

## Zur Ökologie der aquatilen Rhynchoten.

Von

**Dr. H. Wefelscheid**

(Essen).

---

Mit 3 Textfiguren.

---

Die im 71. Jg. der Verhandlungen dieses Vereins veröffentlichte Arbeit von W. Bollweg „über die Faunistik und Ökologie der in der Umgebung Bonns vorkommenden aquatilen Rhynchoten . . .“ bedarf einiger Berichtigungen, soweit sich ihre Angaben auf *Plea minutissima* beziehen.

Zunächst wird über die Eier angegeben (S. 178): „Diese waren kugelig, etwa  $\frac{1}{2}$  mm im Durchmesser und einzeln an das Blatt mit einem ganz kurzen Stiel angeheftet.“ Diese Beschreibung widerspricht durchaus meinen Beobachtungen, die ich in den Jahren 1910 und 11 an *Plea*-Eiern gemacht, und über die ich 1912 im 32. Band der Zoologischen Jahrbücher, Abt. f. Systematik, ausführlich berichtet habe<sup>1)</sup>. Ich fand stets längliche Eier mit unregelmäßig elliptischem Umriß, die mehr als doppelt so lang wie breit waren. Die der Bauchseite des Embryos entsprechende Längsfläche ist stark konvex vorgekrümmt, während auf der Rückenseite das Ei fast bis zur Ebene

---

1) Dem Verlag G. Fischer in Jena bin ich für die freundliche Zusendung der Klischees zu den hier nochmals zum Abdruck kommenden Textfiguren 1–3 zu Dank verbunden.

abgeflacht ist (s. Fig. 1). Von einem kurzen Stiel und einer Anheftung durch diesen an Blätter habe ich nie etwas bemerkt. Solche ♀, die ich während der Zeit der Ei-Ablage in kleinen mit Wasser gefüllten Uhrgläschen

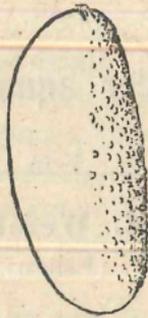


Fig. 1. Ei von *Plea minutissima* in seitlicher Ansicht.

isolierte, legten ihre Eier einfach auf den Boden dieses Gläschens ab. Ich habe auch aus solchen Eiern lebende Larven züchten können. In größeren Gefäßen dagegen, die mit Wasserpflanzen versehen waren, wurden die Eier stets in Stengel oder Blätter eingbohrt, und zwar so, daß sie fast vollständig im Pflanzengewebe verborgen waren. Ich habe mehrfach solche Eier in Stengeln und in der Unterseite der schwimmenden Blätter von *Batrachium aquatile* beobachtet und ihre Lage in der Pflanze eingehend beschrieben (a. a. O. S. 399, s. Fig. 2).

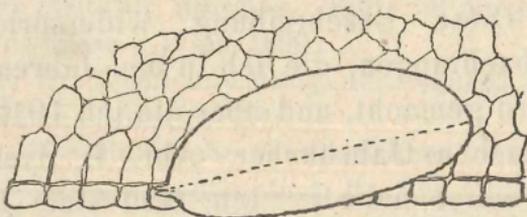


Fig. 2. Längsschnitt durch ein eingebohrtcs Ei.

An dem vorderen, der Kopfseite des Embryos entsprechenden Pole, der in der Ei-Röhre des ♀ von der Geschlechtsöffnung abgewendet ist, fand ich eine Mikropyle. Sie ragt, ähnlich wie bei dem Ei von *Notonecta*, in Form einer Röhre über das Chorion empor und zeigt sich ein klein wenig nach der Rückenseite des Eies hin verschoben

(s. Fig. 3). Daß Bollweg die Mikropyle für einen Anheftungsstiel gehalten hat, ist nicht anzunehmen, denn sie ist im Vergleich zum Ei äußerst winzig. Vielleicht liegt eine Verwechslung mit andern Eiern vor?

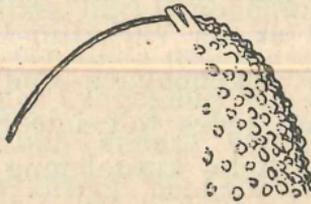


Fig. 3. Vorderer Eipol mit Micropyle.

An isolierten und sorgfältig beobachteten Eiern habe ich eine Embryonal-Entwicklung von durchschnittlich 4 Wochen festgestellt. Die ersten Larven krochen 23 oder 24 Tage, die letzten 33 Tage nach der Ei-Ablage aus dem Ei aus. Die von Bollweg aus einer einzelnen indirekten Beobachtung erschlossene Dauer von 40 Tagen für die Embryonal-Entwicklung ist also als Durchschnittswert jedenfalls zu hoch gegriffen.

Die von Bollweg angegebenen Maße für die Länge der verschiedenen Larven-Stadien stimmen gut mit den von mir festgestellten Werten überein; nur fehlt bei Bollweg das 6. Larven-Stadium, das sich allerdings in der Länge kaum von der jungen Imago unterscheidet. Ich habe aus mehr als 300 Messungen Durchschnittswerte für die Länge und Breite der 6 Larven-Stadien berechnet. Für die Längen fand ich folgende Werte (in Klammern die entsprechende Messung von Bollweg):

1. Stadium	0,83 mm	(0,8 mm),
2. "	1,0 "	(1,0 " ),
3. "	1,34 "	(1,3 " ),
4. "	1,63 "	(1,6—1,68 " ),
5. "	2,0 "	(2,0—2,2 " ),
6. "	2,43 "	—

Auch über die Ei-Ablage und Larven-Entwicklung von *Notonecta* bestehen neuere Angaben, die von Bollweg nicht berücksichtigt sind. Julian Hoppe hat 1910

und 11 bei *Notonecta glauca* 5 Larven-Stadien festgestellt, während Bollweg 6 Stadien unterscheiden zu können glaubt. Hoppe hat die Larven nach Länge, Breite und Höhe gemessen und Durchschnittswerte für jedes Stadium berechnet. Das Produkt aus den 3 Abmessungen (Länge  $\times$  Breite  $\times$  Höhe) hat er als Verhältniszahl für den Körperinhalt der Larven angenommen und durch Vergleichen herausgefunden, daß jedes folgende Stadium immer etwa die dreifache körperliche Ausdehnung des vorhergehenden hat. Die von ihm gemachten Angaben über die Körperlänge der Larven weichen von denen bei Bollweg wesentlich ab, weshalb hier beide nebeneinander gestellt seien (die von Bollweg wieder in Klammern):

1. Stadium	2,5 mm	( 2,3— 2,4 mm),
2. " "	3,5 "	( 2,9— 3,0 " ),
3. " "	5,5 "	( 3,5— 4,2 " ),
4. " "	8,0 "	( 5,8— 6,25 " ),
5. " "	11,0 "	( 8,1 " ),
6. " "	—	(10,5—12,2 " ).

Auch über die Lebensdauer des Tieres und über die Anzahl der Generationen in einem Jahre macht Hoppe bereits für *Notonecta glauca* ganz bestimmte Angaben: „Von der Ei-Ablage vergeht bis zum Auschlüpfen der Larven etwa 1½ Monat. . . Zwischen den einzelnen Larven-Stadien ist ein Zwischenraum von etwa 10—14 Tagen vorhanden. Der Zwischenraum zwischen Larve V und den Imagines ist etwas größer. Die Imagines gebrauchen einige Monate, um geschlechtsreif zu werden. Nur selten kommt es vor, daß Tiere noch in demselben Jahre reif werden. Die Regel ist, daß sie erst im kommenden Frühling so weit entwickelt sind um copulieren zu können. Bald nach der Ei-Ablage sterben die Imagines ab. . . Es tritt jährlich nur eine Generation auf.“

Die Beobachtungen Bollwegs lassen sich mit diesen Angaben wohl in Einklang bringen, denn er fand die ersten frisch ausgeschlüpften Imagines am 5. VII. 13 und weitere frisch geschlüpfte Imagines am 17. VII., 5. VIII.,

24. IX. und 24. X. Hoppe, der seine Beobachtungen in der Umgebung von Greifswald anstellte, setzt das erste Auftreten der jungen Imago auf Ende Juli und Anfang August. Der Unterschied erklärt sich wohl durch das verschiedene Klima der Beobachtungsorte.

Hier sei noch erwähnt, daß die nordische *Notonecta lutea*, die wohl in der Umgebung von Bonn garnicht vorkommt, sich wesentlich anders verhält. Nach Hoppe, der sie in Pommern öfters beobachtet hat, schreitet sie im Herbst, etwa Ende September zur Ei-Ablage, und ihre Eier überwintern dann. Nähere Angaben darüber fehlen noch, doch paßt dazu eine Angabe von Wesenberg-Lund (S. 468), der unter den vielen Wasserwanzen, die er im Winter unter dem Eise hervorfischte, wohl häufig *Notonecta glauca*, niemals aber *Notonecta lutea* fand, obwohl diese an der betreffenden Stelle sonst nicht selten war.

Zu den systematischen Angaben Bollwegs über die Larven der *Corixidae* findet sich eine wertvolle Ergänzung bei Joh. Hagemann (S. 8), der wenigstens für *Macrocorixa Geoffroyi* 5 Larven-Stadien festgestellt und sehr eingehend beschrieben hat.

### Literatur.

- Bollweg, W., 1914. Beitrag zur Faunistik und Ökologie der in der Umgebung Bonns vorkommenden aquatilen Rhynchoten mit besonderer Berücksichtigung ihrer Larvenverhältnisse. Verhandl. d. Naturh. Ver. d. pr. Rh. u. W. Jg. 71.
- Hagemann, J., 1910. Beiträge zur Kenntnis von *Corixa*. Zoolog. Jahrb. Bd. 30 Abt. f. Anat.
- Hoppe, J., 1911. Die Atmung von *Notonecta glauca*. Zoolog. Jahrb. Bd. 31. Abt. f. Physiol.
- Wefelscheid, H., 1912. Über die Biologie und Anatomie von *Plea minutissima* Leach. Zoolog. Jahrb. Bd. 32. Abt. f. Syst.
- Wesenberg-Lund, 1911. Über die Respirationsverhältnisse bei unter dem Eise überwinternden, luftatmenden Wasserinsekten, besond. der Wasserkäfer u. Wasserwanzen. Internat. Rev. d. ges. Hydrobiol. u. Hydrograph. Bd. III S. 467—486.

# Petrographisch-chemische Untersuchungen an Gesteinen von der Perlenhardt im Siebengebirge.

Von

**Anna Hoepfner**  
aus Berlin.

---

Mit 2 Textfiguren.

---

## Inhaltsübersicht.

	Seite
A Die Eruptivbreccie und das hellgraue Gestein . . . . .	83
I. Petrographischer Teil . . . . .	85
1. Die Eruptivbreccie und ihre Einschlüsse . . . . .	88
2. Das hellgraue Gestein im Kontakt mit der Eruptivbreccie . . . . .	93
II. Chemischer Teil . . . . .	97
1. Analyse des hellgrauen Gesteins . . . . .	97
2. Die chemische Zusammensetzung der Eruptivbreccie . . . . .	103
B. Die Einschlüsse in dem hellgrauen Gestein . . . . .	106
I. Konkretionen . . . . .	106
1. Konkretionen mit vorwaltendem Feldspat . . . . .	106
2. Feldspatkonkretionen mit reichlichem Gehalt an Hornblende, Augit und Glimmer . . . . .	110
II. Einschlüsse selbständiger Natur . . . . .	117
1. Bruchstück einer Trachytart . . . . .	117
2. Metamorphosierte Schieferfragmente . . . . .	118

---

Der Kuppenkette, die sich vom Drachenfels aus in ostnordöstlicher Richtung parallel dem Rhöndorfer Tal durch das Siebengebirge hinzieht, schließt sich bei Ittenbach als letztes Glied die Perlenhardt an, eine kleine, unscheinbare Erhebung, die nach Zehler ihren Namen wahrscheinlich nach dem durch schneeweiße Plagioklaskörnchen gefleckten, perlenartigen Aussehen ihres Gesteins führt<sup>1)</sup>. Auf der Ost- und Westseite des rings von Gebüsch umgebenen Bergrückens ragen die in grobe Pfeiler abgesonderten Felsmassen empor, welche durch einen langjährigen Steinbruchbetrieb bloßgelegt sind. Diese prächtigen Aufschlüsse gestatten eine eingehende Beobachtung des hellgrauen Gesteins, das infolge der ausgezeichnet porphyrischen Struktur als der beste Vertreter des Drachenfelstypus gilt. Es ist einem in der Tiefe der Perlenhardt anstehenden, dunkelfarbigem und sehr harten Gestein von brecciösem Habitus aufgelagert, das sofort durch stark hervortretende Fluidalstruktur, sowie durch die äußerst zahlreichen hellen Einschlüsse, die nahezu die Hälfte der Gesamtmasse ausmachen, auffällt. Dieses bisher in der Literatur nicht erwähnte grau- bis grünlichschwarze Gestein hat Herr Geh. Bergrat Professor Dr. Busz in dem kleineren, westlichen Steinbruch aufgefunden. Auf seine Anregung wollte ich versuchen, dieses Vorkommen in seinen Lagerungsverhältnissen an Ort und Stelle zu studieren. Es war aber der Beobachtung nicht mehr zugänglich, da in diesem Steinbruch, der schon seit mehreren Jahren nicht mehr ausgebeutet wird, das Wasser bis zu 3 m Höhe gestiegen war.

Um den engeren genetischen Zusammenhang dieses breccienartigen Gesteins mit dem darauflagernden „Drachen-

---

1) J. G. Zehler, Das Siebengebirge und seine Umgebungen nach den interessanten Beziehungen dargestellt. Crefeld 1837. S. 114.

fels-Trachyt“ klarer überblicken zu können, wurde auch dieser zum Gegenstand der Untersuchung gemacht. Dies schien um so mehr berechtigt, als die früheren Forscher in ihren Arbeiten ausschließlich die mineralogische Zusammensetzung, wie sie sich im Mikroskop offenbart, berücksichtigten, hingegen auf die Ausführung chemischer Analysen keinen oder nur geringen Wert legten. Es sind nur wenige Analysen vom Drachenfelstrachyt und seinen Mineralien vorhanden, die zudem meist veraltet und vielfach lückenhaft und unzuverlässig sind. Da aber die sichere Charakterisierung eines Gesteins ohne genaue chemische Kenntnis desselben nicht möglich ist, bildet die Ermittlung der chemischen Zusammensetzung des Perlenhardter Gesteins einen Bestandteil der vorliegenden Arbeit.

Weiterhin soll auch den Einschlüssen des Gesteins eine besondere Untersuchung gewidmet werden. Sie sind teils endogener, teils exogener Natur. Zu den ersteren gehören bisher nicht beschriebene, feinkörnige Konkretionen von sanidinitartigem Habitus, sowie dunklere, trachytähnliche Einschlüsse, die von v. Rath<sup>1)</sup> und Pohlig<sup>2)</sup> als Bruchstücke einer Trachytart angesehen wurden, während Laspeyres<sup>3)</sup> ihre Stellung zum umhüllenden Gestein klarer erkannte und sie als magmatische Tiefenausscheidungen deutete. Eine nähere Beschreibung fehlt bei allen diesen Autoren. — Bei weitem vorherrschend sind metamorphe Schieferfragmente, die zwar von Pohlig<sup>4)</sup> beschrieben sind, die aber in bezug auf ihre Entstehung wohl nicht immer ganz zutreffend von ihm erkannt wurden. —

---

1) v. Rath, Beiträge zur Petrographie. Zeitschrift der dtsh. geolog. Gesellsch. Berlin 1875. S. 330.

