

4. 112, 8^o

nd Basalttuffe

der

Schwabischen Alb.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Philosophischen Doktorwürde

vorgelegt der

Hohen Philosophischen Fakultät der Albert-Ludwigs-Universität
zu Freiburg im Breisgau

von

EUGEN GAISER

aus Zuffenhausen (Württemberg).

(*Verh. Heidelberg. Bergbauverein 87 a.*)

Sonder-Abdruck aus den Jahressheften des Vereins für vaterländische
Naturkunde in Württemberg, Jahrgang 1905.

STUTTGART.

Druck von Carl Grüninger, K. Hofbuchdruckerei Zu Gutenberg (Klett & Hartmann).

1904.

Basalte und Basalttuffe der Schwäbischen Alb.

Von Eugen Gaiser aus Zuffenhausen (Württemberg).

Hierzu Tafel II und 10 Textfiguren.

Einleitung.

In seinem grundlegenden Werke „Schwabens Vulkanembryonen“ hat W. v. BRANCO¹ die vulkanischen Bildungen der Schwäbischen Alb in bezug auf ihr geologisches Vorkommen und ihre Entstehungsweise einer ausführlichen Untersuchung unterzogen und bewiesen, dass die daselbst auftretenden vulkanischen Gesteine röhrenförmige Kanäle ausfüllen, und als vulkanische Durchschlagsröhren aufzufassen seien. Während also die allgemeinen geologischen Verhältnisse der Albvulkane von v. BRANCO in erschöpfender Weise gewürdigt wurden, ist in bezug auf die petrographischen Verhältnisse der Basalte und Basalttuffe, besonders aber der letzteren, noch manche Lücke auszufüllen. Es fehlt eine zusammenhängende Bearbeitung sowohl der Basalte als auch der Basalttuffe. Gerade die Kenntnis der Tuffe ist von Bedeutung, da sie ja unter ganz anderen Bedingungen gebildet wurden als der eigentliche Basalt und sich aus ihrer strukturellen Beschaffenheit manche Schlüsse auf den Zustand des Magmas im Eruptionsschlot und die Bildungsweise der Auswurfsmassen ziehen lassen dürften. In den folgenden Ausführungen habe ich mich bestrebt, die vulkanischen Massen der Alb in systematischer Weise auch mit Bezug auf diese Fragen etwas näher zu untersuchen.

Neuere Untersuchungen über einzelne Basalte der Alb verdanken wir A. STELZNER in seiner Arbeit über „Melilith und Melilithbasalte“², wobei er als erster die Basalte vom Hochbohl, Bölle bei Owen und von einigen anderen Stellen als typische Melilithgesteine erkannte und damit zugleich den Typus der Melilithbasalte aufstellte.

¹ Diese Jahresh. Jahrg. 1894, 1895.

² N. Jahrb. f. Min. etc. Beil.-Bd. II. 1883.

E. FRAAS beschrieb den Basalt vom Gaisbühl bei Reutlingen¹.

Ältere Untersuchungen über verschiedene Albbasalte stammen von ZIRKEL² und von MÖHL³, die die Basalte dem Stand der damaligen Kenntnis gemäß noch als Nephelin- und Feldspatbasalte aufführen. Einige Untersuchungen über die Tuffe der Alb haben ausgeführt: ANGER⁴, der sie noch als Feldspatbasalttuffe beschrieb; PENCK⁵, der sie als Nephelinbasalttuffe behandelte; ENDRISS⁶, der hauptsächlich den Tuff vom Randecker Maar untersuchte.

Das Material zu meinen Untersuchungen wurde von mir an Ort und Stelle gesammelt. Die chemischen Analysen wurden im chemischen Laboratorium zu Freiburg i. Br., die mikroskopischen Untersuchungen teils am mineralogischen Institut zu Stuttgart, teils am mineralogischen Institut zu Freiburg i. Br. ausgeführt.

An dieser Stelle möchte ich es nicht unterlassen, meinen verehrten Lehrern Herrn Prof. SAUER, Herrn Prof. OSANN und Herrn Dr. MEIGEN, die mir stets mit Rat und Tat bei der Ausführung der vorliegenden Arbeit zur Seite standen, den wärmsten Dank auszusprechen.

Endlich habe ich noch zu erwähnen, daß diese Arbeit die Lösung einer von der Kgl. Technischen Hochschule zu Stuttgart gestellten Preisaufgabe darstellt.

I. Teil. Basalte.

a) Geologische Verhältnisse.

Nur an etwa 18 vulkanischen Punkten der Alb tritt Basalt zutage. Bei der großen Mehrzahl der Vulkanembryonen verhartete der basaltische Schmelzfluß in größerer Tiefe. Meist bildet der Basalt winzige Stöcke, Gänge und Apophysen im Tuff; an einigen Stellen finden sich nur einzelne Basaltblöcke, die wohl die letzten Ausläufer von Apophysen sind und darauf hindeuten, daß der Herd in nicht allzu großer Tiefe ansteht. Solche einzelne Basaltbrocken wurden angetroffen im obersten Tuffgange der Gutenberger Steige, am Kalvariensbühl bei Dettingen und im Tuff von Donstetten, an den beiden

¹ Diese Jahresh. Jahrg. 1893.

² Untersuchungen über die mikroskopische Zusammensetzung der Basaltgesteine. Bonn 1870.

³ Diese Jahresh. Bd. XXX. Jahrg. 1874.

⁴ Tschermak's Min. Mitteil. 1875.

⁵ Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. Bd. XXI. 1879.

⁶ Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. Bd. XLI. 1889.

letzteren Stellen von Herrn Prof. FRAAS in Stuttgart, dessen Güte ich Schleifstücke zu verdanken habe.

Am Randecker Maar konnte ich trotz wiederholten Suchens keinen Basalt entdecken, den v. BRANCO in seiner Arbeit aufführt. Jedenfalls kann es sich dort nur um das Vorhandensein eines einzelnen Basaltblockes gehandelt haben, der im Laufe der Zeit verschwunden ist. Am Bettenhard bei Linsenhofen konnte ich ebenfalls keinen Basalt finden. An drei Stellen, am Eisenrüttel, Dietenbühl, Sternberg fehlen Basalttuffe ganz. Der basaltische Schmelzfluß stieg hier sehr hoch und räumte den Eruptionskanal von dem Tuffmaterial, das ehemals sicherlich ebenfalls vorhanden war. An diesen eben angeführten Stellen ist die vulkanische Tätigkeit am weitesten vorgeschritten.

Während die meisten Basalte in Schloten auftreten, haben wir nur an einer Stelle einen Basalt, der einen auf längere Strecke sich hinziehenden Gang ausfüllt. Dieser Gang findet sich bei Grabenstetten, wo er an der Straße nach Urach deutlich angeschnitten ist; seine Mächtigkeit beträgt nur etwa $1\frac{1}{2}$ m. Wir hätten also im Albgebiet

1. Schlotbasalte und
2. nur einen Gangbasalt.

Zur Bildung von Oberflächenergüssen ist es anscheinend nirgends gekommen. Nur bei dem eben genannten Gang von Grabenstetten wäre dies nicht völlig ausgeschlossen. Man findet nämlich in der Nähe des Ganges auf den Äckern in ziemlich großer Zahl blasig ausgebildete Basaltstücke, die einem Nephelin-Melilithbasalt angehören. Glasige Grundmasse ist in demselben nicht vorhanden. Entweder stammen diese Stücke von der Oberfläche des Ganges, die blasig ausgebildet gewesen sein kann, wie v. BRANCO annimmt; oder aber liegt die Möglichkeit vor, daß sie die Überreste eines kleinen Basaltstromes sind, der sehr langsam erstarrte, infolgedessen keine Glasmasse gebildet wurde. Das langsame Erstarren war wahrscheinlich dadurch bedingt, daß die Lava mit Gasen und Flüssigkeitseinschlüssen stark beladen war und diese erst allmählich entwichen. ENDRISS¹ ist der Ansicht, daß ein Lavastrom vorlag.

Die Überreste des fraglichen Stromes wären allerdings nicht bedeutend, und bei der geringen Breite des Ganges glaube ich, daß die Existenz eines früheren Stromes ziemlich zweifelhaft ist.

¹ Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. Bd. XLI. 1889.

Die genaueren Lagerungsverhältnisse der Basalte hat v. BRANCO in seinem Werk ausführlich dargelegt.

Die Basalte der Alb zeigen meist sehr schöne kugelige Absonderung, die besonders bei der Verwitterung deutlich hervortritt. Am schönsten sind die Absonderungserscheinungen wohl am Hofberg bei Metzingen und Götzenbrühl bei Dettingen u. T. zu sehen.

b) Petrographische Verhältnisse.

Die Basalte der Schwäbischen Alb kann man einteilen in:

1. Nephelinbasalte.
2. Melilithbasalte.
3. Nosean-Melilithbasalte.

I. Nephelinbasalte.

Nur an einer Stelle in dem vulkanischen Gebiet von Urach findet sich reiner Nephelinbasalt, nämlich am Eisenrüttel bei Dettingen auf der Hochfläche der Alb. Wir haben hier zugleich die größte Basaltmasse des ganzen Landes vor uns, die in früheren Jahren stark abgebaut wurde. Der Basalt vom Eisenrüttel wurde schon von ZIRKEL als Nephelinbasalt erkannt und kurz beschrieben (ZIRKEL, Basaltgesteine No. 172). Schon makroskopisch unterscheidet sich das Gestein vom Eisenrüttel von den Melilithbasalten durch seine viel grobkörnigere Ausbildung. Die Grundmasse ist bei weitem nicht so dicht wie in den Melilithbasalten. Das mikroskopische Bild gliedert sich in Einsprenglinge und Grundmasse. Die Struktur ist holokristallin-porphyrisch (s. Taf. II Fig. 1). Unter den Einsprenglingen treffen wir in großer Zahl idiomorph begrenzte Olivinkristalle. An Einschlüssen ist der Olivin sehr arm, hier und da begegnet man winzigen Flüssigkeits- und Gaseinschlüssen und opaken Erzkörnchen. Sehr häufig ist der Olivin etwas angewittert; vom Rande und von den Spalten aus verdrängt eine trübe serpentinöse Substanz den Olivin.

Bei weitem wird der Olivin an Menge übertroffen von Augit, der sehr zahlreiche große und kleine Einsprenglinge bildet und den Löwenanteil an der Gesteinszusammensetzung hat. Er erscheint ebenfalls meist in idiomorpher Begrenzung, nur die Endflächen sind hier und da mangelhaft ausgebildet. Die Kristallformen sind die gewöhnlichen des basaltischen Augits $\infty P \cdot \infty P \infty \cdot \infty P \infty \cdot P$. Zwillinge nach $\infty P \infty$ sind zu beobachten; häufig begegnet man auch Kristallen mit Zwillingslamellierung. Die Augite sind schwach pleochroitisch, der // a schwingende Strahl erscheint bräunlichgelb, der // b schwingende

graugrün bis graugelb, ebenso der // c schwingende. Zonarstruktur tritt in schönster Weise zutage; die Auslöschungsschiefe nimmt vom Kern nach dem Rande hin zu und zwar wurden Differenzen bis zu 10° beobachtet. Die bei den Pyroxenen gerade verwandter Gesteine so häufig ausgeprägte Sanduhrstruktur wurde nicht beobachtet. Sehr häufig stecken in den Augitkristallen grüne Kerne, die ebenfalls pleochroitisch sind. An Interpositionen führen die Augite besonders in den zentralen Teilen Erzkriställchen, Flüssigkeits- und Glaseinschlüsse. Der Augit beteiligt sich in einer zweiten Generation auch an der Zusammensetzung der Grundmasse. Hier bildet er kleine, säulig entwickelte Kriställchen, daneben auch unregelmäßig begrenzte Aggregate.

Den Hauptanteil an der Zusammensetzung der Grundmasse hat jedoch der Nephelin. Dieser bildet den Kitt, die Fülle, in der die anderen Gemengteile eingebettet liegen. Öfters trifft man rektanguläre Längsschnitte, auch hexagonale Querschnitte. Meist ist er aber unregelmäßig begrenzt, da er als letzter Gemengteil auskristallisiert und durch die schon ausgeschiedenen Mineralien in der Kristallbildung gehindert wurde. Der Nephelin führt besonders Einschlüsse von Apatitnadeln und Augitkriställchen.

Magnetit ist gleichmäßig und reichlich durch das ganze Gestein verbreitet. Interessant ist das Vorkommen von einzelnen Noseankristallen, die meist hexagonale Durchschnitte zeigen. Ihre Randzonen sind häufig ganz dunkel, während die inneren Teile farblos bis violett sind. Manchmal ist es auch gerade umgekehrt. Die dunklen Partien haben ihren Grund in einem fein verteilten Pigment, das seine Lage wechseln kann.

Von dem Nephelinbasalt Eisenrüttel wurde vom Verfasser eine quantitative Analyse ausgeführt. Diese ergab folgendes Resultat:

SiO ₂	39,39
TiO ₂	3,01
Fe ₂ O ₃	6,33
FeO	5,64
Al ₂ O ₃	7,55
CaO	13,98
MgO	13,91
K ₂ O	1,45
Na ₂ O	4,88
P ₂ O ₅	0,72
CO ₂	Spur
H ₂ O	4,06

Summa . . 100,92

Die Titansäure wurde auf kolorimetrischem Wege bestimmt mittels Wasserstoffsuperoxyd, welche Methode sehr gute Resultate liefert.

