Pyrit, Arsenerze.

Daraus ergibt sich prinzipiell dieselbe Erscheinung wie in den Rote Fluhgneisen; dabei tritt wiederum in extremen Stadien Granat auf. Die Hornblendeführung, verbunden mit basischen Plagioklasen, gibt stellenweise ein gegensatzreicheres Bild. In einzelnen extremen Stadien mit ausgeglichener Struktur ist der einzige Plagioklas oft Oligoklas unter Vermischung des zugeführten albitischen mit dem basischen, autochthonen Plagioklas.

In den injizierten Hornblendegneisen, wie in hornblendereichen Gneisen unter dem Rathaus, tritt die Umwandlung Hornblende-Diopsid auf. Sie ist sehr auffallend, weil eher der umgekehrte Fall erwartet werden sollte. Möglicherweise hängt sie mit einer geringeren H₂O-Führung der betreffenden Intrusionslösungen zusammen.

Dieses Verhalten des Mineralbestandes in den verschiedenen Stadien der Beeinflussung und die typische pegmatitische Zusammensetzung der Eruptivanteile führen wiederum auf die Annahme einer Vermischung von vorhandenem Gneismaterial mit einer sauren Intrusion.

Zusammenfassung, Schlußfolgerungen.

Die Hohwandgneise sind als Injektionsgneise anzusehen, deren Substrate z. T. hornblendehaltige Paragneise sind, deren Eruptivanteile weißen Pegmatiten und Apliten granitischer Abstammung entsprechen. Diese sind begleitet von einer Erzphase, die der Intrusion bis in den Gneis gefolgt ist und allenthalben Arsenerz etc. entstehen ließ.²⁸⁾ Es treten lagige, schlierige Stadien auf, in denen die Substrate in mehr oder weniger großen Komplexen noch erhalten sind. Die Injektion fand im vorgebildeten Gneis statt, wie die vorhandenen Substrate und die homogenen Gneise des übrigen Hotzenwaldes beweisen. Und so erscheinen uns diese Gneise als Mischlinge, in denen im Schliff meist nicht mehr säuberlich festgestellt werden kann, was Adermasse, was ursprünglicher Gneis ist. Die Durchaderung hat sozusagen das meiste Primäre verwischt und umkristallisiert und mit Erfolg neue Rassemerkmale (Art) geprägt.

Auf einem kleinen Raume von kaum einigen hundert

²⁸⁾ Diese Erzführung spricht sehr deutlich für die Herkunft der pegmatitischen Intrusionen.

Metern westöstlicher Ausdehnung finden sich alle diese in drei Gruppen vereinigten Typen, welche im großen und ganzen ähnliche Textur und Struktur haben, eben erworben durch isophysikalische Beeinflussung, aber im Chemismus und Mineralbestand, bzw. in den Mengenverhältnissen gewisse Abweichungen untereinander zeigen.

Diese Unterschiede, verbunden mit einer komplizierteren Art der Beeinflussung und Umbildung, hat Typen erzeugt, die nicht so klar und streng vom Substrat zu den Endtypen führen, wie in den Rote Fluhgneisen, sodaß sich jene Gruppe deutlich abhebt.

D. Allgemeines über die Injektion im Südschwarzwald und im übrigen Schwarzwald.

1. Das Verhältnis der roten zur weißen Injektion.

Die rote Injektion bildet ein geschlossenes Ganzes, zu dem nur vereinzelt weiße, blaßrote Gänge zu zählen sind. Sie ist jünger als die weiße. Fälle, in denen sich rote und weiße überdecken, sind natürlich sehr selten, aber kommen doch in kleinem Maße vor. Als letztes Glied dieser Injektion hat der Nachschub von roten, feinkörnigen Apliten zu gelten. Figur 42 zeigt das Verhältnis der roten pegmatitischen zur roten aplitischen Injektion am Beispiel eines durchaderten Amphibolites etwas östlich unter dem Bahnhof.

Die weiße Injektion muß ebenfalls zweigeteilt werden. Erstens in diejenige, welche die Gneise Hohwand-Brücke geschaffen hat und mit einzelnen weißen Gängen, namentlich Lagerpegmatiten, zusammenhängt und in eine nachfolgende, immer noch ältere als die rote, welche eher Adern gebildet hat. Häufig bilden sich Saalbänder in diesen Gängen aus. Figur 41 zeigt dieses Verhältnis an einem etwas verwitterten Felsen am Schloßberg, Weg Pfarrhaus-Schloßbergkurm.

Die Lagerpegmatite entsprechen den im I. Teil als weiße Biotitpegmatite beschriebenen Gängen.

Schliffe durch Kontakte von aplitischen Nachschüben mit Gneis zeigen öfters eine gute Verschweißung beider Elemente, Resorption von Glimmer und Losreißung einzelner Gneissplitter, ohne selbst den Gneis zu beeinflussen, weder injektiv noch rein thermisch. Randlich ist der Aplit etwas feldspatreicher.

Beispiele solcher Nachschübe werden auch von Schwenkel erwähnt und aus dem Angenbachtal abgebildet, wobei sie dem Granit zugehören sollen, indes der Pegmatit endogenen Ursprungs sei.

Im Angenbachtal sind solche Dinge tatsächlich ziemlich häufig, sie sollen im Kapitel über das Alter der Injektion nochmals erwähnt werden. Auch Weinschenk (93) bildet solche Nachschübe aus dem Gebiet von St. Blasien ab.

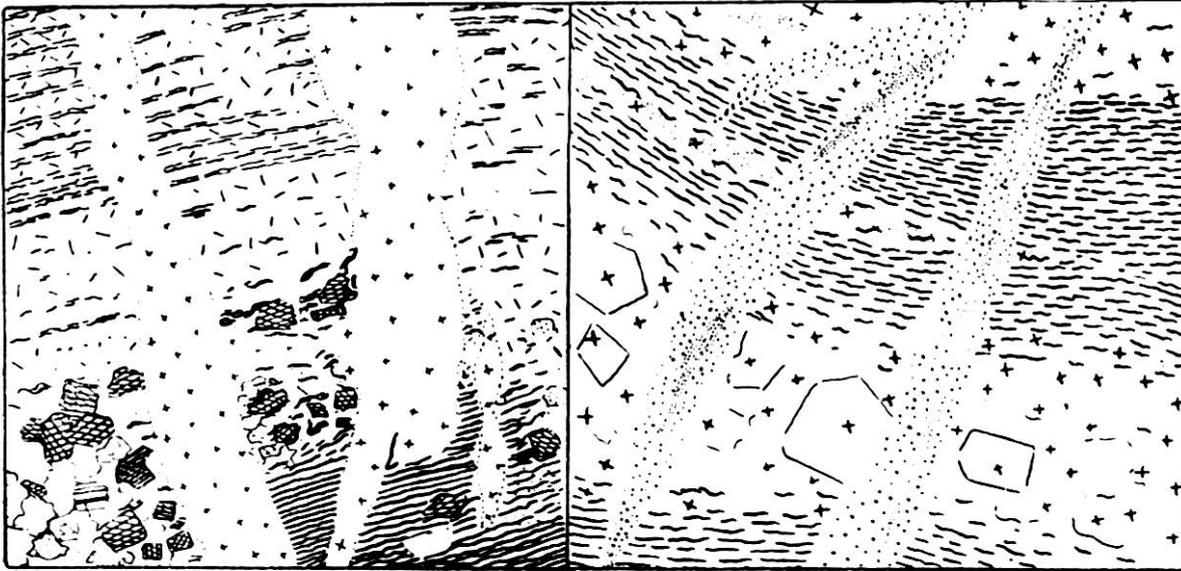


Fig. 41.

Weißer Pegmatitlagergang durchsetzt v. weißen (punkt. gezeichnet) Apliten. Schloßberg, Laufenburg. Maßstab ca. 1 : 8.

Fig. 42.

Rot pegmatitisch-injizierter Amphibolit vom Bierschöpfli, bei der Brücke Klein Laufenburg, durchsetzt v. roten aplit. Nachschüben. Maßstab ca. 1 : 2.

2. Zusammenfassung über die Injektionserscheinungen im Südschwarzwald.

P. Niggli unterschied in seiner Mitteilung über das kristalline Grundgebirge von Laufenburg (1911) (57) folgende Injektionserscheinungen:

1. Flaser- bis lagenförmige Injektion (weiß) mit Injektionsfältelung (Hohewand).
2. Flaser- bis aderförmige Injektion (rot) (unter Bahnhof, Rote Fluh).
3. Lagerförmige, aplitische Intrusion parallel den Schichtflächen, ein vollständiges Mischgestein erzeugend.
4. Pegmatit- und Quarzlinzen in glimmerreichem Gneis. Porphyrische Feldspäte.

Damit ist übersichtlich die Art der Injektionserscheinungen gegeben.

Die Injektion erzeugte im großen ganzen in den Hohwandgneisen (weiß) und in den Rote Fluhgneisen (rot) ähnliche Bilder. Es lassen sich innerhalb der verschiedenen Injektionsserien mehrere Stadien verschiedener Stärke der Beeinflussung feststellen, deren allgemeine Charakterisierung ungefähr folgendermaßen lautet:

Stadium 1. Kornvergrößerung, z. T. durch Sammelkristallisation; es entstehen lagig-flasrige bis lagig-aderige Gesteine von ziemlich großer Ausdehnung mit einheitlich granoblastischer Struktur.

Stadium 2. Eindringende magmatische Lösungen blättern das Substrat mehr oder weniger lagen- bis aderförmig auf, es entsteht eine Kombinationsstruktur und ein zweifacher Mineralbestand (Substrat plus Ader).

Stadium 3. Das Stadium 2 wird weiter umgebildet, es entstehen körnig-schlierige Gesteine, meist wieder mit einheitlicher Struktur und einheitlichem Mineralbestand. Das Substrat wird resorbiert, etwaige Lagen davon verschwinden schon auf kurze Strecken.

Stadium 4. Die höchstinjizierten Gesteine gleichen schlierigen Pegmatiten; die Struktur und der Mineralbestand sind eruptiv.

Größere Intrusionen liefern Pegmatite in Linsenform, deren Umrise oft aus einer Aneinanderreihung von großen Injektionsaugen resultieren (Fig. 35).

Die spezielle Prägung der Texturen dieser Stadien ist sehr stark beeinflusst durch die Beschaffenheit des von der Injektion betroffenen Substrates. Die Strukturen dieser Injektionsserien zeigen allgemein eine Entwicklung, welche derjenigen der Textur und der Gesamterscheinung der Gesteine beigeordnet ist. Im Laufe stärker werdender Injektion entwickelt sich eine Pegmatitstruktur aus einem hornfelsartig bis granoblastischen Stadium über ein solches mit einer Trennung der Strukturen des Substrates und des Eruptivanteiles. Diese beiden finden sich meist lagig gesondert (Rote Fluh) oder auch diffus gemischt (z. T. Hohwand); granoblastische Strukturen mit blastoeruptiven Merkmalen sind an der Hohwand häufiger.

Allgemein auftretende Erscheinungen in der Formentwicklung der Mineralien sind der Biotitsaum, Myrmekit,

Siebstruktur von Hornblende, Biotit und Feldspat, Tropfenquarz. In Begleitung dieser speziellen Strukturerscheinungen findet sich öfters schwache Kataklyse.

Daß diese Struktureinheiten in der Hauptsache einem pneumatolytischen Kontakt zugeschrieben werden müssen, lehrt das, wenn auch selteneres Auftreten blastopegmatitischer Erscheinungen, wie die Albitisierung und die Korrosion (Tafel I, Fig. 13) und namentlich die Betrachtung der Gneiseinschlüsse in den sauren Eruptivgängen. Eine Untersuchung solcher Einschlüsse und der Kontakte zwischen Gang und Gneis wirft aber nicht nur Licht auf obige Frage, sondern auch auf die nach der Temperatur, bei welcher die Injektion stattgefunden hat, und auf eine weitere überaus wichtige, nämlich auf die Frage: hat die Injektion einen Gneis oder ein nichtmetamorphes Sediment betroffen. D. h. hat die Injektion den Gneis eigentlich gebildet oder ihn nur umgebildet. Solche Einschlüsse sollen nun noch besprochen werden.

3. Spezielle Betrachtung der Einschlüsse von Gneis in sauren Eruptivgängen im Hinblick auf strukturelle Veränderungen.

Kontakterscheinungen und Einschlüsse sind mehrfach erwähnt worden, es sei nur an die Biotit- und Granatführung einzelner Gänge erinnert. Das Verhalten von allochthonen Einschlüssen in magmatischen Schmelzlösungen kann z. B. Aufschluß geben über die Viskosität der betreffenden Schmelze, ihre Zusammensetzung und Temperatur bei der Intrusion.

Einschlüsse sind in vielen Gängen beobachtet und zeigen trotz mannigfachen Formen immer wiederkehrende Züge, die sich in zwei Gruppen einordnen. Die erste Gruppe umfaßt Einschlüsse, die weder makroskopisch noch mikroskopisch Umwandlungen, z. B. Resorptionserscheinungen zeigen. Die zweite Gruppe umfaßt diejenigen, welche mehr oder minder der Assimilation oder Durchaderung anheimgefallen sind. Übergänge auf wenige dm im selben Einschlusse vom Verhalten der ersten Gruppe zu dem der zweiten sind häufig und nicht zuletzt durch den Chemismus des eingeschlossenen Gneises bedingt.

1. Gruppe: Wenig veränderte Einschlüsse.

Vorkommen meist in Apliten. Größe der Einschlüsse einige cm bis 0,5 m. Die Formen sind sehr einfach,

entweder beliebig eckig oder parallelepipedisch, indem der Gneisblock Klüftungen entlang losgerissen ist; sehr oft laufen die Einschlüsse in Spitzen aus. Nie treffen wir rundliche Formen, etwa von der Art der Schlieren im Tiefensteinergranit (siehe S. K. Roy). Die Kontaktflächen sind oft ziemlich eben, in einzelnen Fällen zeigen sie sogar (praeexistierende) Zersetzungerscheinungen. Nicht selten bildet der Gang gegen den Einschluß ein Salband aus, das aber teilweise aussetzen kann. Solche Salbänder sind auch sehr



Fig. 43.

Einschlüsse von Gneis und Albitgranit (porphyrtartig) in feinkörnigem Mambachergranit.

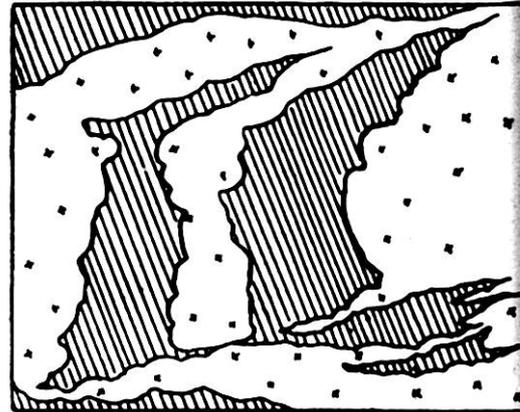


Fig. 44.

Gneiseinschlüsse i. weißem Pegmatit. Maßstab ca. 1 : 4.

häufig an den Gneis- und Gabbroeinschlüssen im Granit des Angenbachtals (Ehrsberg) zu sehen (Fig. 43). Figur 44 zeigt eine relativ komplizierte Form eines Einschlusses, die sich aber als Ergebnis einer groben Durchaderung herausstellt (Kombination von Injektionsaugen) und schon als Übergang zu Gruppe 2 zu nehmen ist.

Zu den Einschlüssen gehören auch die Bänder von Gneis, welche bei der Aufblätterung durch das intrudierende Magma losgelöst worden sind, sie zeigen gewellte, gestauchte Formen und führen meist stark vergrößerten Biotit. Um einzelne Einschlüsse bildet sich oftmals recht deutlich der sogenannte Biotitsaum aus, der hier ebenfalls als Ergebnis der Biotitvergrößerung aufzufassen ist. Ein großartiges Beispiel bietet in dieser Hinsicht der über 10 m lange Lagergang am Hechtsberg im Kinzigtal, welcher deshalb hier in Figur 45 skizziert sein möge. Deutlich ist ein Zusammenhang zwischen der Form der Einschlüsse und der aplitischen, beziehungsweise pegmatitischen Beschaffenheit des Ganges

wahrzunehmen. Pegmatitische Lösungen erzeugen Kornvergrößerungen, welche mit eine Ursache der Stauchungen bilden.