2) H. Pohlig, Die Schieferfragmente im Siebengebirger Trachyt von der Perlenhardt bei Bonn. Tscherm. Mitt. III. 1881. S. 341.

3) H. Laspeyres, Das Siebengebirge am Rhein. Verh. d. Naturh. Ver. d. pr. Rh. u. W. Jg. 57, Bonn 1900. S. 323.

4) H. Pohlig, l. c. S. 336—363.

Somit wäre auch betreffs der Einschlüsse noch manches zu sagen.

Die Anregung zu dieser Arbeit erhielt ich durch Herrn Geh. Bergrat Prof. Dr. Busz, der mir auch das zum größten Teil von ihm selbst gesammelte Material in liebenswürdiger Weise zur Bearbeitung überließ und mir während meiner Untersuchungen stete, fördernde Hilfe gewährte. Ich sage ihm auch an dieser Stelle aufrichtigen Dank.

### Petrographische Untersuchung der Eruptivbreccie.

Das unter dem „Trachyt“ anstehende Gestein, das schon makroskopisch als Eruptivgestein von breccienartigem Habitus gekennzeichnet ist und im folgenden unter dem Namen Eruptivbreccie angeführt werden soll, besitzt bei anscheinend deckenartiger Ausbreitung eine nur geringe Mächtigkeit. Es ist ein dichtes, dunkles Gestein von graugrüner Farbe und splitterigem Bruch. Seine Härte liegt zwischen 5 und 6. Als etwas größere Ausscheidungen treten aus dem sonst völlig dichten Gefüge nur glänzende, sechsseitige Glimmerblättchen, weiße bis gelblich trübe Feldspatkörner und vereinzelt dunkle, prismatische Hornblendekristalle hervor. Die erwähnte eigenartige Struktur zeigt sich besonders auf dem Querbruch und wird durch die zahlreichen Einschlüsse, um welche sich die „Grundmasse“ als zähflüssiges Magma stromartig gewunden zu haben scheint, verstärkt. Unter diesen letzteren sind unregelmäßig begrenzte eckige, seltener abgerundete Bruchstücke trachytischer Natur bei weitem vorherrschend und heben sich durch ihre licht- bis blaugraue, bisweilen rostbraune Farbe deutlich von dem dunklen Grunde ab. Sie sind von wechselnder Größe. Neben Einschlüssen mit einem Durchmesser von 2—5 cm finden sich sehr häufig solche von Haselnuß- und Erbsengröße. Viele treten erst im Mikroskop hervor, dann aber in solcher Zahl, daß der Schliff dadurch ein geflecktes Aussehen erhält und man

den Eindruck gewinnt, als sei feinstes Trachytstaub in das Magma gefallen.

Außer den Trachytbrocken sind, wenn auch spärlich, Grauwackestücke und metamorphosierte Schieferfragmente von der Lavamasse umhüllt.

Dieses makroskopische Bild wird durch die Beobachtung im Dünnschliff bestätigt und ergänzt. Die Struktur des Gesteins ist deutlich porphyrisch; als Einsprenglinge finden sich hier außer Biotit, Feldspat und Hornblende auch Apatit, etwas Augit und sehr viel Eisenerz.

Die glasreiche Grundmasse ist im allgemeinen nicht differenzierbar. Nur winzige Feldspatleistchen und dunkle Magnetitkörner sind darin zu erkennen. In der Hauptsache aber besteht sie aus isotropen, grauen, stellenweise durch Verwitterung des Eisenerzes gelbbraun gefärbten, schlierenförmigen Massen, zu denen sich reichlich eine gelbliche, glimmerige Substanz gesellt, die durch ganz schwachen, aber deutlichen Pleochroismus von farblos nach gelblich, sowie durch die hohen Interferenzfarben bei gekreuzten Nicols an Biotit erinnert. Diese glimmerähnlichen und die isotropen Schichten schmiegen sich innig um die größeren Ausscheidungen und Einschlüsse herum, sodaß dadurch auch im Mikroskop die Fluidalstruktur hervortritt.

Allen Einsprenglingen ist eine fragmentare Ausbildung eigen. Vollständige Kristalle wurden fast nie beobachtet, was darin seinen Grund haben mag, daß die massenhaft eingeschlossenen Bruchstücke der Bewegung des Magmas bedeutenden Widerstand entgegengesetzt und so eine Zertrümmerung der bereits ausgeschiedenen Mineralien bedingt haben.

Feldspat ist der herrschende Gemengteil. Zu dem monoklinen Alkalifeldspat tritt in wechselnder Menge, meist aber reichlich, Kalknatronfeldspat hinzu. Die in der Regel zerbrochenen Kristalle sind vollkommen frisch und fast einschlußfrei; nur ganz vereinzelt umschließen sie opake Körnchen und feinste Interpositionen, deren Natur wegen ihrer geringen Dimensionen nicht näher be-

stimmt werden konnte. Sie zeigen gewöhnlich geradlinige Umrisse. Hin und wieder jedoch sind sie nicht scharf gegen die Grundmasse abgegrenzt, sondern gehen allmählich darin über. Spaltrisse treten an kleineren Individuen nicht auf; bei den größeren hat sich auf ihnen vielfach Eisenhydroxyd abgesetzt.

Statt der zerbrochenen Formen, die der Feldspat und die anderen Mineralien aufweisen, zeigt der Biotit wellenförmige Deformationen, die aber auf dieselbe Ursache, nämlich auf den Druck des fließenden Magmas, zurückzuführen sind, was sich aus der Lagerung der Biotitblättchen, die den fluidalen Windungen der Lavamasse folgen, ergibt. Im Schlicke finden sich vorwiegend Längsschnitte, deren einzelne Lamellen häufig gegeneinander verschoben sind. Magmatische Resorption und Zersetzungserscheinungen wurden kaum wahrgenommen. Der Pleochroismus ist kräftig, b-c tiefbraun, a hellgelb.

Hornblende ist in manchen Schlicken reichlich, in anderen spärlicher vorhanden. Sie ist von bräunlichgrüner Farbe und läßt bisweilen noch gute Querschnitte mit dem charakteristischen Winkel der Spaltrisse erkennen. Randliche Auflösung durch das Magma ist auch hier äußerst selten zu beobachten. Dies steht im Einklang mit den Untersuchungen *Doelters*<sup>1)</sup>, nach denen die Korrosionserscheinungen an Biotit und Hornblende um so weniger ausgeprägt sind, je größer der Glasgehalt der Grundmasse ist, was *Becke* auf Unterkühlung zurückführt.

Augit, der nur in ganz unregelmäßigen Fetzen vorkommt, ist farblos bis lichtgrün gefärbt und ohne wahrnehmbaren Pleochroismus.

Opakes Erz ist in so beträchtlicher Menge vorhanden, daß es zum großen Teil die dunkle Farbe des Gesteins bedingt. Es ist in äußerst winzigen Partikelchen im Gesteinsgewebe eingestreut und kommt auch als Einsprengling in gut ausgebildeten Kristallen mit stahlblauem

---

1) C. Doelter, *Petrogenesis*. Braunschweig 1906. S. 111.

Schimmer und starkem Metallglanz vor. Öfters bildet es lappige, wie zerhackt aussehende Partien, die sich den isotropen, schlierenförmigen Schichten eng anschmiegen und alle Biegungen und Windungen derselben mitmachen. Häufig hat sich infolge von Oxydationserscheinungen rostbraunes Eisenhydroxyd gebildet, das den angrenzenden Lagen eine braungelbe Färbung verleiht. Ob dieses Erz aus Magnetit oder Ilmenit besteht, läßt sich nicht immer mit Sicherheit entscheiden. Jedenfalls bezeugen die sechsseitigen Querschnitte, welche manche Körner aufweisen, sowie charakteristische, skelettartige Wachstumsformen, die mehrfach beobachtet wurden, daß wenigstens ein Teil der dunklen Erzkörnchen dem Titaneisen angehört.

Apatit ist ziemlich gleichmäßig, wenn auch nicht gerade häufig, im Gestein verbreitet. Es kommt sowohl in unregelmäßigen Körnern als auch in kurzen, verhältnismäßig dicken Säulchen mit deutlicher Quergliederung und zuweilen pyramidaler Endigung vor.

Gelegentlich tritt auch Zirkon in kleinen, gedrunge- nen Prismen in den Bestand der Lavamasse ein und ist an seiner rauhen Oberfläche und den hohen Interferenz- farben leicht kenntlich.

### Die Einschlüsse in der Eruptivbreccie.

Die dieser so charakterisierten „Grundmasse“ eingelagerten Einschlüsse erweisen sich auch im Dünnschliff als fremde, von der Lava aufgenommene, aber nicht verarbeitete Bruchstücke. Man erkennt hier noch besser, als es mit dem bloßen Auge möglich war, wie das Magma sich schlierenförmig um die unregelmäßig begrenzten Frag- mente gewunden hat. Doch haben diese ihren normalen Habitus fast gänzlich bewahrt. Die einzige Erscheinung, welche auf eine schwache kaustische Veränderung hin- deuten würde, wäre, daß die Einschlüsse bisweilen, eine durch starke Anreicherung der Erzpartien veranlaßte, dunkle Umgrenzung zeigen, um welche sich gewöhnlich eine trüb-

braune, von Eisenhydroxyd völlig durchtränkte Zone lagert. Eine weitere tiefergreifende Metamorphose konnte nicht festgestellt werden, woraus geschlossen werden muß, daß das Magma bei Aufnahme der Bruchstücke keine sehr hohe Temperatur gehabt haben kann.

Auch im Mikroskop erweist sich die Zahl der Einschlüsse, die dem Grundgebirge entstammen, als außerordentlich gering. Es sind devonische Grauwackestücke, welche sich in nichts von einer gewöhnlichen Grauwacke unterscheiden, und Sanidingesteine, die neben dem vorherrschenden Feldspat noch Biotit, Magnetit und bisweilen Spinell enthalten und durch Mineralbestand und Textur ihre Herkunft von kristallinen Schiefnern verraten, aus denen sie durch Einwirkung hoher Temperaturen hervorgegangen sind. Auf sie soll erst bei Besprechung ähnlicher Einschlüsse in dem hellgrauen Trachyt näher eingegangen werden.

Ungleich häufiger treten Einschlüsse von vulkanischer Natur auf. Im Gegensatz zu dem wechsellvollen Aussehen, das sie der makroskopischen Beobachtung darbieten, tragen sie hinsichtlich der Mineralzusammensetzung und der Ausbildung der einzelnen Gemengteile ein wesentlich gleiches Gepräge, das im folgenden an einem typischen Beispiel näher charakterisiert werden soll.

Die Grundmasse ist hyalopilitisch entwickelt und enthält neben winzigen Magnetitkörnchen und feinen, stellenweise deutlich fluidal struierten Feldspatleisten reichlich Glas ausgeschieden. das öfters farblos ist, häufiger jedoch infolge kleinster Interpositionen gelblichbraun gefärbt erscheint.

Unter den Einsprenglingen überwiegt zwar nicht der Größe, aber doch der Zahl nach der Feldspat, der, wie die Zwillingsstreifung bei gekreuzten Nicols erkennen läßt, zum großen Teil der Gruppe der Plagioklase angehört. Überall zeigt er beginnende Zersetzung durch stellenweise auftretende Trübungen. Einschlüsse finden sich im Feldspat nur selten; wenn solche vorkommen, sind es kleine

Magnetitkörner, kurze, wasserklare Apatitnadeln und rundlich begrenzte Glaseinschlüsse. Hin und wieder konnte Zonarbau beobachtet werden; doch heben sich die Zonen nicht scharf voneinander ab.

Der Biotit ist stark in Umwandlung begriffen. Er weist deutliche Spuren magmatischer Resorption auf, der zufolge sich ein dichter Kranz von dunklen Erzkörnchen ausgeschieden hat; außerdem haben sich auch auf den Spaltrissen und sogar rund um die von dem Glimmer eingeschlossenen Feldspatstückchen Magnetitkörner in großer Zahl gebildet, und öfters ist die Grundmasse zungenförmig in das Innere eingedrungen, sodaß die Kristalle ein zerhacktes und zerfressenes Aussehen angenommen haben. Querschnitte sind durch eine dunkelrotbraune Färbung ausgezeichnet. Längsschnitten ist ein kräftiger Pleochroismus von bräunlichgelb nach rotbraun eigen. Die Lamellen sind zuweilen infolge von Druckwirkungen geknickt und zerbrochen.

Von der Hornblende, die ebenfalls in dem Gesteinsbestand einen wesentlichen und ziemlich häufig vorkommenden Gemengteil bildet, sind zumeist nur die Umrisse geblieben, auf welchen sich ein breiter Saum von opakem Erz gebildet hat, während das Innere gewöhnlich leer ist oder mit einem farblosen bis grünlichen Verwitterungsprodukt erfüllt wird. Nur in ganz seltenen Fällen haben sich Reste der Hornblendesubstanz erhalten, die einen kräftigen Pleochroismus von gelbgrün nach bräunlichgrün zeigen und die typische Spaltbarkeit nach den Prismenflächen erkennen lassen.

Tridymit wird in einigen Schliffen gänzlich vermißt, in den meisten Einschlüssen aber findet er sich in dachziegelartig aufeinanderlagernden Blättchen allenthalben im Gesteinsgewebe verteilt, besonders gern in der Nähe von Hohlräumen.

An Erz führt das eingeschlossene Bruchstück reichlich Magnetit, der nicht nur in äußerst winzigen Partikelchen in der Grundmasse vorhanden ist, sondern sich auch

in größeren Körnern und willkürlich begrenzten Fetzen darin ausgeschieden hat und nicht selten von einer Eisenhydroxydzone umgeben ist.

Mehrfach wurden kleine, lebhaft glänzende Schüppchen von Eisenglanz beobachtet, die sich durch ihre leuchtend rote Farbe kennzeichnen.

In ganzen wenig verbreitet ist unter den Akzessorien der Apatit. Er wird in Gestalt dünner Nadeln von Feldspat eingeschlossen und findet sich auch in deutlich quergegliederten Prismen in der Grundmasse verteilt. Im allgemeinen wasserklar durchsichtig, erhält er bisweilen durch zahlreich eingelagerte Interpositionen ein bestäubtes Aussehen.

Mit Zirkon, dessen abgerundete Körnchen erst bei stärkerer Vergrößerung durch die leuchtenden Interferenzfarben und das hohe Relief gut sichtbar werden, ist der Bestand der Nebengemengteile erschöpft.

Abweichungen von diesem Habitus werden vorwiegend durch eine verschiedene Ausbildungsweise der Grundmasse bedingt, deren Gehalt an Glas so weit zurücktreten kann, daß ein filziges Gewebe von Feldspatmikrolithen und Magnetitkörnchen entsteht. Bei größerer, leistenförmiger Ausbildung des Feldspats und fluidaler Anordnung der einzelnen Kristalle geht die Struktur von der pilotaxitischen in die typisch trachytische über. Vielfach ist die Grundmasse so schnell erstarrt, daß die Feldspatleistchen nicht zur Ausscheidung gelangen konnten; nur hin und wieder haben sich in dem trüben, oft durch Infiltration von Brauneisen braungefärbten Glase globulitische Mikrolithen gebildet. In seltenen Fällen fehlen auch diese, und die Einsprenglinge liegen in einer vollkommen klar durchsichtigen, goldgelben Glasmasse eingebettet.