Obige Analyse in Molekularquotienten umgerechnet ergibt:

Si O ₂	41,01
Ti O ₂	2,35
Fe ₂ O ₃	1,25
Fe O	7,28
Al ₂ O ₃	4,62
Ca O	15,54
Mg O	21,71
K ₂ O	0,96
Na ₂ O	4,91
P ₂ O ₅	0,31
Summa	100,00

Danach berechnet sich folgende OSANN'sche Formel:

$$s_{43} a_2 c_0 f_{18} n_{3,5} \alpha\text{-Reihe.}$$

Es würde dieser Basalt also etwa zu dem OSANN'schen Typus „Käsegrotte“ zu stellen sein, der die Formel hat:

$$s_{44} a_2 c_1 f_{17}.$$

Der Nephelinbasalt von Meiches (Vogelsgebirge) besitzt fast dieselbe Formel wie der Eisenrüttelbasalt

$$s_{43,5} a_2 c_0 f_{18} n_{3,5} \alpha\text{-Reihe.}$$

Der Basalt vom Eisenrüttel ist etwas saurer als die Melilithbasalte, was zum Teil von dem großen Augitgehalt herrührt. Die Titansäure besitzt einen ziemlich hohen Wert, sie kann nur im Augit und in titanhaltigen Eisenerzen gebunden sein, da ja Perowskit vollständig fehlt. Auffällig ist der geringe Gehalt an Al₂O₃, der nicht einmal genügt, um die Alkalien zu binden. Ein Teil von diesen muß deshalb an Fe₂O₃ gebunden sein.

Der Ca O-Gehalt ist wegen des Fehlens von Melilith etwas niedriger als bei den Melilithbasalten, aber immer noch sehr hoch; die Augite, in denen allein der Kalkgehalt gebunden sein kann, sind danach zu den kalkreichen Varietäten zu stellen. Der etwas hohe Wassergehalt hat seinen Grund in der teilweisen Serpentinisierung des Olivins.

II. Melilithbasalte.

Zu den Melilithbasalten gehören alle Basaltvorkommnisse der Alb mit Ausnahme desjenigen vom Eisenrüttel und von Graben-

stetten. Die Melilithbasalte sind alle ziemlich feinkörnig, dicht; ihre Farben spielen ins Dunkelgrüne bis Schwarze. Bei der Verwitterung blassen diese Basalte etwas ab, die Farben werden mehr bläulich. Makroskopisch kann man nur die Olivineinsprenglinge, hier und da größere Augite erkennen, die in einer äußerst feinkristallinen Grundmasse liegen. Die Struktur ist durchweg holokristallin-porphyrisch. Durch fluidale Anordnung der leistenförmigen Melilithkriställchen um die Olivine entsteht oft eine schöne Fluidalstruktur.

Als Einsprenglinge treten in den Melilithbasalten auf Olivin vor allem, der stets in reichlicher Menge sich einstellt, ferner Augit, der jedoch seltener in größeren Kristallen erscheint. Weiter gehört ein Teil der Melilith zu den Einsprenglingen. Bezüglich des Meliliths herrschen in der Größe alle Übergänge von den Einsprenglings- zu den Grundmasseindividuen. Die Grundmasse bei den Melilithbasalten bildet ein hypidiomorphes Gemenge von Melilithleisten, Augitkriställchen, Magnetit und von Nephelin, der als Füllmasse fungiert. Glasige Grundmasse konnte bei keinem der untersuchten Basalte nachgewiesen werden. Akzessorische Bestandteile sind Perowskit, Biotit, Apatit, Pikotit und Chromit.

1. Schilderung der einzelnen Gemengteile.

Olivin.

Olivin ist nur in einer einzigen Generation entwickelt. Seine Dimensionen sind sehr schwankend. Die vollkommen idiomorphe Begrenzung der Olivinkristalle ist selten, da diese letzteren sehr der magmatischen Korrosion ausgesetzt waren, die ja besonders stark ist bei holokristallin entwickelten Gesteinen infolge der langsameren Erstarrung; und unsere Basalte sind eben holokristallin ausgebildet. So kommt es, daß die Olivine vielfach nur noch Körnerform besitzen. Die Grundmasse dringt häufig lappenartig in die Olivine ein. Eine gewöhnliche Erscheinung ist, daß die Olivinkristalle, die zu den ältesten Gemengteilen gehören, infolge magmatischer Bewegungen zerbrochen sind. Hier und da ist der Olivin von einer Zone von Biotit umgeben, der jedenfalls bei der Auflösung des Olivins randlich auskristallisierte. Der Übergang von Olivin in Biotit ist oft ganz allmählich, so daß eine scharfe Grenze kaum zu ziehen ist. Solche Olivine sehen dann wie angeätzt aus. Diese Umwandlung des Olivins in Biotit ist besonders gut ausgeprägt im Basalt vom Hofberg bei Metzingen.

Die kristallographischen Formen sind die gewöhnlichen für Olivin.

Zwillingsbildung nach $P\infty$ wurde beobachtet (Hochbohl); Zwillingsbildung nach $2P\infty$, wie diese SOELLNER¹ an Olivinen der Rhönbasalte feststellte, dagegen nirgends. Einschlüsse von fremden Mineralien treten im allgemeinen wenige auf, man begegnet kleinen, gräulichgelben, durchsichtigen Kriställchen mit oktaedrischen Formen, welche dem Pikotit angehören, ferner Einschlüssen von Magnetit, selten Perowskitkristallen wie z. B. im Basalt vom Hochbohl. Massenhaft sind die Olivine oft durchschwärmt von Flüssigkeitseinschlüssen, die reihenartig angeordnet sind und deren Formen kreisrund bis oval sind. Auch bewegliche Libellen, wahrscheinlich aus CO_2 bestehend, enthalten manche Flüssigkeitseinschlüsse.

Die Zersetzung des Olivins geschieht vom Rande und von den Spaltrissen aus und zwar gewöhnlich zu einer grünlichen serpentinösen Substanz. Bei stark vorangeschrittener Umwandlung bleiben nur noch kleine Kerne von frischer Olivinsubstanz übrig, die wie Einsprenglinge in einer einheitlichen Grundmasse von Serpentin liegen. Die chemische Zusammensetzung nach einer von JUL. MEYER² an isoliertem Olivin vom Hochbohler Basalt ausgeführten Analyse ist folgende:

Si O ₂	41,90
Fe O	29,16
Mg O	28,48
Summa	99,54

Der Olivin gehört der ältesten, der intratellurischen Periode an und ist das erste reichliche Ausscheidungsprodukt des basaltischen Magmas.

Augit.

Der Augit tritt wie Olivin ebenfalls in größeren porphyrisch ausgeschiedenen Kristallen auf. Sehr große Augite führt z. B. der Basalt des Götzenbrühls.

Ziemlich selten sind jedoch gut begrenzte Kristalle. Die Farbe der basaltischen Augite ist gewöhnlich gelblichbraun. Zonarstruktur ist eine häufige Erscheinung. Die Kerne sind meist heller gefärbt als die randlichen Teile der Kristalle.

Die Auslöschungsschiefen von Kern und Rand differieren bis

¹ Soellner, Geognostische Beschreibung der Schwarzen Berge in der südlichen Rhön. Jahrb. d. k. preuss. geol. Landesanstalt und Bergakademie. 1901. Bd. XXII. Heft 1.

² Siehe Stelzner, „Melilith und Melilithbasalte“. N. Jahrb. f. Min. etc. Beil.-Bd. II. 1883.

zu 15° , und zwar nehmen sie von innen nach außen hin zu. Pleochroismus ist bei den Augiten ziemlich schwach entwickelt. Die Randzonen zeigen hier und da auch violette Töne, was mit einem höheren Titangehalt zusammenhängen mag. Die größeren Kristalle zeigen vielfach Zwillingsbildung nach $\infty P\infty$; oft sind auch mehrere Zwillingslamellen nach diesem Gesetz einem Kristall eingeschaltet.

An Einschlüssen führen die Einsprenglingsaugite Magneteisen, Perowskit, Glasfetzen, Flüssigkeitseinschlüsse. Die Grundmasseaugite erscheinen entweder in kleinen scharfbegrenzten Kriställchen oder in unregelmäßig konturierten Körnern. Zwischen Einsprenglings- und Grundmasseaugiten herrschen bezüglich der Größe alle möglichen Übergänge; es ist deshalb schwer, in jedem einzelnen Fall zu entscheiden, ob man einen Augit der jüngeren oder älteren Periode vor sich hat. Die Augite der Grundmasse zeigen hellere Farbentöne, sie sind oft nahezu farblos. An Einschlüssen sind sie überaus arm. Die Augitsubstanz behält immer eine auffallende Frische und tritt dank ihrer starken Licht- und Doppelbrechung stets deutlich aus dem Gesteinsgewebe hervor.

Melilith.

Dieser bildet z. T. recht große Einsprenglinge (bis zu 2 mm lange Leisten) vor allem im Basalt vom Hochbohl und besonders in dem von der Sulzburg. Im großen ganzen muß er trotz seiner regelmäßigen Begrenzung zu den Bestandteilen der Grundmasse gerechnet werden. In der Größe der Melilithkristalle sind alle möglichen Übergänge zu verzeichnen. Am ausführlichsten sind die Eigenschaften des Meliliths von A. STELZNER¹ behandelt worden, der diese besonders am Melilith des Hochbohls studierte.

Die Melilithen in unseren Basalten treten immer in der charakteristischen Leistenform auf, so daß sie auch bei stärkster Verwitterung noch im Gesteinsbild zu erkennen sind.

Querschnitte sind selten gut erkennbar; hier und da begegnet man rundlichen oder unregelmäßig begrenzten Schnitten (infolge unvollkommener Ausbildung der Kristallflächen), die isotrop sind.

Selten sind die Leistenkanten des Meliliths scharf ausgebildet, da auch bei diesem die magmatische Korrosion stark einwirkte. Die Kristalle sind oft geradezu eingeschnürt (s. Fig. 1 u. Taf. II Fig. 2).

¹ Siehe die obenerwähnte Arbeit.

Die Enden der Leisten besitzen gerne eine skelettförmige Entwicklung, wie an nebenstehender Figur zu sehen ist. Parallel zu den längeren Leistenkanten verläuft meist etwa in der Mitte ein Spaltriß, selten sind mehrere vorhanden, die dann nur einen Teil des Kristalls durchziehen.



Fig. 1. Melilithleisten von skelettförmiger Ausbildung.

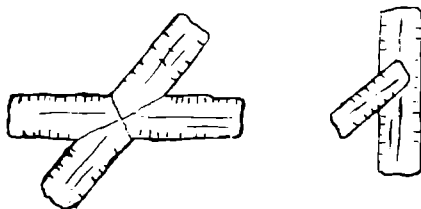
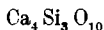


Fig. 2. Zwillinge von Melilith aus dem Basalt des Hochbohls.

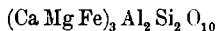
Zwillingsbildung wurde beobachtet, und zwar Durchkreuzungszwillinge, die ich schön, z. B. im Hochbohler Basalt antraf, von dem sie auch schon STELZNER in der angeführten Arbeit erwähnte. Die Individuen sind wahrscheinlich nach einer Pyramidenfläche verwachsen.

Die Farbe der Melilith zeigt einen Stich ins Gelbliche,

was man besonders gut beim Vergleich mit dem ganz wasserklaren Nephelin erkennt; diese Färbung rührt wohl von dem Eisengehalt des Meliliths her. Die Interferenzfarben sind bei frischen Kristallen indigoblau; mit zunehmender Verwitterung blassen sie etwas ab. Meist besitzen die Melilith schmale Randzonen, die hellblaue Interferenzfarben aufweisen und sich deutlich vom Kern abheben. Ich glaube, daß dies in einer abweichenden chemischen Zusammensetzung in den randlichen Teilen seinen Grund hat. Bekanntlich stellt der Melilith eine isomorphe Mischung des Akermanitmoleküls



und des Gehlenitmoleküls



dar, und ein zonarer Aufbau wäre demnach wohl zu begreifen. Beim Basalt des Hochbohls traf ich auch Melilith, die abwechselnd Streifen mit helleren und dunkleren Interferenzfarben zeigten, welche Erscheinung ebenfalls auf einen zonaren Bau hinweist. Auch STELZNER erwähnte schon zonar gebaute Melilith vom Hochbohl. Die für den Melilith so charakteristische Pflöckstruktur ist sehr verbreitet, jedoch nicht in allen Basalten gleich gut entwickelt. Der Melilith zeigt senkrecht zur Basis feine Risse, die bei starker Vergrößerung spitzkonische, spieß- und spatelförmige Formen zeigen. Die nähere Beschreibung findet man in STELZNER's Arbeit über „Melilith und Melilith-

basalte“. ROSENBUSCH hält diese Pflöcke für Glas; STELZNER erklärt sie ebenfalls für primär, deutet sie jedoch nicht näher. Ganz Sicheres läßt sich über die Natur der Pflöcke nicht behaupten, nur dünkt es mir nicht wahrscheinlich, daß das Glas in so zahlreichen feinen Ritzen in den Melilith eingedrungen sein sollte.

Vielleicht liegt in den Pflöcken nur das erste Stadium der Umwandlung vor, wofür die Erscheinung, daß die Pflöcke fast immer vom Rande und hier und da auch von den Spaltrissen ausgehen, spricht. Die Verwitterung des Meliliths führt zur Bildung von feinen Fasern, die wie die Pflöcke ebenfalls parallel der c-Achse verlaufen und von diesen sich oft schwer unterscheiden lassen. (Siehe auch STELZNER, „Melilith und Melilithbasalte“.)

Von fremden Einschlüssen führt der Melilith Perowskit und Magnetitkriställchen, ferner kleine Augite und Flüssigkeitseinschlüsse. Die chemische Zusammensetzung des Meliliths vom Hochbühl ist nach einer Analyse von Dr. SCHULZE¹ etwa folgende:

SiO ₂	44,76
Al ₂ O ₃	7,90
Fe ₂ O ₃	5,16
FeO	1,39
CaO	27,47
MgO	8,60
Na ₂ O	2,65
K ₂ O	0,33
H ₂ O	1,42
Summa	99,68

Da die angewandte Substanz etwas unrein war, geben diese Zahlen nur ein angenähert richtiges Bild der Melilithzusammensetzung. Der Gehalt an Fe₂O₃ und an Magnesia ist wahrscheinlich etwas zu hoch, der an Thonerde, Kalk und Natron zu klein.