Einschlüsse von Amphiboliten in Apliten oder Graniten verhalten sich genau gleich, nur daß die Begrenzungsflächen etwas unregelmäßiger werden, da die Amphibolite etwas massiger sind. Figur 11 in Niggli, lit 60, zeigt ganz analoge Bilder. Figur 17, Tafel II, feinstreifiger, pegmatitisch in-

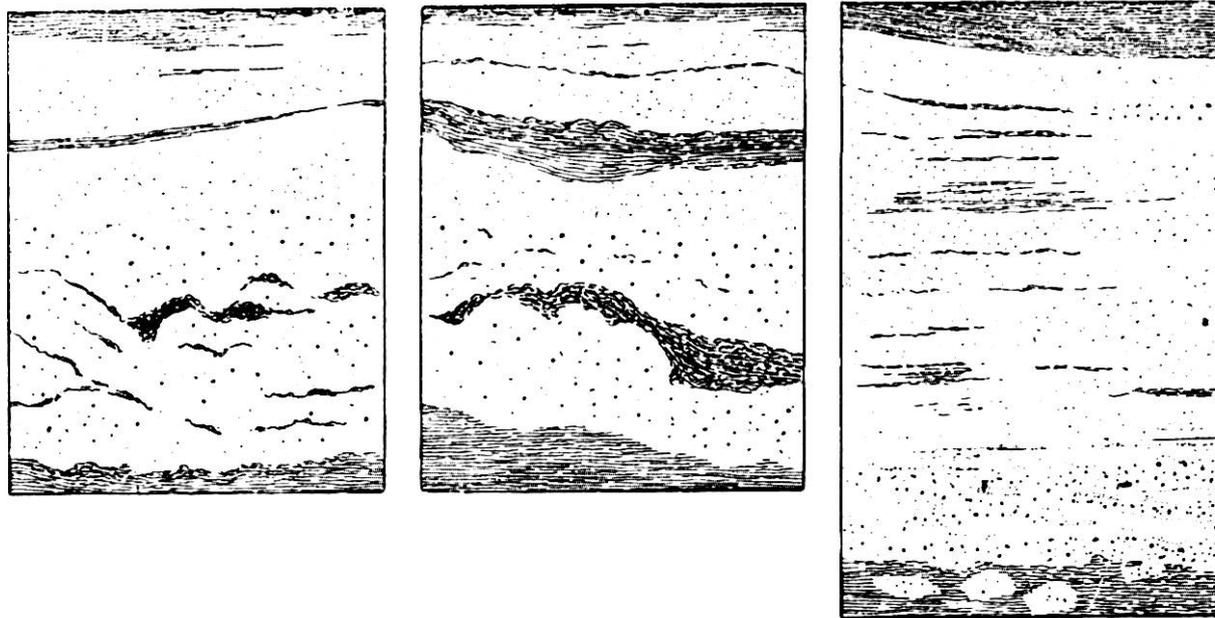


Fig. 45.

Profil durch Pegmatitgang am Hechtsberg (Kinzigtal). Maßstab ca. 1 : 10. Feine Punkte = mehr aplitisch; grobe Punkte = mehr pegmatitisch. Man beachte das Verhalten der Gneiseinschlüsse: im Aplit ruhige Textur, im Pegmatit buchtige Grenze und verworrene Textur. Die 3 Profile sind im Abstand von je 2 m gezeichnet.

jizierter Gneiseinschluß (weiß) in einem roten, grobkörnigen Aplit ist sehr instruktiv. Sie zeigt erstens noch einmal das Altersverhältnis der roten zu der weißen Intrusion und zeigt, daß auch in Apliten die Formen der Einschlüsse nicht so einfach sind. Ausschwänzungen, sogar Resorptionen treten auf, die uns beweisen, daß auch rein aplitische Schmelzen imstande sind, Gneis zu resorbieren, denn die hier abgebildeten Formen sind dem in der Schmelze schwimmenden Einschluß aufgedrängt worden und können nicht durch das Losreißen entstanden sein. Figur 18, Tafel II, Einschluß von Rote Fluhgneisssubstrat in einem roten Aplit mit Turmalinnestern unter dem Bahnhof

von Klein-Laufenburg, zeigt etwas Ähnliches, deutlich ist die lagige bis wolkige Verteilung des resorbierten Glimmers zu erkennen. Damit sind wir aber schon bei der Gruppe 2 angelangt.

2. Gruppe: Die Einschlüsse sind teilweise assimiliert.

Vorkommen meist in (weißen) Pegmatiten. Hier treffen wir nun sehr mannigfaltige Formen, von den besprochenen bis zu unförmigen Butzen und Schlieren letzter, unverdauter Reste von Einschlüssen. Diese sind meist parallel der Schichtung, aber auch transversal dazu durchadert

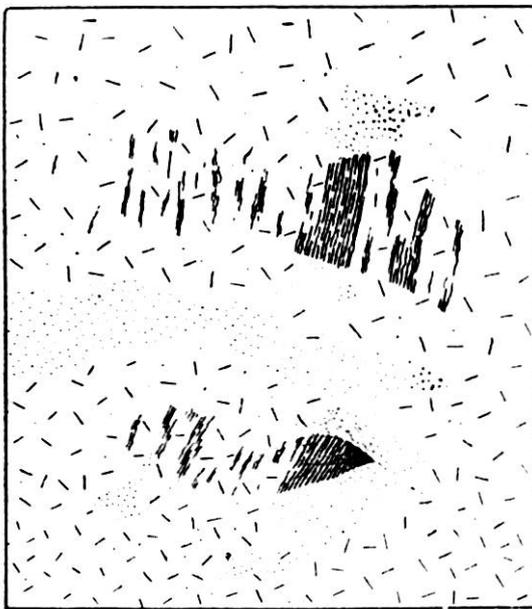


Fig. 46.
Einschluß von Gneis in Pegmatit
von Laufenburg. Maßstab ca. 1:3.

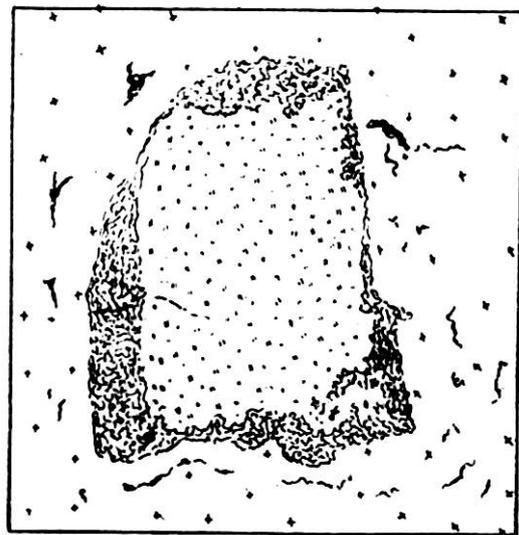


Fig. 47.
Scholle von Amphibolit in Granit
beim Murgtalwirthshaus, Murgtal.
Maßstab ca. 1:6.

und ergeben die gleichen Formen wie die eigentlichen Adergneise. Dabei fällt auf, daß gerne Schichtfugen, d. h. Trennungsflächen zweier verschieden harter, verschieden biotitreicher Gneislagen bei der Durchaderung bevorzugt werden. Figur 46 vermittelt das Bild durchaderter Einschlüsse. Deutlich ist zu sehen, daß in der Hauptsache der Pegmatit assimiliert, die Biotitlagen lockert und den Glimmer vergrößert, während der Aplit untätig bleibt. Figur 47 zeigt den Einschluß eines basischen Gneises im Granit des Steinbruches vom Murgtalwirthshaus und läßt erkennen, wie durch die Resorption des Glimmers die Form der Scholle gerundet und der Bestand gelockert wird.

Die mikroskopische Untersuchung der beiden Gruppen gibt im ganzen eine Bestätigung der makroskopischen Betrachtung und zeigt uns nun Strukturen, die wir schon teils von den Pegmatiten, teils von den stark durchaderten Gneisen kennen. An einigen Beispielen möge das erläutert werden.

Ein makroskopisch unveränderter Einschluß von normalem feinstreifigen Gneis in einem weißen Gang ist durch die Einschließung weiter nicht verändert worden, abgesehen von dem etwas häufigeren Auftreten von Tropfenquarz. Das weist darauf hin, daß der Gneis praexistierte, d. h. bereits als solcher eingeschlossen wurde. Im Ganganteil finden wir normale Pegmatitstruktur mit starker Verzahnung der Komponenten und ziemlich deutlichen Korrosionen am Mikroklin.

Andere Fälle lehren prinzipiell dasselbe, zeigen dazu aber eine praexistierende Zersetzung, im Wesentlichen Sericitisierung der Feldspäte, im Gneis. Weitaus interessanter verhalten sich die Fälle der Gruppe 2.

Die Aplite zeigen extremste Verzahnung, die Pegmatite alle Korrosionserscheinungen. Myrmekit ist im Pegmatit und im Gneis ziemlich häufig. Die granoblastische Struktur der Gneise (z. T. hornfelsartige in Amphiboliten) bleibt mehr oder weniger intakt, nur ist alles gelockert und verfließt allmählich in den pegmatitischen Teil. Der Tropfenquarz ist auch hier in Pegmatit und Aplit, und im Gneis häufig. Nie finden sich durchaderte, Assimilation zeigende Einschlüsse ohne diese Strukturveränderungen im Gang und Gneis. Das sind die beobachtbaren Erscheinungen.

Rein thermische Wirkungen finden sich keine, auch dies weist auf praexistierenden Gneis hin.

Zusammenfassung über die Einschlüsse.

Das Verhalten der Einschlüsse beweist also, daß erstens auch diese selbst injiziert werden können und zwar nach der Lostrennung.²⁹⁾ Zweitens, daß der Gneis schon als solcher existierte, bevor die Injektion ihn erreichte. Drittens, daß die Biotitsaumbildung (Biotitvergrößerung), sowie die Tropfenquarzbildung zum mindesten durch pneumatolytischen Kontakt begünstigt werden. Die Temperatur zur Zeit der

²⁹⁾ Trotzdem Schwenkel das Gegenteil behauptet.

Intrusion und Einschließung muß nicht allzu hoch gewesen sein, Schmelzerscheinungen, die doch auch am Gneis sichtbar sein könnten, fehlen.

4. Vergleich mit Gesteinen aus dem übrigen Schwarzwald usw.

Um zu einer abschließenden Beurteilung der Injektionserscheinungen zu gelangen, sollen diese mit solchen anderer Gebiete verglichen werden.

V. M. Goldschmidt (29) erwähnt in seiner Arbeit über die Injektionsmetamorphose im Stavangergebiet Myrmekit und schattenhaft gegitterten Mikroclin als für die dortigen Injektionsgesteine typisch.

O. Haffner (35) (Die Sedimentgneise des Schwarzwaldes) beschreibt sehr viele Analogien zu unseren Gesteinen, vermeidet aber sichtlich das Wort Injektion. Über seine Lagengneise (unsere Lagen- bis Adergneise) macht er ungefähr folgende Angaben: Die Lagentextur äußert sich in einem Wechsel von Biotit-Quarzfeldspatlagen mit Quarzfeldspatlagen, welche letztere (wie im Südschwarzwald!) ³⁰⁾ bei weitem größeres Korn und pegmatitischen Habitus aufweisen. P. 13 sagt er: nebeneinander treten verschiedene, ja entgegengesetzte Strukturen auf, die teils den feinkörnigen (hornfelsartig!), teils dem Eruptivgneis (pegmatitisch!) angehören. Als weiteres auffallendes Merkmal dieser, wie es scheint ebenfalls zweigeteilten Struktur bucht er die Häufigkeit des Myrmekites, ebenso Anzeichen von Albitisierung. Alle diese Beobachtungen verunmöglichen nach Haffner eine Abgrenzung des Rengneises (gegen den Schapbachgneis!).

Zur Deutung dieser Beobachtungen werden spezielle Vorkommnisse benützt, wobei nun auch das Auftreten des Biotitsaumes ausführlich beschrieben wird. Die Quarzfeldspatlagen des Furtwangergneises, p. 21, haben granitische Struktur (!) und zeigen oft ptygmatische (!) Fältelung. Makroskopisch entsprechen diese Gesteine, den gegebenen Photographien nach, den schlierigen Typen der Gneise „Hohwand-Brücke“. Seine Beschreibung paßt ganz gut auf diese. P. 23 sagt Haffner selbst, die Injektionshypothese sei das Nächstliegende zur Erklärung dieser Verhältnisse. Er kommt aber nach einer Diskussion zum selben (schon

³⁰⁾ Bemerkungen in Klammern mit ! stammen von mir.

von Schwenkel eigentlich abgelehnten!) Schluß, den Sauer im Grundgebirge Deutschlands, p. 599, 1904 auch gezogen hat, daß es sich um die Umkristallisation eines Sedimentes, in dem einzelne Lagen verschiedenen Chemismus hatten, handelt. Neben diesen zweigeteilten Strukturen lassen sich im Gneis der Kilpenstraße, p. 27 ff., auch die anderen Struktur- und Texturvarietäten der Gneise Hohwand-Brücke nachweisen, sie werden dort ebenfalls als Wirkung der Resorption betrachtet.

Die Arbeit von H. Schwenkel (80) (über die Eruptivgneise des Schwarzwaldes) enthält eine tieferschürfende Zusammenstellung von Beobachtungen über makroskopisch den „Laufenburger“ ähnliche Gesteine aus dem Kinzigtal. Die meisten der in seiner Arbeit erwähnten Steinbrüche im Kinzigtal wurden von mir besucht. Aus der Fülle dortiger Gesteine können nur einige herausgegriffen werden.

Die makroskopisch ohne weiteres als typische Orthogneise anzusprechenden, körnigen Gneise des Artenberges zeigen sehr viel Tropfenquarz, granoblastische Struktur und im Schliff fast massige Textur; weder makroskopisch noch mikroskopisch läßt sich eine Verwandtschaft mit den allein in Frage kommenden Lagengneisen der Hohwand nachweisen, es fehlen alle eigentlichen Anzeichen einer Pneumatolyse.

Die prachtvollen Gneise aus dem mittleren Schapbachthal bei Dürmel sind wenig biotitreich, körnig-flasrig; u. d. M. haben sie völlig Orthonatur, die Gemengteile sind ziemlich stark verzahnt.

Gneise aus Schapbachdorf sind makroskopisch glimmerschieferähnlich; sie enthalten einzelne Adern. U. d. M. tritt, so prachtvoll wie sonst wohl selten, die Zweiteilung der Struktur auf. Aus der roten, aplitischen Ader ist Tropfenquarz und ein äußerst feiner, fast kaum sichtbarer Mikroperthit erwähnenswert; die Kalifeldspäte zeigen Formen, wie die Mikrokline entsprechender Gneise in Laufenburg. Prinzipiell stimmt das Gestein in der Struktur mit solchen von der Schwabenruh (Rote Fluhgneisgruppe) überein, hingegen zeigt es ein anderes Substrat.

Die Gneise im Steinbruch gegenüber Bahnhof Wolfach haben bei schlierigen Stadien ziemlich starke Orthonatur und können höchstens mit den Stadien unter der Brücke verglichen werden. Solche Gneise mit rein kristalloblastischer

Struktur spielen aber in Laufenburg keine größere Rolle als die anderen, sie treten in an sich beliebigen Lagen und nur auf kurze Strecken auf, niemals aber in Stöcken. Sie lassen sich nicht von den andern Stadien lostrennen und bilden ein Mittelglied einzelner Injektionsserien. Makroskopisch allerdings gleichen die Wolfachgneise weitgehend den Hohwandgneisen und sind sicher auch durch Injektion entstanden. Im Steinbruch Wolfach selbst tritt auch ein Ganggranit auf, der von Schwenkel, freilich nur zögernd, den Granuliten zugerechnet wird. Dieser Ganggranit ist rötlich, stimmt aber in seiner Struktur nicht genau mit den Laufener Gängen überein. Da er aber massig ist und keine speziellen Granuliteigenschaften zeigt, gehört er wohl eher zur „Granitformation“. Er selbst hat die Injektion der dortigen Gneise nicht ganz geschaffen. Die Gneise sind schon vorher injiziert worden, möglicherweise waren sie während längerer Zeit in der Tiefe im Kontakt mit Granit. Durch die Wechselwirkung zwischen Granitschmelze und erweichtem Gestein bildeten sich die Wolfachgneise aus, da dies während längerer Zeit unter Druck geschah, konnte die Struktur sich einheitlich orthogneisartig ausbilden.

Mittelgrob aufgeblätterte Gneise aus dem Steinbruch am Hechtsberg haben ziemlich große Ähnlichkeit mit den lagigen Rote Fluhgneisen, ihr Biotit ist ebenfalls etwas verflochten, doch ist nirgends eine zweigeteilte Struktur wahrgenommen worden, abgesehen davon, daß die Adermasse weiß ist und das Substrat ein anderes ist. Schwenkel nimmt für die Entstehung dieser Gesteine endogene Injektion an, ausgehend z. T. von den Primärtrümmern.

Die Primärtrümmern des Hechtsberges sind den pegmatitischen, linsenförmigen Lagergängen von Laufenburg ziemlich ähnlich, das Substrat, in dem sie auftreten, ist jedoch anders, es ist ein Orthogneis, und es erscheint daher wahrscheinlich, daß am Hechtsberg eine Injektion von Granitabkömmlingen in den Orthogneis hinein vorliegt.