Geringere Unterschiede werden auch durch die Art und das gegenseitige Mengenverhältnis der porphyrisch ausgeschiedenen Mineralien hervorgerufen. Neben den an Zahl zurücktretenden Gesteinseinschlüssen, in denen nur Feldspat und Magnetit als intratellurische Bildungen vor-

handen sind, Hornblende, Biotit und Augit dagegen vollständig fehlen, kommen häufiger solche vor, in denen die Magnesia-Eisensilikate wesentliche Bestandteile bilden. Unter den letzteren ist Biotit das verbreitetste und für die Einschlüsse das am meisten bezeichnende der Bisilikat-Mineralien. In den Fällen, wo die magmatische Einwirkung noch nicht so weit vorgeschritten ist und sich erst ein zarter opacitischer Rand gebildet hat, wird er mit gelben oder braunen Farbentönen durchsichtig, während bei den stärker korrodierten Glimmerblättchen die rotbraune Farbe vorherrscht.

Mit dem Biotit ist in sehr vielen Einschlüssen Hornblende vergesellschaftet, die kaum in frischem Zustande beobachtet wurde.

Statt Hornblende kann sich zu dem Biotit ein diopsidischer Augit gesellen, dessen Menge erheblichen Schwankungen unterworfen ist, die aber niemals der des Amphibols gleichkommt. Er zeigt stets ein zeretztes Aussehen. Pleochroismus ist an den hellgrünen, prismatisch ausgebildeten Kristallen nicht zu erkennen.

Auffallend ist, daß Titanit, der im ganzen nur in etwa 4 Einschlüssen wahrgenommen wurde, nur in solchen vorkommt, die neben Feldspat wohl Glimmer und Augit führen, Hornblende dagegen vermissen lassen. Er tritt entweder in etwas gerundeten, spindelförmigen oder in den typisch spitzrhombischen Kristallen auf, denen ein zwar schwacher, aber deutlicher Pleochroismus von fast farblos nach hellweingelb eigen ist.

Diese zuletzt erwähnte, kleinere Gruppe von Einschlüssen, die in einer mehr oder minder glasreichen Basis an wesentlichen Bestandteilen Orthoklas, reichlich Plagioklas, viel Glimmer und wenig Augit, an akzessorischen Mineralien Magnetit, Zirkon, Titanit und öfters auch Tridymit ausgeschieden enthalten, zeigen hinsichtlich ihrer Gemengteile eine sehr weitgehende Übereinstimmung mit dem Drachenfelstrachyt. Die übrigen Bruchstücke dagegen schließen sich bezüglich des Mineralbestands enger an die

sie umhüllende Lavamasse an und weisen deutlich auf einen gemeinsamen Ursprung mit dieser hin.

Die Entstehung der Eruptivbreccie und ihre Beziehungen zu den Einschlüssen lassen sich vielleicht durch die folgende Annahme erklären: Durch Abkühlung von oben ist die äußere Kruste der in einem Eruptionstrichter stehenden Lava allmählich fest geworden, doch so, daß sich die Grundmasse infolge des darunter liegenden, glutflüssigen Magmas, das eine zu schnelle Temperaturabnahme verhinderte, wenigstens zum Teil kristallin ausbildete. Ein plötzlicher, explosionsartiger Ausbruch hat dann, noch vor der Bildung des eigentlichen Perlenhardter Gesteins, die erstarrte Decke zersprengt. Die emporquellende Lava, die Reste von Schiefer und Grauwacke mit sich führte, schloß die Bruchstücke der zersprengten Rinde in sich ein und breitete sich stromartig an der Oberfläche aus, wodurch das Gestein seinen fluidalen Charakter erhielt.

So würde sich einerseits ganz zwanglos erklären, daß die überwiegende Mehrzahl der eingelagerten Fragmente in mineralogischer Beziehung eine so nahe Verwandtschaft mit der Eruptivbreccie aufweist, andererseits wäre auch die glasige Ausbildung der Grundmasse in der Lava vollkommen verständlich, da die nur dünne Schicht der Eruptivbreccie an der Erdoberfläche sehr bald erkalten musste.

### **Der Trachyt im Kontakt mit der Eruptivbreccie.**

Über der im Durchschnitt 10 cm dicken Lage der Eruptivbreccie ist das eigentliche Perlenhardter Gesteinsmassiv ausgebreitet. Es ist fest mit seiner Unterlage verbacken, doch ist die Grenze auch bei makroskopischer Beobachtung stets scharf zu verfolgen, was schon darauf schließen läßt, daß die zuerst emporgedrungene schwarze Lava völlig erkaltet war, als ein neuer Ausbruch das trachytische Gestein zutage förderte.

Eigenartig sind die Wirkungen, die dasselbe im Kontakt mit der Eruptivbreccie erlitten hat. Infolge der schnelleren Abkühlung unmittelbar an der Grenze zeigt die Grundmasse bis zu einem halben Meter Entfernung von der Berührungsstelle eine dichtere Ausbildung. Gleichzeitig beobachtet man am Gestein einen auffallenden Farbewandel, der von grauschwarzbraun über braun und rosa allmählich in die perlgraue Farbe des Trachyts übergeht. Doch sind die Färbungen wesentlich auf die Basis beschränkt. Die hellen Feldspateinsprenglinge sind im allgemeinen klar geblieben. Nur hin und wieder zeigen sie ein gelblich trübes Aussehen. Dieses ist aber ebenso wie das Brauneisen, das sich als hauchartiger Anflug in zierlichen Dendriten auf dem Gestein abgeschieden hat, dem Einfluß der Atmosphärien zuzuschreiben. Es scheint fast, als ob die Sanidinausscheidungen an Größe und Zahl gegen den Plagioklas zurücktreten; zum wenigsten wurden nicht annähernd so große Kristalle wahrgenommen, wie sie für das normale Gestein so charakteristisch sind.

Häufig sind schwarze, lebhaft glänzende Glimmerblättchen beobachtet worden.

Augit, der an der Grenze weniger in die Erscheinung tritt, nach oben hin aber reichlich zu finden ist, ist fast nur noch an den Umrissen der durchweg stark zersetzten Kristalle zu erkennen. An Stelle der ursprünglichen Augitsubstanz ist ein grünlichgraues, faseriges Verwitterungsprodukt getreten.

In großer Zahl sind weingelbe Titanitkristalle mit starkem Diamantglanz und von ausgezeichnet kristallographischer Begrenzung vorhanden.

Klare, mit gelblicher Farbe durchsichtige, prismatisch ausgebildete Apatitkristalle sind ebenso wie in dem hellgrauen Trachyt vereinzelt wahrgenommen.

Opake, milchweiße Tridymitblättchen und aufgewachsene Quarzkristalle, mit welchen die Wandungen der Drusenräume des darüber lagernden Trachyts so reichlich bekleidet sind, wurden fast gänzlich vermißt.

Dünnschliffe wurden von den verschiedensten Stellen der Übergangszone angefertigt, um etwaige Änderungen in der mineralogischen Beschaffenheit verfolgen zu können. Es waren jedoch solche trotz des hervortretenden Farbewandels auch im Mikroskop nicht zu beobachten, vielmehr zeigte sich, daß dieser nur von der Farbtönung der Grundmasse abhängt, die stark von Eisenhydroxyd durchtränkt ist. Das Auftreten des letzteren erklärt sich durch die in der Eruptivbreccie an der Grenze massenhaft angereicherten Magnetitlagen, die ihren Metallglanz völlig verloren haben, und deren Umwandlung zu Limonit bereits so weit vorgeschritten ist, daß eine allmähliche Infiltration der Basis des darüberlagernden Trachyts mit Brauneisen erfolgen konnte. Die Anhäufung des Eisenerzes in der Eruptivbreccie mag wohl eine Folge der Hitzewirkung sein, der das Gestein beim Ausbruch des Trachyts ausgesetzt war. — Mit der braunen Färbung ist gleichzeitig eine glasige Ausbildung der Grundmasse zu beobachten; doch nimmt der Gehalt an Glas immer mehr ab, je weiter man sich von der Grenze entfernt. Die erst spärlicher eingelagerten Mikrolithen nehmen an Zahl und Größe zu, bis schließlich ein wirres Gewebe von feinen Feldspatleisten, winzigen Magnetitkörnern und pleochroitischen Biotitschüppchen entsteht, zwischen welchen man die Glasmasse oft nur wie einen schwachen Hauch hervortreten sieht; aber selbst da, „wo sie nicht deutlich erkannt wird, ist ihre Gegenwart als förmlich durchtränkende Basis in hohem Grade wahrscheinlich“<sup>1)</sup>.

Unter den porphyrischen Ausscheidungen waltet der Feldspat entschieden vor. Er ist teils als monokliner, teils, wie die Zwillingsstreifung erkennen läßt, als trikliner Feldspat entwickelt. Der Orthoklas findet sich gewöhnlich in Form großer, unregelmäßig begrenzter Kristalle, welche häufig magmatisch korrodiert sind. Er bildet zu-

---

1) F. Zirkel, Lehrbuch der Petrographie, II. Bd. Leipzig 1894. S. 374.

weilen Zwillinge nach dem Karlsbader Gesetz und ist vielfach mit größeren Plagioklasindividuen, oft ohne scharfe Grenze, verwachsen. Hin und wieder ist er frisch und durchsichtig, in der Regel aber erscheint er durch beginnende Zersetzung getrübt. In der Nähe der Eruptivbreccie hat sich auf den Sprüngen Eisenhydroxyd in beträchtlichen Mengen abgeschieden. Öfters beobachtet man auch wohl eine Umwandlung in ein grünes, steinmarkähnliches Produkt, das in langen, schlauchartigen Kanälen den Kristall quer durchzieht. Gelegentlich wird Zonarbau durch abweichende Auslöschungsschiefe der einzelnen Zonen, deren Grenzlinien durch eingelagerte Staubpartikeln markiert sind, bemerkbar.

Der Plagioklas tritt in Viellingen auf, welche vornehmlich nach dem Albitgesetz verzwillingt sind. An Einschlüssen ist er ziemlich reich. Man findet neben Magnetitkristallen und zierlichen Apatitnadeln winzige, isotrope braune bis gelbe Körnchen, die wie Glas aussehen und den äußeren Umgrenzungen nicht selten parallel angeordnet sind; gelegentlich treten auch Grundmasseeinschlüsse und ovale, pleochroitische Glimmerschüppchen auf. Nur ausnahmsweise sind die Plagioklaskristalle zertrümmert und die einzelnen Teile gegeneinander verschoben.

Biotit kommt in vollkommen frischen, stark pleochroitischen Tafeln vor. Bisweilen zeigen die Lamellen Spuren mechanischer Deformation, indem sie zu sanft verlaufenden Wellen gebogen sind. Im allgemeinen einschlußfrei, enthält der Glimmer nur selten bunt polarisierende Zirkonkörner, kleine Apatitsäulchen oder scharf umrissene Feldspatkristalle.

Im Gegensatz zu Biotit, der ein hervorragend frisches Aussehen zeigt, ist Augit stark in Umwandlung begriffen. Allenthalben beobachtet man ein grünes, flaseriges Verwitterungsprodukt, das auf das polarisierte Licht nicht mehr einwirkt. Die scharf begrenzten achtseitigen Querschnitte sind durchweg weniger von der Zersetzung betroffen. Sie zeigen deutlich ausgeprägte Spaltbarkeit und

schwachen Pleochroismus von gelblichgrün nach lichtgrün. In Längsschnitten steigt die Auslöschungsschiefe bis zu  $45^\circ$  an, es scheint demnach ein diopsidischer Augit vorzuliegen. Gern ist er mit den übrigen basischen Gemengteilen des Gesteins — Zirkon, Apatit, Titanit, besonders aber mit Erz — vergesellschaftet.

Unter den Nebengemengteilen erlangt der Titanit die größte Verbreitung. Er ist in jedem Schliff in den typisch spitzrhombschen oder spindelförmigen Formen zu beobachten. Die Kristalle, die oft eine ganz beträchtliche Größe besitzen, da sie ja schon makroskopisch häufig wahrgenommen werden können, weisen zumeist ein großes Gewirre von groben Rissen auf und zeigen schwachen Pleochroismus. Der Farbenwandel erstreckt sich von fast farblos nach gelblichgrau.

Von den ziemlich reichlich vorhandenen Erzkörnern dürfte der größte Teil als Magnetit zu deuten sein, wofür schon die Gestalt der Individuen spricht. An einigen Stellen kommen große unregelmäßige Fetzen vor, die ihren Metallglanz völlig verloren haben und in Umwandlung zu Limonit begriffen sind.

Mit Apatit, der in großen, wasserklaren Kristallen auftritt, und Zirkon, dessen gerundete Körnchen sich mit hohem Relief und leuchtenden Interferenzfarben aus der braunen Basis hervorheben, ist der Bestand der Nebengemengteile erschöpft.

### Chemische Untersuchung des hellgrauen Gesteins.

Für die chemische Untersuchung wurde ein möglichst frisches Stück ausgewählt, das frei von Drusenbildungen und Schieferereinschlüssen war. Die Analyse wurde im Chemischen Laboratorium von Prof. Dr. Dittrich (Dr. Hecht) ausgeführt und hat die unter I angeführten Werte ergeben.

	I Gewichts- prozente	II Molekular- quotienten	III Molekular- prozente
SiO <sub>2</sub> <sup>1)</sup>	64,33	1,0722	73,01
TiO <sub>2</sub>	0,48	0,0060	—
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	17,29	0,1695	11,48
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2,78	0,0174	—
FeO	0,52	0,0072	2,84
MnO	0,40	0,0056	0,38
CaO	2,52	0,0450	2,87
MgO	0,97	0,0242	1,65
K <sub>2</sub> O	4,40	0,0468	3,17
Na <sub>2</sub> O	4,21	0,0679	4,60
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,13	0,0009	—
Cl	Spur	—	—
H <sub>2</sub> O bei 110°	0,64	—	—
Glühverlust	0,98	—	—
Sa.	99,65		100,00

Bei der Berechnung der Analyse auf Molekularproportionen wurde das Wasser vernachlässigt. Phosphorsäure habe ich mit den entsprechenden Mengen CaO (3 CaO. P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) in Abzug gebracht, ferner TiO<sub>2</sub> in äquivalentes SiO<sub>2</sub> und Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> in FeO umgewandelt. Die auf 100 umgerechneten Molekularprozente stehen unter III.

In Übereinstimmung mit dem mikroskopischen Befund zeigen MgO und FeO verhältnismäßig geringe Werte. Sie bringen im Verein mit dem hohen Tonerdegehalt das Vorherrschen der Feldspäte zum Ausdruck.

Dem reichlichen Vorkommen des Plagioklases entsprechend erreicht der Kalkgehalt der Analyse nahezu 3%, was für ein an dunklen Gemengteilen so armes Gestein immerhin bedeutend ist. Da es interessierte, das gegenseitige Mengenverhältnis des monoklinen und triklinen Feldspats angenähert zu erfahren, der Sanidin aber durchschnittlich durch einen nicht unbeträchtlichen Gehalt an Natron ausgezeichnet ist, mußte zuvor die chemische Zu-

1) G. v. Rath hat den Kieselsäuregehalt zu 64,56% bestimmt. Vgl. Ztschr. der dtsh. geol. Ges. 27. 1875, S. 329.

sammensetzung des letzteren festgestellt werden. Nun lag zwar eine Analyse des Sanidins aus dem Gestein der Perlenhardt vor <sup>1)</sup>; da sie aber schon aus dem Jahre 1856 stammt, war zu erwarten, daß bei ihr die Alkali-Bestimmung, vornehmlich aber die Bestimmung der relativen Mengen von  $\text{Na}_2\text{O} : \text{K}_2\text{O}$  nicht genau gemacht wurde. Ich habe daher mit sorgfältig ausgesuchtem Material, das möglichst frei von Beimengungen war, eine neue Analyse vorgenommen. Das Ergebnis ist unter I angeführt, zum Vergleich füge ich unter II die Analyse von Lewinstein hinzu.