Nephelin.

Der zuletzt ausgeschiedene Gemengteil der basaltischen Grundmasse ist der Nephelin. Er füllt stets die letzten Zwickel des Gesteins aus und ist mit dem Wort „Füllmasse“ zu charakterisieren. In dieser Fülle liegen, wie in einem Teig, die übrigen Gemengteile. Nur selten zeigt der Nephelin Kristallumrisse, da er an freier Auskristallisierung gehindert wurde. Hier und da bildet er mit Olivin und Melilith zusammen kleine doleritische Partien im Basalt (z. B. am

¹ Siehe Stelzner, „Melilith und Melilithbasalte“.

Buckleter Teich bei Urach und bei Grabenstetten [Zelge Egelstein] und besitzt dann kristallographische Begrenzung. Diese doleritischen Partien sind offenbar in größerer Tiefe schon ausgeschieden worden. Wir hätten hier also intratellurisch ausgeschiedenen Nephelin vor uns. Der Nephelin ist stets wasserhell, von dem Melilith unterscheidet ihn das geübte Auge leicht durch seine geringere Lichtbrechung; seine Interferenzfarben sind hell- bis weißlichblau. Der Verwitterung hält er viel länger stand als der Melilith. Gewöhnlich wandelt er sich in Zeolithe um. An Einschlüssen führt der Nephelin häufig Augitkriställchen, Magnetit und besonders Apatitnadeln.

Perowskit.

Der stete Begleiter des Meliliths und außerordentlich charakteristisch für die Melilithbasalte ist der Perowskit. Er tritt meist in scharfblättrigen Kristallen von oktaedrischem Habitus auf, hier und da zeigt er auch nur Körnerform. Seine Farbe ist gelblichbraun bis hellgrau. Neben relativ großen Individuen trifft man auch ganz winzige Kriställchen, die in großer Zahl in der mikrokristallinen Grundmasse auftreten.

Eine Analyse von Perowskit aus dem Basalt vom Hochbohl, ausgeführt von JUL. MEYER¹ hatte folgendes Resultat:

TiO ₂	39,31
CaO	35,39
FeO	25,30

Biotit.

Dieser tritt in vereinzelt unregelmäßig begrenzten Blättchen auf mit deutlicher basaler Spaltbarkeit und starkem Dichroismus. Sein Alter ist nicht genau festzustellen. Seine Beteiligung an den Basalten ist sehr unbedeutend.

Magnetit.

Außerordentlich reichlich verbreitet in den Melilithbasalten ist der Magnetit. Er bildet eine ältere und jüngere Generation; neben großen Kristallen und Körnern haben wir ganz kleine Oktaederchen von Magnetit, Die Ausscheidung von Erz hat wohl während der ganzen Gesteinsentwicklung angehalten.

Pikotit.

Dieser ist in einzelnen grünlich durchsichtigen Oktaederkriställchen im Olivin eingeschlossen.

¹ Siehe Stelzner, Melilith und Melilithbasalte.

Chromit.

Manchmal begegnet man in den Basalten einigen rotbraun durchscheinenden Kristallen von oktaedrischer Form, die wohl dem Chromit angehören.

Apatit.

Dieser findet sich sehr häufig in langen prismatischen Nadelchen, die besonders die Melilithe und Nepheline durchschwärmen.

2. Struktur und chemische Zusammensetzung.

In der quantitativen Beteiligung der einzelnen Mineralien an der Zusammensetzung der Melilithbasalte herrschen zum Teil beträchtliche Verschiedenheiten. Von den Einsprenglingen ist der Olivin in allen Basalten in ziemlich gleicher Menge vorhanden und zwar immer sehr reichlich.

Starken Differenzen und Schwankungen sind Augit und Melilith unterworfen. Der Augit kann den Hauptanteil an der Grundmasse ausmachen und den Melilith fast ganz verdrängen, wie z. B. in den Basalten von Donstetten und vom Götzenbrühl. Umgekehrt kann aber auch Augit sehr zurücktreten und Melilith die Oberhand gewinnen, wie es z. B. der Fall ist in dem Basalt von Grabenstetten. Sogar in ein und demselben Dünnschliff treten oft abweichende Ausbildungen auf, wir haben Partien, die sehr reich sind an Augit mit dazwischen geschaltetem Nephelin, dann wieder Partien, die vorwiegend aus Melilith bestehen.

Die basischen Magmen, zu denen besonders die Melilithbasalte gehören, sind eben sehr mannigfaltig in ihren Kristallisationsprozessen. Die Summe von Augit und Melilith ist im allgemeinen bei unsern Basalten konstant. Zu den augitreichen Varietäten wären zu stellen die Basalte von Donstetten, vom Götzenbrühl, Authmuthbachtal (bei Kohlberg), Zittelstadttal, Jusiberg, Dietenbrühl, Hofberg und von Gutenberg.

Augitarmer Varietäten sind die Basalte von der Zelge Egelstein bei Grabenstetten, vom Krafrain und vom Bukleter Teich bei Urach. Der letztere Basalt ist fast ganz augitfrei. Mit der Zunahme des Augits scheint der Perowskit etwas an Menge abzunehmen, dadurch, daß ein Teil der Titansäure zur Bildung des Augits verbraucht wird. Unsere Melilithbasalte sind alle nephelinführend. Meist ist der Nephelingeht verschwindend gegenüber den andern Gemengteilen. Einige Basalte sind jedoch ziemlich reich an Nephelin, wie diejenigen

von Gutenberg, Zelge Egelstein bei Grabenstetten, vom Hofberg, Bukleter Teich, Zittelstadttal, Götzenbrühl und Gaisbühl. Bei den drei letzteren tritt zugleich Melilith an Menge zurück.

Man könnte diese eben angeführten Gesteine eventuell als Nephelin-Melilithbasalte von den andern absondern. Sehr groß ist der Unterschied gegenüber den typischen Melilithbasalten nicht, und es ist unmöglich, eine scharfe Grenze zu ziehen. Bei den Basalten vom Zittelstadttal und von Donstetten treten Melilith sowie Perowskit sehr in den Hintergrund, dagegen reichert sich Augit stark an. Die Struktur der Grundmasse derselben ist ziemlich grobkörnig. Die Ähnlichkeit mit dem Nephelinbasalt des Eisenrüttels wird durch diese Verhältnisse sehr groß; bei diesem fehlen allerdings Melilith und Perowskit vollständig, und Nephelin ist in größerer Menge vorhanden. Jedenfalls können wir diese Basalte als Übergangsformen zu dem reinen Nephelinbasalt auffassen.

Den Basalt vom Gaisbühl bei Reutlingen beschrieb FRAAS¹ als Nephelinbasalt. Nach meiner Untersuchung gehört derselbe jedoch ebenfalls, wie schon erwähnt, zur Gruppe der nephelinführenden Melilithbasalte. Trotz der starken Zersetzung kann man unter dem Mikroskop, besonders bei gekreuzten Nikols, ganz gut die charakteristischen Melilithleisten hervortreten sehen. Hier und da konnte sogar die Absonderung nach der Basis beobachtet werden. Zwischen den Melilithen und Augiten steckt eine farblose Substanz, die in Zeolith umgewandelte Nephelinfüllmasse. Die ganze Anordnung der Gemengteile, das massenhafte Auftreten des Perowskits stimmen mit den andern Melilithbasalten überein.

Außerordentlich nephelinreich ist der blasig ausgebildete Basalt von der Zelge Egelstein bei Grabenstetten, der schon eingangs erwähnt wurde als etwaiger Überrest eines Lavastroms. Der Nephelin bildet in diesem Basalt große gut begrenzte Individuen.

Von dem Basalt vom Götzenbrühl wurde vom Verfasser die

Si O ₂ zu	37,13
Ca O „	16,56
Mg O „	18,07

bestimmt. Der geringere Kalkgehalt ist bedingt durch einen geringeren Melilithgehalt in diesem Basalt.

Eine Analyse des Hochbohler Basalts hat STELZNER in seiner Arbeit über die Melilithbasalte veröffentlicht.

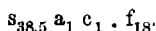
¹ Diese Jahresh. 1893.

Von diesem Basalt lösten sich in Salzsäure 92,81%, also fast das ganze Gestein. Der unlösliche Teil besteht zum größten Teil aus Augit.

Die analytischen Befunde dieses Basalts sind folgende:

Si O ₂	33,89
Ti O ₂	0,64
Al ₂ O ₃	9,93
Fe ₂ O ₃	15,63
Mn ₂ O ₃	Spur
Cr ₂ O ₃	Spur
Ca O	15,19
Mg O	16,14
K ₂ O	—
Na ₂ O	2,86
P ₂ O ₅	1,41
CO ₂	1,41
S	Spur
H ₂ O	2,90
Summa	100,00

Die Typenformel für den Basalt des Hochbohls ist nach OSANN:



GMELIN¹ hat den in Salzsäure löslichen Teil des Basalts vom Sternberg untersucht, er betrug 87,72%, also bedeutend weniger als bei dem Hochbohlbasalt, was in dem größeren Augitgehalt des Sternberger Gesteins seinen Grund hat.

Die chemische Zusammensetzung ist folgende:

Si O ₂	36,94
Al ₂ O ₃	10,58
Fe ₂ O ₃	13,34
Mn ₂ O ₃	0,3
Mg O	11,04
Ca O	14,18
K ₂ O	2,46
Na ₂ O	3,30
H ₂ O	3,59
Summa	95,73

Wir sehen aus den Analysen, daß die Si O₂-Mengen nicht sehr differieren; mit der Zunahme des Augitgehalts scheint auch der Si O₂-Gehalt etwas zu wachsen. Beim Eisengehalt schwanken die Zahlen beträchtlich, was zum Teil durch den wechselnden Reichtum der Basalte an Magnetit bedingt ist.

¹ Siehe Stelzner's Arbeit über „Melilith und Melilithbasalte“.

Das Verhältnis von MgO zu CaO ist ebenfalls variabel, jedoch betragen die Differenzen nur wenige Prozente. Hier sind die wechselnden Mengen von Augit und Melilith von Einfluß. Die Mengen der Alkalien differieren ebenfalls; mit zunehmendem Nephelinge halt nehmen auch die Alkalien zu.

III. Nosean-Melilith-Basalt.

(Siehe Taf. II Fig. 2.)

Nur in einem einzigen Melilithbasalt der Schwäbischen Alb wurde Nosean als neuer wesentlicher Gemengteil entdeckt. Es ist in dem Basalt von Grabenstetten, der an der neuen Straße nach Urach deutlich aufgeschlossen ist. Dieses Vorkommen von Nosean war bis jetzt noch nicht bekannt.

Der Nosean bildet in dem betreffenden Basalt zumeist bräunliche Flecken; nur selten sieht man Kristallkonturen. Randlich und auch im Innern ist der Nosean oft farblos, es fehlt an diesen Stellen das färbende Pigment. Der Nosean besitzt ein sehr junges Alter, er ist zwischen die Melilith eingeklemmt, ähnlich wie der Nephelin und ist mit diesem wahrscheinlich gleichalterig. Das junge Alter bedingt auch seinen Mangel an idiomorpher Begrenzung. Die sonstigen Bestandteile des obigen Basalts sind dieselben wie in den anderen Melilithbasalten. Augit tritt an Menge etwas zurück, ebenso Nephelin, Melilith ist dagegen reichlich vorhanden. Das Interessante und Neue an dem Basalt von Grabenstetten ist also das Auftreten des Noseans als Grundmassebestandteil und als jüngstes Ausscheidungsprodukt.

In allen Hauyn bzw. Nosean führenden Felsarten gehört die Bildung der Hauyne und Noseane aus dem schmelzflüssigen Magma der Zeit zwischen der Ausscheidung der älteren Pyroxengeneration und der Kristallisation des Nephelin an. Der Nosean ist also unter den eisenfreien feldspatähnlichen Gemengteilen der älteste, seine Bildung gehört zu den ältesten Entwicklungsperioden der Gesteinsmagmen. Diese Regel erfährt bei obigem Resultat jetzt eine Ausnahme. Wir können demnach den Basalt von Grabenstetten als neuen Gesteinstypus betrachten, wozu das eigentümliche Auftreten des Noseans berechtigt. Der Basalt wäre zu charakterisieren als Nosean-Melilith-Basalt.

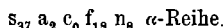
Über die chemische Zusammensetzung desselben gibt die vom Verfasser angefertigte Analyse Aufschluß. Diese hatte folgendes Ergebnis:

Si O ₂	34,03
Ti O ₂	2,69
Fe ₂ O ₃	3,13
Fe O	6,67
Al ₂ O ₃	8,41
Ca O	18,20
Mg O	14,68
K ₂ O	1,69
Na ₂ O	4,58
P ₂ O ₅	1,10
SO ₃	0,94
H ₂ O	4,02
CO ₂	Spur
Summa	100,14

In Molekularquotienten umgerechnet ergibt diese Analyse:

Si O ₂	34,88
Ti O ₂	2,07
Fe ₂ O ₃	0,58
Fe O	8,00
Al ₂ O ₃	5,08
Ca O	20,02
Mg O	22,58
K ₂ O	1,11
Na ₂ O	4,54
P ₂ O ₅	0,47
SO ₃	0,72
Summa	100,00

Daraus ergibt sich nach der Methode von OSANN folgende Formel:



Der geringe Aluminiumgehalt weist darauf hin, daß wahrscheinlich im Gehlenitmolekül ein Teil des Al₂ O₃ durch Fe₂ O₃ ersetzt ist.