Im Steinbruch Kinzigbrücke treten schlierige, rot durchaderte Resorptionsgneise auf, Schollen echter Sedimentgneise sind vorhanden. In den Schliffen durch dortige Injektionsgneise finden sich Antiperthit, starke Verzahnung der Komponenten und eruptive Ausscheidungsfolgen.

Die Gneise von Haslach sind reine Orthogneise und ohne Beziehung zu Laufenburg.

Das große Gneisgebiet von Hofgrund, Bruggatal, führt extrem dyktionitische bis migmatitische Gneise, welche aber oft rein granitische Strukturen aufweisen, ohne Myrmekit oder Tropfenquarz. Sie repräsentieren etwas Selbständiges, rein Orthogneisartiges, das zu den Kinziggneisen eher mehr Verwandtschaft zeigt, als zu den Laufenburger. In Laufenburg treten in dieser Art granitische Strukturen zurück, vorhandene Eruptivstrukturen sind pegmatitisch oder aplitisch und fast immer begleitet von pneumatolytischen Phänomenen.

Die Strukturen und die abweichenden Substrate von Hofgrund scheinen dafür zu sprechen, daß dort ein reines Ortho-Injektionsgneis- resp. Einschmelzgebiet vorliegt.

Die Granulite, welche ebenfalls Aufblätterung (siehe Figuren in Schwenkel) zeigen, fallen für einen Vergleich mit den Rote Fluhgneisen insofern außer Betracht, als Granulite nach Schwenkel nie Cordierit führen, währenddem dies der Rote Fluhgneis gerade tut. Myrmekit ist in den Granuliten häufig, aber die weiteren mineralogischen Eigenschaften trennen die Granulite von den Rote Fluhgneisen. Erstere führen Orthoklas, die letzteren Mikroklin in den Quarzfeldspatlagen. Nie spricht Schwenkel von einer zweigeteilten Struktur.

So zeigt dieser Rundgang, daß von Strukturserien, wie sie in Laufenburg beobachtet werden, im mittleren Schwarzwald wohl einzelne Glieder auftreten, anscheinend aber keine Serie als Ganzes zu finden ist. Vielleicht lassen sich im Gebiete von Furtwangen solche nachweisen.

Die Verwandtschaft der in Frage kommenden Gneise, namentlich mit den völlig kristalloblastischen Typen der Hohwandgneise, beruht in der Hauptsache auf makroskopischer Ähnlichkeit. Wir können aber sehen, wie einheitlich die texturellen Erscheinungen der Injektion in den verschiedensten Gebieten sein können, und wie es schwer hält, zusammengehörige Injektionsgesteine sicher zu erkennen.

Aus der Diskussion geht hervor, daß im Schwarzwald zwei Gruppen von Injektionen auftreten, nämlich eine erste von Orthogneismagmen und eine zweite vom Granit aus, das konstatieren übrigens auch schon Deecke und Schwenkel. Weiter läßt sich feststellen, daß zunächst die granitische Injektion einen Gneis vorgefunden hat und schon deshalb Aufschmelzungen nicht so ohne weiteres erfolgen konnten. Um

nun den Anteil der beiden Injektionen am Aufbau der Schwarzwälder Injektionsgneise kennen zu lernen und um zu einem Schema der zeitlichen Abfolge derselben zu gelangen, müssen wir nochmals die Literatur vergleichen.

Wir haben gesehen, daß über die Existenz von Injektionen im Schwarzwald die Meinungen der Geologen nicht so sehr auseinandergehen, hingegen sind die Ansichten in Bezug auf die Zugehörigkeit eher getrennt.

5. Das Alter und die Herkunft der Injektion im Schwarzwald.

Schon in der Einleitung sind etliche diesbezügliche Hinweise gefallen, ich möchte nur an das Schema, das Schwenkel gibt, erinnern. Schwenkels Beobachtungen stützen sich auf sehr viel Tatsachenmaterial, allein dieses läßt sich z. T. auch anders deuten. Die Primärtrümer z. B. sind nie metamorph, und das müßten sie doch dann und wann sein, wenn sie einem schon fast erstarrten „Orthogneis“-Magma entspringen. Das Fehlen von Salbändern, Resorptionen und Einschmelzerscheinungen zwischen Primärtrümer und Gneis (p. 146) kann noch nicht als Merkmal zur Abtrennung von granitischen Derivaten gegen Primärtrümer verwendet werden, dieses Fehlen spricht nur für die speziellen T.-P.-Verhältnisse zur Zeit der Intrusion. Der Unterschied in der Feldspatführung zwischen Primärtrümer und Granit-Aplit-Trümern kann ebenfalls nicht volle trennende Geltung haben, da er sich in Laufenburg z. B. zwischen weißen und roten Gängen ebenfalls findet. Übrigens unterscheidet Schwenkel auch rote und weiße Primärtrümer, also wie im Gangfolge der Granite.

Sehr viele Primärtrümer, ebenso wie einzelne Granulite gehören unbedingt zu der „Granitformation“. Damit bleibt die Existenz einer granulitischen Phase des Orthogneismagmas gleichwohl bestehen.

Die Gneisvorkommen von Schapbach-Dorf, Hechtsberg und Wolfach lassen sich ebenfalls etwas anders auffassen. Schwenkel denkt, sie seien z. T. durch endogene Injektion (von Seiten der Orthogneismagmen) entstanden.

Philipp's Ansichten sind ebenfalls schon erwähnt worden; er ist einer der Ersten, die im Schwarzwald Injektion erkannten. Schwenkel widerlegt ihn in vielen Fällen. Eigene Begehungen gestatten in diesem Falle kein endgültiges Urteil, doch kann Schwenkels Deutung der Granu-

lite im Einzelnen nicht immer richtig sein. Unter den Granuliten von Happach gibt es sicher auch sedimentäre Glieder, welche damit dem Rengneis angehören, einer Injektion Widerstand leisteten und nicht selbst intrudiert sein können, wie Schwenkel meint.

Weinschenk beweist für das Gebiet St. Blasien, daß die Injektion von Seiten der Granite eine große Rolle spielt.

S. Bubnoff kommt in seiner Arbeit: Beiträge zur Kenntnis der Kulmzone (Untersuchung der gepreßten Granite von Altglashütten) zu dem Schlusse, daß der Granit injiziert und einen Hauptteil der Gneise gebildet hat, und weiter sagt er, daß die Terminologie des Nordschwarzwaldes, Ortho-Paragneise, sich nicht ohne Schwierigkeiten auf den Südschwarzwald übertragen läßt, auch nach ihm existierte der Sedimentgneis schon vor der Injektion.

P. Niggli scheint, wie aus seinen Arbeiten hervorgeht, auch geneigt zu sein, der granitischen Injektion etwas größere Bedeutung zuzumessen.

Unsere Untersuchung über Struktur, Mineralbestand und Chemismus, sowie die geologische Lagerung der Gneise in Laufenburg zwingen uns zum Schluß, daß die Injektion in Laufenburg mit den auftretenden Gängen zusammenhängt (Hohwand-Brücke, z. T. schon mit dem Granit an sich). Diese Gänge lassen sich aber ohne Zwang dem Albtalgranit angliedern, auf Grund des Differentiationsdiagramms, der Untersuchung im Tetraederfeld, sowie auf Grund der mineralogischen Eigenschaften. Direkte Beweise für diese Zusammenhänge, durch sichtbare Kontakte zwischen Granit und roten oder weißen Gängen, sind in Laufenburg allerdings nicht, wohl aber im Albtal und beim Murgtalwirthaus zu beobachten.

Schlußfolgerungen.

Aus allen diesen Bemerkungen geht hervor, daß im westlichen und mittleren Schwarzwald die Injektion dem Orthogneis zugeschrieben werden kann, und daß im südlichen und südöstlichen Schwarzwald größere, granitische Injektionen stattgefunden haben. Im Südschwarzwald tritt aber auch Granit in größerer Masse auf.

Es soll nun versucht werden, auf einige der eingangs formulierten Fragen, welche am meisten interessieren, eine

Antwort zu geben. Einige Antworten sind verstreut schon vorweg erfolgt.

Zu den Fragen unter 1, Einleitung, p. 121, ist zu sagen, daß der Paragneis zweifellos vor der Injektion, z. T. vielleicht sogar vor der Orthogneisinjektion existierte und daß jedenfalls der Orthogneis ihn nicht in dem Sinne geschaffen hat, wie Schwenkel meint. Es liegen dislokationsmetamorphe Gesteine vor (z. B. die feinstreifigen, homogenen Rote Fluhgneise), die nie in Berührung mit Orthogneis gekommen sind. Die Injektion, besonders die granitische, schaffte zur Hauptsache aderige bis lagige Gneistypen.

Zu den Fragen unter 2 ist zu sagen, daß sicher Orthogneis- und Granitinjektionen (karbonische) auftreten, wobei weder den ersteren noch den letzteren der Hauptanteil am Aufbau des Schwarzwaldgneises zukommt, sondern wobei beide in verschiedenen Gebieten verschieden stark auftreten.

Im Südschwarzwald fehlen Kinzigite. Vielleicht ist das so zu erklären: Im Norden hat der Granit an einzelnen Stellen T.-P.-Bedingungen angetroffen, die zu rein thermischer Kontaktmetamorphose führten und damit zur Bildung der Kinzigite. Hauptsächlich im Süden gerieten er und seine Nachschübe unter hohen Druck und seine Kontaktwirkungen äußerten sich in Injektion. Dann wären die Kinzigite die thermisch kontaktmetamorphe Facies der Südschwarzwälder kontaktmetamorphen Injektions-Gneise.

Daß sich die Granite des mittleren und nördlicheren Schwarzwaldes auch später anders verhielten als im Süden, zeigt auch das dort fast völlige Fehlen eines lamprophyrischen Nachschubes wie im Südschwarzwald (an dessen Stelle wohl die Durbachite und z. T. die Syenite treten).

Die Primärtrümer sind zu einem großen Teile zu den weißen Pegmatiten der Granitformation zu zählen. Sie stimmen in Mineralbestand qualitativ und quantitativ nach Schwenkels Angaben oft ziemlich mit dem der weißen Pegmatite überein.

Auf Grund dieser Antworten läßt sich nun ein approximatives Schema der zeitlichen Abfolge der Injektionen und Intrusionen geben. Es mag ungefähr folgende Gestalt haben.

6. Schema der Abfolge der Intrusionen und Injektionen.

1. Ablagerung der Sedimente, welche später den Sedimentgneis liefern. Alter praeculmisch.

2. Faltung, Dislokationsmetamorphose und thermische K.-M. dieser, unter gleichzeitiger Intrusion der Orthogneismagmen, Injektionen, sogar Aufschmelzungen größeren Maßstabes treten auf. (Endogene Injektionen): Hofgrund, Kilpenstraße.

Eine granulitische Phase bildet den Abschluß (Paulischänze, etc.). Das Alter ist sicher praeculmisch, aber nicht notwendigerweise auch praecambrisch.

3. Es folgt eine Zeit, in der eine eigentliche Intrusion unterbleibt. Einwirkung magmatischer Schmelzen auf die angrenzenden Gesteine finden in der Tiefe statt, an der Grenze Granit-Gneis, als Injektionen, Resorptionen, ptygmatische Fältelungen (Hohwand-Brücke, Wolpadingen, Wolfach, Hechtsberg).

4. Intrusion der karbonischen Granite (Albtal) im Anschluß daran die der aplitischen Granite (Säckingen, Ehrberg).

4 a. Bildung der weißen Gänge, weiße Injektion (Primärträger Hechtsberg, Hauptteil der weißen Injektion von Laufenburg). Abschluß weiße Aplite.

4 b. Bildung der roten Gänge (Aplite, Pegmatite), rote Injektion: Rote Fluh, einzelne Granulite.

5. Hydrothermale Nachwirkungen, Bildung der Erze, Karbonate, Fluoride, Fe-, Mn-Hydroxyde etc.

7. Typus der Laufenburger Injektionsprovinz.

Die Laufenburger Injektionsgneisserien lassen sich zu einer metamorphen Provinz vereinigen, deren Eigenschaft und deren Typus etwa folgendermaßen skizziert werden kann.

Die Laufenburger Injektionsgesteine sind infolge Durchaderung und Aufblätterung eines Substrates durch saure Eruptiva unter Katabedingungen entstanden. Es bilden sich Gesteine mit typischen Injektionsstrukturen. Z. B. Gesteine mit doppelter Struktur (Substrat und Ader lagig gesondert oder diffus gemischt). Die Wirkung der bei der Injektion erfolgten Pneumatolyse äußert sich hauptsächlich in der Bildung von Myrmekit.

Die temporale Dispersion besteht in der Abfolge:

- I. Intrusion von Granit in Gneis, kurz vorher und nachher Abspaltung weißer Gänge: weiße Injektion (Serie Hohwand), granitische Injektion.

II. Abspaltung roter Gänge, rote II. Injektion (Serie Rote Fluh), aplitisch-pegmatitische Injektion.

Die laterale Dispersion besteht in einer Abnahme der Zahl und Masse der Adern und einer gleichzeitigen Zunahme des Quarzgehaltes der Adern vom Injektionsherd weg nach außen.

Typisch für die vorliegende Provinz sind die Aufblätterung durch intrudierende Gänge, die Adern und Linsen und die Ader- bis Lagentexturen. Migmatitische, dyktionitische Formen etc. fehlen. Laufenburg ist eine reine Injektionsprovinz.

Ähnliche Injektionsgebiete finden wir im Tessin (Bahnhof Bellenz), im mittleren Kinzigtal und im Stavangergebiet.

E. Allgemeine Bemerkungen über Injektion auf Grund der Untersuchungen an Schwarzwaldgesteinen und nach Befunden aus der Literatur.

a) Spezielle Betrachtung der Struktur injizierter Gesteine in Bezug auf pneumatolytische Züge.

Die Strukturen von Injektionsgneisen vom Typus Laufenburg zeigen, wie erwähnt, in gewissen Stadien einen Bestand, der kombiniert ist aus der ursprünglichen Struktur des Substrates und der des Eruptivanteiles, welcher selbst entweder granoblastisch oder eruptiv sein kann. Die Sondierung beider Anteile kann in Lagen oder diffus geschehen. An Strukturbesonderheiten treten Myrmekit, Biotitsäume und schwache Kataklasten auf. Makroskopisch noch deutliche Mischgneise zeigen u. d. M. bereits reine Eruptiv- (Pegmatit-)struktur.

Die Adern und Linsen von pegmatitischem und aplitischem Material sind in Laufenburg eine allgemeine Erscheinung. Die Formen (beschrieben bei einzelnen Injektionsserien) entwickeln sich häufig aus vielen hintereinanderliegenden Injektionsaugen heraus (Fig. 35, Tafel II, Fig. 9), sodaß die Begrenzung der Adern fast stets buchtig erscheint.

Die allgemein konstatierte Verteilung der Gemengteile (Feldspat, randlich, Quarz im Zentrum) läßt sich folgendermaßen erklären. Zu Beginn der Aderbildung hatte die Lösung normale, vielleicht schwach feldspatreichere Zusammensetzung, die Auskristallisation setzte randlich ein und lieferte ziemlich viel Feldspat, die Mitte der Ader blieb

der Zufuhr noch geöffnet und bis die Erstarrung auch das Zentrum ergriff, hatte sich die Zusammensetzung der neu zugeführten Schmelze geändert, diese war quarzreich geworden (temporale Dispersion), die Resterstarrung ergab somit das obige Bild. Die temporale Dispersion geht z. T. der lateralen parallel.

Injektions-Einschmelzgesteine vom Gotthard.

Tabelle 19. (Analytiker L. Hezner)

si	M 265	N 266	O 267	P 268	Q 270
SiO ₂	56.59	59.76	64.75	66.94	73.68
TiO ₂	1.19	0.95	0.64	0.69	0.20
Al ₂ O ₃	18.97	16.95	16.36	15.62	13.96
Fe ₂ O ₃	2.72	2.69	1.90	0.92	0.80
FeO	4.65	3.49	2.56	4.16	1.08
MnO	0.09	0.11	0.05	0.05	0.02
MgO	3.76	2.78	1.83	1.90	0.93
CaO	2.45	5.55	3.83	2.38	1.56
Na ₂ O	6.08	4.28	4.96	2.65	2.13
K ₂ O	0.66	2.41	1.70	2.84	5.07
P ₂ O ₅	0.57	0.32	0.22	0.27	0.32
H ₂ O +	2.01	0.88	0.74	1.19	0.63
H ₂ O -	0.08	0.15	0.07	0.02	Spur
	99.82	100.32	99.61	99.63	100.36
s =	2.71	2.78	2.72	2.75	2.64
	Fortunei Alp Gotthard Guspisgneis (Einschmelzgn.)	Zwischen Rodonthütte und Lucendro- brücke ebenso. Übergang zu O gleichmäßig feinkörnig	Alp Rodont Einschmelz- gneis mit großen Feld- späten. Nicht chlo- ritisiert. Grenze Gams- bodengneis	Guspistal (Schutthalde) Guspisgneis Zwischengl. gesammelt von E. Gutzwiller ? ganz reines Sediment	Val Termine östlich Gotthard- massiv Streifen- gneis Zwei- glimmgneis (Hezner Anal.)