	I bei 110° getrocknet	II
$\text{SiO}_2$	62,97	65,26
$\text{Al}_2\text{O}_3$	21,75	17,62
$\text{Fe}_2\text{O}_3$	—	0,91
$\text{CaO}$	1,08	1,05
$\text{MgO}$	0,26	0,35
$\text{K}_2\text{O}$	9,75	11,79
$\text{Na}_2\text{O}$	4,23	2,49
$\text{H}_2\text{O}$	0,45	—
Sa.	100,49	99,47

Hieraus erhellt, daß mit 9,75% gleich 10,37 Molekülen  $\text{K}_2\text{O}$  stets 4,23% gleich 6,82 Moleküle  $\text{Na}_2\text{O}$  verbunden sind. Berücksichtigt man dies, und nimmt man an, daß das gesamte  $(\text{KNa})_2\text{O}$  und  $\text{CaO}$  zur Feldspatbildung gedient hat, so ergibt die Berechnung, daß der Kalifeldspat zum Kalknatronfeldspat sich nahezu wie 4:3 verhält.

Der „Durchschnittsplagioklas“ entspricht der Formel  $\text{Ab}_{30} \text{An}_5$  oder  $\text{Ab}_4 \text{An}_1$ , ist also ein Glied der Oligoklasreihe. Das steht im Einklang mit dem Resultat der Pla-

1) Lewinstein, Zusammensetzung des glasigen Feldspaths. Journal für praktische Chemie. Leipzig 1856. 68. Bd. S. 101.

gioklasanalyse, die v. Rath in seinen „Beiträgen zur Petrographie“<sup>1)</sup> veröffentlichte:

SiO <sub>2</sub>	62,18
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	23,52
CaO	5,33
(Natron)	8,97 (aus dem Verlust)
	100,00

Auch das spez. Gewicht, das ich an einigen mit der Lupe ausgesuchten Körnchen mittels Thoulet'scher Lösung zu 2,643 bestimmte, deutet an, daß der Plagioklas den sauren Gliedern der Albit-Anorthit Reihe zuzuordnen ist.

Der Gehalt der Tonerde übersteigt in der Gesteinsanalyse die Summe der Alkalien und des Kalks um 0,84%; es liegt also nach O s a n n eine „mit Tonerde übersättigte“ Substanz vor. Diese Übersättigung mit Aluminiumoxyd kann bei dem frischen Erhaltungszustand des Analysenmaterials wohl nicht durch Verwitterung erklärt werden. Zum Teil kann sie ihren Grund darin haben, daß der im Glimmer die Alkalien vertretende Wasserstoff außer acht gelassen wurde; in etwa mag sie auch darauf zurückgeführt werden, daß der diopsidische Augit einige Prozent Tonerde enthält. Nach dem Vorschlag von O s a n n wurde eine dem Tonerde-Überschuß entsprechende Menge (Mg Fe) O als Atomgruppe (MgFe) Al<sub>2</sub>O<sub>4</sub> zu C hinzuaddiert, so daß sich folgende Werte ergeben:

$$\begin{aligned}
 s &= 73,01; & A &= 7,77; & a &= 10; & n &= 5,92. & k &= 1,26. \\
 & & C &= 3,71; & c_1 &= 4,8; \\
 & & F &= 4,05; & f &= 5.
 \end{aligned}$$

Die Typenformel lautet darnach:

$$s_{73} a_{10} c_5 f_5. \quad (n = 6).$$

Der Wert für n liegt zwischen 5,5 und 7,5. Das

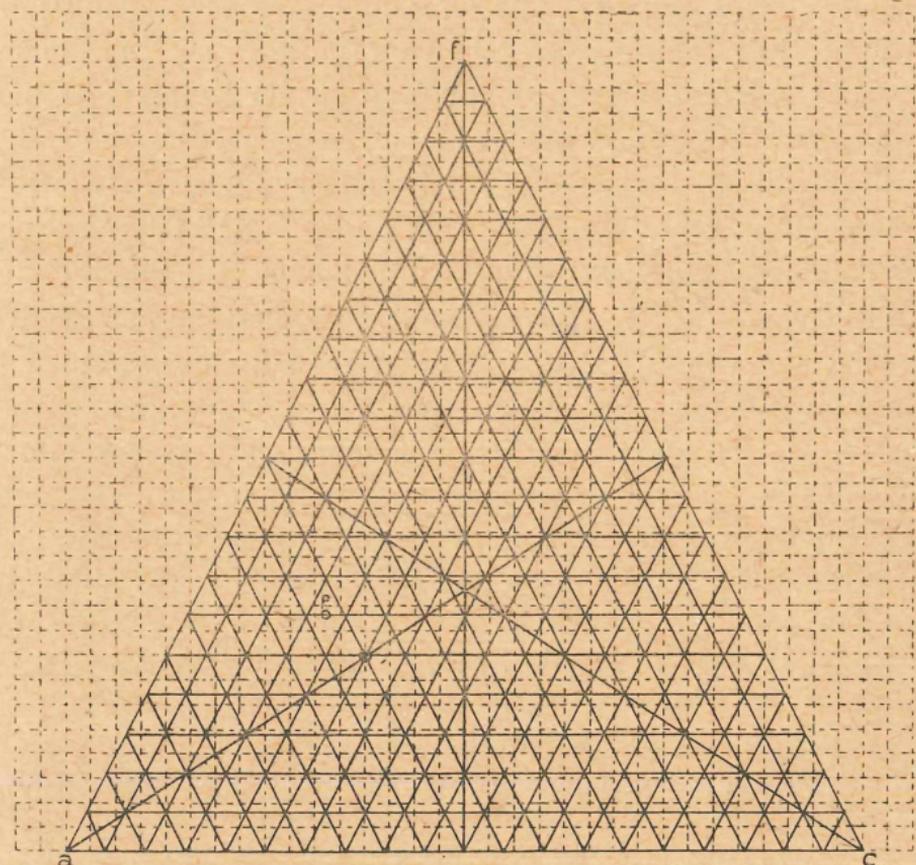
---

1) v. Rath, Beiträge zur Petrographie. Ztschr. d. dtsh. geolog. Ges. Bd. 27. 1875. S. 329.

Gestein kann daher als ein Vertreter der Natronvormacht angesehen werden.

Der Faktor  $k$ , der das Verhältnis der vorhandenen Kieselsäuremenge zu derjenigen Kieselsäure angibt, welche nötig ist, um alle übrigen Oxyde zu Feldspäten und Metasilikaten abzusättigen, erreicht mit  $k = 1,26$  einen so hohen Wert, daß ein nicht unbedeutender Überschuß von kristallisierter Kieselsäure bleibt, der nur zum kleineren Teil als Tridymit in dem Gestein enthalten ist. Denn von den berechneten 14,38% der freien Kieselsäure haben sich nur 3,22% in Kalilauge gelöst; der Rest ist notwendig als Quarz zu deuten, der aber so fein in der Grundmasse verteilt sein muß, daß er mikroskopisch darin nicht nachgewiesen werden konnte.

Der Projektionspunkt für das Gestein ist in die folgende Figur eingetragen.



Ein Versuch, dieses Gestein einem der von Osann aufgestellten Typen einzuordnen, wollte nicht recht gelingen. Am besten ließe sich obige Formel

$$s_{73} \quad a_{10} \quad c_5 \quad f_5$$

vielleicht mit dem Typus Puy de Dôme vergleichen:

$$s_{72,5} \quad a_{10} \quad c_{3,5} \quad f_6.$$

Die Ähnlichkeit dieses Typus mit dem Perlenhardter Gestein wird nicht nur dadurch zum Ausdruck gebracht, daß für beide Gesteinsarten sich der Durchschnittsplagioklas als Oligoklas berechnet, dessen Menge der des Orthoklases nahezu gleichkommt, sondern auch dadurch, daß der Kieselsäuregehalt für das Verhältnis  $a:c:f$  reichlich hoch ist und die Analyse einen kleinen Tonerdeüberschuß aufweist. Die Vertreter dieses Typus haben nun in der Literatur die verschiedenste Auffassung gefunden. Während die meisten Forscher sie als Trachyte charakterisieren, reiht Roth<sup>1)</sup> sie in seiner Analysentabelle der Gruppe der Dacite ein. Osann<sup>2)</sup> führt sie in seinem Versuch einer chemischen Klassifikation der Eruptivgesteine zwar noch bei den Trachyten auf, ist sich aber bewußt, daß sie dieser Einordnung nicht unerhebliche Schwierigkeiten entgegensetzen und fügt hinzu, daß durch den hohen Kieselsäurequotienten deutlich eine Annäherung an Andesit hervortritt. Diese Verschiedenheit in der Beurteilung derselben Gesteine beruht aber vorwiegend auf der Unzulänglichkeit der bisherigen petrographischen Systematik, welche nur Orthoklas- und Plagioklasgesteine unterscheidet und keine Zwischengruppen kennt. Die Domite aber und mit ihnen das Perlenhardter Gestein sind weder Alkalifeldspat- noch Kalknatronfeldspatgesteine, sondern werden dadurch charakterisiert, daß sie monoklinen und triklinen Feldspat beide reichlich führen, also Orthoklas-

1) Roth, Beiträge zur Petrographie der plutonischen Gesteine. Berlin 1869.

2) Osann, l. c., Bd. XX, S. 411 und 414.

Plagioklasgesteine sind. Das Perlenhardter Gestein ist daher nicht — wie es bisher üblich war — als Trachyt zu bezeichnen, sondern muß dem mittelsauren Typus der Orthoklas-Plagioklasgesteine zugeordnet werden, den Brögger vorläufig mit dem Namen Quarz-Trachyt-Andesit bezeichnet hat<sup>1)</sup>.

### Chemische Untersuchung der Eruptivbreccie.

Es gelang verhältnismäßig leicht, durch Zerkleinerung der Eruptivbreccie reines Analysenmaterial zu gewinnen, da die dunklen Stücke der fluidal struierten „Grundmasse“ sich deutlich von den heller gefärbten Einschlüssen unterscheiden. Die Analyse, die in dem Chemischen Laboratorium von Prof. Dr. Dittrich (Dr. Hecht) ausgeführt wurde, hat die Werte unter I ergeben.

	I Gewichts- prozente	II Molekular- quotienten	III Molekular- prozente
SiO <sub>2</sub>	54,22	0,9037	66,52
TiO <sub>2</sub>	1,58	0,0197	—
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	18,22	0,1786	12,87
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4,42	0,0276	—
FeO	1,37	0,0190	5,35
MnO	0,28	0,0039	0,28
CaO	3,43	0,0612	3,75
MgO	2,08	0,0520	3,80
K <sub>2</sub> O	4,20	0,0447	3,22
Na <sub>2</sub> O	3,62	0,0584	4,21
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,40	0,0028	—
SO <sub>3</sub>	0,12	0,0015	—
Cl	Spur	—	—
H <sub>2</sub> O bei 110°	4,30	—	—
H <sub>2</sub> O bei 1150°	2,07	—	—
Sa.	100,31		100,00

Wie die mikroskopische Beobachtung erwarten ließ, weicht die Eruptivbreccie in ihrer chemischen Zusammen-

1) Vgl. hierüber Brögger, Die Eruptivgesteine des Kristianiagesbietes. Kristiania 1895. II. S. 19—64, spez. S. 60.

setzung ein wenig von dem darüber lagernden Gestein ab. Sie ist im Vergleich mit diesem — entsprechend dem häufigeren Vorkommen der femischen Gemengteile — ärmer an Kieselsäure. Von den übrigen Säuren sind Titansäure und Phosphorsäure angereichert. Das steht im Einklang mit der Beobachtung, daß in basischen Gliedern einer genetisch zusammenhängenden Gesteinsreihe diese Säuren sowie auch CaO, MgO und FeO etwas angereichert sind <sup>1)</sup>).

Der Reichtum an Biotit findet in dem hohen Magnesiagehalt seinen Ausdruck. Der größere Betrag an FeO ist sowohl auf den reichlich auftretenden Glimmer als auch auf die in beträchtlichen Mengen vorhandenen Eisenerze zurückzuführen. Der hohe Wert für Wasser zeigt an, daß die Eisenerze in der Eruptivbreccie als Hydroxyd enthalten sind, während sie bei dem hellgrauen Gestein zum größeren Teil dem Magnetit angehören.

Sehr gut stimmen die beiden Gesteine in dem Gehalt und dem gegenseitigen Mengenverhältnis der Alkalien überein.

Auch darin weisen sie große Ähnlichkeit miteinander auf, daß der Kieselsäurequotient größer als 1 ist, bei beiden also freie Kieselsäure auskristallisieren mußte.

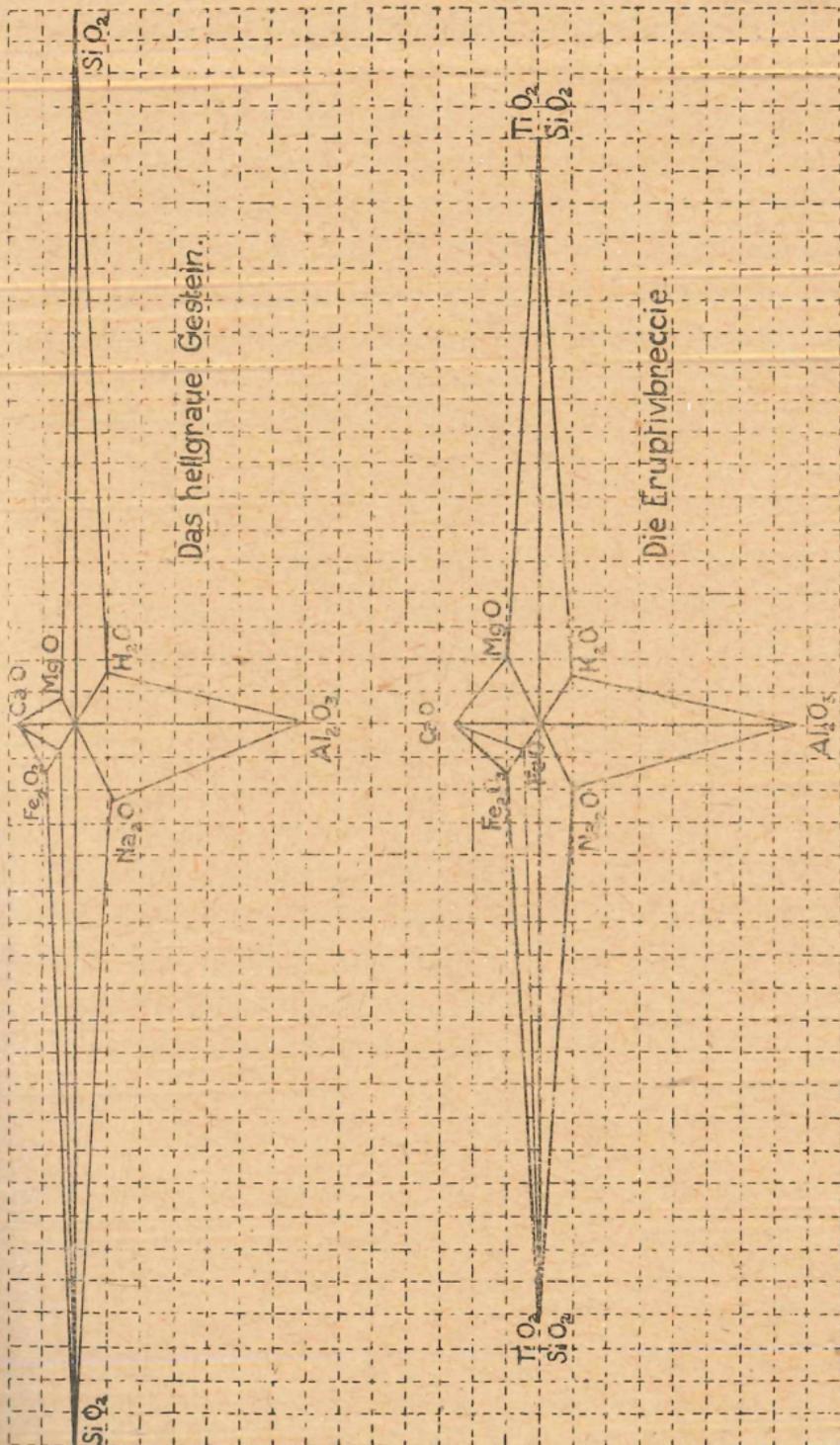
Um mit einem Blick ein anschauliches Bild von der Zusammensetzung dieser Gesteine und ihrer verwandtschaftlichen Beziehungen zu gewinnen, habe ich nach dem Vorgehen Bröggers <sup>2)</sup> in den auf Seite 105 beigegeführten Figuren eine graphische Darstellung der chemischen Charakteristik dieser Gesteine gegeben.