Ein Teil der Alkalien muß jedenfalls an Fe₂ O₃ gebunden sein.

Die reichliche Noseanföhrung des obigen Basalts findet auch ihren Ausdruck in der chemischen Zusammensetzung desselben, die von der der normalen Melilithbasalte etwas abweicht. Der Gehalt an Na₂ O ist beträchtlich höher. Der Gehalt an SO₃ beträgt 0,94 %. Wenn wir dem Nosean die Zusammensetzung

Si O ₂	31,65
Al ₂ O ₃	27,05
Na ₂ O	27,26
SO ₃	14,06

(s. ZIRKEL, Mineralogie) zugrunde legen, so entsprechen 0,94 % SO_3 einem Anteil von 6,6 % Nosean. In diesen 6,6 % Nosean sind enthalten 1,08 % Na_2O ; man ersieht daraus, daß die Noseanföhrung den Gehalt an Alkalien bedeutend erhöhen muß.

Anhang.

Feldspatbasalte treten auf der Alb nirgends auf. ENDRISS¹ erwöhnt von der Zelge Egelstein bei Grabenstetten ein Stück Feldspatbasalt. Ich meinerseits konnte dort jedoch trotz eifrigen Suchens keinen solchen finden, und solange nicht weitere Funde von Feldspatbasalt gemacht werden, muß man wohl das von ENDRISS gefundene einzelne Stück auf irgendeine Verschleppung zuröckföhren.

Kontakterscheinungen.

a) Endogener Natur.

In dem Bruch am Jusiberg gegen Kappishäuser zu zeigt der Basalt eine hübsche endogene Kontakterscheinung. Er dringt hier zu beiden Seiten des Tuffs empor und ist an der Grenze gegen diesen ganz glasig ausgebildet. In einer dunklen glasigen Grundmasse, die oft in großer Menge Erzkörnchen ausgeschieden hat, liegen gut begrenzte Olivinkristalle und in großer Zahl scharf begrenzte Melilithleisten, die um die Olivine fluidal angeordnet sind; vom Augit fehlt jede Spur. In kurzer Entfernung vom Kontakt wird die Grundmasse wieder kristalliner, es erscheinen größere Magnetite und auch Augite.

b) Exogener Natur.

Beim Gang am Wahler bei Grabenstetten ist der weiße Jura zu beiden Seiten des Basalts schwarz gebrannt², indem, wie v. BRANCO nachwies, durch die entstandene Hitze die organische Substanz verkohlte.

Der Basalt des Buckleten-Teichs bei Urach hat den oberen braunen Jura gehärtet². Härtung von durchbrochenem Tuff ist zu beobachten am Götzenbrühl und Hochbohl². Besonders stark war die Einwirkung der vom Basalt erzeugten Hitze auf den Tuff des Götzenbrühls. In mehreren Schliften von dem dunklen Kontaktuff sieht man, daß ein großer Teil der Olivine und Augite ganz eingeschmolzen oder doch angeschmolzen ist. Die ursprünglichen Kristallformen sind

¹ Bericht über die 26. Versammlung des Oberrhein. geol. Vereins. 1893.

² Siehe v. Branco, „Vulkanembryonen Schwabens“.

noch zu erkennen. Die unversehrten Kerne haben rundliche Formen. Die umgewandelten Partien der Olivine und Augite sind von dunkelbrauner bis schwarzer Farbe infolge des hohen Eisengehalts, da meist Magnetit aus den angeschmolzenen Partien in feinen Körnchen wieder auskristallisierte (s. Fig. 3).

Kontaktmetamorph umgewandelte Gesteinseinschlüsse im Basalt sind selten. Am Hofberg wurde als Einschluß ein typischer Kalksilikathornfels gefunden. Der Basalt selbst wird gegen den Einschluß zu sehr dicht, besteht fast nur aus einem feinkörnigen Gemenge von Augitnadeln oder Augitkörnern. Melilith ist sehr spärlich. Auf den Basalt folgt eine ziemlich breite Kontaktzone mit Gehlenitkristallen von annähernd quadratischen Durchschnitten und mit den charakteristischen lavendelblauen Interferenzfarben. Auf diese Zone folgt eine weitere mit farblosen rhombischen Pyroxenen, die sich gern in faserige Produkte umwandeln. Die Pyroxenkristalle sind meist skelettförmig entwickelt, wie es bei Hornfelsen häufig der Fall ist. Ferner stellen sich ungemain viele durch den Kontakt entstandene Spinelle ein; diese besitzen teils oktaedrische, teils Körnerform und scharen sich oft zu kleinen Häufchen zusammen. Ihre Farbe ist z. T. grünlich, sehr häufig auch rauchbraun. Zwischen Pyroxenen und Spinellen lagert ein farbloser Untergrund mit ganz schwacher Licht- und Doppelbrechung. Die Natur dieser Substanz ist schwerlich genau festzustellen. Vielleicht liegt in ihr irgendeine Modifikation der Kieselsäure vor (Tridymit?). In einiger Entfernung vom Basalt besteht das Kontaktgestein aus einem Gemenge von rhombischem und einem farblosen monoklinen Pyroxen, der Kristallbegrenzung zeigt. Die Pyroxenkristalle sind äußerst winzig und lassen sich nur bei stärkster Vergrößerung genauer studieren.

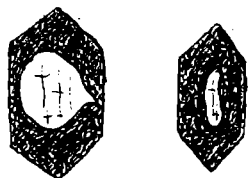


Fig. 3. Angeschmolzene Olivine aus dem Kontakt tuff des Gützenbrühls.

Spinelle sind gleichmäßig durch das ganze Gestein verbreitet. Zwischen den einzelnen Gemengteilen lagert in geringer Menge wieder jener farblose Untergrund.

Nach den auftretenden Kontaktmineralien zu urteilen, lag ursprünglich jedenfalls ein dolomitischer toniger Kalk vor, der in großer Tiefe bei starkem Druck umgewandelt wurde und vielleicht dem Muschelkalk angehörte.

Ein weiterer fremder Gesteinseinschluß vom Hofberg zeigt in

der Nähe des Basalts eine Zone von farblosem monoklinem Pyroxen, der massenhaft Einschlüsse von Flüssigkeit führt und gelappte, skelettförmige Individuen aufweist (s. Fig. 4).

Mit dem Pyroxen treten auch wieder sehr viele winzige Kriställchen auf, die oft stäbchenförmige Wachstumsformen zeigen und

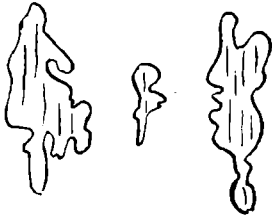


Fig. 4. Skelettförmig ausgebildete Pyroxene.

ab und zu mit bräunlicher Farbe durchscheinend werden. Auch sie gehören nach Isotropie und Stärke der Lichtbrechung der Spinellgruppe an. In der Kontaktzone stellt sich ferner Biotit in unregelmäßigen Schuppen ein, der gern zu einer grünlichen chloritischen Masse verwittert. Auch hier lagert sich in den kleinen Zwickeln ein farbloser Grund, der nicht näher zu bestimmen ist. Etwas entfernt vom Basalt

besteht das Kontaktgestein aus einer Unzahl von winzigen Nadelchen von farblosem rhombischem Pyroxen und zahlreichen kleinen Spinellen.

Ferner treten in dem Gestein viele kleine Hohlräume auf, die mit Natrolith ausgefüllt sind.

Aus dem Basalt des Götzenbrühls besitze ich einen kleinen Einschluß, der aus winzigen idiomorphen Quarzkriställchen besteht, die in einer farblosen Grundmasse liegen. Diese zeigt tiefblaue Interferenzfarben, wie sie für manche Mineralien der Chloritgruppe charakteristisch sind. In Schnitten senkrecht zur Hauptachse zeigt das Mineral deutliche Spaltbarkeit, der optische Charakter ist negativ, das Interferenzbild einachsigt. Alle diese Eigenschaften lassen darauf schließen, daß in diesem Mineral Pennin vorliegt. (Klinochlor ist optisch positiv und zeigt auch die tiefblauen Interferenzfarben nicht.) Die Quarze führen eigentümliche gewundene und gebogene Einschlüsse, die reliefartig hervortreten und bläulich gefärbt sind. Gegen den Basalt zu ist eine schmale Zone vorhanden mit langen Säulen von monoklinem Pyroxen, die in einer braunen erdigen Masse liegen, welche Aggregatpolarisation zeigt. Der Basalt ist in der Nähe des Einschlusses sehr dicht und besteht hier nur aus Augit und Olivin.

Bis jetzt kennt man als Kontaktmineral kein Glied aus der Chloritgruppe, und es liegt deshalb der Gedanke nahe, anzunehmen, daß der hier auftretende Pennin aus irgendeinem anderen Mineral (vielleicht Augit) hervorging.

II. Teil. Die Basalttuffe des schwäbischen Vulkangebietes.

a) Geologisches.

Die Basalttuffe der Schwäbischen Alb füllen, wie v. BRANCO¹ darlegte, Kanäle aus von meist rundlichen bis ovalen Querschnitten. Diese Kanäle sind bei der großen Mehrzahl bis zu sehr großer Tiefe hinab mit Tuffbreccien angefüllt. Wir haben es mit vulkanischen Durchschlagsröhren zu tun, erzeugt durch die Wucht der explodierenden Gase. Die Eruptionsstellen sind sehr zahlreich, etwa 130, und sind auf eine ziemlich kleine Fläche beschränkt. In der gegenseitigen Lage derselben läßt sich absolut keine Gesetzmäßigkeit feststellen, sondern die Punkte liegen zerstreut wie die Löcher eines Siebs und nicht linear angeordnet. An der Hand der Spaltentheorie läßt sich das Dasein dieser Röhren zurzeit nicht erklären, zudem man überhaupt wenig Verwerfungen in den Juraschichten des Albgebietes bis jetzt hat nachweisen können. Die Ansicht v. BRANCO's, daß das Magma bzw. seine Gase sich selbst die Auswege gebahnt haben, findet fortgesetzt weitere Bestätigung, so besonders in dem Gebiet der Rhön. Hier hat BÜCKING auf etwa nur 9 Quadratmeilen Fläche mehr als 400 Durchbrüche von Basalt und Phonolith festgestellt und bei kaum 10 derselben Spalten aufgefunden, an denen das Magma emporsteigen konnte. Diese vulkanischen Röhren in der Rhön bilden sonach gewiß ein schönes Analogon zu den Durchschlagsröhren der Alb. Auch in anderen Gebieten wie im Vogelsberg, in der Grafschaft Fife in England wurden neuerdings solche vulkanischen Durchschlagsröhren entdeckt. v. BRANCO erwähnt alle diese neuen Resultate und würdigt sie in seiner Arbeit: „Zur Spaltenfrage der Vulkane“². Die vulkanische Tätigkeit war bei unseren Albvulkanen von kurzer Dauer, es kam jedenfalls nur zu kleinen Umwallungen und Aufschüttungskegeln von Tuffmaterial, von denen wir aber heutzutage nichts mehr sehen, da sie längst durch Erosion zerstört worden sind. Zur Erzeugung von Lavaströmen kam es nirgends. Der basaltische Schmelzfluß erstarrte meist schon in großer Tiefe. Daß keine größeren Vulkanberge auf der Alb entstanden sind, läßt sich wohl begreifen, wenn wir bedenken, daß das Magma eben an so vielen Stellen von seiner Energie entbunden wurde, und diese sich deshalb nicht auf einige wenige Punkte konzentrieren konnte, um größere Vulkane aufzubauen. Eine ausführliche Beschrei-

¹ Siehe v. Branco's „Vulkanembryonen Schwabens“.

² Sitzungsber. d. k. preuß. Akad. d. Wiss. XXXVI, 1903.

bung der Lagerungsverhältnisse der vulkanischen Tuffe hat v. BRANCO bereits gegeben und es läßt sich hier kaum etwas Neues hinzufügen. An neuen Funden kamen noch einige hinzu, die erwähnt werden in den Erläuterungen zu dem revidierten Blatt Kirchheim u. T.¹

b) Petrographische Verhältnisse.

Die Füllmassen der vulkanischen Kanäle sind streng zu bezeichnen als „Basalttuffbreccien“, d. h. sie bilden ein buntes Gemenge von ausgeworfenem Magmamaterial und eckigen Trümmern von durchbrochenen Gesteinen, unter denen Granite, Gneise, Rotliegendes, Buntsandstein, Keuper vertreten sind, vor allem aber Gesteine, die Schichten vom Lias an bis zum weißen Jura hinauf angehören. Die Tuffmassen bekommen durch diese verschiedenartigen und verschiedenfarbigen fremden Gesteine häufig ein scheckiges, buntfarbiges Aussehen. Die Masse und Verteilung der Fremdgesteine schwankt natürlich sehr an den verschiedenen Punkten; besonders die kristallinen Gesteine wechseln an Häufigkeit.

Typischen Muschelkalk findet man nur an zwei Stellen, an der Sulzhalde und am Kräuterbuckel, ganz in der Nähe des Neckars.

Am häufigsten und am regelmäßigsten verteilt sind die Keuper- und Juragesteine, die teils kalkiger, teils mergeliger oder schieferiger Natur sind.