Wir haben eigentlich bei der Untersuchung der Pegmatite im I. Teil dieser Arbeit den abnormen Strukturen vermehrte Aufmerksamkeit geschenkt, und man kann sagen, daß jene Strukturen wohl schon etliche Züge aufweisen, die im Zusammenhang mit Kontakt- bzw. Injektionserscheinungen stehen (z. B. die der weißen Pegmatite mit den lose divergentblättrigen Biotiten).

Die Ausbildung solcher, krankhafter Strukturen, um ein Bild zu gebrauchen, kann wohl als Reaktion des Gneises (mit Hilfe der Gase des intrudierenden Magmas) gegenüber dem Eindringling (Pegmatit) betrachtet werden. Dieser sucht jenen zu assimilieren, der Gneis wehrt sich, indem er dem Pegmatit teilweise seinen Chemismus und seine Struktur aufdrängt. Das Resultat ist ein Kompromiß — die Injektionsstruktur, für welche in unserem Falle die pneumatolytischen Phänomene, wie Myrmekitbildung, Tropfenquarz z. T., schwache Kataklyse und Pegmatitrelikte (Albitisierung) bezeichnend sind.

Nun erscheint auch die Myrmekitbildung speziell als ein Glied dieser Assimilationsprozesse.

J. J. Sederholm (83) hat eine erschöpfende Übersicht über das Auftreten von Myrmekit gegeben, aus der hervorgeht, daß er im allgemeinen in ähnlicher Position wie in Laufenburg, d. h. an Kalifeldspat gebunden, getroffen wird. Nach Sederholm soll Myrmekit sekundärer Entstehung sein.

E. Gutzwiller (34) kommt in seiner Arbeit zum Schluß, daß Myrmekit für stofflich beeinflusste pneumatolytische Kontakt- (in diesem Falle Injektionskontakt-) Gesteine geradezu ein Indizium sei.

M. Reinhard (66) erklärt das Vorkommen von Myrmekit in den Coziagneisen ebenfalls durch Annahme pneumatolytischer Bildung.

Ebenso zeigen die Beobachtungen von P. Kelterborn (42) an hercynischen Gneisen aus dem Malcantone (Tessin), daß Pneumatolyse bei der Bildung von Myrmekit beteiligt sein muß.

Die Bildung von Myrmekit, welche im festen Gestein vor sich geht, setzt ein labiles Gleichgewicht, Kalifeldspat \rightleftharpoons Plagioklas + (Quarz + Kali \nearrow) voraus, das durch Zufuhr von Na (Goldschmidt; Niggli) zugunsten der rechten Seite verschoben wird und damit in die gleiche Reihe wie die Albitisierung (Niggli), Schachbrettalbitbildung (Goldschmidt) und die Korrosionserscheinungen der pneumatolytischen Erstarrung zu stehen kommt.

Das im I. Teil zur Erklärung der Korrosionserscheinungen herbeigezogene Diagramm (Fig. 14) läßt sich auch hier verwenden. Im Laufe der pneumatolytischen Phase der

Tabelle 20. Niggli-Werte der Injektionsgneise von Bellinzona und vom Gotthard.

si	al	fm	c	alk	k	mg	c/fm	p	ti	h		Al	Fm	C
213	34.5	36	9.5	20	0.38	0.60	0.27	—	2.4	8.3	A	24	60	16
305	43.5	21.5	6.5	28.5	0.52	0.53	0.30	0.08	1.2	12.8	D	35	50	15
445	44	13.5	5	37.5	0.58	0.45	0.34	0.3	1.4	7.07	C	26	54	20
480	50	5.0	4.5	41	0.52	0.04	0.99	—	—	5.64	B	48.5	27	24.5
216	33	34.5	14.5	18	0.48	0.57	0.43	0.08	3.06	8.6	E	23.5	54	22.5
275	35	32	9.5	23	0.36	0.57	0.30	0.12	2.02	9.08	F	22	60	18
425	45	11.5	4	39.5	0.47	0.23	0.34	0.14	1.72	5.73	G	26	55	19
471	50	6.5	2	41.5	0.49	0.07	0.31	—	0.11	5.4	H	50	38	12
178.5	35	36.5	8.5	20	0.06	0.49	0.23	0.76	2.82	21.14	M	25	61	14
194	32.5	30	19	18.5	0.28	0.45	0.65	0.41	2.33	11.13	N	22	47.5	30.5
249	37	24.5	16	22.5	0.18	0.43	0.65	0.28	1.94	10.4	O	26.5	44.5	29
288	39.5	30.5	11	19	0.41	0.40	0.36	0.44	2.30	17.37	P	33	49	18
272	36	30.5	12	21.5	0.51	0.38	0.40	2.01	2.81	26.13	K	25.5	53.5	21
408	45.5	16	9.5	29	0.61	0.48	0.58	0.74	0.99	11.62	Q	39	38	23

Injektions-Gneise

Jakob
4. Stad.
Bahnhof
Bellenz

Jakob
3 + 1 Stad.
Bahnhof
+1 Bellenz

Hezner
Gotthard

Schapbachgneis
Erstfeld

Streifengneis
Gotthard

Erstarrung erreicht die in Injektion begriffene Lösung ein T.-Gebiet, in dem allgemein instabile Gleichgewichte auftreten,³¹⁾ wobei es nur geringer Konzentrationsverschiebungen oder des bloßen Vorhandenseins einer stabileren Phase (Natronfeldspat) bedarf, um zu bewirken, daß z. B. Kalifeldspat nach Ablauf dieser labilen Phase instabil, der Plagioklas stabil wird. Wird dieses Stadium in der \pm flüssigen Schmelze durchlaufen, so kristallisieren neue, selbständige Individuen aus (Korrosionserscheinungen, Albitisierung).³²⁾ Geschieht dies aber wie hier in einem Substrat, das mehr oder weniger fest ist und keine freie, selbständige Mineralbildung ermöglicht, so resultieren Verdrängungs-, „Pseudomorphosen“, in diesem Falle Myrmekit.

Das freigewordene Kali geht zum geringsten Teil in Sericit ein, zum größten Teil mag es aber mithelfen an dem Aufbau der grobblättrigen Biotite des Biotitsaumes und der lose divergentblättrigen Biotite, sowie der kontaktlichen Biotite in unseren sauren Gängen überhaupt. Die Masse der großen Biotite ist in einzelnen Fällen durch Annahme bloßer Sammelkristallisation sowieso schwer verständlich. Daß sich Biotit bildet und nicht ein anderes, femisches Mineral, ist möglicherweise der Anwesenheit von H_2O in diesen speziellen, pneumatolytischen Kontakten zuzuschreiben und vielleicht der einfachen Tatsache, daß vorhandene Kristallzentren (einzelne praeexistierende Biotite) auf vorhandene assimilierbare Moleküle adsorbierend wirken.

Der Myrmekit ist also wohl sekundär, aber eigentlich in unserem Falle eine mehr oder weniger normale Erscheinung der Erstarrung einer in ein Substrat eingedrungenen pneumatolytischen Lösung. Die Bildung bleibt in der Hauptsache aus, wenn der Plagioklas zu basisch ist, weil es in erster Linie auf die Konzentration des Albitmoleküls ankommt.

Für unsere Auffassung von der Myrmekitbildung spricht das gemeinsame Auftreten von Myrmekit und grobblättrigem Biotit (aus pneumatolytischen Kontakten) bei Anwesenheit von Kalifeldspat.

Nach unseren Beobachtungen kann es sich in keinem Falle um ein einfaches Plagioklas-Quarzeutektikum handeln,

³¹⁾ Phase destructive n. Lacroix.

³²⁾ Phase constructive n. Lacroix.

sondern die Formen von Myrmekit zeigen immer, daß seine Bildung an das Vorhandensein von Kalifeldspat gebunden ist und gerne dort einsetzt, wo kataklastische Wirkungen den Feldspat etwas zerrüttet, damit leichter angreifbar gemacht haben.

Die Myrmekitbildung ist gleichsam ein Verdauungsprozeß, wobei der Plagioklas den Kalifeldspat verdaut, das Assimilierbare zu Plagioklassubstanz umwandelt, dabei wächst und das Unverdauliche, den überschüssigen Quarz, als Exkrement ausscheidet.

Myrmekit, Tropfenquarz und Granophyr scheint in Orthogneisen vom Schapbachtypus im Schwarzwald und im Gebiete von Erstfeld (Lotze (49)) sehr häufig zu sein. Das Auftreten von Myrmekit ist deshalb nach Schwenkel ein Eruptivmerkmal. Nach unseren Beobachtungen fehlen diese Strukturspezialitäten, mit Ausnahme von Tropfenquarz, aber meist reinen, unverfälschten Orthogneisen, und an Hand der Laufenburger Gneise ist zur Genüge gezeigt worden, daß Myrmekit an das Vorhandensein pneumatolytischer Kontakte gebunden ist und deshalb eher für diesen Beweise liefert als für Orthonatur des betreffenden Gesteins. Zur Ablehnung des Standpunktes von Schwenkel kommt auch F. Becke (2), p. 246.^{32a}) Ein prachtvolles Beispiel von Myrmekit bildet M. Weber (92) in den Studien an den Pfahlschiefern ab, es stammt aus einem aplitischen Knauer (! Adern im Gföhler Gneis) und ist begrenzt durch Biotitfasern, im übrigen aber genau gleich dem Laufenburger Beispiel (Tafel I, Fig. 9 und 10).

Bezüglich der Ketten von Gas- oder Flüssigkeitseinschlüssen in den Quarzen ist wenig Positives zu sagen, ihre Bildung ist wohl auch an eine Durchgasung gebunden, aber ebensowenig ein Merkmal für eine Eruptivherkunft (Schwenkel!) wie der Myrmekit, da sie sich in den Sedimentgneisen und sogar auf sekundärer Lagerstätte im Rotliegenden finden.

Nach obigen Erörterungen dürfen wir wohl sagen, daß Strukturserien und Struktureinzelheiten, wie sie aus den Laufenburger Gneisen beschrieben werden, für pneumatolytische Kontakte zwischen Substrat und Pegmatit sprechen.

^{32a}) Auch F. Becke (3) p. 242 betont, daß Myrmekit an Kalifeldspat gebunden ist. Die andern zitierten Autoren machen ebenfalls dieselbe Beobachtung.

b) Bemerkungen über die chemischen und mineralogischen Verhältnisse der Injektionsgesteinsserien.

Liegen in den vorbesprochenen Gesteinsserien Injektionsserien vor, so muß sich das Verhalten ihrer Mineralbestände durch Injektion erklären lassen. In der Tat, die betreffenden Abschnitte bei Besprechung der Rote Fluhgneise und der Hohwandgneise lehren, daß dies der Fall ist. Qualitativ und quantitativ gleicht sich während der Injektion der Mineralbestand des Substrates demjenigen der injizierenden Pegmatite an und ähnlich verlaufen auch die chemischen Veränderungen.

Eine kurze Betrachtung wird uns zeigen, daß ähnliche Erscheinungen auch in anderen Gebieten auftreten und daß unsere Schlüsse in Bezug auf Mineralbestand und Chemismus von Injektionsgesteinen allgemeinere Gültigkeit haben. Der Verhältnisse halber sollen hier nur analoge Injektionstypen zum Vergleich herbeigezogen werden.

Die im Kapitel Chemismus der Laufenergneise abgeleiteten Beziehungen sind sicherlich geeignet, darzutun, daß die Gneise durch Addition von Eruptivmaterial zu einem vorhandenen Substrat sich erklären lassen und sie tun dar, daß der Rote Fluhgneis sich von den roten Apliten (Pegmatit) ableiten läßt, währenddem die Gneise Unter Bahnhof eher Beziehungen zu Granit aufweisen. Die Bildung dieser Gneise ging, wie oben dargetan wurde, dermaßen vor sich, daß ein sedimentäres Substrat längere Zeit in Kontakt geblieben sein muß mit einem gasreichen Magma. Denken wir uns eine granitische Schmelze, die längere Zeit an Ort und Stelle verbleibt, aber an Gasen in der Hauptsache nur H_2O ansammelt, und die dann zu gegebener Zeit (T, P) injiziert, so läßt sich der Chemismus dieser Gneise wohl begreifen.

Die Stoffbilanz, die sich ziehen läßt, lautet für den Rote Fluhgneis:

x (S) (Substratmaterial), $+ y$ (E) (Eruptivmaterial), $= G$ (Gneis), wobei x und y einen Bruchteil der Masse betragen. Im einzelnen kann das variieren, die Zufuhr direkt als Aplit ist wohl nur generell zu nehmen.

Untersuchungen über die Stoffbilanz bei Injektionsvorgängen hat V. M. Goldschmidt (29) angestellt. Die Resultate sind von P. Niggli nach seiner Methode umgerechnet

Dichte	si	al	fm	c	alk	k	mg	c/fm	ti	p	CO ₂	s	Angabe in %
2,798	231	47	34	3	16	0,71	0,32	0,09	2,86	0,24	2,14	0,48	29,6 Quarz, 10,5 Albit, 38 Muskovit, 18 Chlorit + Akzessorien
2,862	220	46,5	36	1,5	16	0,67	0,28	0,05	2,76	0,23	0,23	0,70	27,5 Quarz, 12 Albit, 36,5 Muskovit, 16,5 Chlorit, 2 Granat, 3 Magnetit + Akzessorien
2,832	230	41	35,5	7	16,5	0,60	0,32	0,12	2,30	—	—	0,23	30 Quarz, 15 Oligoklasalbit, 23 Muskovit, 10 Chlorit, 15 Biotit, 5 Klinozoisit, 1,5 Granat + Akzessorien
2,814	244	37,5	37	9	16,5	0,48	0,35	0,23	2,35	—	2,59	—	33 Quarz, 20 Oligoklas, 16 Muskovit, 8 Chlorit, 15, 5 Biotit, 2 Klinozoisit, 3 Granat, Akzessorien
2,812	264	40	33,5	9	17,5	0,56	0,37	0,27	2,21	—	0,74	—	34 Quarz, 22 Oligoklas, 18 Muskovit, 19,5 Biotit, 1,5 Klinozoisit, 3 Granat + Akzessorien
2,777	267	37,5	28	13	21,5	0,43	0,33	0,47	1,73	—	0,25	—	31,5 Quarz, 27 Oligoklasalbit, 1 Kalifeldspat, 14 Muskovit, 16,5 Biotit, 2 Chlorit, 3 Klinozoisit, 1,5 Granat + Akzessorien
2,735	287	37,5	25	8,5	29	0,53	0,17	0,30	1,81	0,26	—	—	24 Quarz, 28 Albit, 22 Kalifeldspat, 0,5 Muskovit, 17,5 Biotit, 5 Epidot, 2 Granat + Akzessorien
2,715	303	37,5	21	10,5	31	0,43	0,18	0,51	1,60	0,27	2,13	—	27 Quarz, 30 Albit, 20 Kalifeldspat, 3 Muskovit, 11,5 Biotit, 4,5 Epidot, 2 Granat + Akzessorien
2,705	355	42,5	15	11,5	31	0,47	0,24	0,80	1,20	0,90	2,10	—	31 Quarz, 30 Albit, 20,5 Kalifeldspat, 5 Muskovit, 6 Biotit, 5 Klinozoisit, 1 Granat + Akzessorien
2,652	446	46,5	10,5	6	37	0,55	0,24	0,55	0,71	—	1,07	—	36 Quarz, 25,5 Kalifeldspat, 26 Albit, 7 Muskovit, 3 Biotit + Akzessorien
2,629	499	47	9,5	1,5	42	0,48	0,20	0,17	0,78	—	1,56	—	37,5 Quarz, 25 Kalifeldspat, 29,5 Albit, 4 Muskovit, 2,5 Biotit + Akzessorien

Dadurch entsteht im Granit ein Manko von SiO_2 und Na_2O , das durch das Verschwinden von Feldspat und durch die Bildung von Muskovit, welcher in diesen Graniten eben häufig auftritt, ausgeglichen wird.

Niggli gibt unter den Mol.-Typen im Magma $[\text{SiO}_4] \text{Na}_4$ an; eine relativ geringe Anreicherung solcher Mole im Verein mit Feldspat- resp. Granitzufuhr würde genügen, um das Diagramm zu erklären.

Trotz dieser kleinen Abweichung gehört die Injektion im Stavangergebiet demselben Injektionstypus wie der Rote Fluhgneis im Südschwarzwald an.