Sie sind beide durch eine in horizontaler Richtung sehr langgestreckte Figur gekennzeichnet, bekunden sich also als Gesteine von saurem Charakter. Die Anordnung der Basen läßt deutlich erkennen, daß in beiden die

1) W. C. Brögger, Die Eruptivgesteine des Kristiania-gebietes. Kristiania 1898. III. S. 248.

2) Brögger, l. c. Bd. III. S. 255.

Alkali-Tonerde-Silikate bei weitem vorherrschend sind. Vergleicht man die  $Al_2O_3$  Linie mit den Linien, welche die Alkalien und das  $CaO$  angeben, so zeigt sich, daß



der Gehalt an Tonerde die Summe der Alkalien und des Kalkes übersteigt, beide Gesteine also mit Tonerde übersättigt sind.

Diese graphische Darstellung zeigt noch klarer fast als die vorstehenden Untersuchungen, daß diese Gesteine genetisch eng verbunden sind und der Schluß berechtigt ist, daß sie einem und demselben Magma entstammen. Die sich ergebenden geringen Unterschiede in ihrer mineralogischen und chemischen Zusammensetzung beruhen vorwiegend auf der etwas anderen Verteilung derselben Gesteinskomponenten und haben ihren Grund darin, daß beide Gesteinslaven zu verschiedenen Zeiten dem gemeinsamen Eruptionsherd entströmten.

## Die Einschlüsse im Trachyt.

### I. Konkretionen.

Die Einschlüsse vulkanischen Ursprungs, die als magmatische Tiefenausscheidungen zu deuten sind, besitzen bei unregelmäßiger Umgrenzung stets eine beträchtliche Größe. Neben Stücken von Faustgröße finden sich nicht selten solche von 30 cm Durchmesser und darüber. Auf Grund der strukturellen und mineralogischen Beschaffenheit kann man bei ihnen unterscheiden zwischen Feldspatkonkretionen, — an deren Aufbau im wesentlichen Sanidin beteiligt ist, — und Einschlüssen von dunklerer Farbe, in denen neben dem vorwaltenden Feldspat die femischen Gemengmineralien reichlich vertreten sind.

#### 1. Feldspatkonkretionen.

Während Sanidinite in den Trachyttuffen des Siebengebirges häufig gefunden wurden<sup>1)</sup>, scheinen sie in den Trachyten selbst sehr selten zu sein. Laspeyres er-

---

1) H. Laspeyres, Das Siebengebirge am Rhein. Verh. d. Naturh. Ver. d. pr. Rh. u. W. Jg. 57, Bonn 1900, S. 166.

wähnt nur ein einziges Vorkommen zwischen Geisberg und Jungfernhardt, wo in dem durch Eisenoxyd ziegelrot gefärbten Scheerkopf-Trachyt statt der größeren Sanidinausscheidungen bis über kopfgroße Konkretionen auftreten, „die aus dicktafelförmigen, divergent gestellten, bis 10 mm großen Sanidinkristallen mit einzelnen Kristallen von Titanit, Augit, Magnetit und auch wohl Eisenglanz bestehen, mithin den grobkörnigen Sanidinitbomben in den Trachyttuffen völlig gleichen, auch in ihrer zelligen Struktur“<sup>1)</sup>. Die von mir untersuchten Feldspatkonkretionen aus dem Trachyt der Perlenhardt weisen in mineralogischer Beziehung ebenfalls eine weitgehende Übereinstimmung mit den Sanidiniten aus den Tuffen des Siebengebirges auf, sind aber strukturell sehr von ihnen verschieden. Sie besitzen nämlich ein äußerst feinkörniges Gefüge (Korngröße etwa 1 mm) und zeigen durch das Hervortreten einiger, bis zu 3 mm großen Feldspatkörner, besonders aber durch die ganz vereinzelt beobachteten großen Sanidinausscheidungen, die denen des Trachyts völlig gleichen, eine gewisse Neigung zu porphyrischer Ausbildung. Einige gelblichweiße Einschlüsse sind außerdem durch einen ziemlich reichen Plagioklasgehalt ausgezeichnet, und gerade diese lassen im äußeren Habitus die größte Ähnlichkeit mit den typischen Sanidiniten erkennen und mögen im folgenden zunächst beschrieben werden.

Ihr Gesteinsgewebe baut sich im wesentlichen aus sehr kleinen Feldspatleisten auf, die durch ihre divergentstrahlige Anordnung zahlreiche, unregelmäßige Hohlräume bedingen, in die vielfach nadelförmige gelbe Produkte wie verwitterte, aufgewachsene Kristalle spießig hineinragen, und deren Wandungen häufig von weißen, sechsseitigen Tridymitblättchen bedeckt sind. Neben vorherrschendem Sanidin erkennt man in dem porösen Gefüge makroskopisch noch dunkelbraune Biotitblättchen mit sechs-

---

1) H. Laspeyres, l. c. S. 353.

seitigem Querschnitt, bröckelige Körnchen von Titanit, die rings von einem bräunlichen Verwitterungsprodukt umgeben sind, und hie und da auch dunkelgrüne, stark glänzende Augitkristalle der gewöhnlichen Form, die sich sehr leicht aus dem Verband herauslösen lassen und in Umwandlung in eine gelblichgrüne, serpentinartige Substanz begriffen sind. Eingewachsene Apatitkristalle wurden an ihrer Löslichkeit in Salzsäure erkannt. Unter der Lupe zeigten sie deutlichen Glasglanz. Sie erreichen eine Größe bis zu 1 mm und weisen auf den Prismenflächen feine Längsstreifung auf.

Die Grenze gegen den umhüllenden Trachyt ist im allgemeinen scharf. Nicht selten haben sich Hohlräume von beträchtlicher Ausdehnung gebildet, an deren Wandungen sich gewöhnlich 2—4 mm große Kristalle von Quarz und Tridymit ausgeschieden haben.

Unter dem Mikroskop jedoch wurden neben scharf begrenzten Partien auch solche gefunden, die deutlich erkennen ließen, wie das umhüllende Gestein sich unregelmäßig zackig in die Konkretion hineinzieht, ohne daß es immer möglich gewesen wäre, eine Grenze zwischen Trachyt und Einschluß anzugeben.

Die Zersetzung der Einschlüsse, die sich makroskopisch durch zahlreiche kleinere, gelbe Flecken einer blätterigen Substanz kundgibt, ist im Dünnschliff vornehmlich am Feldspat zu beobachten, der durchweg ein trübes Aussehen besitzt. Er erscheint in meist leistenförmigen Durchschnitten, die öfter verworrenstrahlig angeordnet sind, hin und wieder auch bei gekreuzten Nicols eine regellose Durchdringung erkennen lassen. Einschlüsse von rundlichen Mikrolithen, winzigen Magnetitkörnchen und spießigen Apatitnadeln sind häufig; spärlicher wurden solche von sechseitigen Biotitschüppchen wahrgenommen. Größere Individuen, die gewöhnlich aus vielen nach dem Albitgesetz verzwilligten Lamellen sich zusammensetzen, gehören in die Reihe der Kalknatronfeldspäte. Die Zwillingsstreifung durchsetzt in der Regel nicht den ganzen

Kristall, sondern ist auf kleinere, unregelmäßig begrenzte Partien beschränkt.

Augit kommt nur vereinzelt in großen, lichtgrünen Fetzen vor, die sich optisch wie die Pyroxeneinsprenglinge im Trachyt verhalten.

Braune, längliche Biotitblättchen durchspießen die Feldspatleisten und sind oft von Magnetitkörnchen durchsetzt. Sie sind in der Regel sehr frisch und zeigen deutlichen Pleochroismus.

Zierliche, klargelbe Titanitkristalle von der gewöhnlichen Form kommen entweder einzeln zwischen den Sanidinleisten vor oder scharen sich zu mehreren zusammen. Häufig sind sie von oktaedrisch ausgebildetem Magnetit begleitet, der auch sonst in Form opaker Stäbchen oder perlschnurartig aneinander gereihter Körnchen im Gestein recht verbreitet ist. Stellenweise ist der Magnetit in Limonit umgewandelt und dann von einem rostbraunen Hof umgeben.

Außer Tridymit, der in der Nähe der Drusenräume in dachziegelartigen Aggregaten auftritt, führt das Gestein noch Apatit in langsäulenförmigen, oft quergegliederten Kristallen.

Der Farbe nach mit den vorbeschriebenen Einschlüssen übereinstimmend, aber von noch feinerem Korn sind Feldspatkonkretionen, die makroskopisch kaum noch radialstrahlige Gruppierung der Feldspatkristalle erkennen lassen. Unter dem Mikroskop aber sieht man, wie auch hier — und fast noch typischer — die schlanken Feldspatsäulchen sich blumigstrahlig oder fächerförmig aneinanderlegen, zahlreiche, unregelmäßig begrenzte Hohlräume zwischen sich lassend. Die Leisten scheinen durchweg dem Sanidin anzugehören, da sie wohl häufig einfache Zwillinge nach dem Karlsbader Gesetz bilden, doch niemals die charakteristische Zwillingsstreifung der Plagioklasse zeigen und stets gerade Auslöschung haben. Sonst ist das mikroskopische Bild das gleiche wie bei den zuvor erwähnten Konkretionen, nur hat die Zahl der die

Feldspäte durchspießenden, wasserhellen Apatitnadeln noch bedeutend zugenommen, während Augit, der sich schon bei den Einschlüssen der vorigen Gruppe nur in geringem Maße am Aufbau des Gesteinsgewebes beteiligt hatte, aus dem Verband der Gesteinskomponenten ausgeschieden ist.

Petrographisch im engsten Zusammenhang mit diesen zuletzt beschriebenen Konkretionen steht der folgende Einschluß. Von gleicher mineralogischer Zusammensetzung, denselben Strukturverhältnissen und ähnlicher Farbe unterscheidet er sich von den ersteren nur durch einen bedeutend höheren Gehalt an Biotit, der schon makroskopisch stark in die Erscheinung tritt und dem Gestein ein geflecktes Aussehen verleiht. Im Dünnschliff wird der Glimmer, da er vielfach beim Schleifen senkrecht zur Basis getroffen wurde, in der Regel in langen, äußerst schmalen Blättchen sichtbar, die vollständig frisch sind und kräftigen Pleochroismus von gelb nach braun zeigen.

## 2. Feldspatkonkretionen mit reichlichem Gehalt an Hornblende, Augit und Glimmer.

Diese gelbgrün gefärbten, länglichrunden Einschlüsse gleichen in mineralogischer und struktureller Beziehung vollkommen jener Gruppe von Sanidiniten, die am Laacher See so häufig gefunden wurden, die aber durch das reichliche Vorkommen von Magnesia-Eisensilikaten, mit dem zumeist auch ein nicht unbedeutender Gehalt an Plagioklas verbunden ist, sowie durch die divergentstrahlige Gruppierung der Feldspatkristalle eine Sonderstellung unter den Laacher Sanidiniten einnehmen<sup>1)</sup>. Von diesen im allgemeinen grobkörnig struierten Auswürflingen unterscheiden sich die Perlenhardter Konkretionen nur durch die geringere Korngröße, die durchschnittlich nicht mehr

---

1) Bruhns, Die Auswürflinge des Laacher Sees in ihren petrograph. und genet. Beziehungen. Verh. des Nat. Vereins Jahrg. 48. Bonn 1891. S. 325 ff.

als 2—3 mm beträgt. Doch sind die einzelnen Gemengteile unter der Lupe noch gut zu identifizieren. Der dunkle Farbenton dieser Einschlüsse wird durch winzige, lebhaft glänzende Biotitblättchen, vereinzelt, grüne Augitprismen, vornehmlich aber durch zahlreiche, schwarze Hornblendekristalle hervorgerufen, die in raughgestreiften und sehr langen Nadeln die Feldspatkörner durchspießen und eine vorzügliche Spaltbarkeit nach dem Prisma erkennen lassen. Der Feldspat ist zum großen Teil als monokliner Feldspat ausgebildet, doch wurden auch reichlich Plagioklaskörner beobachtet, die sich durch ihre gelbliche Farbe von dem glasglänzenden Sanidin unterscheiden. Die Körner sind vielfach in Verwitterung begriffen und heben sich von dem sonst dunklen Gesteinsgrunde scharf ab. Beim Betupfen mit kalter Salzsäure braust das Gestein lebhaft auf, da die durch die lockere Anordnung der Kristalle zahlreich entstandenen Hohlräume mit Calcit erfüllt sind. Dieser ist sekundären Ursprungs. Man kann sich seine Entstehung durch die Annahme erklären, daß der Einschluß der Berieselung durch Mineralquellen, welche reichlich kohlen-sauren Kalk führten, ausgesetzt war, sodaß alle Poren mit  $\text{CaCO}_3$  erfüllt wurden<sup>1)</sup>. Am Rande des Einschlusses haben sich in größeren Drusen neben zierlichen, quergestreiften Quarzkristallen muschelförmig struierte, spätige Kalkspatkristalle in großer Zahl gebildet, die teils grauweiß gefärbt sind, teils aber von einer dünnen, braunschwarzen Kruste überzogen sind.

Unter dem Mikroskop macht sich der Calcit im gewöhnlichen Licht durch seine deutlich rhomboedrische Spaltbarkeit und bei gekreuzten Nicols durch seine irisierenden Farben leicht kenntlich. In der Regel füllt er die Hohlräume zwischen den Sanidinkristallen aus, denen ein frisches Aussehen eigen ist, und stellt damit seine sekundäre Entstehung durch Infiltration außer Zweifel. Hin und wieder jedoch deutet eine randlich oder im Kern

---

1) Vergl. Bruhns, l. c. S. 304.

des Kalknatronfeldspats beginnende Umwandlung in Calcit darauf hin, daß ein geringer Teil des Kalkspats durch Verwitterung des Plagioklases entstanden ist.