Auch die Größe der Gesteinstrümmen unterliegt starken Schwankungen und zwar oft an ein und demselben Punkte. Wir sehen an vielen Stellen große, oft 1—2 m dicke Blöcke, die zumeist dem Jura angehören, hier und da auch den kristallinen Gesteinen. Am Florianberg z. B. wurden große kristalline Auswürflinge gefunden. Wenn solche große Blöcke von fremden Steinen vorherrschen, erhalten die Tuffmassen grobbrecciösen Habitus. Sehr häufig war die Zertrümmerung der durchschlagenen Gesteine überaus weitgehend, so daß feiner und homogener aussehende Tuffbreccien resultierten, in denen die fremden Gesteine bis zu mikroskopischer Kleinheit herabsinken. Von kristallinen Gesteinen sind dann nur noch die einzelnen Mineralien wie Quarz und Feldspat übrig geblieben. Diese feineren Tuffe bewahren natürlich auch ihre Festigkeit viel länger als die groben Varietäten; sie sind oft geradezu basalhart, wie z. B. am Randecker Maar, am Engelhof, Jusiberg. Die Basalttuffe sind in den tieferen Teilen der Kanäle fast immer massig, ungeschichtet; an manchen

¹ Bl. Kirchheim u. T. revid. von E. Fraas.

Stellen, wie am Randecker Maar, tritt eine rohe Bankung auf, die aber nur Absonderungserscheinung und keine Schichtung ist, wie v. BRANCO schon ausgeführt hat. In den obersten Teilen der Tuffröhren, soweit diese noch vorhanden, sind meist geschichtete Tuffe, deren Entstehung auf die Mitwirkung des Wassers zurückzuführen ist, indem von den Rändern der Kratere die Tuffe allmählich durch Regenwasser in die Vertiefungen gespült wurden.

W. v. BRANCO erwähnt auch subaerische Schichtung, die in tieferen Regionen der Kanäle zutage tritt, aber sehr selten vorkommt.

Die Tuffe zeigen alle Grade der Verwitterung und Zerstörung. Bei einer sehr großen Zahl von Tuffpunkten findet sich keine Spur festen Tuffs mehr; alles ist zu einer losen, lockeren, zerreiblichen Masse zerfallen. Die Tuffe sind also wieder in denselben lockeren Zustand zurückversetzt, den sie vor der Verkittung durch Kalzit gehabt haben.

Die Verwitterung hat jedenfalls schon während der Periode der Verkittung der Tuffkomponenten eingesetzt; denn auch in den festesten und frischesten Tuffen finden wir Veränderungen. Erst nachdem die Verkittung vollendet war, wurde der Tuff wasserundurchlässig und war dadurch in seinen inneren Partien geschützt. Zur petrographischen Untersuchung der Tuffe in Dünnschliffen konnten selbstverständlich nur feste, gut verkittete Gesteine benützt werden, wie wir sie noch antreffen an den Punkten: Engelhof, Conradfels, Randecker Maar, Scharnhausen, Götzenbrühl, Dontal, Hofbrunnen, Wittlinger Steige, Limburg, Diepoldsburg, Ruine Hofen bei Grabenstetten, Gutenberg und noch einigen anderen.

Die mikroskopischen Bilder bei all unseren Tuffen gliedern sich in die Auswürflinge (Aschenteile, Gesteinstrümmer) und die Kittmasse, die zwischen denselben gelagert ist.

Beschreibung der vulkanischen Auswürflinge.

Es folge zunächst eine Schilderung der verschiedenen Mineralien, die in den Lapilli auftreten.

Olivin

ist in den Tuffen ebenso verbreitet wie in den Melilithbasalten, er bildet stets teils größere, teils kleinere Einsprenglinge in der Grundmasse der Lapilli, wie schon PENCK¹ darlegte.

¹ Penck, „Über Palagonit und Basalttuffe“. Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. Bd. XXXI.

Die Kristallformen sind dieselben wie bei den Basalten. Zwillinge nach P ∞ kommen vor; in einem Tuff vom Dontal fand ich auch einen Durchkreuzungszwilling.

Die frischen Olivine führen dieselben Einschlüsse wie die Basaltolivine. Bei der Verwitterung bleiben nur die Pikotit- und Magnetiteinschlüsse erhalten. Während nun der Olivin im Basalt häufig sehr stark korrodiert ist und deshalb oft nur in Körnern erscheint, zeigen die Olivinkristalle in den Tuffen zumeist die schönste idiomorphe Begrenzung. Die Kristallflächen sind ganz scharf ausgebildet und ohne jede Einbuchtung. Dies rührt von der rascheren Erstarrung der Tuffe her, von der Kürze der effusiven Periode.

Sehr gern ist der Olivin umgrenzt von Magnetitkriställchen, die zum Teil randlich eingewachsen sind. Diese Erscheinung ist hübsch ausgebildet im Tuff vom Conradfels.

Der Olivin unterliegt in hohem Grade der Verwitterung und der Umwandlung; nur in wenigen Tuffen ist er noch gut erhalten, so z. B. am Conradfels, wo kaum Spuren der Zersetzung wahrzunehmen sind. Teilweise frisch trifft man den Olivin in den Tuffen der Ruine Hofen bei Grabenstetten, vom Hofbrunnen, von Donstetten, von der Wittlinger Steige und vom Dontal.

Der frische Olivin setzt sich durch Wasseraufnahme und Abgabe eines Teils der Magnesia in Serpentin um, und zwar erfolgt die Umwandlung von den Spaltrissen und dem Rande aus. Das Eisen des Olivins scheidet sich als braunes Eisenoxydhydrat und als Magnetit ab. Auf den Spalten entdeckt man öfters winzige Magnesitkriställchen von starker Licht- und Doppelbrechung. Die Serpentinisierung kann fortschreiten bis zur Bildung von vollständigen Serpentinpseudomorphosen, die z. B. schön im Tuff vom Jusberg ausgebildet sind. Viel auffälliger aber als die Serpentinbildung ist in unseren Tuffen die Umwandlung des Olivins in Karbonate, namentlich durch die überaus große Verbreitung der so überaus selten geltenden Umwandlung. Diese scheinen wesentlich aus Kalzit zu bestehen, worauf die leichte Angreifbarkeit durch schwache Säuren (Essigsäure) und das überaus heftige Einwirken von kalter Salzsäure hinweisen. Wir treffen zum Teil vollständige Pseudomorphosen von Karbonaten, die am schönsten wohl in den Tuffen vom Randecker Maar, von wo sie ENDRISS¹ schon erwähnt, vom Götzenbrühl und vom Engelhof. Zum Teil begegnet man

¹ Endriß, Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. Bd. XLI. 1889.

Kalzitpseudomorphosen mit schmalen Rändern von Serpentin und durchzogen von Serpentinsträngen; die durch diese erzeugten Maschen sind durch Kalzit ausgefüllt. Ferner kommen Pseudomorphosen vor, bei denen noch frische Olivinkerne da sind und die äußeren Partien teils aus Kalzit, teils aus Serpentin bestehen.

Woher kommt es nun, daß Karbonate hier in so großer Menge anscheinend als Substitutionsprodukte des Serpentin bzw. Olivins erscheinen? Dies ist leicht einzusehen, wenn wir bedenken, daß kohlenaurer Kalk sehr reichlich den Tuffen beigemischt ist und die Sickerwässer mit den gelösten Karbonaten sehr heftig auf die lockeren Tuffe einwirken können. Die Überführung von Silikat in Karbonat wäre sonach hier durch die Verhältnisse besonders begünstigt und die Pseudomorphosen in unseren Tuffen sind gewissermaßen als Folgen der chemischen Massenwirkung anzusehen. Es ist nicht unwahrscheinlich, daß ein Teil der Karbonate durch Verdrängung aus zuerst gebildetem Serpentin hervorgegangen ist.

Melilith.

Zu den charakteristischen Bestandteilen der schwäbischen Basalttuffe gehört der Melilith. Er hat seine ursprüngliche Beschaffenheit zwar verloren, aber gerade durch seine Verwitterung treten seine typischen Leisten oft noch schöner hervor. Ein Teil der Melilithen gehört zu den Einsprenglingen und ist wahrscheinlich schon in größerer Tiefe auskristallisiert. Diese können überaus groß werden; im Tuff vom Randecker Maar z. B. haben die Leisten Längen bis zu 1 mm. Die Melilithen der Grundmasse sinken bis zu mikrolithischer Ausbildung herab. Die Melilithen in den Tuffen zeigen im allgemeinen schärfere Kristallflächen wie in den Basalten, sehr selten sind Korrosionserscheinungen. Besonders scharf sind immer die Basisflächen entwickelt, dagegen fehlen sehr oft die Prismenflächen. Folgende Figur veranschaulicht die häufig an den Enden skelettförmig ausgebildeten Melilithkristalle.

An Einschlüssen führen die Melilithen besonders Perowskit- und Magnetitkriställchen. Sehr oft hat es den Anschein, als ob den Melilithkristallen in den randlichen Partien Mikrolithen eingelagert seien. Dies ist aber nur eine Täuschung, die davon herrührt, daß bei schief geschnittenen Melilithen die Grundmasse, die über oder unter den geneigten Flächen liegt, in den Kristallen selbst zu liegen



Fig. 5. Melilithen mit unvollkommen ausgebildeter Prismenzone.

scheint. Die Mikrolithen müssen der Grundmasse angehören, da sie jünger sind als der Melilith. Die Melilith trifft man in keinem Tuff mehr frisch an, sondern sie sind gewöhnlich in eine farblose Substanz mit ganz schwachen bläulichen Interferenzfarben übergegangen. Die neuen Produkte haben sich stets parallel der Hauptachse des Meliliths angeordnet in feinfaseriger Ausbildung; die Auslöschung erfolgt immer parallel zu den Leistenkanten. Wir haben es hier mit zeolithischen Substanzen zu tun. In manchen Tuffen, wie z. B. in denen von Scharnhausen und vom Hofbrunnen, sind die Neubildungsprodukte gelblich gefärbt und beinahe isotrop. Durch diese Färbung heben sich die Melilithleisten scharf von dem dunklen Untergrund ab. Pseudomorphosen von Kalkspat wurden nicht beobachtet.

Nephelin.

Hier und da trifft man diesen in kleinen Hexagonen oder kurzen Säulen, er ist aber von geringer Wichtigkeit. Es könnte noch gefragt werden, ob nicht vielleicht die geringe in Zeolithe und Carbonate umgewandelte Füllmasse zwischen den kristallinen Ausscheidungen in manchen Lapilli als verwitterter Nephelin zu deuten ist. Ich halte dafür, daß auch diese Partien der Grundmasse glasiger Natur waren, besonders deswegen, weil in der Grundmasse kein Augit auskristallisierte und dieser doch vor dem Nephelin sich hätte ausscheiden müssen.

Augit.

Während Augit in den Basalten eine große Rolle spielt, ist er dagegen in den Tuffen ein sehr seltener Gast. Gewöhnlich tritt er nur als Einsprengling auf und gehört zu den intratellurischen Ausscheidungen. Nur in einigen Tuffen, wie z. B. vom Götzenbrühl, von der Alten Reuter bei Beuren, vom Aichelberg reichert er sich etwas an und bildet dann öfters kleine Anhäufungen.

In der Grundmasse ist Augit höchst selten auskristallisiert; nur in vereinzeltten Lapilli, die ich in Tuffen vom Götzenbrühl, von Scharnhausen, vom Engelhof antraf, konnte eine augitische Grundmasse entdeckt werden.

Perowskit.

Dieser ist in den Tuffen stets anzutreffen. Seine Kristallisation dauerte von der ältesten Zeit bis zur jüngsten. In der Grundmasse bildet er nur ganz winzige Kriställchen. Die älteren Kristalle nehmen jedoch große Dimensionen an, wie z. B. in dem Tuff vom Randecker

Maar. Gerne ist er mit großen Erzkristallen verwachsen. Seine Farbe ist gelbbraun. Schwache Doppelbrechung ist zu beobachten.

Magnetit.

Magnetit spielt in den Tuffen eine große Rolle. Seine Formen sind meist ziemlich scharf. Neben großen sehr alten Erzausscheidungen haben wir in vielen Lapilli einen feinen Erzstaub, der bei starker Vergrößerung immerhin oktaedrische Formen erkennen läßt. Wir müssen in den Lapilli zwei getrennte Magnetitkristallisationen annehmen. Die Hauptmasse des Magnetits hat sich bei der durch die schnelle Eruption bedingten raschen Erstarrung ausgeschieden. Der Magnetit hält der Verwitterung sehr langen Widerstand entgegen. In den in Kalkspat umgewandelten Olivinen sind die Magnetite immer noch in ursprünglicher Frische erhalten geblieben.

Biotit

findet sich öfters in den Tuffen in großen intratellurisch ausgeschiedenen Individuen, besonders reichlich ist er in dem Tuff vom Bützlenberg bei Eningen. Als Bestandteil der Grundmasse wie in den Basalten wurde er nirgends entdeckt.

Hornblende

wird in festen Tuffen sehr selten angetroffen, nur in einem Tuffstück vom Randecker Maar und im Tuff des Bützlenberges fanden sich einzelne große Kristalle. In den Schlammprodukten der verwitterten Tuffe läßt sie sich jedoch beinahe immer nachweisen, wie später noch ausgeführt wird.

Spinell.

Hier und da werden in den Lapilli bräunlich durchsichtige Kristalle bemerkt, die dem Chromit angehören.

Glas.

Die kristallinen Ausscheidungen liegen in einer Grundmasse von Glas. Dieses ist von tief dunkelbrauner bis ganz dunkler Farbe, wenn wenig kristalline Ausscheidungen vorhanden sind. In Lapilli, die in der Grundmasse sehr viel Melilith, Perowskit und besonders Magnetit ausgeschieden haben, nimmt das Glas hellere Färbungen an, weil die färbenden Stoffe zum größten Teil entzogen und verwendet wurden zum Aufbau der Mineralien. (Siehe dazu auch die späteren Ausführungen.)

Strukturelle Verhältnisse.

ANGER¹ hat zuerst einige Tuffe unseres Gebiets mikroskopisch untersucht, dieselben aber noch als Feldspatbasalttuffe aufgefaßt.

PENCK² beschrieb die Tuffe von Owen, von Dettingen bei Urach und vom Calwerbühl. Er hielt die Melilithe in den Lapilli noch für Nepheline.