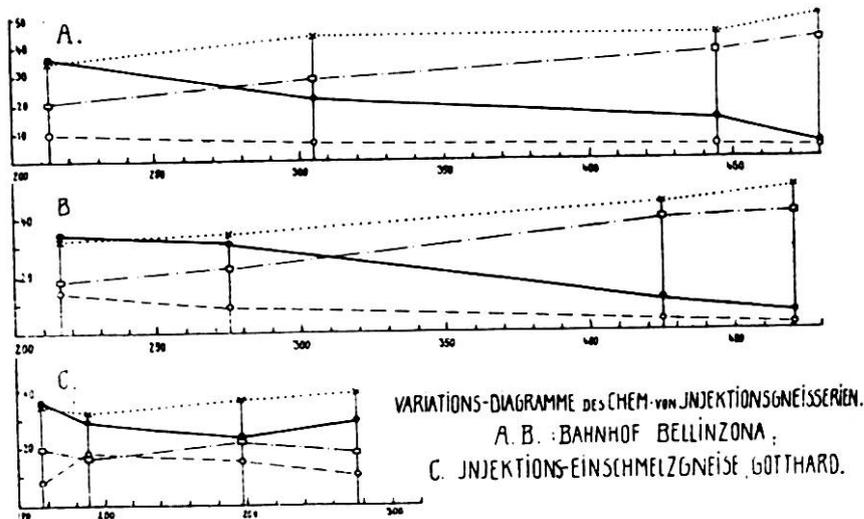


Fig. 49.

Variations-Diagramme von Injektionsgesteinen der Schweiz.

(punktierte Kurven = *al*, strichpunktiert = *alk*, ausgezogen = *fm*, gestrichelt = *c*, Abscisse = *si*-Zahl)

Zwei prachtvolle, noch nicht publizierte Serien von Injektionsgesteinen vom Bahnhof Bellenz (Kt. Tessin) wurden mir von Dr. Jakob freundlicherweise zur Verfügung gestellt. Hier sollen nur die Diagramme und der normative Mineralbestand besprochen werden.

Die Diagramme, Figur 49, zeigen eine sehr schöne Einheitlichkeit im Linienvorlauf von niedrig- zu hochinjizierten Typen (Endglieder fehlen). Es sind keine bloß statistischen Variationsdiagramme mehr, sondern ihnen wohnt ein genetisches Moment inne. Deutlich ist nun auch der chemische Charakter der Serien abzulesen, beide gehören der Kalkalkalireihe an; die Glieder haben den Chemismus von Kalkalkalimagneten (bez. Basenverhältnissen), wobei bei der Serie A ein leiser Anklang an das Syenitische

(siehe auch die Rote Fluhgneise, Laufenburg) wahrgenommen wird.

Die Tabelle für den normativen Mineralbestand zeigt in analoger Weise eine schöne Einheitlichkeit. Mit steigender Intensität der Injektion nimmt Orthoklas und Quarz zu, während Albit sich auf einer etwas schwankenden mittleren Linie bewegt und Anorthit, sowie Hypersthen konstant abnehmen, d. h. der allgemeine Verlauf ist genau entsprechend dem in den Laufenburgergneisen gefundenen.

Eine Serie von Einschmelzgesteinen aus dem Gotthard zeigt im normativen Mineralbestand und im Diagramm, Fig. 49 c, deutlich Anklänge an die vorgenannten Tessinergneise. Mit steigendem *si* nimmt ebenfalls Orthoklas und Quarz zu, während Albit, Anorthit abnehmen und Hypersthen etwas schwankt. Der ganze Verlauf ist unregelmäßiger, jedoch prinzipiell nicht abweichend.

P. 117 gibt auch Goldschmidt eine Tabelle für den tatsächlichen Mineralbestand seiner Serie; mit steigendem *si* nimmt Quarz und Kalifeldspat zu, ebenfalls die Plagioklase. Innerhalb der Gneisglieder, welche eigentlich nur für unsere Betrachtung in Frage kommen, bleibt der Plagioklasgehalt mehr oder weniger konstant, sodaß diese anfängliche Ausnahme nur eine bedingte ist. Allerdings führen diese Gneise noch Granate und Zoisite. Die Laufenburger Gneise haben genau Entsprechendes gelehrt.

So darf wohl gesagt werden, der Chemismus von Injektionsserien vom Typus Laufenburg ergibt einfache Diagramme, die mehr oder weniger geradlinig von den Ausgangswerten zu den Endwerten (eventuell Eruptivgliedern) laufen, normative Mineralbestände haben einfache Tendenzen, sie gleichen sich mit steigendem *si* Eruptivbeständen an.

c) Einiges über die Bedingungen der Injektion.

Goldschmidt spricht sich darüber in einem letzten Abschnitt (29) aus, indem er der Stavangerinjektion zugleich die Kontaktmetamorphose vom Kristianiatypus gegenüberstellt. Er sagt: Aus dem Vergleich ergibt sich, daß die Injektion bei tieferen T. als die gewöhnliche thermische Metamorphose stattfand und daß der Druck hoch genug war, um H_2O in Lösung behalten zu können. Hohe T. erzeugt also gewöhnlich K.-M., niedere T. Injektion. Auch

im Südschwarzwald treten reine Kontaktmetamorphosebildungen auf, die z. T. Cordierit führen, z. T. aber auch Hornblende (Strahlstein). Neben Magnetkies tritt aber auch Pyrit auf, sodaß man in diesen Kontakten eher auf niederen Druck (P.), als auf vorherrschend hohe T. schließen kann. Es ist zu betonen, daß für die Injektion vornehmlich die Druckverhältnisse ausschlaggebend sind. Die Drucke müssen nicht nur genügend groß sein, um überhaupt Gase (H_2O) in Lösung halten zu können, sondern darüber hinaus groß genug, um ein aktives Vordringen in mehr oder weniger nicht präparierte Grenzgesteine zu ermöglichen. Injektion ist auch bei hoher T. möglich (siehe Umwandlung Hornblende-Augit). (Die Einschlüsse sprechen in unserem Fall jedenfalls für Temperaturen unter denjenigen, die eigentliche Erweichung und Anatexis ermöglichen, wobei aber zu bedenken ist, daß eine Einschmelzung auch von der Wärmemenge, welche dem vorhandenen Eruptivgestein innewohnt, mithin auch von seiner Masse, abhängt.)

P. Niggli, in dem Buch lit. 61 kommt zum Schluß, daß die Bildung injizierter Gesteine vom physikalisch-chemischen Standpunkt unter gewissen Bedingungen (hoher Druck!, Gasreichtum!) eine Notwendigkeit ist, und nur eine besondere Form der durch Innenspannung oder Dampfspannung verursachten pneumatolytischen Intrusion darstellt, das Äquivalent der Dampfdestillation bei rascher Intrusion.

Betrachtungen über die Viskosität der injizierenden Lösung stellt C. N. Fenner (23) an. Die Injektionsformen der von ihm untersuchten praecambrischen Gneise sind nur mit der Annahme einer ziemlich dünnflüssigen, aber doch etwas viskosen Schmelze zu erklären. Diese Kombination von dünnflüssig und viskos verwirklichen Schmelzen im Zustande der Fluidität.

Nach C. N. Fenner geht die Injektion nicht plötzlich oder heftig vor sich, sondern ist mehr als ein allmählicher Platztausch (gradual substitution) (Hohwand, Brücke) anzusehen; doch sind vielleicht auch schnellere, einmalig verlaufende Fälle möglich (Unter Bahnhof).

Die Injektion selbst setzt überall an verschiedenen Punkten ein. Das zeigt auch die Verteilung der Gänge der Injektionsherde in Laufenburg.

Die injizierenden Kräfte sind mehr oder weniger gerichtet und zwar sekundär durch die vielleicht anfänglich

erst zufällig eingeschlagenen Bahnen; man kann sich deshalb fragen, ob das nicht eine ähnliche Wirkung auf die auskristallisierenden Mineralien hat, wie Streß, d. h. ob der Quarz der Treuer'schen Quarzgefügeregel folgt oder nicht. Untersuchungen darüber sind noch im Gang.

d) Zur Nomenklatur von Injektions-
gesteinen.

Schon im Hinblick auf die Nichtverwendung der Bezeichnung Schapbachgneis, Renghneis scheint es angezeigt, rückblickend dieses Vorgehen zu rechtfertigen.

Die Renghneise wie die Schapbachgneise müssen aufgeteilt werden:

Renghneise in Sedimentgneise und Injektionsgneise.

Schapbachgneise in Orthogneise und Injektionsgneise.

Die Injektionsgneise selber können geologisch (petrographisch) weiter unterschieden werden in solche durch Orthogneise und in solche durch Granit entstandene und weiter in granitische und aplitische. Sodaß sich allgemein für Schwarzwaldgneise mindestens eine Dreiteilung (abgesehen von den Kinzigiten, die wohl zu den Renghneisen gehören) ergibt:

1. Sedimentgneise.
2. Orthogneise.
3. Injektionsgneise.

Die Namengebung, namentlich der lagigen bis aderigen Injektionsgesteine, bereitet viele Schwierigkeiten, indem man hier Gesteine verschiedener Zonen (allerdings hauptsächlich der Katazone) und verschiedenen Mineralbestandes mit gleichen Namen belegt, die auf Struktur- oder Texturvarietäten beruhen. Dies bringt ein Moment der Unsicherheit hinein, da man sonst dem Mineralbestand den Vorzug gibt (abgesehen von den Bezeichnungen Hornfels, Gneis).

Als Injektionsgesteine sind bis jetzt meist Gesteine der Gruppen I bis II (und IV) bekannt geworden. Es erscheint angezeigt, die Namengebung binär zu gestalten, im Hauptterm den Mineralbestand und die Tatsache der Bildung durch Injektion niederzulegen und Struktur und Textur adjektivisch beizufügen. Z. B. aderiger Kata-Orthoklasinjektionsgneis.

Goldschmidt bespricht diese Frage (29), p. 89, ebenfalls. Er findet die Schwierigkeit in der Zusammenfassung

der Komposition Schiefer + injizierte Intrusionslage zu einem Gneis. Doch dürfte diese nicht so groß sein, denn im Worte Injektion, das üblicherweise immer beigefügt wird, ist diese Zusammenfassung begrifflich enthalten.

Holmquist (40) hat in der Arbeit Typen und Nomenklatur der Adergesteine eine Namengebung versucht. Er ersetzt den Ausdruck Adergneis durch Venitgneis, gibt ihm keine genetische Bedeutung, da nicht alle Adergneise injektiven Ursprungs sind; dann teilt er die Venitgneise ein in: syngenetische Venite, Lateralsekretionsvenite etc. und in Arterite, eigentliche Injektionsgneise. In einer Abänderung dieser Nomenklatur könnte der Name Adergesteine ganz gut als Sammelbegriff beibehalten werden. Venite und Arterite sollen in physiologischem Sinne gebraucht werden, d. h.:

Venite sind dann Gesteine, in denen die Adermasse aus dem Nebengestein (autochthon) entstammt, gleichsam ein Rückfließen einzelner Bestandteile (Stoffe) darstellt. Hierher sind z. B. Lateralsekretionsvenite zu stellen.

Arterite dagegen sind Gesteine, in deren Adern selbständiges Leben pulsierte, Magma von einem Injektionsherd eingepreßt wurde.

e) Über die Methodik der Untersuchung von Injektionsgesteinen.

P. 243 in Fortschritte der Metamorphose, 1916, sagt F. Becke (2): „Das Streben, in den Schliffen in mikroskopischen Dimensionen nebeneinander das injizierte Gestein und das injizierende Magma erkennen zu wollen, halte ich für verfehlt. Kristalline Schiefer müssen als Ganzes betrachtet werden.“

Die Untersuchungen in Laufenburg haben aber gezeigt, daß das Mikroskop in vielen Fällen sehr wohl ein Auseinanderhalten der verschiedenen Bauelemente von Injektionsgneisen gestattet, ja daß diese mikroskopische Betrachtungsweise unbedingt angewendet werden muß, wenn man die Gegensätzlichkeit von Substrat- und Eruptivanteil in Struktur und Mineralbestand erfassen will; daß nebenher auch die makroskopische Betrachtungsweise zu gehen hat, ist klar. Untersuchungen an Injektionsgesteinen können aber nicht an einzelnen Beispielen gemacht werden, sondern stets nur an Serien. Das einzelne Gestein mag makroskopisch, z. T. sogar mikroskopisch, homogenisiert sein und so auch

chemisch Orthonatur vortäuschen, erfaßbar und deutbar ist es dann nur als Glied einer Serie. Die Betrachtung von Serien hat überall etwas Zwingendes und sie bewog mich, für die Gneise in Laufenburg Injektionsnatur zu postulieren.

III. Das Rotliegende.

Es soll hier keine eigentliche Diskussion desselben stattfinden, sondern nur eine Art vorläufige Beschreibung gegeben werden, um den Zusammenhang mit dem Grundgebirge darzutun.

Hier kann schon gesagt werden, daß eine nähere Untersuchung des Rotliegenden Hand in Hand mit einer solchen des Buntsandsteins unserer Gegend mittels sedimentpetrographischer Methoden von großem Interesse wäre. Eine solche könnte durch die mineralogische, chemische und Schlämmanalyse der beiden Sedimentkomplexe, verbunden mit einer detaillierten, durchgehenden Profilaufnahme und ihrer statistischen Verwertung in Bezug auf horizontale und vertikale Dispersion, wertvolle Aufschlüsse über ihre Genesis, über die Paläogeographie und über das Klima der Ablagerungszeit liefern und eine sichere stratigraphische Gliederung ermöglichen.

Die Vorkommen von Rotliegenden im Hotzenwald, welche schon seit Merian als solche bekannt sind, befinden sich in der Nähe von Säckingen und bei Laufenburg.

A. Das Rotliegende von Säckingen.

Es ist in geringer Mächtigkeit in Taschen direkt dem Säckingergranit aufgelagert. Sehr schön ist diese Auflagerung in dem oft erwähnten Steinbruch in der Häfelen E. Säckingen sichtbar. (Siehe Profil bei Heußner (37).)

Die Taschen sind in frischem Säckingergranit eingesenkt. Nach ihrer Ausfüllung durch gröberes Material erfolgte ein Kornwechsel, tonige Schichten bilden nach oben den Abschluß.

Wir finden hier von unten nach oben zuerst grobe Arkose mit größeren eckigen Brocken von Säckingergranit, dann mittelkörnige Arkose und zuoberst feinkörnige, tonige Lagen, alles ziemlich stark rötlich gefärbt. Die eingeschlossenen Brocken sind sämtlich Granit oder Gneis der nächsten Umgebung. In dieser Ausbildung liegt das Rotliegende

auf dem Granit von Häfelen nordwärts bis Gieshübel und westlich des Bergseeabflusses bei Kleemättle u. s. w.

Ein kleines (einige m³ großes) Vorkommen von Sägerain, geologisch wichtig, ist grobarkosig. Eckige bis rundliche, 2—3 cm große Brocken von Granit, Gneis, Quarz und Feldspat sind eingebettet in eine limonitisch-tonige Grundmasse. Ohne Zweifel ist hier das Material eine gewisse Strecke transportiert worden. Gleiche Beschaffenheit hat das Rotliegende auf dem Eggberg (siehe Karte), dem direkt Buntsandstein aufgelagert ist.

Aus dem Steinbruch Häfelen wurden einige Typen mikroskopisch untersucht.

1. Normale mittelkörnige Arkose.

Ein rötliches Gestein von mittlerem Korn von durchschnittlich 1—2 mm Größe. Das ganze Gestein ist ziemlich homogen. Lagen von größeren (0,5 cm) Quarzen und Feldspatbrocken wechseln mit den normalen roten Lagen, bestehend aus überwiegend Feldspat von rundlicher Form mit etwas Quarz, welche in eine limonitische Masse eingebettet sind. Eine Sonderung in Lagen ist deutlich.

Ein zweites Handstück aus der unteren Partie des Steinbruches wurde zu einem großen Schliff verwendet. Seine Fläche beträgt 20 cm² und zeigt einen 2,5 cm breiten, 5 cm langen Brocken Säckingergranit, welcher makroskopisch und mikroskopisch absolut keine Veränderung zeigt (etwa durch Schlag etc.), abgesehen von einigen mit Limonit erfüllten Rissen. Interessant ist nur, wie das übrige Rotliegende (genau wie obenstehend ausgebildet) auf die Kontur des Brockens Rücksicht nimmt und in der Schichtung den Einbuchtungen folgt; im übrigen sind in diesem Handstück Arkose und Granit recht quarzreich.

Mineralbestand: Quarz, Feldspat, Glimmer, Akzessorien: Apatit, Limonit.