Weitere Zersetzungserscheinungen wurden am Plagioklas nicht beobachtet. Meist kommt er in frischen, wasserklar durchsichtigen Kristallen vor, die häufig wiederholt nach dem Albitgesetz verwachsen sind und in Schnitten nach der Basis und dem Klinopinakoid ein gestreiftes Aussehen haben. Sehr viele Kristalle sind durch Schalenbau ausgezeichnet, der am Rande den kristallographischen Umrissen entspricht, meist aber erst dadurch sichtbar wird, daß beim Drehen des Objektisches die Zonen verschiedene Auslöschungsschiefe zeigen. An Einschlüssen treten im Feldspat neben Apatit auch kleine Biotitschüppchen und dunkle Erzpartien auf.

Hornblende kommt durchweg in langprismatisch entwickelten Kristallen vor, welche die Größe der Sankinkörner erreichen können. Nur spärlich wurden auch basale Schnitte beobachtet, die die charakteristische Spaltbarkeit nach den Prismenflächen erkennen lassen. Der Pleochroismus ist kräftig: parallel *c* braun, parallel *b* gelbbraun. Von Einschlüssen sind nur einige opake Erzkörnchen hervorzuheben, die sich hin und wieder randlich abgeschieden haben.

Augit ist gewöhnlich etwas kleiner als die Hornblende und findet sich in schlecht begrenzten größeren, prismatischen Schnitten oder in zahlreichen kleineren, inselartig gruppierten Individuen. Er ist von grünlicher Farbe und zeigt nur in vereinzelt Fällen einen ganz schwachen Pleochroismus von olivgrün nach gelblich. Er verwächst bisweilen mit Biotit und Hornblende, die er in unregelmäßig begrenzten Partien umschließt, gewöhnlich ohne daß eine Gesetzmäßigkeit zwischen ihnen zu erkennen wäre.

Biotit tritt in meist kleineren Spaltstückchen von brauner bis gelber Farbe auf. Allenthalben zeigt er Spuren magmatischer Resorption. Die ausgeschiedenen

Magnetitkörnchen haben sich manchmal parallel den Spalt-  
rissen gelagert, häufiger jedoch finden sie sich auf den  
Umrissen der Glimmerblättchen angereichert. Vielfach  
sind die Kristalle stark korrodiert und durchlöchert und  
erwecken den Eindruck, als wären sie der Einwirkung  
einer intensiven Durchgasung ausgesetzt gewesen.

Titanit kommt gern mit Augit vergesellschaftet vor.  
Seine keilförmigen Kristalle zeigen gewöhnlich ein etwas  
trübes Aussehen, lassen aber noch deutlich einen schwachen  
Pleochroismus von weiß nach lichtbraungelb erkennen.

Außer Magnetit führt das Gestein als Übergemeng-  
teil noch Apatit, der nicht nur in Gestalt dünner Nadeln  
von den übrigen Gesteinskomponenten in überaus großer  
Zahl umschlossen ist, sondern auch in verhältnismäßig  
großen, wasserhellen Basisschnitten auftritt.

Im Mineralbestande mit diesen Konkretionen im  
ganzen übereinstimmend, strukturell aber sehr von ihnen  
verschieden sind hellgelbgrüne Einschlüsse<sup>1)</sup> eines sehr  
feinkörnigen Mineralgemenges (Korngröße etwa 1 mm),  
aus welchem makroskopisch Feldspat, dunkle Hornblende-  
nadeln und braunschwarze, sechsseitige Biotitblättchen  
unter der Lupe zu erkennen sind, das aber durch die  
größeren Dimensionen einzelner Gesteinskomponenten ein  
deutlich porphyrisches Gepräge erhält. Weitaus am häu-  
figsten finden sich unter diesen Einsprenglingen bis zu  
5 mm große, schneeweiße Feldspatkörner. Frische glas-  
glänzende Sanidine sind zwar seltener, dafür aber um so  
größer entwickelt. Ein Einschluß enthält sogar einen  
Karlsbader Zwillings von nahezu 7 cm Länge, der durch  
seine rauchgraue Farbe und körnigrissige Beschaffenheit  
auf den ersten Blick an die vom Trachyt häufig um-  
schlossenen Quarznester erinnert. An vielen Stellen der

---

1) Auf diese Einschlüsse beziehen sich alle Literaturan-  
gaben, die betreffs der Konkretionen, resp. der trachytähnlichen  
Bruchstücke im Trachyt der Perlenhardt überhaupt gemacht  
sind.

Oberfläche ist der Kalknatronfeldspat vollständig ausgewittert, wodurch rundliche und zum Teil mit gelben, knospigen Verwitterungsprodukten angefüllte Hohlräume entstanden sind, die vielfach so nahe zusammengedrängt liegen, daß das Gestein ein zelliges bis schwammiges Aussehen erhält. Die Feldspatkristalle werden oft spießartig von schwarzglänzenden Hornblendekristallen durchsetzt, die eine Länge bis zu 15 mm erreichen. Der gelblich-grüne Farbenton wird vornehmlich durch den Feldspat der Grundmasse bedingt, der stark in Verwitterung begriffen ist.

Unter dem Mikroskop erweisen sich die Feldspatleisten in der Grundmasse von der Größe der Sanidinkristalle in den hellen augitführenden Feldspatkonkretionen. Sie vereinigen sich oft zu radialstrahligen oder palmwedelartigen Aggregaten, wodurch einheitliche Feldspatpartien entstehen, über die sich zwischen gekreuzten Nicols beim Drehen des Objektisches ein dunkler Interferenzstreifen bewegt. Die einzelnen Leisten sind in diesen Aggregaten nicht immer scharf getrennt, sondern gehen allmählich ineinander über. Vielfach wurden Karlsbader Zwillinge beobachtet. Plagioklaskristalle finden sich kaum in der Grundmasse; häufiger konnten sie bei den porphyrisch ausgeschiedenen Feldspäten identifiziert werden, die eine eigenartige Zersetzungserscheinung zeigen: Einzelne Individuen oder knäuelartige Verwachsungen mehrerer Kristalle sind rings von einer sehr breiten Verwitterungsrinde umgeben, die deutlich wahrnehmbaren Pleochroismus von hell nach dunkelgrau zeigt und niedrige Licht- und Doppelbrechung besitzt. Ihr ist ein gekörnelttes Aussehen eigen, das besonders bei gekreuzten Nicols hervortritt. Weiter läßt sich über die Natur dieses Umwandlungsproduktes nichts aussagen. Auch bei starker Vergrößerung löst sich der Saum nicht auf, man erkennt nur, daß er spärlich Erzkörnchen umschließt. Außer Apatit enthält der Feldspat sehr häufig regellos sich kreuzende Stäbchen von opakem Erz, die teilweise aus reihenförmig angeordneten, feinsten Magnetitkriställchen gebildet werden.

Die Augitkörner sind durch einen grau violetten Farbenton ausgezeichnet, der auf einen Titangehalt schließen läßt.

Die übrigen Gemengteile bieten keine Besonderheiten; sie gleichen in Korngröße, Mengenverhältnis und Ausbildungsweise vollkommen den Mineralien der zuvor beschriebenen Konkretionen.

Diese dunklen, reichlich Magnesia-Eisensilikate führenden, sowie auch die vorwiegend aus Feldspat bestehenden Einschlüsse weisen hinsichtlich der mineralogischen Zusammensetzung, der Form und Beschaffenheit der einzelnen Gemengteile eine so weitgehende Übereinstimmung mit dem sie umhüllenden Trachyt auf, daß an einer gemeinsamen Abstammung beider aus einem ursprünglich gleichen Magma nicht gezweifelt werden kann. Doch läßt die Bestimmung der engeren genetischen Beziehung zwischen beiden Gesteinsgruppen noch verschiedene Auffassung zu. Sicher ist nur — die körnige Ausbildung fordert es —, daß die Einschlüsse in der Tiefe sich gebildet haben. Dabei wäre es aber noch sehr wohl möglich, daß diese Auskristallisation in größeren zusammenhängenden Massen erfolgt ist, von denen bei der Eruption des Trachyts Bruchstücke von wechselnden Dimensionen mitgerissen sind <sup>1)</sup>. Mit dieser Annahme würde die Ansicht, die v. Rath betreffs der Natur und Bildungsweise der hellgrünen Einlagerungen ausgesprochen hat, ganz gut im Einklang stehen. Er bezeichnet sie in seinen „Beiträgen zur Petrographie“ als „feinkörnige Trachytvarietäten“ <sup>2)</sup>, wahrscheinlich, weil sie häufig scharf gegen das umhüllende Gestein abgegrenzt sind und vielfach durch Lufträume von diesem getrennt werden. Meines Erachtens

---

1) Vergl. H. Osann, Über Sanidinite von São Miguel. N. Jahrb. f. Min. 1888. I. S. 129.

2) v. Rath, Beiträge zur Petrographie. Zeitschr. der dtsh. Geol. Gesellsch. 27. Berlin 1875. S. 329.

aber dürfte die Auffassung von Laspeyres<sup>1)</sup>, nach welcher die Perlenhardter Einschlüsse Konkretionen im engeren Sinne darstellen, mehr Berechtigung haben, weil neben scharf begrenzten Partien auch häufig solche vorkommen, die einen allmählichen Übergang in den Trachyt erkennen lassen.

Da die außerordentlich feine Korngröße der Gesteinskomponenten, sowie die Neigung zur porphyrischen Struktur andeuten, daß die Kristallisation der Einschlüsse nicht in allzu beträchtlicher Tiefe stattgefunden hat, könnte man sich vorstellen, daß bei dem Ausbruch der Eruptivbreccie das trachytische Magma näher zur Oberfläche gedrungen ist, und daß hier, während einer Pause in der Eruptivtätigkeit sich die Einschlüsse als obere Kruste der Lavamasse gebildet haben<sup>2)</sup>.

In den hellgrünen, bis 20 cm großen und durch zahlreiche Hohlräume ausgezeichneten Knollen hat Pohlig<sup>3)</sup> mehrfach Partien von dichtem, weißem Feldspatgemenge, Quarzstücke und Schieferfragmente gefunden und daraus die selbständige Natur dieser Einschlüsse gefolgert. In den mir zur Untersuchung vorliegenden Handstücken waren solche Bruchstücke des durchbrochenen Grundgebirges nicht enthalten. Sie würden aber an sich noch nicht notwendig gegen die konkretionäre Natur dieser Einschlüsse sprechen. Sie könnten, als das trachytische Magma in höhere Regionen stieg, von diesem mitgerissen sein und dann als Kristallisationskerne bei der Ausscheidung der Konkretionen gedient haben.

Eine pyrometamorphe Entstehung aus kristallinen

---

1) H. Laspeyres, Das Siebengebirge am Rhein. Verh. d. Naturh. Ver. d. pr. Rh. u. W. Jg. 57, Bonn 1900. S. 323.

2) Vergl. H. Rosenbusch, Mikroskopische Physiographie der massigen Gesteine. II. 4. Aufl. S. 940, Anmerkung.

3) H. Pohlig, Die Schieferfragmente im Siebengebirger Trachyt von der Perlenhardt b. Bonn. Tscherm. Mitt. III. 1881. S. 341.

Schiefern, wie sie Brauns<sup>1)</sup> für einen großen Teil der Sanidinite aus dem Laacher-See-Gebiet wahrscheinlich gemacht hat, kann für diese Gruppe von Perlenhardter Einschlüssen wegen des reichlichen Vorkommens von Apatit<sup>2)</sup> und des gänzlichen Mangels an pyrometamorphen Mineralien nicht in Betracht kommen.

## II. Einschlüsse selbständiger Natur.

### 1. Bruchstück einer Trachytabart.

Dieser Einschluß ist im Gegensatz zu den Gesteinen der vorigen Gruppe nicht den Konkretionen zuzuzählen, sondern muß als Bruchstück eines präexistierenden Gesteins aufgefaßt werden. Er ist von hellgrauer Farbe und hat durch seine plattige Absonderung, sowie durch sein dichtes Gefüge makroskopisch ganz das Aussehen eines devonischen Schiefers. Jedoch deuten seine große Härte, die zwischen 5 und 6 liegt, sowie weiße Feldspatkörnchen und dunkle Biotiteinsprenglinge, die scharf aus der Grundmasse hervortreten und eine Größe bis zu 1 mm erreichen können, an, daß es sich hier um ein vulkanisches Gestein handelt, welches, wie die mikroskopische Untersuchung lehrt, trachytischer Natur ist.

Die schlecht individualisierte Grundmasse läßt nur Feldspatmikrolithen und winzige Magnetitkörnchen erkennen und hat große Ähnlichkeit mit der Basis des umgebenden Trachyts.

Die Einsprenglinge sind durchweg von kleinen Dimensionen und zeigen stets fragmentare Ausbildung. Man gewinnt den Eindruck, als ob sie bei der Auskristallisation starken mechanischen Deformationen ausgesetzt gewesen

---

1) R. Brauns, Die kristallinen Schiefer und ihre Umbildung z. Sanidinit. Stuttgart 1911.

2) R. Brauns, Über den Apatit aus dem Laacher See-Gebiet. Neues Jahrb. Beil.-Bd. 41, S. 69.

wären. An dem Feldspat, der teils dem Orthoklas, teils dem Plagioklas angehört, ist vielfach undulöse Auslöschung zu beobachten. Die Biotitindividuen, die an Zahl gegen den Feldspat etwas zurücktreten, weisen oft Stauchungen und Aufblätterung der Lamellen auf. Als Übergemengteile sind nur unregelmäßig begrenzte Apatitkristalle und Erz, das nicht selten von Eisenhydroxyd umgeben ist, zu erwähnen.

Kleine Grauwackestücke, die sich hie und da eingelagert finden, schließen im Verein mit der deutlich ausgeprägten porphyrischen Struktur und dem fragmentaren Aussehen der Kristallausscheidungen die Annahme einer konkretionären Bildungsweise aus.

## 2. Metamorphosierte Schieferfragmente.

Bruchstücke, die dem kristallinen Schiefergebirge entstammen, bilden den weitaus größten Teil der in dem Perlenhardter Trachyt enthaltenen Einschlüsse und sind schon seit langem bekannt. In seinem geognostischen Führer in das Siebengebirge bezeichnet H. v. Dechen <sup>1)</sup> sie als schieferige, streifige Gemenge von durchsichtigem Feldspat und schwarzem Glimmer, deren Herkunft nicht immer klar und deutlich vorliege. Gleichzeitig weist er auf ihre große Ähnlichkeit mit gewissen Vorkommnissen des Laacher-See-Gebiets hin.

Ausführlicher sind die Mitteilungen, die Pohlig <sup>2)</sup> im Jahre 1881 über die Schieferfragmente im Trachyt der Perlenhardt gemacht hat. Auf Grund des äußeren Habitus und der mineralogischen Zusammensetzung unterscheidet er vier untereinander eng verwandte Arten: Harte, dichte Hornfelse, die nur eine geringe Schieferung

---

1) H. v. Dechen, Geognostischer Führer in das Siebengebirge. S. 118.