Endlich führt ENDRISS³ an, daß nach seinen Untersuchungen ein Teil der Tuffe zum Melilith-, ein anderer Teil zum Nephelinbasalt gehöre. Zu den Melilithbasalttuffen rechnet er die Tuffe von Aichelberg, von der Limburg, von Randeck, Diepoldsburg, Schopfloch, Hochbohl, Owen, Jusi, Dettinger Weinberg. Dagegen als einen Nephelinbasaltuff erkannte er den Tuff vom Rangenberg. Nach einer mündlichen Mitteilung von Herrn Prof. ENDRISS war ihm bei der Ortsangabe des Nephelinbasalts eine Verwechslung unterlaufen, anstatt Rangenberg sollte es heißen Bürzlenberg bei Eningen.

Nach meiner Untersuchung jedoch gehört auch der Tuff vom Bürzlenberg zu dem Melilithbasaltmagma. Es wurden von mir untersucht und als Melilithbasalttuffe erkannt folgende Tuffe:

Die schon von ENDRISS angegebenen der Punkte Aichelberg, Limburg, Randeck, Diepoldsburg, Schopfloch, Hochbohl, Bölle bei Owen, Jusi, Hofbrunnen bei Seeburg,

ferner

Zittelstadttal (Urach),
Urach (Punkt 59 nach BRANCO),
Seeburg-Rietheim (Punkt 64),
Böttingen,
Grabenstatten,
Calwerbühl bei Dettingen,
Metzinger Weinberg,
Grafenberg,
Bettenhardt-Linsenhofen,
Alte Reuter-Beuren,
Conradfels,
Gutenberg,
Engelhof bei Unter-Lenningen,
Götzenbrühl, Hahnenkamm-Bissingen, Egelsberg-Weilheim,
Dontal,

¹ Tschermak's Min. Mitteil. 1875, S. 169.

² Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. Bd. XXI, 1879, S. 540.

³ Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. Bd. XLI, 1889.

Ruine Hofen-Grabenstetten,
Krafrain-Kirchheim,
Scharnhausen.

Es ist überaus wahrscheinlich, daß auch die übrigen Tuffe alle dem Melilithbasaltmagma entstammten.

Die vulkanischen Lapilli in den Basalttuffen setzen sich im allgemeinen zusammen aus Einsprenglingen von Olivin, Melilith und manchmal Augit und einer Grundmasse, die aus Melilith, Magnetit, Perowskit und Glas, höchst selten aus Augit besteht. Das Vorkommen von Glas erwähnt schon PENCK¹ von dem Tuffe bei Owen. Die Struktur der Lapilli ist als hypokristallin-porphyrisch zu bezeichnen, und zwar kommt sowohl der hyalopilitische Typus als auch der intersertale vor. Ja manche kleine Lapilli sind sogar vollständig vitroporphyrisch entwickelt. Es herrscht eine große Mannigfaltigkeit in der Ausbildung der Lapilli, besonders in bezug auf die Mengenverhältnisse der kristallinen Ausscheidungen und des Glases, sogar in ein und demselben Tuff.

Ausbildung der Lapilli.

1. Hyalopilitischer Typus.

In vielen Tuffen begegnen wir Lapilli, die nur wenige Einsprenglinge von Olivin und Melilith führen. Diese schwimmen in einer Grundmasse von Glas, das fast ganz homogen ist und gewöhnlich eine tief dunkelbraune Färbung hat. Die tief dunkle Farbe ist wohl zu verstehen, denn fast der ganze Reichtum an Eisen und Titan, der sonst zur Bildung von Magnetit, Augit und Perowskit nötig ist, vereinigt sich in dem Glas. Dieses vor allem Eisen und magnesiareiche Glas hält der Verwitterung ziemlich großen Widerstand entgegen. Die Menge des Glases überwiegt oft bei weitem die kristallinen Produkte, wie z. B. in dem Tuff vom Hofbrunnen. Hier hängt sich meist ein fast schwarzes Basaltglas mit nur wenigen Erzausscheidungen um die Kristalle an (s. Fig. 6 u. Taf. II Fig. 4).

Die Glasmasse ist hier und da vollständig gekörnelt, wie ich es z. B. schön an einem Tuff vom Engelhof beobachtete. Zwischen Olivin und Melilithkristallen lagern sich eine Unmasse rundlicher, bräunlich

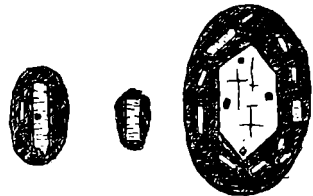


Fig. 6. Sehr glasreiche Lapilli mit Olivin- und Melilithkristallen.
Ung. Vergr. 60 : 1.

¹ Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. 1879, S. 542.

gefärbter Körner, die als Entglasungsprodukte (Kumuliten) zu deuten sind. Beim Heben und Senken des Tubus sieht man, daß die Körner vielfach selbst wieder aus noch kleineren Körnern sich zusammensetzen. Sehr häufig finden wir in dem Glase auch Mikrolithen.

In den Fällen also, wo die Kristalle sozusagen in der glasigen Grundmasse schwimmen und diese in den Vordergrund tritt, können wir die Lapilli der betreffenden Tuffe als zu dem hyalopilitischen Typus gehörend abscheiden. Zu diesem kann man etwa stellen die Tuffe vom Hofbrunnen, Engelhof, Götzenbrühl, Aichelberg, Hochbohl, Dontal und von Scharnhausen. Jedoch noch in vielen andern Tuffen treten ab und zu glasreiche Auswürflinge auf.

2. Intersertaler Typus.

Bei vielen Tuffen wachsen in den Lapilli die Melilithleisten zu ungeheurer Zahl an, wobei sie dann gewöhnlich ganz kleine Dimensionen besitzen. Die Leisten legen sich mit Vorliebe zu ihrer Längsrichtung parallel, so daß die Struktur ähnlich der trachytischen wird. Die Glasmasse nimmt beträchtlich an Menge ab. In dem Glas kommen massenhaft mikrolithische Ausscheidungen zum Vorschein.

Die Mikrolithen sind von gelblichbrauner Farbe, haben ovale, gebogene, längliche, an den Enden meist zugespitzte Gestalten und gruppieren sich gerne zu stern- und gewebförmigen Gebilden (s. Fig. 7).



Fig. 7. Mikrolithenformen.

Sie werden oft so zahlreich, daß die eigentliche Glasmasse fast verschwindet. (Besonders an den Rändern der Melilithkristalle häufen sie sich und sind diesen auch massenhaft eingewachsen.) Wo die Mikro-

lithen reichlich sind, hellt sich die Glasmasse auf, sie wird hellgelb bis hellbraun, indem die Mikrolithen einen Teil der färbenden Stoffe wegnehmen. Doppelbrechung konnte an ihnen nicht wahrgenommen werden, was von ihrer Winzigkeit herkommen mag. Ich fasse diese Mikrolithen als Augitkristalliten auf, als den Anfang der Augit-ausscheidung.

Die ungleich größere Zahl an Melilithindividuen in den Lapilli im Vergleich zu den Basalten erklärt sich wohl aus der rascheren Erstarrung der basaltischen Masse der Tuffe. Die Melilithsubstanz, die durch die schnelle Abkühlung an vielen Stellen momentan auskristallisierte, hatte keine Zeit oder Gelegenheit mehr, sich zu etwas größeren Kristallen aufzuschwingen.

Eine weitere Modifikation der Struktur tritt ein, wenn die Kristallisation der Grundmasse fortschreitet zu einer zweiten Magnetit-ausscheidung.

In den Basalten läßt sich nur schwer eine jüngere Magnetit-generation von einer älteren abscheiden. Wir haben im allgemeinen bei den Basalten weniger Magnetite, dafür aber größere, abgesehen von der ganz alten Erzabscheidung. In den Lapilli der Tuffe spielt der Magnetit mehr die Rolle von mikrolithischen Ausscheidungen des Glases, also Entglasungsprodukten; er ist auch meist in unregelmäßigen Körnchen ohne Kristallbegrenzung entwickelt. Die Grundmasse ist sehr oft von unzähligen solcher Erzkörnchen und Erzstäbchen besät. Der feine Erzstaub verdeckt dann oft die ganze Grundmasse. Wir treffen diese reichliche Erzabscheidung bei sehr vielen Tuffen; es seien angeführt die Tuffe von Scharnhausen, Conradfels, Randeck, Limburg, Metzinger Weinberg, Gutenberg u. s. f. Diese führen alle sehr viele kristalline Produkte, die Glasmasse tritt sehr in den Hintergrund und ist zur Mesostasis geworden, wodurch der intersertale Typus gekennzeichnet ist. In den erzreichen Lapilli verliert das Glas durch das Abscheiden des Eisens in Form von Magnetit noch mehr seine dunkle Farbe. Das hell gefärbte Glas verwittert sehr leicht; es ist in vielen Lapilli ersetzt durch feinfaserige zeolithische Aggregate oder durch Karbonate (Kalzit).

In vielen Tuffen treffen wir Lapilli von hyalopilitischem und intersertalem Typus nebeneinander, sogar in ein und demselben Schriff.

Die etwas größeren Lapilli zeigen gewöhnlich einen etwas höheren Grad von kristalliner Entwicklung infolge etwas langsamerer Erstarrung. Jedoch herrscht absolut keine Gesetzmäßigkeit und Regel.

Die hyalopilitischen Typen und die intersertalen lassen sich nicht scharf trennen, es herrschen immer Übergänge. Man könnte höchstens scheiden in Tuffe mit vorwiegend hyalopilitisch ausgebildeten und Tuffe mit vorwiegend intersertal ausgebildeten Lapilli. Doch die Einteilung kann hier nie vollkommen sein. Hinderlich ist vor allem auch die starke Verwitterung der Tuffe. Die Hauptunterschiede des vulkanischen Materials in den Tuffen gegenüber den Basalten sind nach den vorhergehenden Ausführungen vor allem die glasige Ausbildung der Grundmasse und das Fehlen des Augits in denselben. Die vulkanischen Auswürflinge sind petrographisch eine glasige Fazies der Basalte. Man muß sie zu den Magma-basalten stellen, die als glasige Ausbildungen des Basalttypus aufzufassen sind. Von dem eigentlichen Limburgit unterscheiden sich die

Lapilli durch das starke Zurücktreten des Augits und das reichliche Eintreten des Meliliths. Dieser Unterschied tritt aber in den Hintergrund, wenn man den Melilith gewissermaßen als Vertreter des Augits auffaßt. Für dieses Vertreten spricht ja sehr das starke Schwanken dieser beiden Mineralien in den Melilithbasalten. Der Augit verdrängt hier oft den Melilith bis auf wenige Individuen, während anderseits wieder Melilith die vorherrschende Stelle einnimmt, und dabei sind die chemischen Differenzen der augitreichen und melilithreichen Varietäten verhältnismäßig doch sehr gering.

SCHULTE¹ erwähnt unter den Schlackenbomben des Schalkenmehrener Maars in der Eifel unsern Auswürflingen ganz ähnliche Gesteinstypen. Es sind dort Bomben, die als wesentliche Bestandteile Augit und Melilith führen, die in einer dunklen glasigen Grundmasse liegen. Auch SCHULTE stellt diese Bomben den Magmabasalten bezw. Limburgiten gleich.

Betrachten wir jetzt die Formen und andere charakteristische Erscheinungen der basaltischen Bomben. Der weitaus häufigste Fall ist, daß die vulkanischen Auswürflinge die Lapilliform haben, also mehr oder weniger rundliche, eiförmige Umgrenzung besitzen. Die Lapilli sind schon makroskopisch von der Kittmasse zu unterscheiden; besonders wenn diese aus hellem Zeolith oder Kalzit besteht, tritt die Struktur der Tuffe schön zutage, wie z. B. am Jusiberg, Conradfels usw.

Wenn viele fremde Kalkstückchen, die ferner schwarz gebrannt sind, dem Tuff beigemischt sind, sieht dieser etwas homogener aus, indem dann Lapilli und Kalkstücke sich sehr ähneln. Die Dimensionen der Lapilli schwanken sehr; neben den winzigsten nur mikroskopisch wahrzunehmenden Kügelchen haben wir solche, die Durchmesser bis zu 1 cm haben. In manchen Tuffen werden sie etwas größer und lassen sich, besonders wenn das Tuffgefüge nicht mehr so fest ist, leicht aus diesem herauslösen. Am schönsten sind die Lapilli wohl am Metzinger Weinberg, wo sie in Menge umherliegen. Die Durchmesser betragen ca. 1—2 cm. Bei Scharnhausen fand ich eine sehr große Bombe von ca. 7 cm Durchmesser. Eine sehr charakteristische Erscheinung ist, daß die Lapilli gewöhnlich einen größeren Kristall als Kern haben. Meist ist es ein Olivinkristall, hier und da auch ein Augit, Melilith oder Biotit. Um diese Kristalle legt sich dann die Grundmasse als Saum, der sehr schmal werden

¹ Geol. und petrograph. Untersuchung der Dauner Maare. Sep.-Abdr. aus den Verhandl. des Naturh. Vereins. XLVIII. Jahrg.

kann. Diese Kristallkerne waren schon in der Tiefe ausgeschieden worden; beim Ausbruch und Zersprätzen des noch flüssigen Magmas in aller kleinste Teile hängte sich die glasige Masse an die Kristalle an und erstarrte tropfenförmig in der Luft. Eine natürliche Folge der runden oder ovalen Gestalt der Lapilli ist die Erscheinung, daß an den Kristallecken die Säume von Grundmasse häufig viel schmaler sind als an den Kristallflächen; die Ecken liegen oft auf dem Rand der Lapilli, so daß sozusagen die Kanten der Kristalldurchschnitte Sehnen der Umgrenzungskurven bilden (s. Fig. 8).