Feldspat und Quarz sind alle von Limonithäutchen überzogen. Die Schichtung ist relativ deutlich, die größeren Feldspäte und Quarze sind stets gut gerundet, während die feinen Zwischenlagen völlig eckige Individuen derselben Art enthalten. Das Bindemittel, die Zwischenräume meist ausfüllend, ist zur Hauptsache Quarz in winzigen, völlig

zackigen und ineinander verschweißten Aggregaten, hervorgegangen aus den sekundär umkristallisierten feinsten Teilen des Sedimentes. Der Feldspat tritt an Menge zurück, er mag, weil leicht zerreiblich, als „Mehl“ in die limonitisch-tonige Substanz übergegangen sein. Der Quarz ist oft stark kataklastisch verändert und zeigt Felderteilung, oft indessen ist er ganz unverletzt. Vielfach enthält er (!) Ketten von Gas- oder Flüssigkeitseinschlüssen. Größere runde Quarze bestehen selbst aus einer Anzahl stark verzahnten Einzelindividuen. Der Kalifeldspat, dann und wann mikroperthitisch, ist ein Mikroklin, der Plagioklas ist albitisch. Während der Albit staunenswert frisch ist und scharfe Albitlamellen zeigt, ist der Kalifeldspat häufig sericitisiert. Spärlich findet man fetzigen Muskovit und hie und da meist in Feldspäten liegende klare Apatitsäulchen. Die Zusammensetzung dieser Arkose ist ungefähr die eines feldspatreichen Granites. Die Kombination des sauren Plagioklases mit Mikroklin, dazu der Quarz u. s. w. führt ohne weiteres auf den aplitischen Säckingergranit, als Ursprungsmaterial.

2. Grobkörnige Arkose.

In einer fein limonitischen Masse schwimmen mehr oder weniger massig, ungeordnet 2—3 mm bis 1 cm große Quarze und Feldspäte. Der Feldspat überwiegt, dadurch erhält das Ganze ein hellrötlich-weiß gesprenkeltes Aussehen. Daneben finden sich ganze Gerölle bis zu Kopfgröße, bestehend aus völlig normalem, frischem Häfelengranit, oft stark muskovithaltig, oder stark aplitisch.

Der Schliff trifft gerade den Rand eines Brockens von Säckingergranit. Die Grenze ist wiederum scharf und markiert durch Limonit. Einzelne Sprünge im Aplit sind, wie anderorts erwähnt, von Limonit erfüllt. Im Rotliegenden drin finden sich größere Flasern von Muskovit. Feldspat und Quarz sind hier eckig, gleichgültig, ob große oder kleine Individuen. Der Quarz ist nicht sehr undulös. Somit liegt eine reine, typische Breccie vor. Eine Schichtung ist nur undeutlich sichtbar.

3. Die feinkörnige, vorwiegend tonige Partie.

Die oberste Lage im Steinbruch ist vorwiegend tonig, feinkörnig, mit einzelnen über cm großen Feldspatbrocken

oder Granitfragmenten vermengt, deren Biotit eigentümlich stahlgraue Farbe durch einen Überzug von Calcithäutchen hat. Der Feldspat ist genau derjenige des Säckingergranites, aber stellenweise völlig kaolinisiert und oft überraschend idiomorph, fast nie gerundet. Die Granitfragmente sind meist kaolinisiert.

U. d. M. stellt dieses Gestein eine verfeinerte Ausgabe der groben Arkose dar. Hier ist das Bindemittel nur Li-

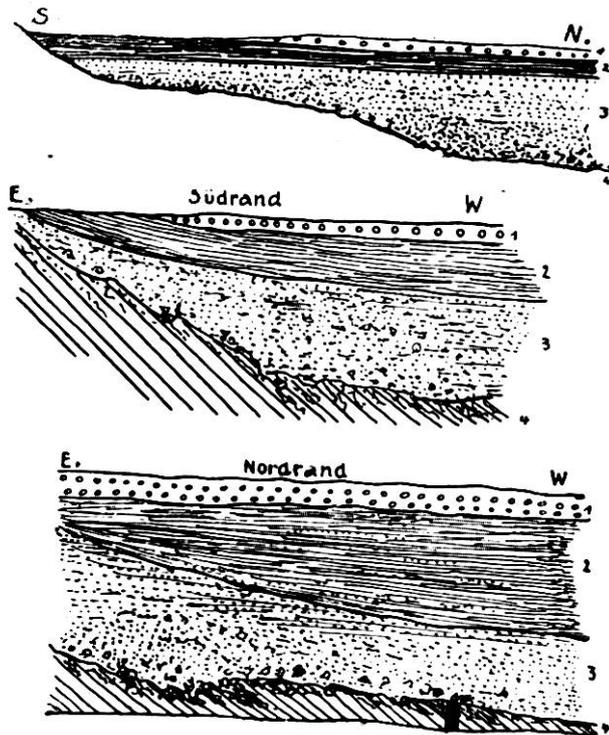


Fig. 50.

Profile durch das Rotliegende von Laufenburg.

1 = Rheinkies; 2 = feiner, roter Ton; 3 = Bodenbreccie, Arkosen, weißlich-rot; 4 = verwitterter Gneis. Maßstab ca. 1 : 300.

monit, deshalb auch die tonige weiche Beschaffenheit der Handstücke im Gegensatz zu den harten unteren Arkosen. Alle Komponenten sind eckig, splittrig. Eigentliche Schichtung ist im Schliff nicht wahrzunehmen, doch zeigt sich deutlich von oben nach unten ein Größerwerden des Gesamtkornes, welches von 0,025—1,3 cm schwankt. Das Gestein ist als limonitische, quarzreiche Arkose zu bezeichnen.

B. Das Rotliegende von Laufenburg.

Schon Merian, Rengger, dann Schill und Mösch erwähnen das Rotliegende vom Schöffigen unterhalb Laufenburg, wo es an einer Verwerfung abgesunken, vor der

Erosion geschützt blieb. Durch den Kraftwerksbau wurde es auf großer Fläche bloßgelegt. Heute ist es in Schöffigen selbst nicht mehr zugänglich, doch steht es noch auf badischer Seite unterhalb Rhina an. Profile, Fig. 50, nach P. Niggli zeigen die Form der Ablagerung. Das Vorkommen von Rhina ist ähnlich den oberen Partien von Häfelen und Sägerain; dasjenige von Schöffigen entspricht mehr demjenigen von Mumpf.

Die Mächtigkeit der Ablagerung (siehe Profile) beträgt in Laufenburg etwa 5 m.

In Rhina ist der Kontakt mit dem Gneis noch sichtbar. Das Rotliegende selbst besteht aus einem tiefroten, harten Ton, in dem, wie die Rosinen im Kuchenteig, viele Brocken fremder Gesteine (bis mehrere dm groß) stecken. Diese Gesteine sind immer eckig und bestehen aus Quarz, Apliten, Lamprophyren, Amphiboliten und vielen Gneisvarietäten. Die Gneise (Sedimentgneise) zeigen oft eine Weiterbildung der Verwitterungserscheinungen, wie sie gerade im Schöffigen beidseitig des Rheines sehr häufig ist und in einer Kaolinisierung der Feldspäte besteht. Der Kontakt selbst zeigt stellenweise ein Bild, das ganz genau dem entspricht, das zur Erläuterung der Entstehung der Ackererde in jedem Geologielehrbuch steht.

Die limonitisch-tonige Zwischenmasse dringt oft bis mehrere dm in die Bankung des Gneises ein und schmiegt sich den Klüften an; wo ein Eruptivgang auftaucht, ist er ganz zerklüftet und mit rötlichem Ton erfüllt.

Das Rotliegende, so wie es sich unterhalb Rhina zeigt, ist als fossiler Boden zu bezeichnen. Im eigentlichen Schöffigen bietet es gute Beispiele von Deltaschichtung, die heute noch in den großen Blöcken am Kaisterbach studiert werden können. Die Profile 50 zeigen die Form und den Aufbau der Ablagerung. Auf eine mittelkörnige, sandige Arkose mit weißlichen Flecken, wie sie auch von Mumpf u. s. w. bekannt sind, folgt nach oben eine feine tonige Schicht. Diese weißen, sphärischen Ausbleichungsstellen finden sich in gleicher Weise in den stark verwitterten Gneisen am Kontakt. Ihre Größe schwankt zwischen einem cm und einem dm.

Während das normale Rotliegende kaum Calcit enthält, zeigt ihn die sogenannte Kersantifacies in Mandeln mit guten Skalenoedern sehr häufig. Die auftretenden Lampro-

phyre gehen nämlich einfach in das Rotliegende über, werden dabei brecciös und verfärben rötlich-weißlich.

U. d. M. zeigt sich prinzipiell ein ähnliches Bild wie z. B. bei den feinkörnigen Arkosen von Häfelen. Es ist eine feine, fast massige, quarzreiche Arkose mit größeren Brocken von muskovithaltigem Aplit (genau entsprechend den Schöffiger Apliten). Das Gestein ist nicht kompakt, Hohlräume von unregelmäßiger Form treten auf. Das Bindemittel ist Limonit. In einem Schliff durch den Kontakt von Gneis mit Rotliegendem ist der Gneis (feinstreifiger Sed.-Gneis) texturell gut erhalten, die Feldspäte sind völlig zer-
setzt, der Biotit merkwürdig frisch; was vielleicht dadurch zu erklären ist, daß im Rotliegenden drin schon eine Übersättigung mit Fe bestand, infolgedessen dieses nicht weg-
gelöst wurde.

Z u s a m m e n f a s s u n g.

Auffällig in allen untersuchten Proben ist das Fehlen von Calcit. Dieser fehlt eben dem Untergrund, dem das Rotliegende entstammt.

Aus allen Beobachtungen ergibt sich, daß das Rotliegende der Gegend von Säckingen bis Laufenburg in der Hauptsache eine autochthone Bildung ist, insofern es in Struktur, im Bestand und Bindemittel nach dem Untergrund ändert.

Oberhalb Laufenburg scheint das Rotliegende nicht mehr vorhanden zu sein, wenigstens lagert der Buntsandstein direkt dem \pm frischen Gneis und Albtalgranit auf. Die Entstehung des Rotliegenden läßt sich demnach etwa folgender Art denken.

In der Gegend von Laufenburg dürfte sich Festland befunden haben, während gegen Säckingen zu sich eine Senke öffnete,³³⁾ deren S.-Ufer beim Schöffigen selbst war, die aber nur zeitweise vom Wasser überflutet worden ist; es bildet sich an beiden Orten in Taschen und Senken eine autochthone Bodenbreccie, in Laufenburg in Form einer Terra rossa. Zeitweilige Überflutungen erzeugten geschich-

³³⁾ Möglicherweise war diese Senke inklusive der erwähnten Verwerfung mit ein Anlaß zur Bildung der Laufener-Strömungsschnellen, da in dieser Zone erfüllt von lockeren Arkosen die Erosion rascher fortschreiten konnte, als oberhalb im harten Gneis, jedenfalls hat sie sich nicht weiter nach Süden fortgesetzt, wie die Profile zeigen.

tete Lagen von \pm gerolltem Material, das aus nächster Nähe stammte. Mit der Zeit wurden Unebenheiten ausgefüllt, feineres Material gelangte zur Ablagerung. Das Ganze erfolgte unter der Wirkung eines Klimas, das der Limonitbildung (Terra rossa-Bildung) förderlich war.

Literatur-Verzeichnis.

(Es wird in der Hauptsache nur die im Text erwähnte Literatur zitiert.)

1. Allen, R C. *Journal of Geology*, vol 22, 1914, p. 560 ff.
2. Becke, F. Fortschritte auf dem Gebiete der Metamorphose. Fortschritte d. Min. Petr. Bd. 5. p. 229 ff. 1916.
3. — Über Myrmekit, Tscherm. Min.-Petr. Mitt. Bd. 27, 1908.
4. Beder, R. Estudios geol. en la Sierra de Cordoba etc. . . . Buenos Ayres 1922. Boletin Nr. 33, Serie B, Ministers de agricultura. Direccion general de minas etc.
5. Beger, P. I. Chemismus der Lamprophyre. P. 217 ff. in Min. und Gesteinslagerstätten, Niggli, P., Bd. I, 1923.
6. Berg, G. Die kristallinen Schiefer des östl. Riesengebirges. Abhdl. preuß. L. A. N. F. Heft 68, 1912.
7. Blösch, E. Zur Tektonik des Schweiz. Tafeljura's. Stuttgart 1910 (mit ausführlichem Literaturverzeichnis).
8. — Die große Eiszeit in der Nordschweiz. Beitr. zur geolog. Karte der Schweiz. N. F. Liefg. 31. 1911.
9. Brändlin, E. Zur Geologie des nördlichen Aargauer Tafeljura zwischen Aare und Fricktal. Verhdl. naturf. Ges. Basel. Bd. XXII. 1911.
10. Braun, G. Zur Morphologie der Umgebung von Basel. Verhdl. naturf. Ges. Basel. Bd. XXVII. p. 307. 1917.
11. Bruhns, W. Mitteilg. über das Gneis- und Granitgebiet nörlich von Markirch. Mitteilg. geol. L. A. Elsaß-Lothringen, Bd. V.
12. Bubnoff, S. Die hercynischen Brüche im Schwarzwald, ihre Beziehungen zur carbon. Faltung und ihre Posthumität. N. Jahrb. f. Min. Beil. Bd. XLV. 31—120. 1920. Auszug in *Eclogae XIV*. P. 243.
13. — Gepreßte Granite im Schwarzwald. Mittlg. bad. geol. L. A. Bd. 7.
14. — Über die Druckwirkung im Granit bei Heidelberg. Jahresber. Ob. geol. Ver. N. F. Bd. XI. 1922.
15. Cloos, H. Mechanismus tiefvulkanischer Vorgänge. Sammtg. Vieweg. Nr. 57. Braunschweig. 1921.
16. Deecke, W. Die Stellung des oberrheinischen Massives im tektonischen Bau Deutschlands und Mitteleuropas. Z. deutsch. geol. Ges. Bd. 73.
17. — Struktur der Mittelschweiz. Z. deutsch. geol. Ges. Bd. 69.
18. — Geologie von Baden, I. Teil, 1916.
19. Dieroff, K. Über Turmalinführung in Gesteinen der Umgegend von Neudeck in Böhmen. Diss. Leipzig, 1909.

20. Erdmannsdörffer, O. H. Geologische und petrographische Untersuchungen im Wehratal. Heidelberg. 1901.
21. — Über Einschlüsse und Resorptionen etc. Fortschritte der Min. und Petr. Bd. V. 1910.
22. — Die Entstehung der Schwarzwaldgneise. Geologische Rundschau, Bd. IV. Hf. 5 und 6. 1913.
23. Fenner, C. N. The mode of formation certain gneisses in the highland of New-Jersey. Journal of geol. Vol. XXII. 1914. p. 594 ff.
24. Fischer, E. H. Petrogenetische Studien im W.-Gotthardmassiv. Diss.-Auszug, Bern, 1923.
25. Fischer H. Über die Verbreitung der triklineoedr. Feldspäte (Albit, Oligoklas etc.) in den sog. plutonischen Gesteinen des Schwarzwaldes. Bericht über die Verhandlungen der naturf. Ges. Freiburg i. Br. 1858. Bd. I. Heft IV. p. 248.
26. Früh, J. Über Windschliffe in Laufenburg. Globus. 1895. Nr. 8.
27. Gäbert, C. Gneise des Erzgebirges und ihre Kontaktwirkungen. Z. deutsch. geol. Ges. Heft 3. 1907.
28. Gareis, A. Pseudomorphosen des Cordierites. Tschem. Min.-Petr. Mitt. Bd. XX. Heft 1, p. 19.
29. Goldschmidt, V. M. Injektionsmetamorphose im Stavangergebiet. Videnskap. Skv. 1920. Nr. 10.
30. Graeff, F. Nachweis von Kersantit im Schwarzwald. Jahresber. oberrhein. geolog. Verein. 1900.
31. — Über Granit und Gneis im südlichen Schwarzwald. Z. deutsch. geol. Ges. Bd. XLIV. 1892. p. 553—559.
32. Grubenmann, U. Über einige tiefe Gneise aus den Schweizer Alpen. C. R. congr. géol. int. XI. p. 625.
33. — Die kristallinen Schiefer. II. Auflage, 1910.
34. Gutzwiller, E. Injektionsgneise aus dem Kanton Tessin. Lausanne, 1912.
35. Haffner, O. Über die Sedimentgneise des Schwarzwaldes. Stuttgart. Dissert. Tübingen. 1919.
36. Heim, A. Geologie der Schweiz. Bd. I. Heft 5. P. 391.
37. Heußner, H. Zur Geologie des Rheintals von Basel bis Waldshut. 1924. Basel.
38. Hezner, L. Ein Beitrag zur Kenntnis der Eklogite und Amphibolite etc. Tschem. Min.-Petr. Mitt. 1903.
39. Hirschi, A. Beitrag zur Kenntnis der gesteinsbildenden Biotite und ihrer Beziehungen zum Gestein. Zürich, 1901. P. 10.
40. Holmquist, P. J. Typen und Nomenklatur der Adergesteine. Geol. Fören. i. Stockholm. Förhandl. 1921.
41. Kalkowsky, E. Die Gneisformation des Eulengebirges, Habilitationsschrift, Leipzig, 1878.
42. Kelterborn, P. Geol.-Petr. Untersuchungen im Malcantone (Tessin). Diss. Basel 1922. Verhdl. naturf. Ges. Basel, Bd. XXXIV.
43. Kießling, A. Geol.-petr. Untersuchungen aus dem Granitgebiete von Barr-Andlau. Mittlg. geol. L.-A. Elsaß-Lothringen. Bd. 9. 1914.