2) H. Pohlig, Die Schieferfragmente im Siebengebirger Trachyt von der Perlenhardt bei Bonn. Tscherm. Mitt. III. Wien 1881.

aufweisen, nahezu schwarze und meist deutlich geschichtete Chiasolithschiefer, dichte, mangelhaft geschieferte Andalusithornfelse, denen eine eigentümlich fleckige oder marmorierende Verteilung von weißer und dunkler Gesteinsmasse eigen ist, und schließlich sehr spärlich auftretende gneisartige Gesteine, die im wesentlichen aus Biotit, Feldspat und Quarz bestehen und stets flaserige Struktur zeigen. — Hohe Bedeutung legt er den grauen Andalusithornfelsen bei, welche nach ihm makroskopisch neben vereinzelt vorkommenden, schwarzen Hornblendep Prismen und büschelförmig gruppierten, farblosen Disthenadeln zahlreiche Andalusitkristalle „mit dem charakteristischen matten Glanz auf den Spaltungsflächen“<sup>1)</sup> erkennen lassen. Die häufig von einem dunklen Hof umgebenen rhombischen Querschnitte von Andalusit, die bisweilen weißen Gesteinspartien eingelagert sind, bekunden vielfach eine gewisse Neigung zu chiasolithartiger Gestaltung<sup>2)</sup>. Sie sind einer Grundmasse eingebettet, die teils ein feinkörniges Mosaik von Quarz darstellt, teils sich aus Haufen von dunklen Körnchen zusammensetzen, in denen Pohlig bei starker Vergrößerung Magnetit, vorzüglich aber grünschimmernde, wohlausgebildete Hornblendekristalle wahrnahm. Als weitere Gemengteile wurden von ihm vereinzelt, weingelbe Körner von Titanit und hie und da auch kleine, säulige Kristalle beobachtet, „die man nach ihrer graulichen Farbe und ihrer Form für Turmalin halten kann“<sup>3)</sup>.

Chiasolith, Titanit und Turmalin habe ich in den mir zur Untersuchung vorliegenden Gesteinen nicht gefunden, dafür nehmen aber Biotit, Korund, Rutil und Pleonast, die ich in den Ausführungen Pohligs vermißt habe, um so häufiger an dem Aufbau dieser Einschlüsse teil. — Die grünen, scharfumrissenen Hornblendekriställ-

---

1) H. Pohlig, l. c. S. 345.

2) H. Pohlig, l. c. S. 345.

3) H. Pohlig, l. c. S. 347.

chen, aus denen nach Pohlig die dunkleren Partien vorzugsweise bestehen, dürften vielleicht mit Pleonast identisch sein, der an der Zusammensetzung der Perlenhardter Schieferfragmente in so hervorragender Weise beteiligt ist. — Ebenso bin ich geneigt, die Andeutungen einer Chiestolithstruktur im Andalusit mit der Umwandlung des letzteren in Pleonast zu erklären. Wenn, wie es wohl vorkommt, der Andalusit sich gleichzeitig randlich und im Innern in dunkelgrünen Spinell umsetzt, mag es vielleicht den Anschein erwecken, als liege Chiestolithbildung vor. — Quarz spielt in den von mir untersuchten Einschlüssen eine ganz untergeordnete Rolle und ist in den äußerst feinkörnig struieren Schichten nicht immer einwandfrei von den zahlreich auftretenden, wasserklaren Feldspatkörnchen zu unterscheiden. — Die garbenförmig gruppierten, lichtgefärbten Disthennadeln, die „von bestimmten Zentren aus die helleren Gesteinspartien radial durchstrahlen“<sup>1)</sup> und nicht selten Querabsonderung erkennen lassen, würden nach der Beschreibung sehr gut mit den in meinen Schliften so häufig vorkommenden Sillimanitfasern übereinstimmen.

Betreffs der Entstehung der Schieferfragmente sprach sich Pohlig in seiner ersten Abhandlung vom Jahre 1881 dahin aus, daß sie Bruchstücke der in der Nähe anstehenden Devonschiefer gewesen seien, die ihre Umbildung zu kristallinen Schiefen der hydrothermischen Kontaktmetamorphose durch das glutflüssige trachytische Magma verdanken<sup>2)</sup>. Später jedoch, als er Einschlüsse im Andesit der Wolkenburg gefunden hatte, die mit den Bruchstücken im Perlenhardter Trachyt in jeder Beziehung große Ähnlichkeit aufwiesen, trat er der Ansicht von Rosenbusch<sup>3)</sup> und Lasaulx<sup>4)</sup> bei und sah in jenen

---

1) H. Pohlig, l. c. S. 346.

2) H. Pohlig, l. c. S. 360.

3) H. Rosenbusch, Referat über Pohligns Schieferfragmente im Trachyt der Perlenhardt. Neues Jahrb. I. 1881. S. 387.

4) A. v. Lasaulx, Der Granit unter dem Cambrium des

Schiefereinschlüssen Kontaktprodukte eines unterirdischen Granitvorkommens <sup>1)</sup>, auf die der umhüllende Trachyt noch metamorphosierend gewirkt habe.

Zu wesentlich der gleichen Auffassung gelangt Dannenberg in seinen „Studien an Einschlüssen in den vulkanischen Gesteinen des Siebengebirges“, wo er auch ganz kurz auf die Schieferfragmente der Perlenhardt zu sprechen kommt <sup>2)</sup>. Die eigentliche Herausbildung der kristallinen Schiefer schreibt er dem Einfluß eines in der Tiefe anstehenden erstarrenden Gesteinsmassivs zu, die Entstehung gewisser Mineralneubildungen jedoch, wie die von Spinell und Feldspat, deren Auftreten häufig auf einen engen genetischen Zusammenhang mit Andalusit schließen läßt, sowie die Bildung von zahllosen feinen Glimmerschüppchen führt er — trotz völligen Mangels äußerer Kontakterscheinungen — auf die metamorphosierende Wirkung des einschließenden Eruptivgesteins zurück.

In neuerer Zeit hat R. Brauns <sup>3)</sup> an Hand umfangreichen Materials aus dem Laacher-See-Gebiet nachgewiesen, daß allerdings die kristallinen Schiefer nachträglich tiefgreifende Veränderungen erlitten haben, wodurch ihre Mineralien weitgehend aufgelöst und unter Neubildung von Korund, Spinell, Sanidin u. a. umkristallisiert wurden. Abweichend von Dannenberg aber und anderen Forschern, die über ähnliche Einschlüsse benachbarter Gebiete gearbeitet haben, sieht er die Ursache dieser Umbildung nicht in der unmittelbaren Berührung mit dem

---

hohen Venn. Verhandlg. d. Nat. Ver. d. pr. Rh. u. W., Jahrg. 41. Bonn 1884, S. 423 und 425.

1) H. Pohlig, Gefleckter Hornschiefer mit chiasolithartigen Prismen im Hornblendeandesit der Wolkenburg. Verh. Nat. Ver. Sitzungsber. 42. 1885. S. 258/259.

2) A. Dannenberg, Studien an Einschlüssen in den vulkanischen Gesteinen des Siebengebirges. Tscherm. Mitt. 14. 1895. S. 83.

3) R. Brauns, Die kristallinen Schiefer des Laacher-See-Gebietes und ihre Umbildung zu Sanidinit. Stuttgart 1911.

trachytischen Magma, sondern vornehmlich in den hohen Temperaturen, sowie in der Wirkung heißer Gase, welche lange vor dem Ausbruch des Trachyts die Schiefer von unten durchdrangen. Das gänzliche Fehlen von Bruchstücken eines Tiefengesteins unter den Laacher Auswürflingen, sowie das Vorkommen von Schieferfragmenten mit zwei Generationen von Andalusit<sup>1)</sup>, die in Kontaktgesteinen nie beobachtet wurden, veranlaßten ihn, die Quelle der bei der Entstehung und Umschmelzung der kristallinen Schiefer wirksamen Wärme nicht in einem erstarrenden Tiefengestein, sondern in einem in der Tiefe vorhanden gewesenen Magma zu suchen, das allmählich in höhere Regionen empordrang und die für die jeweiligen Umwandlungsvorgänge erforderlichen Wärmemengen lieferte. Diese Auffassungsweise verdient nach Brauns insofern den Vorzug vor der bis dahin herrschenden Ansicht, als „sie gestattet, die so überaus mannigfachen Erscheinungen der Metamorphosen von einem einheitlichen Gesichtspunkt zu betrachten und alle Umwandlungen auf eine Quelle zurückzuführen“<sup>2)</sup>.

Das gleiche Streben nach Vereinheitlichung bewog Brauns auch, diese Entstehungs- und Bildungsweise kristalliner Schiefer, die er für Laacher Auswürflinge wahrscheinlich gemacht hat, für das gesamte Rheinische Schiefergebirge anzunehmen, und die von den Forschern hervorgehobene große Ähnlichkeit, die die Schiefereinschlüsse dieses Gebietes hinsichtlich des Mineralbestandes und der Art der Umwandlungserscheinungen mit denen vom Laacher-See-Gebiet aufweisen, lassen seine Annahme gerechtfertigt erscheinen.

Die mir vorliegenden metamorphosierten Schiefereinschlüsse aus dem Perlenhardter Trachyt stehen zwar

---

1) R. Brauns, Zwei Generationen von Andalusit in kristallinen Schiefen aus dem Laacher-See-Gebiet. N. Jahrb. 1911. II. S. 9/10.

2) R. Brauns, l. c. N. Jahrb. 1911. II. S. 9/10.

den Laacher Bomben an Reichtum und Mannigfaltigkeit ihrer Gemengteile bei weitem nach, doch gestatten sie, die Umwandlungerscheinungen, welche einzelne Mineralien unter dem Einfluß steigender Temperatur erfahren haben, in den verschiedenen Stadien gut zu verfolgen. Sie zeigen fast ausnahmslos den äußeren Habitus von Hornfelsen und bekunden dadurch, sowie durch porphyroblastisch ausgeschiedene Mineralien aus der Andalusitfamilie schon makroskopisch, daß sie großen Hitzewirkungen ausgesetzt waren.

Es sind dichte, graue bis schwarze Gesteine von wechselnder Größe. Stücke von 10—20 cm in Länge und Breite sind keine Seltenheiten; doch wurden auch ebenso häufig solche von  $1\frac{1}{2}$ —2 cm Durchmesser beobachtet. Ihre Gestalt ist meist plattig, scheiben- oder splitterförmig; quaderförmige Einschlüsse kommen nur vereinzelt vor. Die Schieferung ist zum Teil verloren gegangen, zum Teil aber tritt sie durch parallele Anreicherung dunkler Gemengteile deutlich hervor. Einige Stücke zeigen auf dem Querbruch kleine, rundliche Flecken von schwarzer Farbe, die sich im Mikroskop als Anhäufungen von Pleonast und Magnetit erweisen. Fast allen ist eine feinkristalline Ausbildung eigen, die man schon oft mit bloßem Auge, bei den dichteren Bruckstücken erst unter der Lupe wahrnimmt. Doch ist außer den glänzenden Biotitschüppchen nur Feldspat zu unterscheiden, der, wenn er reichlicher und in größeren, spaltbaren Kristallen auftritt, auch die hellere Farbe einiger, verhältnismäßig grobkristalliner Einschlüsse bedingt. Bisweilen erkennt man auf den Schieferflächen lange, weiße, vollkommen zersetzte Nadeln, welche sich unter dem Mikroskop als Korund erweisen.

Die Schiefereinschlüsse sind gewöhnlich scharf gegen den Trachyt abgegrenzt und zeigen nie Spuren einer von dieser Hülle ausgehenden kaustischen Einwirkung. Die kleineren Einschlüsse sind in der Regel fest mit dem umgebenden Gestein verbunden, die größeren lösen sich viel-

fach leicht von dem umhüllenden Trachyt los und sind nicht selten durch kleine Hohlräume davon getrennt. Viele Schieferstücke sind auf der Schichtfläche mit einer braunen Zersetzungsrinde bedeckt, auf welcher sich ähnlich wie auf den Drusenwandungen gut ausgebildete, zierliche Quarzkristalle abgeschieden haben.

Sanidingestein mit Sillimanit und Andalusit, beide in Umwandlung zu Spinell begriffen.

Der grauschwarze, 4:8 cm große Einschluß ist von scheibenförmiger Gestalt und nur 5 mm dick. Biotitlagen verursachen eine ebenschieferige Textur.

Unter dem Mikroskop sieht man, daß dunkle, glimmerreiche Lagen mit breiten hellen wechseln, in denen der Biotit mehr zurücktritt. Die letzteren bestehen aus einem Mosaik frischer, wasserklarer Feldspatkörnchen, das durchsetzt wird von regelmäßig begrenzten Magnetitkristallen und langen Biotitnadeln.

Der Feldspat gehört dem Sanidin an und kennzeichnet sich durch haarfeine Spaltrisse, die an den klareren Stellen beobachtet werden können, und durch die Form seiner Kristalle, die gern nach dem Karlsbader Gesetz verzwilligt sind. Häufig wandelt sich der Sanidin randlich in ein grünliches Verwitterungsprodukt um, das stellenweise deutlich wahrnehmbaren Pleochroismus von grün nach gelb zeigt und schwach auf das polarisierte Licht einwirkt.

In den glimmerreichen Partien haben sich die dunklen Gemengteile Magnetit und Pleonast massenhaft angereichert. Dort liegen auch die rautenförmigen Andalusitkristalle eingebettet.

Der Andalusit ist klar durchsichtig und frisch und zeigt im Kern deutlichen Pleochroismus von farblos nach rosa. Seine Kristalle liegen regellos verteilt, manchmal quer zur Schichtung, ohne daß irgend eine Stauung der glimmer- und magnetitreichen Lagen an ihnen erkannt werden könnte, woraus folgt, daß der Andalusit

erst entstanden ist, als diese fertig gebildet waren. Am Rande beginnt eine Umwandlung in grünen Spinell, der auf den Spaltrissen in das Innere vordringt und den Kristall nach allen Richtungen durchwächst. Fast stets ist der Andalusit von einem Hof klarer Sanidinkörner umgeben, in welchen sich scharfumrissene Biotitblättchen und Magnetitkörnchen als Neubildungen ausgeschieden haben.

Sillimanit ist recht verbreitet im Gestein und bildet graue, filzige Gewebe schmaler, farbloser Prismen, die hie und da Querabsonderung erkennen lassen. Vielfach besitzen sie eine zur Schieferung parallele Anordnung, öfter jedoch sind sie zu radialstrahligen Büscheln oder garbenförmigen Aggregaten vereinigt. Sie zeigen nirgends kauistische Einwirkung, werden aber stets durchschwärmt von äußerst zahlreichen Pleonastoktaederchen, die aller Wahrscheinlichkeit nach aus dem Sillimanit entstanden sind.

Die zur Bildung von Spinell erforderliche Menge von Magnesia und Eisen wird der Biotit geliefert haben <sup>1)</sup>, der in der ursprünglichen Form nicht mehr häufig zu beobachten ist. Der jetzt noch vorhandene Glimmer ist im wesentlichen Neubildung, worauf schon seine scharfen Umrisse hindeuten <sup>2)</sup>. Er kommt entweder in sechsseitig begrenzten Basisblättchen oder in rechteckigen, pleochroitischen Längsschnitten vor. Hin und wieder ist er auch von einem hellen Sanidinhof umgeben und zeigt dann zuweilen deutliche Umbildung zu Magnetit.

An den sillimanit- und pleonastreichen Stellen konnten untergeordnet einzelne Rutilkörner beobachtet werden, die ihrem ganzen Auftreten nach als Neubildung angesprochen werden müssen.

---

1) Vergl. R. Brauns, Die kristallinen Schiefer und ihre Umbildung zu Sanidinit. Stuttgart 1911. S. 54.

2) Vergl. R. Brauns, Die chemische Zusammensetzung granatführender kristalliner Schiefer usw. N. Jahrb. Beil.-Bd. 34. 1912. S. 169.

Somit sind von den ursprünglichen Gemengteilen nur Andalusit, Sillimanit und etwas Biotit erhalten geblieben, alle anderen sind durch die Pyrometamorphose neu entstanden.

Sanidingestein mit Andalusit, der stark in Spinell und Sanidin umgewandelt ist.