Vielfach finden sich in den Tuffen Olivinkristalle und auch Melilithe, an deren Rändern nur Spuren von Glassubstanz sich anhängen. Die Zersprätzung des Magmas war in diesem Fall eine ganz heftige. Besonders gut konnte ich es an dem Tuff vom Hofbrunnen feststellen, wie die Zerlegung des flüssigen Magmas sich offenbar in der heftigsten Weise vollzogen haben mußte. Man findet dort massenhaft die winzigsten Melilithkriställchen mit Spuren von Glas an den Rändern. Das Magma ist also in die allerfeinsten Teile zerlegt worden. Aber nicht nur die Kristalle des basaltischen Magmas, sondern auch die Trümmer der durchschlagenen Gesteine, wie Kalk, Schieferbröckchen, einzelne Quarze, Feldspäte können Glas-säume besitzen.

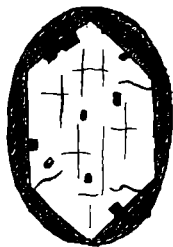


Fig. 8. Vulkanische Bombe mit Glas-saum. Ung. Vergr. 60 : 1.

Wenn man die größeren Bomben auseinanderbricht, so zeigen sich in vielen eckige Gesteinsfragmente. Diese sind sozusagen eingewickelt in die basaltische Masse. Diese Einrollungen von fremden Gesteinen sind analog denen bei vielen vulkanischen Bomben in der Eifel. Auch da findet sich öfters im Innern irgendein Schiefer- oder Kalkfragment des Devons, das durchbrochen wurde.

Eine sehr schöne Erscheinung in den Lapilli sind die Fluidal-phenomene, die dadurch entstehen, daß die Melilithleisten sich immer den Rändern der Lapilli parallel legen und anschmiegen; nie sieht man, daß Kristalle zerbrochen sind oder die Randlinien der Lapilli quer durch die Melilithe gehen. In ausserordentlich vielen Fällen sind die Lapilli also schön konzentrisch aufgebaut. Die obige Tatsache ist ebenfalls ein Beweis, daß das Magma in flüssigem Zustande zer-stoben wurde und die Kristalle bei der Eruption sich noch beliebig verschieben konnten. Wären die Lapilli etwa durch Zertrümmerung und Zerschmetterung von schon verfestigter Lava erzeugt, so würden

die Randlinien derselben überall quer durch Melilith und Olivine laufen müssen. Solche regelmäßige unverletzte Lapilli mit idiomorphen Kristallen in der Mitte und schön konzentrisch angeordneten Melilithleisten wären dann unmöglich. Zwar treten zerbrochene Lapilli und Kristalle in den Tuffen auch auf; aber diese Zerbrechungen sind erst entstanden beim Niederfallen der verfestigten Bomben aus der Luft. Gut erhaltene typische Lapilli mit schöner Fluidalstruktur führen besonders die Tuffe vom Conradfels, bei dem auch die Olivine noch vollständig frisch sind, vom Engelhof, Randecker Maar, von der Limburg . . .; entzückend schön sind sie im Tuff von Scharnhausen (Taf. I Fig. 5). Die rundlichen bis ovalen Bomben heben sich scharf ab von der hellen Kalzitkittmasse. Um meist vollkommen idiomorphe Olivine lagern sich fluidal scharf begrenzte zu einer gelblichgrünen Substanz verwitterte Melilith, welche ebenfalls scharf von der tiefdunklen glasigen Grundmasse abstechen.

Die Auswürflinge haben natürlich nicht immer diese idealen Formen, man trifft auch unregelmäßige Lapilli mit allen möglichen

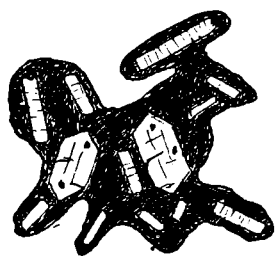


Fig. 9. Vulkanische Bombe, Hofberg. Ung. Vergr. 80 : 1.

Einbuchtungen und Fortsätzen, wofür der Tuff vom Hofberg ein schönes Beispiel liefert; aber auch hier beobachtet man keine Zerberstung von Kristallen. Die Melilith werden stets, auch wenn sie in schmalen Ausbuchtungen liegen, von der Grundmasse umflossen; die Kristalle bilden gewissermaßen das Skelett des Auswürflings; je nach ihrer zufälligen Lage fiel die äußere Begrenzung aus. An nebenstehender Figur sei ein solches Lapilli dargestellt.

Die Zerstiebung des basaltischen Schmelzflusses in unendlich viele kleinste Teile weist auf die Mitwirkung von enormen Gasmassen bei der Eruption hin.

Abkühlungsränder an den Lapilli.

Bei dem Hinausschleudern in die Luft mußten die randlichen Partien der Auswürflinge rascher erstarren als die innern. Man beobachtet in der Tat auch an den gut ausgebildeten und etwas höher kristallisierten Lapilli Verdichtungen ihrer Struktur gegen die randlichen Zonen. Die Melilith- und Erzausscheidung wird etwas spärlicher, und die Ränder selbst sind ganz glasig ausgebildet. Die

Glassäume sind meist sehr schmal, treten aber sehr deutlich hervor. Daß es sich hier wirklich um Abkühlungsränder handelt und nicht etwa um randliche Verwitterungserscheinungen, beweist das Fehlen der Glassäume an den Bruchrändern der Lapilli. Man kann obige Erscheinung sehr gut studieren an den Tuffen vom Conradfels, Engelhof, Egelsberg, Randecker Maar, von der Limburg, von Rietheim. Auch dieses Phänomen beweist zur Genüge, daß unsere Tuffe nicht etwa Reibungsbreccien von Basalt sind oder durch Zertrümmerung von Lava entstanden, sondern dem Zerblasen von flüssigem Schmelzfluß ihr Dasein verdanken.

Zement der Tuffe.

Die vulkanischen Lapilli sind nachträglich fest verkittet worden und zwar in den meisten Fällen durch fein oder grobkörnigen Kalzit. An der Kittmasse beteiligt sich fast immer etwas Magnesit, der gern in stark lichtbrechenden Körnern erscheint. Um die Lapilli herum legt sich oft eine Zone von rhomboedrischen Magnesitkriställchen, die zum Teil dachziegelartig angeordnet sind und ihre spitzen Enden in die Kittmasse hineinragen lassen. Magnesit ist von Kalzit schon durch seine höhere Licht- und auch Doppelbrechung zu unterscheiden, ferner ganz sicher durch seine Unlöslichkeit in Essigsäure oder Weinsäure. Sehr schön sind diese Magnesitkränze der Lapilli in dem Tuff von Randeck zu beobachten. Hier und da begegnet man auch Natrolith in der Kittmasse. Wie oben der Magnesit, können auch Zeolithe Kränze um die Lapilli bilden; die Zeolithe bilden dann rundliche, feinfaserige Aggregate, die den Rändern aufgewachsen sind. Die Kieselsäure wurde bei der Verwitterung aus den Lapilli fortgeführt und setzte sich randlich ab, wo sie mit kalkhaltigen Wässern in Berührung kam und Zeolithe bildete.

Auf die Zone von Zeolith folgt wieder Kalzit als Kitt. Auch die Zeolithkränze sind schön im Tuff vom Randecker Maar vorhanden. Selten besteht die Kittmasse ganz aus Zeolith, wie z. B. bei dem schönen Tuff vom Jusiberg. Der Tuff vom Bölle bei Owen ist ebenfalls reich an Zeolith. Nicht selten ziehen Schlieren von Eisenoxydhydrat und chloritischen Substanzen durch die Kittmasse.

Chemische Analysen.

Zu einer Bauschanalyse wurde der feste und an fremden Einschlüssen ziemlich arme Tuff vom Jusiberg (gegen Kappishäuser

zu) verwendet. Die Lapilli dieses Tuffes haben eine sehr feinkörnige Grundmasse, aus braunem Glas und einer Unmasse feiner Erzkörnchen bestehend. In ihr liegen große Olivine und Melilithe eingesprengt. Die wenigen Grundmasseaugite sind sehr winzig. Die Quantität der Melilithe in den Lapilli ist sehr wechselnd.

Die Analyse ergab folgendes:

SiO ₂	32,07
TiO ₂	2,30
Al ₂ O ₃	6,40
Fe ₂ O ₃	9,62
FeO	0,83
MgO	11,50
CaO	21,07
K ₂ O	0,58
Na ₂ O	1,77
P ₂ O ₅	0,83
CO ₂	2,33
H ₂ O	10,33
Summa	99,63

Die chemische Zusammensetzung differiert von der Zusammensetzung der Melilithbasalte nicht übermäßig stark. Die Kittmasse hat eben keinen sehr großen Anteil an dem obigen Tuff, und die Verwitterung ist nicht sehr tiefgreifend. Die Olivine sind teilweise noch frisch, teilweise bloß serpentinisirt, weshalb auch der Magnesia-gehalt noch sehr hoch ist.

Der Kalkgehalt (CaO) ist höher als bei den Basalten infolge der Anwesenheit von Kalkzeolithen und etwas Kalzit in der Kittmasse. Der geringe CO₂-Gehalt kommt davon her, daß die Kittmasse fast ganz aus Zeolithen besteht, und auch sonst keine Pseudomorphosen nach Kalzit in den Lapilli auftreten. Das Wasser ist in den Zeolithen und dem Serpentin gebunden. Von den Alkalien ist ein Teil fortgeführt.

Von dem Tuff am Schafberg, der ebenfalls zur Jusigruppe gehört, wurde eine weitere Analyse ausgeführt. Der Tuff hat infolge der Verwitterung seine Festigkeit verloren und besitzt ein ganz loses Gefüge. Von einer größeren Menge des Tuffs mit-samt den fremden Gesteinsfragmenten (Kalke, Keupertone) wurde eine Durchschnittsprobe hergestellt und zur Analyse verwendet. Diese ergab:

SiO ₂	23,65
Al ₂ O ₃ + TiO ₂	6,68
Fe ₂ O ₃	6,34
MgO	6,74
CaO	25,41
K ₂ O	0,87
Na ₂ O	1,03
CO ₂	19,46
P ₂ O ₅	0,28
H ₂ O	9,89
Summa	100,35

Der Kalkgehalt ist hier sehr hoch infolge der massenhaft dem Tuff beigementen Kalkstückchen. Diese Analyse gibt etwa die Durchschnittszusammensetzung der vulkanischen Böden der Alb. Aus diesen geht dann durch Verlehmung der Ackerkrume hervor.

Der feste Tuff vom Randecker Maar, anstehend an der Steige nach Hepsisau wurde fernerhin analysiert. Der Tuff ist sehr hart und hat frisches Aussehen; die Pseudomorphosierung hat jedoch große Fortschritte gemacht. Besonders sind die Olivine alle in Kalkspat umgewandelt. Dem Tuff sind ferner zahlreiche winzige, meist dunkelgefärbte Kalkstückchen eingesprengt. Die Zusammensetzung ist folgende:

SiO ₂	20,70
TiO ₂	1,20
Al ₂ O ₃	5,20
Fe ₂ O ₃	8,08
MgO	2,93
CaO	30,49
K ₂ O } nicht bestimmt.	
Na ₂ O }	
CO ₂	22,60
P ₂ O ₅	0,70
H ₂ O	7,10
Summa	98,00

Wir sehen, daß dieser Tuff seiner Zusammensetzung nach von dem festen Jusituff ziemlich abweicht. Auffallend ist der riesige Gehalt an kohlenurem Kalk. Dieser steckt zum größten Teil

1. in der Kittmasse,
2. in den fremden Kalkfragmenten,
3. in den pseudomorphosierten Olivinen.

Die Magnesia, die ihren Sitz vorwiegend im Olivin hatte, ist zum Hauptteil fortgeführt, daher auch ihre geringe Menge.

Schweranteile der verwitterten Basalttuffe.

Eine größere Anzahl von verwitterten Tuffen wurde mit Wasser geschlämmt; die Rückstände wurden mit Salzsäure gekocht, um Magnetit und andere Verbindungen in Lösung zu bringen und zu entfernen, und die Schweranteile mittels Kalium-Quecksilberjodidlösung von den leichteren getrennt.

An den Schweranteilen beteiligen sich mehr oder weniger ein opakes oktaedrisches Erz, das als titanhaltiges Magneteisen gedeutet wurde, ferner Spinell, Augit in grobprismatischen Individuen, Perowskit mit scharfen Kristallformen, Zirkon, der schöne idiomorphe Kristalle bildet, aber an den Ecken immer etwas abgerundet und abgeschliffen ist. Hier und da begegnet man einigen braungelben Kristallen von säuliger Entwicklung und hoher Lichtbrechung, die dem Rutil angehören. Zirkon und Rutil stammen natürlich aus fremden kristallinen Gesteinen, deren Bestandteile sich dem Tuff beigemischt haben.

Reichlich tritt aber besonders Hornblende auf, namentlich in den Tuffen vom Randecker Maar, Dontal, Altenberg, Burrisbuckel, Bürzlenberg, von der Limburg, von der Ruine Hofen bei Grabenstetten, von der Alten Reuter bei Beuren, von dem Tuffpunkt an der Straße von Beuren nach Erkenbrechtsweiler. Die Hornblendekristalle sind von unregelmäßiger Form, besitzen eine grünlichbraune Farbe und starken Pleochroismus. Die Hornblende stammt aus dem basaltischen Magma selbst und gehört zu den ältesten Ausscheidungen desselben. In der Effusionsperiode wurde sie aber existenzunfähig und man trifft sie deshalb nie in den Basalten. Nur in den Tuffen, deren vulkanisches Material ja ungleich viel rascher zutage gefördert wurde und deren Effusionsperiode sehr kurz war, hat sich die Hornblende vor völliger Resorption bewahren können, weil das Magma viel rascher erstarrte als bei den Basalten. Bei den festen Tuffen bekommt man höchst selten einen Hornblendekristall in den Dünnschliff; man muß wie gesagt schon größere Mengen Tuff schlämmen, um Hornblende nachzuweisen.