44. Kloos, J. H. Studien im Granitgebirge des südlichen Schwarzwaldes, 1884.
45. Lacroix, A. Minéralogie de Madagascar, tome II, p. 245 ff.
46. Laubmann, H. Feldspatpseudomorphosen. N. J. Min. 1921. Bd I. Seite 15—24.
47. Lehmann. Untersuchungen über die Entstehung d. altkristallinen Schiefergest. etc. Bonn. 1884.
48. Limbrock, H. Der Granulit von Marbach-Granz. Wien. 1923. Jahrb. d. geol. Bundesanstalt.
49. Lotze, R. Beitrag zur Geologie des Aarmassivs. 1914. Z. deutsch. geol. Ges. Bd. 66. P. 217 ff.
50. Mäkinen, E. Die Granitpegmatite von Tammela (Finnland). Bulletin com. géol. Finl. Helsingfors. 1913.
51. — Über die Alkalifeldspäte. Geol. För. i. Stockholm. Förhandl. 39. 1917.
52. Meigen, W. und Kummer, R. Beitrag zur Kenntnis der Gneise im Südschwarzwald. Chemie der Erde. Bd. I. 1915.
53. Merian, P. Beiträge zur Geognosie. Bd. II. Geognostische Übersicht des südl. Schwarzwaldes. 1831.
54. Mülleried, F. Klüfte, Harnische und Tektonik des Dünkelberg und Basler Tafeljura. Verhdl. nat.- med. Ver. Heidelberg. N. F. XV. Heft. 1921.
55. Niggli, P. Gegenüberstellung von Gesteinsreihen metamorphen Ursprungs und Differentiationsserien. Diplomarbeit. 1911 (ungedruckt).
56. — Die Differentiation im Südschwarzwald. Centralblatt. 1911. P. 438.
57. — Das kristalline Grundgebirge bei Laufenburg. Jahrb. Oberrhein. geol. Ver. N. F. Bd. 2. 1912.
58. — Gleichgewichtserscheinungen zwischen Alkalicarbonaten und Kieselsäure. Z. anorg. Chem. Bd. 84. P. 229.
59. — Petrograph. Provinzen der Schweiz. Heimfestschrift. Zürich. 1919.
60. — Die leichtflüchtigen Bestandteile im Magma. Leipzig. 1920.
61. — Lehrbuch der Mineralogie, I. Aufl. 1920. Berlin.
62. — Gesteins- und Mineralprovinzen. Bd. I. 1923.
63. — Neuere Mineralsynthesen. III. Fortschr. Min. Bd. 8.
64. Philipp, H. Studien im Gebiet der Granite und des umgewandelten Gabbros des mittleren Wiesentales. Mitt. Bad. geol. L.-A. 1908. P. 325—410.
65. — Über Resorptions- und Injektionserscheinungen im südlichen Schwarzwald. Centralblatt. 1907. P. 76.
66. Reinhard, M. Der Coziagneiszug in den Rumänischen Karpaten. Diss. Zürich 1906. Bullt. Soc. de Sciint. An. XVI. Nr. 3 und 4. Bukarest.
67. Reinhold, F. Pegmatit- und Aplitadern aus dem Liegendenschiefer des Gföhler Zentralgneises etc. Tscherm. Min.-Petr. Mitt. 1911.
68. Rengger, A. Über das Schwarzwaldgebirge. Beitr. z. Geognosie. Tübingen. 1824. Bd. I.

69. Röhrer, F. Geol. Untersuch. der Beziehungen zwischen den Gesteinsspalten der Tektonik etc. im nördlichen Schwarzwald. I. Teil. Jahresber. Ob. geol. Ver. N. F. Bd. 1916. II. Teil. id. Bd. XI. 1922.
70. Rosenbusch, H. Studien im Gneisgebirge des Schwarzwaldes. Mittlg. Bad. Geol. L.-A. Bd. IV., Bd. V.
71. — Elemente der Gesteinslehre. Stuttgart. 1910.
72. Roy, S. K. Dissertation Zürich, 1925.
73. Sauer, A. Über Parallelstruktur an Massivgraniten des Schwarzwaldes. Ber. über die Versammlung der Oberrhein. geol. Ges. 1895.
74. — Die Gneisgliederung im Schwarzwald. Z. deutsch. geol. Ges. 1892. XLIV. P. 539.
75. — Geolog. Beobacht. im Aarmassiv. Sitzber. K. akad. Berlin. 1900. Bd. 39. P. 729.
76. — Das alte Grundgebirge Deutschlands. C. R. IX. Congr. géol. int. 1903.
77. Schalch, F. Die Amphibolite von Blatt Peterstal-Reichenbach Mittlg. Bad. geol. L.-A. Bd. III. 1895.
78. Schill, J. Geol. Beschrbg. der Umgebung von Waldshut. Karlsruhe. 1866. Beitr. zur Statistik der inn. Verwaltung. Heft 23.
79. Schneiderhöhn, Hs. Anleitg. zur mikr. Best. von Erzen usw. 1922.
80. Schwenkel, H. Die Eruptivgesteine des Schwarzwaldes. Tscherm. Min.-Petr. Mitt. 1912.
81. Sederholm, J.-J. Über ptygmatische Faltungen. N. J. Min. Bd. 36. 1913.
82. — Über die Entstehung der migmatitischen Gesteine. Geol. Rundschau. Bd. 4. P. 174. 1913.
83. — On synantetic minerals etc. Bull. d. l. com. geol. Finl. Nr. 48. 1916.
84. Seidlitz, v. Leitlinien varistischer Tektonik in Schwarzwald und Vogesen. Z. deutsch. geol. Ges. Bd. 66. 1914.
85. Sommer, W. Petrochemie des Lausitzer Granitmassives. 1921.
86. Sonder, R. A. Untersuchungen über den Differentiationsverlauf der spätpalaeoz. Granitintrusion im Gotthard. 1921.
87. Suter, H. H. Zur Klassifikation der Charnokit-Anorthositprovinzen. Schweiz. Min.-Petr. Mittlg. Bd. II. Heft 3 und 4.
88. Tribolet, M. d. Das Urgebirge im unteren Schlüchtale. Vierteljahresschrift. Zürich. Naturf. Ges. 1872. 17. Jahrgang.
89. Tschermak, G. Die gewöhnliche Umwandlung der Turmaline. Tscherm. Min.-Petr. Mitt. Bd. 21, 1902, S. 1 ff.
90. Walter, H. Über die Stromschnelle von Laufenburg. Vierteljahresschr. d. naturf. Ges. Zürich. 46. Jahrgang.
91. Weber, E. Studien über die Schwarzwaldgneise. Tscherm. Min.-Petr. Mitt. Bd. VII. 1885.
92. Weber, M. Studien an den Pfahlschiefern. Geogn. Jahreshefte. Bd. 23. 1910. München.
93. Weinschenk, E. Die Nickel-Magnetkies-Lagerstätten im Bezirk St. Blasien. Z. prakt. Geol. 1907. P. 73—86.
94. Wichmann, A. Pseudomorphosen des Cordierites. Z. deutsch. geol. Ges. Bd. XXVI, p. 675 ff.

95. Wilkens, O. Das kristalline Grundgebirge des Schwarzwaldes. Steinbruch 1908.
 96. Williams, G. Die Eruptivgesteine der Gegend von Triberg. Stuttgart. 1883.
 97. Wilser, I. H. Die Rheintalfflexur etc. Heidelberg. 1914.
 98. Ziegler, M. Münchberger Gneisgebiet. München. 1914.
-

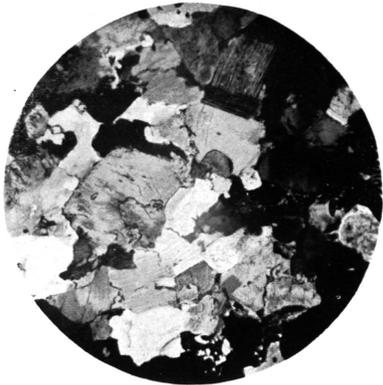


Fig. 1. Granitaplit, Laufenburg. \times Nic. Relativ gute Formen. Vergr. ca. 25-fach.



Fig. 2. Aplit, Schöffigen bei Laufenburg. Grobkörnig, verzahnt. \times Nic. Vergr. ca. 25-fach.

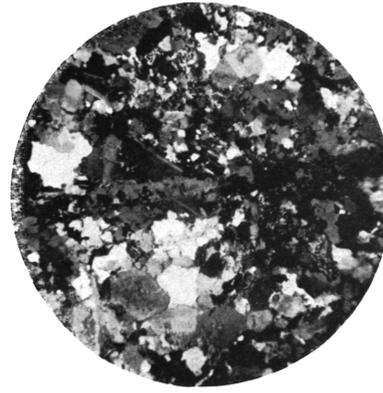


Fig. 3. Aplit, Schöffigen. Feinkörnig, durchtrüert von einem schmalen, quarzreichen Gänglein. \times Nic. Vergr. ca. 30-fach.



Fig. 4. Mikroclin, mikroperthitisch aus einem Pegmatit von Laufenburg. Die Albitstreifen bestehen aus orientierten, verzwilligten Einzelindividuen. \times Nic. Vergr. ca. 25-fach.

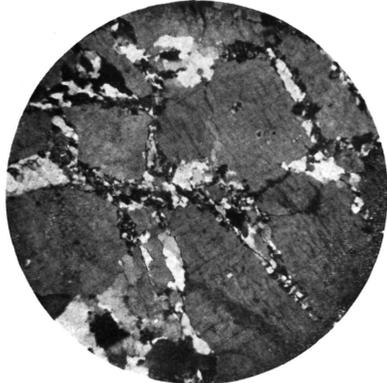


Fig. 5. Mikroclin aus einem roten Pegmatit unter dem bad. Bahnhof von Kl. Laufenburg. Korrosionskanäle durchziehen den Feldspat. \times Nic. Vergr. ca. 25-fach.

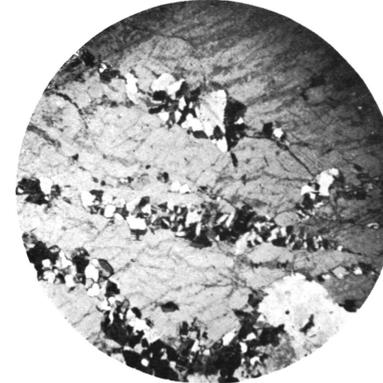


Fig. 6. Korrosionskanäle, aderig, buchtig in einem Mikroclin, dieselbe Lokalität wie Fig. 5. \times Nic. Vergr. ca. 30-fach.



Fig. 7. Eine durch Korrosion im Mikroclin entstandene Höhle ist erfüllt von Albitkristallen (Albitisation). Gleiche Lokalität wie Fig. 5. \times Nic. Ver. ca. 25-fach.



Fig. 8. Albit, feinlamelliert aus einem Turmalin-Pegmatit unter dem bad. Bahnhof von Kl. Laufenburg. \times Nic. Vergr. ca. 25-fach.

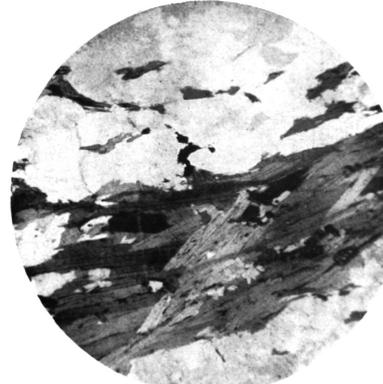


Fig. 11. Verflochtene Biotitlamellen aus dem Rote Fluogneiss Laufenburg, gew. Licht. Vergr. ca. 50-fach.

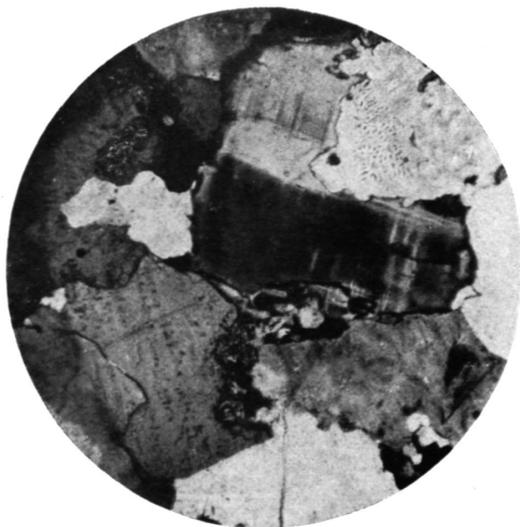


Fig. 9. Extrem stark injizierter Rote Fluhgneis, homogenisiert und myrmekithaltig. \times Nic. Vergr. ca. 25-fach.

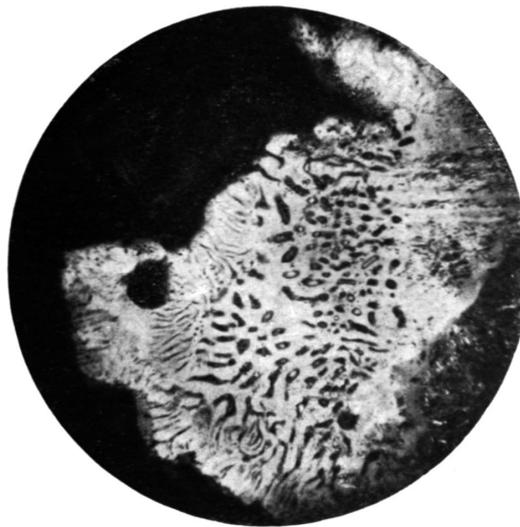


Fig. 10. Myrmekit der Fig. 9, vergrößert. Deutlich ist die Textur der Quarzausscheidungen zu erkennen; rechts unten der etwas zersetzte, lamellierte Plagioklas. \times Nic. Vergr. ca. 100-fach.

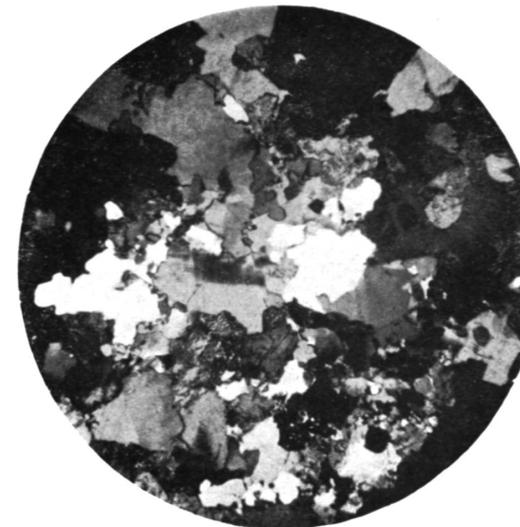


Fig. 12. Hochinjizierter, homogenisierter Hohwandgneis. Granoblastische Struktur mit sehr viel Myrmekit. \times Nic. Vergr. ca. 25-fach.

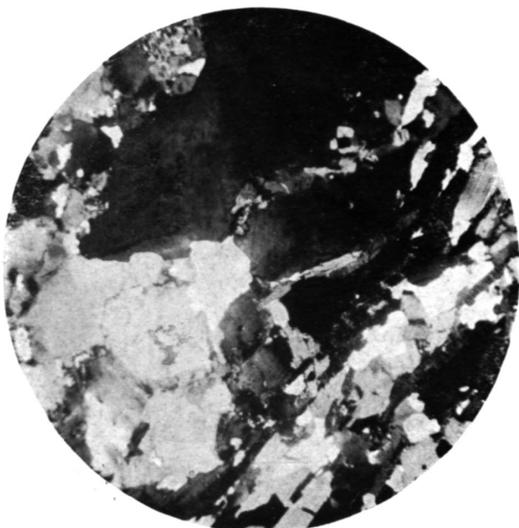


Fig. 13. Lagig injizierter Hohwandgneis. Sichtbar ist eine Ader mit dem angrenzenden Gneis. \times Nic. Vergr. ca. 25-fach.