Es ist ein quaderförmiges, kristallin ausgebildetes Gestein, das makroskopisch lang rechteckige oder rautenförmige, hellere Querschnitte erkennen läßt, die von einem dunklen Saum umgeben sind.

Unter dem Mikroskop zeigt sich, daß das Innere dieser spitzrhombschen Querschnitte durch Sanidin gebildet wird, der zahlreiche Biotittröpfchen umschließt, während der Saum aus Spinelloktaedern und Glimmerschüppchen besteht. Schon die Form dieser Querschnitte deutet darauf hin, daß hier ursprünglich Andalusit vorgelegen hat. Erhärtet wird diese Annahme durch das vereinzelte Vorkommen von frischen Andalusitkristallen, die nur eine beginnende Umwandlung in Pleonast zeigen. Bei kleineren Kristallen ist diese Umsetzung so weit vorgeschritten, daß ein Aggregat von Spinellkörnern sich gebildet hat und von der Andalusitsubstanz nichts mehr zu erkennen ist.

Die reichlich vorkommenden Feldspatkörnchen sind vielfach verzahnt und greifen mit ihren Einbuchtungen ineinander. Sie umschließen häufig wasserhelle Nadeln, die gern büschelförmig angeordnet sind und gerade Auslöschung zeigen, die aber wegen ihrer äußerst winzigen Dimensionen nicht weiter identifiziert werden konnten. Es liegt nahe, sie für Sillimanit zu halten.

Als Nebengemengteile finden sich außer kleinen, gelben Rutilkörnchen nur noch opake Erzkörnchen mit stahlblauem Schimmer und auffallend starkem Metallglanz, die wegen ihres häufig oktaedrischen Habitus größtenteils als Magnetit gedeutet werden müssen. Ilmenitblättchen mit sechsseitigem Querschnitt wurden nur selten beobachtet.

Sanidingesteine mit Andalusit, der in Korund und Pleonast umgewandelt ist.

Unter den Schiefereinschlüssen des Perlenhardter Trachyts stehen diese Gesteine ihrer Zahl nach an erster Stelle. Hinsichtlich ihrer Form und Ausbildungsweise lassen sie eine große Mannigfaltigkeit erkennen. Unter dem Mikroskop aber zeigt sich, daß sie in ihrem Mineralbestand nur wenig voneinander abweichen. Alle führen neben reichlichem Sanidin und Biotit Andalusit in den verschiedensten Umwandlungsstadien. In einigen Schiefen besitzen die vielfach prismatisch begrenzten Andalusitkristalle noch ein frisches Aussehen und zeigen deutlichen Pleochroismus von farblos nach rosa; höchstens am Rande bemerkt man eine einsetzende Umwandlung in Pleonast. In anderen Einschlüssen kommt der Andalusit in klaren, farblosen Aggregaten vor, die aus winzigen, voneinander abgeschnürten Körnchen bestehen, die sich nur durch die gleichzeitige Auslöschung als zusammengehörig erweisen und häufig von Sanidin durchwachsen sind. Zwischen ihnen haben sich gelegentlich Neubildungen von Pleonast ausgeschieden. In einem weiteren Stadium nehmen diese Aggregate ein trübes, grauwolkeiges Aussehen an, das, wie man bei Anwendung starker Vergrößerung erkennt, durch den Beginn einer Umsetzung in Korund hervorgerufen wird. Anfangs sind diese Korundkörnchen klein und farblos und kaum von Andalusit zu unterscheiden, im weiteren Verlauf der Umwandlung nehmen sie allmählich an Größe zu und weisen eine blaufleckte Färbung auf. Bisweilen ist auf Längsschnitten ein kräftiger Pleochroismus von meergrün nach himmelblau wahrnehmbar. Während die Korundausscheidungen stets im Innern der Andalusitkristalle anzutreffen sind, was leicht erklärlich ist, da sie die zu ihrer Bildung erforderliche Tonerde der Andalusitsubstanz entnehmen können, finden sich die tiefgrünen Spinelloktaeder, welche die Haufwerke von Korund nicht selten kranzartig umsäumen, nur randlich ausgeschie-

den, denn sie bedürfen zu ihrem Aufbau noch Bestandteile fremder Mineralien <sup>1)</sup>. Die bei der Entstehung von Korund und Pleonast aus Andalusit frei gewordene Kieselsäure hat den Anlaß zur Bildung von Sanidin gegeben, der vielfach im Innern von Andalusit wahrgenommen wurde, häufiger jedoch denselben als Kristallisationshof umgibt <sup>2)</sup>.

In den meisten Fällen ist bei diesen Umwandlungsvorgängen die Form des Ursprungsminerals, Andalusit, gewahrt geblieben; nur ganz vereinzelt entsprechen die Korund-Pleonast-Aggregate in ihren Umrissen nicht mehr dem Ausgangsmaterial. — Äußerst selten tritt der Korund ohne jeglichen Zusammenhang mit Andalusit auf. Seine Kristalle, bei denen auf der Basis mehrfach Dreieckszeichnungen beobachtet wurden, liegen dann aber in einem Sanidinhof eingebettet und lassen dadurch keinen Zweifel an ihrer Neubildung aufkommen. In allen Schieferen umschließt der Korund bohnenförmige Rutilkörner und braune Biotitschüppchen.

Der Feldspat ist immer feinkörnig ausgebildet und vollkommen klar, sodaß er leicht mit Quarz verwechselt werden kann; doch lassen die leistenförmige Gestalt einiger Kristalle, sowie die hin und wieder deutlich wahrnehmbaren Spaltrisse, besonders aber die Beobachtung im konvergenten Licht mit Sicherheit auf Sanidin schließen.

Quarz tritt nur ganz untergeordnet auf und ist häufig durch vierseitig begrenzte Glaseinschlüsse, die bisweilen eine Libelle enthalten, gekennzeichnet.

Fächerförmig gruppierte oder parallel gelagerte Sillimanitnadeln kommen nur in einigen dieser Schiefer vor, sind dann aber häufig in Umwandlung zu Pleonast begriffen. Feinste Fasern von Sillimanit bin ich geneigt für Neubildung zu halten.

---

1) Vergl. R. Brauns, Die kristallinen Schiefer des Laacher-See-Gebietes usw. 1911. S. 54.

2) Vergl. R. Brauns, l. c. S. 60.

Alle Schieferfragmente dieser Gruppe sind durch einen außergewöhnlich großen Reichtum an Rutil ausgezeichnet, der nicht nur als Einschluß im Korund und Andalusit auftritt, sondern auch im ganzen Gesteinsgewebe unregelmäßig verteilt ist und durch seine hohe Lichtbrechung, sowie durch die leuchtenden Polarisationsfarben sich von dem helleren Grunde abhebt. Neben einfachen Kristallen wurden auch Zwillinge nach  $P_{\infty}$  und  $3P_{\infty}$  beobachtet.

Eisenglanz, der nur in einigen wenigen Schlifften in lebhaft glänzenden, deutlich rotgefärbten Schüppchen vorkommt, und Magnetit bieten nichts Besonderes.

#### Ägirinisiertes Sanidingestein mit Resten von Sillimanit und Spinell.

Dieser Einschluß ist ein ziemlich weiches, dünn-schieferiges Gestein von grauer Farbe und rundlicher Gestalt. Er unterscheidet sich von den übrigen durch das Vorherrschen von Feldspat und Biotit und das starke Zurücktreten pyrometamorpher Mineralien.

Die „Grundmasse“ des Gesteins besteht aus Feldspat, der teils als Sanidin, teils als Plagioklas ausgebildet ist. Sanidin kommt in verhältnismäßig großen, unregelmäßig begrenzten Körnern vor, die neben scharf hervortretenden Sprüngen seltener feine Spaltrisse erkennen lassen. Er umschließt Magnetitoktaeder, wasserhelle Apatitnadeln und ovale Biotitblättchen in großer Zahl. Der Plagioklas ist durch feine Zwillingstreifung ausgezeichnet.

Biotit ruft durch parallele Anordnung seiner Blättchen eine deutliche Schieferung hervor. Zuweilen jedoch durchsetzen andere Lamellen diese zum Teil etwas wellig gebogenen Glimmerzüge unter einem schiefen Winkel. Meist zeigt der Glimmer unregelmäßig gelappte, stark korrodierte Formen, in deren Einbuchtungen oft der Sanidin eingreift. Als Einschlüsse führt der Biotit nur kleine Magnetitkörnchen, die auch sonst in beträchtlicher

Menge vorhanden sind, und zum Teil parallel der Schieferung liegen, zum Teil aber auch regellos im Schriff zerstreut sind. Innerhalb der Biotitlagen trifft man an einzelnen Stellen Glimmerblättchen, die eine grüne Färbung angenommen haben und eine beginnende Umwandlung in Ägirinaugit zeigen. Ganz vereinzelt ist diese Umsetzung weiter vorgeschritten. Die ursprüngliche Biotitsubstanz ist dann völlig verdrängt und an ihre Stelle ein Aggregat von prismatisch geformten Ägirinaugitkörnern getreten, die ganz schwachen Pleochroismus von lichtgrün nach hellgelb zeigen <sup>1)</sup>.

Mitten im Schiefer finden sich ein etwas größerer, stengeliges Sillimanitkristall und ein filziges Gewebe von feinfaserigem Sillimanit vergesellschaftet mit tiefgrünen Spinelloktaedern, die durch die Art ihres Auftretens ganz deutlich bekunden, daß sie aus Sillimanit hervorgegangen sind. Sie bilden mit dem letzteren die einzigen Zeugen für die pyrometamorphe Entstehung dieses Einschlusses aus kristallinen Schiefen.

Im Anschluß hieran mögen die in der Eruptivbreccie eingeschlossenen Sanidingesteine kurze Erwähnung finden. Sie stimmen hinsichtlich der Textur und des Mineralbestandes vollkommen mit dem vorherbeschriebenen Einschluß überein. Auch sie setzen sich vorwiegend aus Feldspat und Biotit zusammen, zu denen sich als Übergemengteil nur Magnetit gesellt, der in Form winziger Oktaeder regellos im Gesteinsgewebe verteilt ist. Auch ihnen ist eine große Armut von pyrometamorph gebildeten Mineralien eigen. Nur in einem Falle wurden einige Pleonastkörner im Schriff beobachtet, die aber keinen Zusammenhang mehr zu irgend einem ursprünglichen Gemengteil erkennen lassen.

---

1) Eine ähnliche Umwandlung des Biotits in Ägirinaugit beobachtete W. Haardt in Gesteinen aus der Eifel. Vergl. Die vulkanischen Auswürflinge und Basalte am Killer Kopf bei Rockes Kill in der Eifel. II. Teil. Berlin 1914. S. 42.

Während bei den meisten der beschriebenen Schiefereneinschlüsse von den aus einer früheren Periode stammenden Mineralien stets noch Andalusit zu beobachten ist, liegen in den zuletzt erwähnten Schieferbruchstücken die Endglieder der Pyrometamorphose vor, echte Sanidinstone, deren Herkunft nur mehr aus spärlichen Resten älterer Mineralien zu erschließen ist. Manchmal fehlen auch diese, und dann deutet nur noch die Art ihres Vorkommens auf eine engere genetische Beziehung dieser Einschlüsse zu den kristallinen Schiefen hin.

### **Zusammenfassung.**

Vorstehende Untersuchungen haben zu folgenden Ergebnissen geführt:

1. An der Perlenhardt hat ein älterer Ausbruch die Eruptivbreccie zutage gefördert, ein Gestein, das durch einen breccienartigen Habitus und durch die stark hervortretende Fluidalstruktur ausgezeichnet ist und neben einigen Grauwackestücken, die für die Untersuchung nichts Neues bieten, vereinzelt metamorphosierte Schiefereneinschlüsse, vorwiegend aber Gesteinsbruchstücke enthält, die sich hinsichtlich ihrer mineralogischen Zusammensetzung zum weitaus größten Teil eng an die sie umhüllende Lavamasse anschließen.

2. Ein jüngerer Ausbruch lieferte das eigentliche Perlenhardter Gestein, das in unmittelbarer Nähe der Eruptivbreccie einen auffallenden Farbenwandel von braunschwarz nach grau und eine dichtere Ausbildung der Grundmasse zeigt.

3. Der Plagioklasreichtum, sowie der hohe Gehalt an freier Kieselsäure, den die Analyse ergeben hat, gestatten nicht, wie es bisher üblich war, dieses Gestein den Trachyten einzuordnen. Es muß vielmehr als Orthoklas-Plagioklas-Gestein bezeichnet werden, und zwar gehört es einem mittelsauren Typus an, dem Brögger vorläufig den Namen Quarz-Trachyt-Andesit gegeben hat.

4. In chemischer und mineralogischer Beziehung zeigt es eine so nahe Verwandtschaft mit der darunterliegenden Eruptivbreccie, daß an eine Abstammung beider aus einem und demselben Magma nicht zu zweifeln ist.

5. Es enthält Einschlüsse, die teils endogener, teils exogener Natur sind. Die ersteren umfassen helle Konkretionen, an deren Aufbau vornehmlich Feldspat beteiligt ist, und dunklere, reichlich Magnesia-Eisensilikate führende Einschlüsse.

6. Von größerem Interesse sind die stark pyrometamorph veränderten Schiefereinschlüsse. Während sich der Andalusit vorzüglich in Korund und Sanidin umgewandelt hat, zeigt der Sillimanit immer eine Umkristallisation zu Pleonast. Stets aber bilden sich solche Mineralien, die gegen hohe Temperaturen sehr widerstandsfähig sind. Bei diesen Umwandlungen — die sich im festen Gestein vollzogen haben, da der Andalusit auch nach der Umschmelzung seine Form bewahrt hat — hat eine Stoffwanderung stattgefunden.

---

### Literaturverzeichnis.

Da die ältere einschlägige Literatur bis zum Jahre 1900 in dem Werke von H. Laspeyres „Das Siebengebirge am Rhein“ zusammengestellt ist, sind im folgenden nur die später erschienenen Arbeiten, soweit sie benutzt wurden, angegeben.

Laspeyres, H., Das Siebengebirge am Rhein. Verhdlg. des Naturhist. Vereins d. pr. Rh. u. W. 57. Jahrg. Bonn 1900. S. 119—596.

Brauns, R., Die kristallinen Schiefer des Laacher-See-Gebietes und ihre Umbildung zu Sanidinit. Stuttgart 1911.

— Zwei Generationen von Andalusit in kristallinen Schiefen aus dem Lacher-See-Gebiet. Neues Jahrb. f. Min. 1911. II. S. 1—10.

— Die chemische Zusammensetzung granatführender kristalliner Schiefer, Cordieritgesteine und Sanidinite aus dem Laacher-See-Gebiet. Ein Beitrag zur Lehre der Metamorphose. Neues Jahrb. f. Min. Beil.-Bd. 34. 1912. S. 85—175.

— Über den Apatit aus dem Laacher-See-Gebiet. Sulfatapatit und Carbonatapatit. Neues Jahrb. f. Min. Beil.-Bd. 41. 1916. S. 60—92.

Haardt, W., Die vulkanischen Auswürflinge und Basalte am Killer Kopf bei Rockes-Kill i. d. Eifel. II. Tl. Diss. Berlin 1914.

---

# ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Verhandlungen des naturhistorischen Vereines der preussischen Rheinlande](#)

Jahr/Year: 1920

Band/Volume: [76](#)

Autor(en)/Author(s): Wefelscheid Heinrich

Artikel/Article: [Zur Ökologie der aquatilen Rhynchoten. 77-132](#)