Interessant ist das reichliche Vorkommen von Granat in den Schlämmrückständen. Dieser zeigt gewöhnlich Körnerform, doch wurden auch Kristallumrisse beobachtet. Er ist vollständig farblos und gehört zur Grossulargruppe. Massenhaft findet man ihn an den

Punkten: Altenberg, Burreisbuckel, Ruine Hofen, Alte Reuter, Straße Beuren nach Erkenbrechtsweiler. Bei der Häufigkeit, die er in manchen Tuffen erlangt, kann sein Ursprung kaum in fremden Gesteinen (Gneisen) gesucht werden. Außerdem tritt der farblose Kalktongranat nur in Kontaktgesteinen, also besonders in Kalksilikathornfelsen auf. Man muß deshalb den hier vorkommenden Granat als Kontaktprodukt auffassen, entstanden bei dem Zusammenkommen des basaltischen Schmelzflusses mit Kalkgesteinen¹. In Dünnschliffen von festen Tuffen habe ich nie Granat entdecken können, ebenso nie Zirkon und Titanit. Die Dünnschliffe erschließen eben nur ein sehr kleines Stück des Gesteins, und es wäre Zufall, wenn man in ihnen diese im großen ganzen doch sehr spärlichen Mineralien zu Gesicht bekäme.

Urausscheidungen des basaltischen Magmas.

Infolge der besonderen Erstarrungsverhältnisse des ausgeworfenen Materials finden wir in den Tuffen öfters alte basische Mineralausscheidungen, die im Basalt nie auftreten, weil sie in dessen längerer effusiven Periode wieder resorbiert wurden. Zu diesen Ausscheidungen gehört einmal Biotit, den wir vereinzelt in großen Kristallen in manchen Tuffen antreffen. An ihm zeigen sich auch Korrosionserscheinungen; die äußeren Teile sind eingeschmolzen, wobei sich reichlich Magnetit in winzigen Körnchen wieder ausschied. Im Innern des Biotits sind noch frische Kerne; die ursprüngliche Form ist noch zu erkennen.



Fig. 10. Resorbierter Biotit (Conradfels).

Ferner findet man manchmal große Hornblendekristalle in den festen Tuffen, ebenfalls mit starken Resorptionserscheinungen, so z. B. in dem Tuff der Alten Reuter bei Beuren. Außerdem tritt Hornblende reichlich in den Schlämmrückständen der Tuffe auf, wie schon erwähnt.

Die alten Ausscheidungen des Magmas bilden an manchen Punkten faustgroße Bomben im Tuff, so vor allem am Bürzlenberg bei Eningen, wo sie massenweise herumliegen. Schon makroskopisch erkennt man in ihnen große Augit-, Hornblende- und Glimmerkristalle. Unter dem Mikroskop zeigen die Bomben eine körnige Struktur.

¹ Über ein analoges Vorkommen von Grossular als Kontaktprodukt in Basalttuffen vergl. Erläut. zu Bl. Sinsheim. Geol. Spezialk. d. Gr. Baden 1898.

Der Hauptmasse nach setzen sie sich zusammen aus großen Augit- und Hornblendepartien. Die Hornblende ist dunkelbraun und meist stark resorbiert; an den resorbierten Stellen befindet sich ein feiner Erzstaub. Die auftretenden großen Erzausscheidungen gehören dem Magnetit an. Im Augit und in der Hornblende liegen zahlreiche Apatite, die teils prismatische, teils hexagonale Schnitte aufweisen. Die Apatite sind oft bläulich oder braun gefärbt und führen an Einschlüssen Erz, Flüssigkeit und Glas.

In beträchtlicher Menge beteiligt sich an den Bomben ferner Titanit, der gut entwickelte Kristalle bildet. Ähnliche Bomben fanden sich an der Limburg; hier führen sie vor allem sehr viel Augit und Magneteisen, ferner Hornblende und Apatit; die Struktur ist ebenfalls körnig. In einem Schliff fanden sich auch große Olivinkristalle. Die Bomben besitzen miarolithische Hohlräume, die sekundär mit Kalzit ausgefüllt wurden.

Am Metzinger Weinberg fand sich im Tuff ein Einschluß, der aus Olivin und Magneteisen besteht, ferner ein miarolithisch entwickeltes Gestein, das wesentlich aus Augitkristallen mit etwas Biotit und Magneteisen zusammengesetzt ist. Die miarolithischen Hohlräume sind auch wieder durch grobkristallinen Kalzit ausgefüllt.

Die Basalttuffe in bodenkundlicher Beziehung.

Unsere Tuffe, die zuerst ganz loses Gefüge besaßen, wurden im Lauf der Zeit verkittet durch Kalk, sie erhielten dadurch die Eigenschaften eines festen Gesteins und wurden vor allem undurchlässig für das Wasser. Die wassersammelnde Kraft der Tuffe ist von großer kultureller Bedeutung für die wasserarme Hochfläche der Schwäbischen Alb. Instinktiv bauten die Bewohner ihre Wohnorte fast nur auf die vulkanischen Punkte, die als Oasen der Rauhen Alb angesehen werden können. Im Vorlande der Alb, wo die tonigen Juraböden selbst sehr wasserhaltend sind, wird fürlich obige Eigenschaft der Tuffe nicht mehr geschätzt.

Für die Beurteilung des Wertes der Tuffböden kommt es vor allem auf den Gehalt derselben an Kalium und Phosphorsäure an. Die Zahlen dafür sind aus den schon erwähnten Analysen zu ersehen. Es sei hier noch eine Analyse angeführt von verlehmtem Tuff des Jusiberges aus ca. 0,5 m Tiefe. In Salzsäure lösten sich 49,27 %, durch Kochen des Rückstandes mit Natronlauge gingen noch 49,75 % Kieselsäure in Lösung.

Die Zusammensetzung ist folgende:

SiO ₂	29,75
Al ₂ O ₃	9,68
Fe ₂ O ₃	10,16
MgO	5,44
CaO	3,66
K ₂ O	0,5
Na ₂ O	1,09
CO ₂	Spuren
P ₂ O ₅	0,65
H ₂ O best. bei 110°	13,89
Unlöslich in HCl	21,09

Die Karbonate sind hier fast gänzlich fortgeführt. Ton und Eisenoxyd haben sich angereichert.

Die Gehalte der Tuffe an Phosphorsäure sind ziemlich hoch, was zweifellos eine schätzenswerte Eigenschaft derselben ist. Dagegen sind die Zahlen für Kalium gering, weil eben unsere Tuffe keinem feldspathhaltigen Magma entstammen.

Die erfahrungsgemäß sehr günstigen Erträge an Wein auf den basaltischen Böden am Rande der Alb sind demnach wohl weniger der chemischen Beschaffenheit derselben, als der günstigen topographischen Lage der Böden, vielleicht auch der physikalischen Beschaffenheit zu verdanken. Die vulkanischen Punkte ragen meist in Form von frei dastehenden Bergen (sogen. Bülleform) aus der übrigen Landschaft hervor, denken wir nur an den Metzinger Weinberg, Grafenberg, Florian, Georgenberg; dadurch ist die Sonnenbestrahlung und Erwärmung der Böden eine ausgezeichnete.

Als natürliche Düngemittel darf man die Tuffe auf keinen Fall einschätzen, wenn sie auch etwas Phosphorsäure führen, denn gerade in der Umgebung der Tuffpunkte, wo in erster Linie ihre düngende Wirkung in Frage kommen würde, sind die da auftretenden Schichten, wie Liastone, braun Jura, zum Teil selbst reichlich mit Phosphorsäure ausgestattet und an sich schon mineralkräftig.

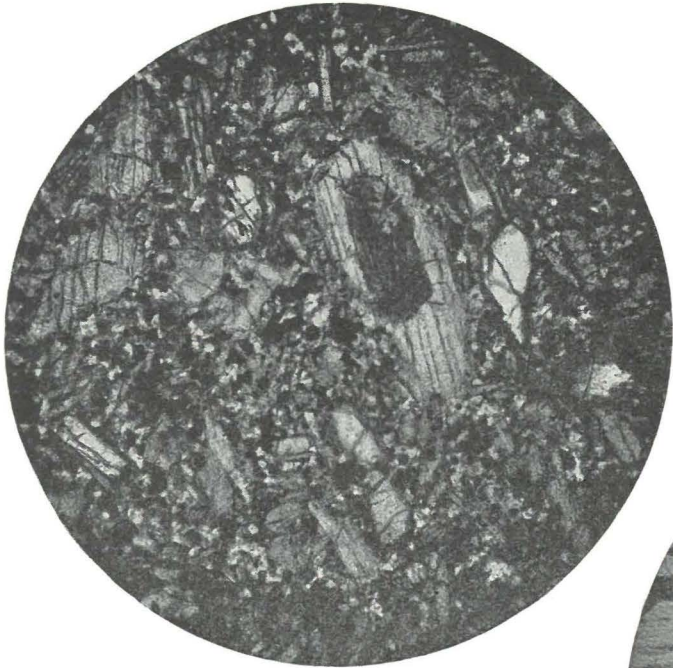


Fig. 1. Vergr. 80 : 1.



Fig. 3. 10 : 1.



Fig. 4. Vergr. 80 : 1.

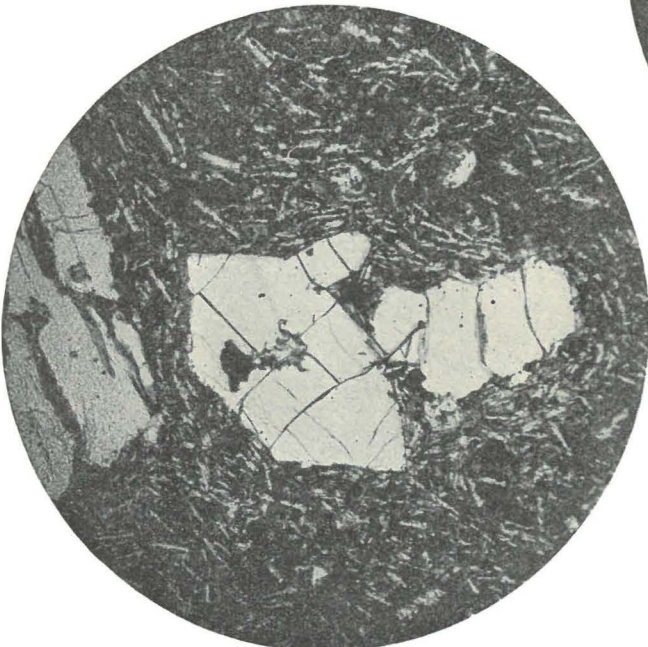


Fig. 2. Vergr. 80 : 1.

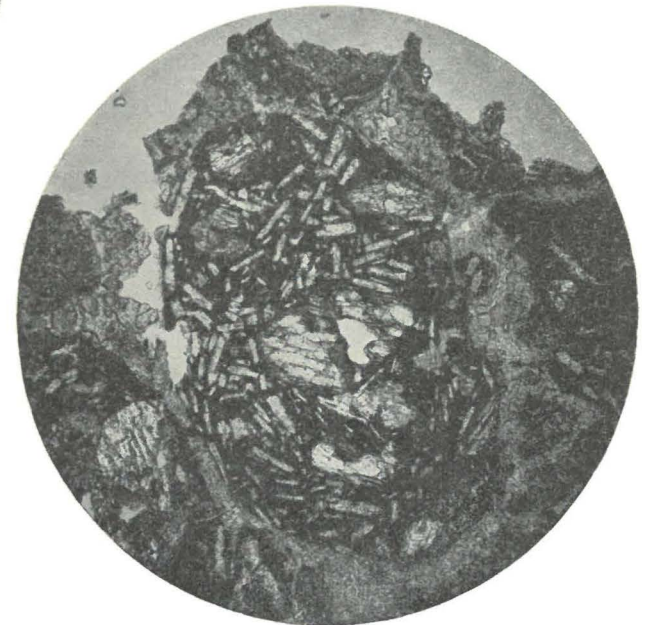


Fig. 5. Vergr. 80 : 1.

Erklärung der Tafel II.

- Fig. 1. Nephelinbasalt vom Eisenrüttel. In einer Grundmasse von Nephelin, Augit und Magnetit liegen große Einsprenglinge von Olivin und Augit.
- „ 2. Nosean-Melilith-Basalt von Grabenstetten. Struktur holokristallin-porphyrisch. Olivineinsprenglinge liegen in einer Grundmasse von Melilith, Nosean, Nephelin und Magnetit. An den Melilithleisten sind sehr gut die Einwirkungen der magmatischen Korrosion zu beobachten.
- „ 3. Melilithbasaltuff vom Conradfels bei Unterlenningen. Typische Tuffstruktur. Man sieht hier sehr schön die rundlichen Formen der vulkanischen Lapilli, die große Olivinkristalle in sich bergen. Diese letzteren liegen in einer glasigen Grundmasse, in der zahlreiche Melilithleisten und Erzkriställchen eingebettet sind. Die vulkanischen Bomben sind durch hellen Kalzit verkittet. (Intersertaler Typus.)
- „ 4. Melilithbasaltuff vom Hofbrunnen bei Seeburg. Hyalopilitischer Typus. Die Lapilli führen hier reichlich ein dunkles Glas mit Olivinkristallen und scharf ausgebildeten typischen Melilithleisten.
- „ 5. Melilithbasaltuff von Scharnhausen. Vulkanische Bombe mit Olivin in der Mitte und Melilithleisten, die zum Teil parallel der äußeren Begrenzung der Bombe angeordnet sind. Die Grundmasse ist ein dunkles Glas. (Hyalopilitischer Typus.)