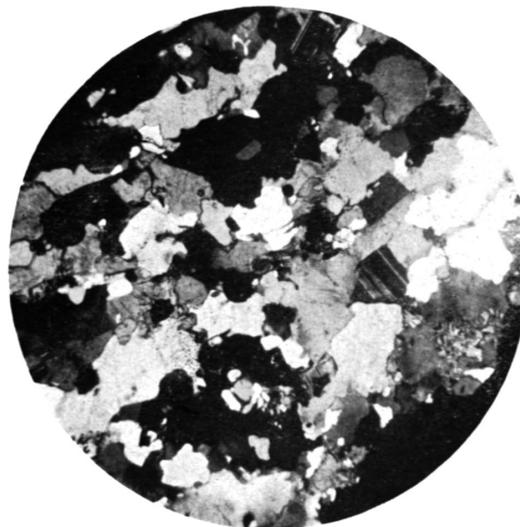


Fig. 14. Fortsetzung im Profil der Fig. 13. Man beachte das gut begrenzte Mikroklinindividuum der beiden Figuren (in Fig. 13 oben, in Fig. 14 rechts unten). Vergr. ca. 25-fach.

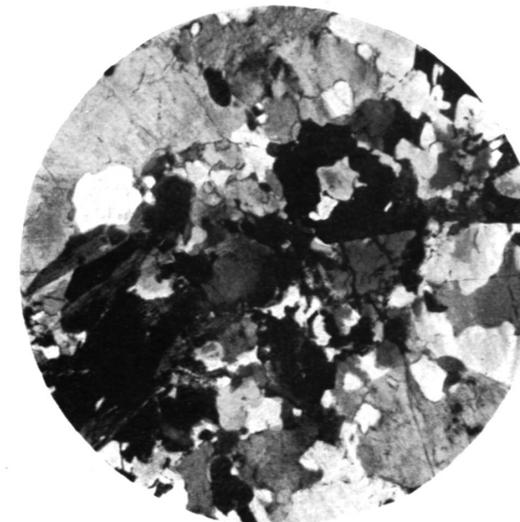


Fig. 15. Biotitlage in lagig injiziertem Gneis der Roten Fluh. Vergr. ca. 25-fach.



Fig. 1. Uferwand bad. Ufer oberhalb des Schöffigen. Deutlich sichtbar im Gneis senkrecht die Lamprophyre, schief einfallend die Aplite.

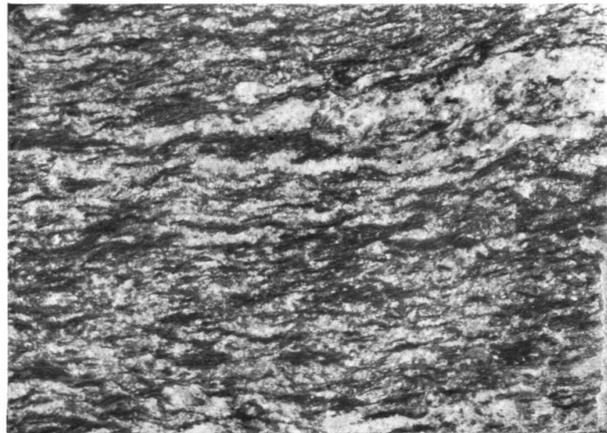


Fig. 4. Lagiger Rote Fluhgneis. Wellige Textur durch die verflochtenen Biotite. Rote Injektion. Maßstab 3 : 4.

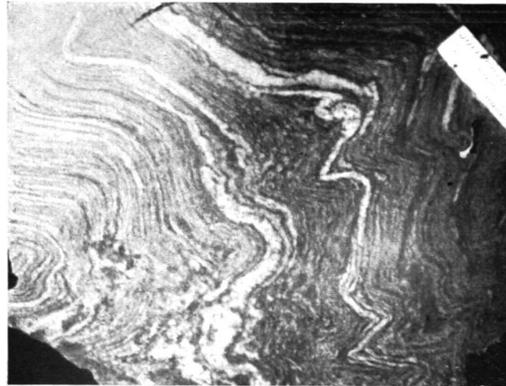


Fig. 2. Anschliff des Rote Fluhgneissubstrates mit vereinzelt Injektionsadern. Maßstab 1 : 4.

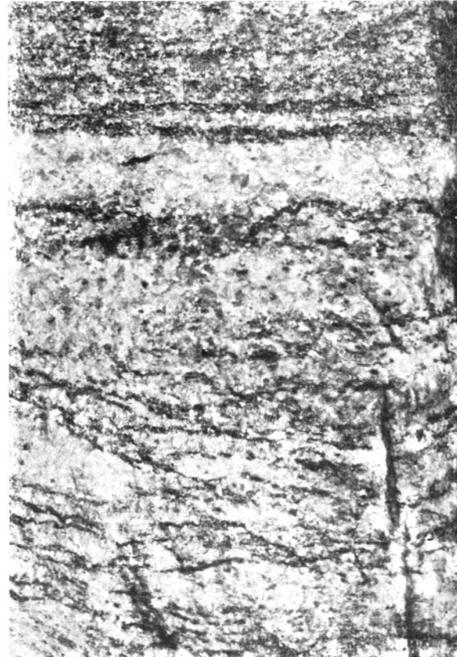


Fig. 5. Extrem lagig injizierter Rote Fluhgneis. Stellenweise flasrige, augige Textur. Maßstab ca. 5 : 6.

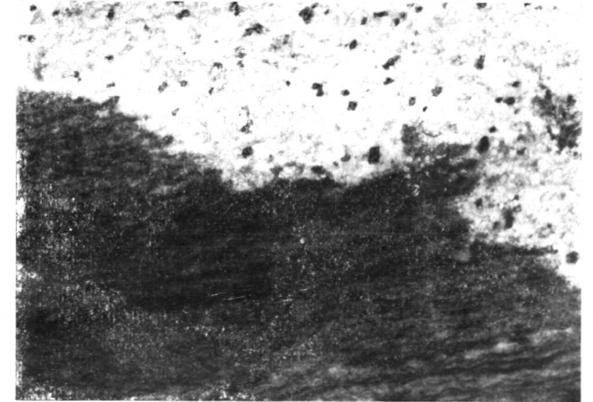


Fig. 3. Biotitresorption am Substrat des Rote Fluhgneises. Anschliff. Maßstab ca. 1 : 1.

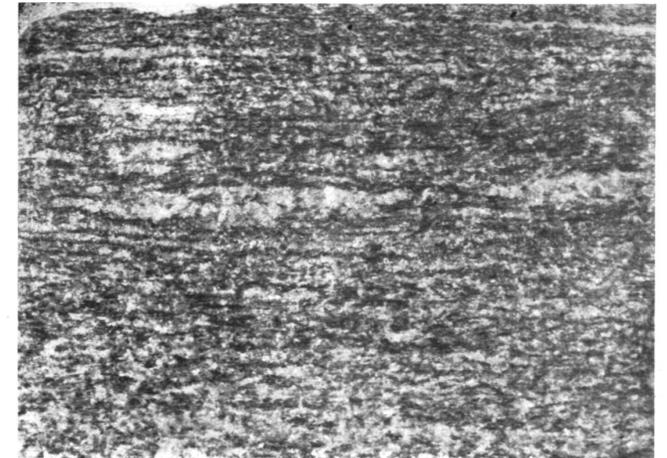


Fig. 6. Hohwandgneis, kaum injiziert. Maßstab 3 : 4

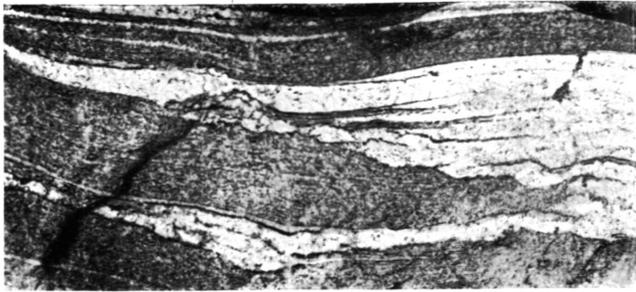


Fig. 7. Aufblätterung von Hohwandgneis durch Aplit und Pegmatit. Man beachte die einfachen und ruhigen Formen der Adern und Gneislagen im Gebiete des Aplites. Stark verkleinert.



Fig. 8. Injektion im Hohwandgneis. Ptygmatische Fältelungen. Gneisblock, Laufenburg. Stark verkleinert.

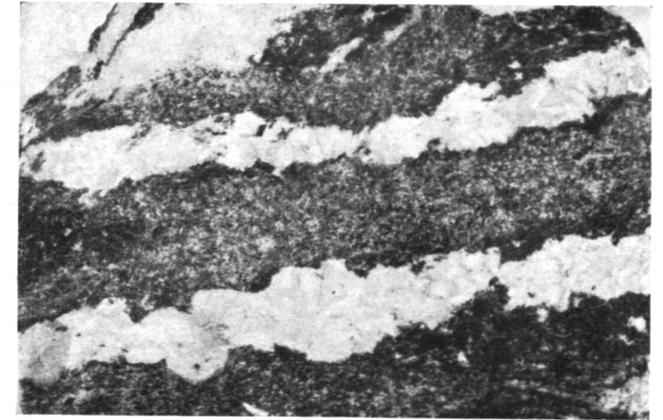


Fig. 9. Hohwandgneis mit Injektionsadern und Biotitsaum. Laufenburg. Maßstab ca. 4:7.

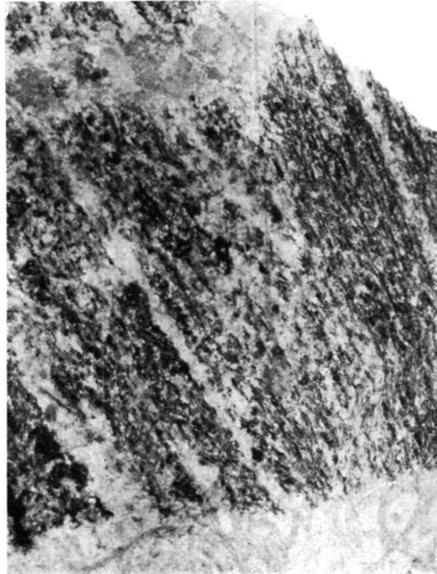


Fig. 10. Injizierter Hohwandgneis. Nachträgliche Quarzinfiltration. Laufenburg. Maßstab ca. 1:1.



Fig. 11. Injektionsader mit Biotitsaum. Maßstab 3:4.

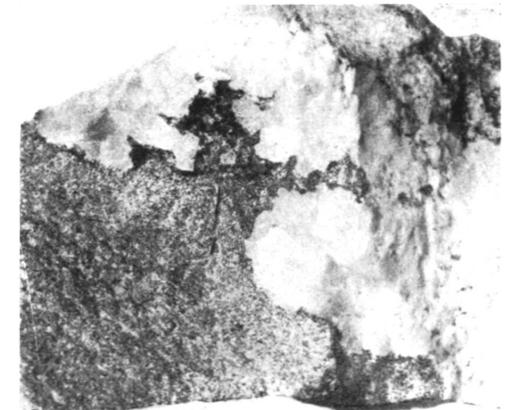


Fig. 12. Injektionsader, randlich buchtig in den Gneis eingreifend. Injektionsgneis Laufenburg. Maßstab ca. 4:7.

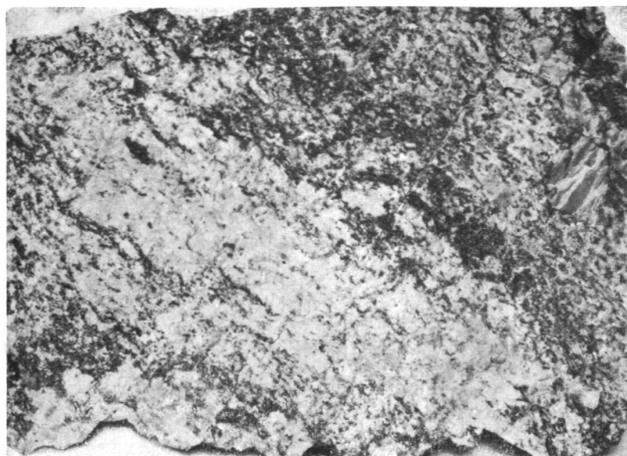


Fig. 13. Hochinjizierter Hohwandgneis (weiße Injektion).
Laufenburg. Maßstab ca. 2:3.

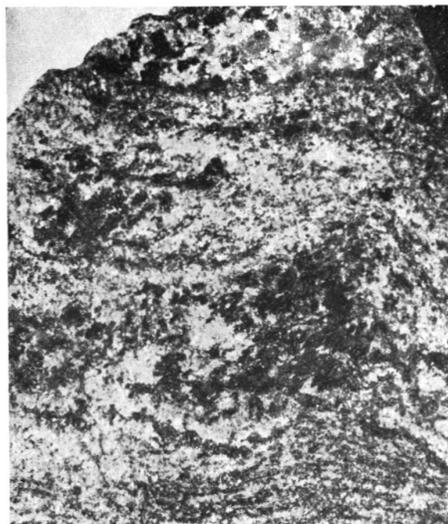


Fig. 14. Hochinjizierter Hornblendegneis unter dem Rathaus
Laufenburg. Maßstab ca. 1:2.

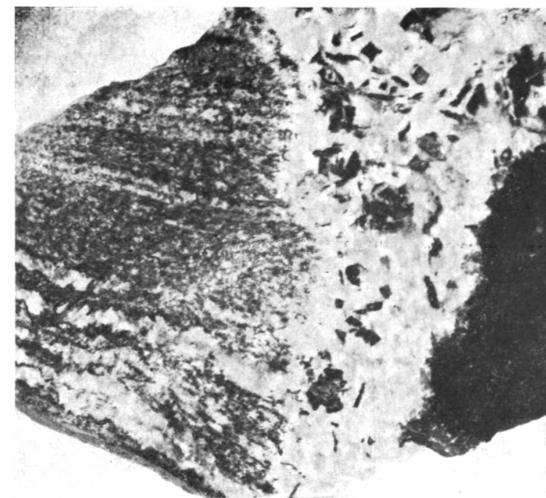


Fig. 15. Kontakt zwischen weißem Pegmatit und Hohwandgneis.
Ausbildung von divergentblättrigem Biotit (Laufenburg).
Maßstab ca. 2:3.

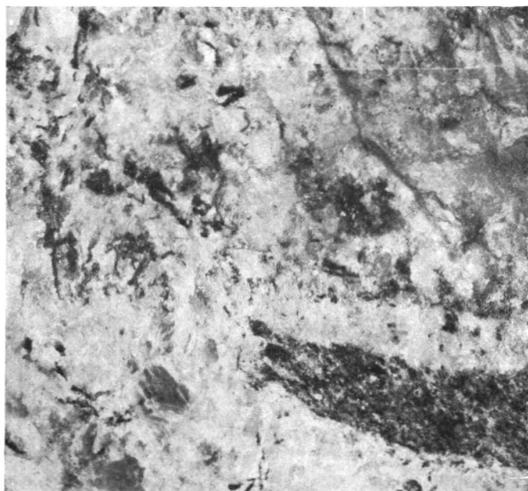


Fig. 16. Gneis-Einschluß in weißem Pegmatit, Laufenburg.
Große Feldspäte, divergentblättrige Biotite. Maßstab ca 1:1.

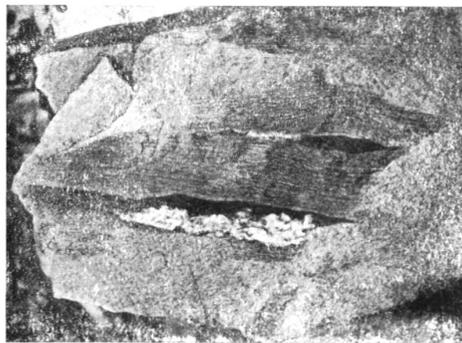


Fig. 17. Einschluß von injiziertem Hohwandgneis in einem grob-
körnigen, roten Aplit, Laufenburg. Stark verkleinert.

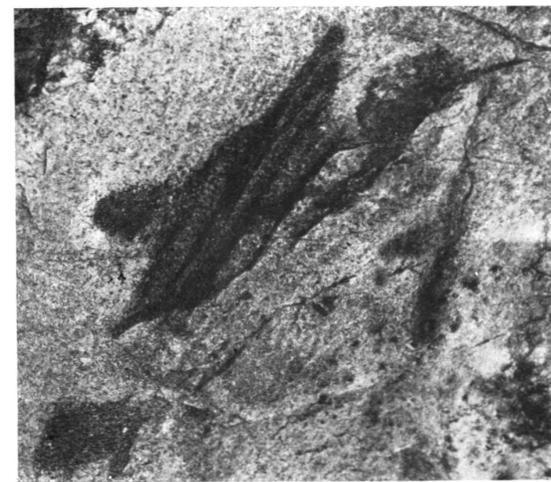


Fig. 18. Einschluß von Rote Flußgneis im Turmalinaplit
unter dem bad. Bahnhof Laufenburg. Maßstab 1:2.