

I.

**Der Basalt des Bühls bei Kassel und
seine Einschlüsse von Magnetit, Magnet-
kies und gediegenem Eisen**

Von

Walther Irmer.

Mit Tafel IV—XI und 4 Abbildungen im Text.

Frankfurt a. M.

1920.

Der Basalt des Bühls bei Kassel und seine Einschlüsse von Magnetit, Magnetkies und gediegenem Eisen.

Von

Walther Irmer aus Cöthen (Anhalt).

Literatur.

1. C. Benedicks: Le fer d'Ovifak (Compte rendu du XIe Congrès Géologique International, Stockholm 1910).
2. F. Beyschlag: Erklärungen zur geologischen Karte von Preußen: Lieferung 92, Blatt Wilhelmshöhe.
3. R. Brauns: Vorkommen von Eisensulfiden in den Basalten des Niederrheins usw. (Sitzungsber. der Niederrhein. Ges. f. Natur- und Heilkunde zu Bonn. Naturw. Abt., Sitzung vom 2. Juni 1913).
4. H. Fromm: Petrographische Untersuchungen von Basalten aus der Gegend von Cassel (Zeitschr. deutsch. geol. Ges. 1891).
5. F. Hornstein: Über einen Fund von makroskopischem, gediegenem Eisen in einem Basalt aus der Gegend von Cassel (Bericht über die Vers. deutscher Naturforscher und Ärzte, 2. Sitz. vom 26. Sept. 1905).
6. H. Möhl: Der Bühl bei Weimar (9. Ber. des Offenbacher Ver. f. Naturkunde, Offenbach a. M. 1868, S. 61—80).
7. F. Rinne: Über norddeutsche Basalte usw., II. Abhandlung (Jahrbuch d. Kgl. preuß. geol. Landesanstalt, Berlin für 1897).
8. Derselbe: Über norddeutsche Basalte. (Sitz.-Ber. d. Kgl. preuß. Akad. d. Wissenschaft zu Berlin 1894).
9. K. Schloßmacher: Die Eruptivgesteine des Habichtswaldes und seiner Vorberge (N. Jahrb. f. Min., Geologie und Pal., 31. Beilageband 1911).
10. A. Schwantke: Über ein Vorkommen von gediegenem Eisen in einem Auswürfling aus dem basaltischen Tuff bei Ofleiden (Zentralblatt f. Min. usw. 1901, S. 65).
11. Derselbe: Die Basalte des westlichen Nordgrönlands und das Eisen von Uifak (Sitz.-Ber. der Kgl. preuß. Akad. d. Wiss. 1906).
12. F. Zirkel: Über Crauscheidungen in Rheinischen Basalten (Abh. der Kgl. sächs. Ges. d. Wiss., math.-phys. Klasse 28. Bd., 1904).

Nördlich des Habichtswaldes, 1 km südsüdöstlich von Weimar (Kreis Kassel) liegt eine flache, unbewaldete Basaltkuppe, der Bühl (siehe die Übersichtskarte Textfig. 1). Bereits seit 1843 wird er durch Steinbruchbetrieb aufgeschlossen und abgetragen. Augenblicklich ist die Bruchanlage mit Wasser ausgefüllt, und nur die Halden werden noch technisch ansgenutzt. Der Bühl ist in der Wissenschaft bereits bekannt geworden durch die zahlreichen Einschlüsse von gediegenem Eisen, Magnetkies, Magnetit, Zinkblende, Graphit, Sillimanit, Quarz und metamorphosierten Sedimenten (Schiefern, Tonen usw.), die sich in dem dortigen Basalt vorfinden. In jahrzehntelanger, mühevoller Tätigkeit hat Herr Professor Dr. F. Hornstein in Kassel ein überaus reichhaltiges Material zusammengebracht. Nach seinem Tode erwarb es die Senckenbergische Naturforschende Gesellschaft zu Frankfurt a. M., welche die Sammlung dem Mineralogischen Institut der dortigen Universität zur Untersuchung überließ. — Die Hornsteinsche Sammlung ist für die Wissenschaft von ganz hervorragendem Interesse, da sie Material zur Klärung vieler geologischer und mineralogischer Probleme, insbesondere der Bildung tellurischen Eisens enthält. Außerdem steht sie, was Reichhaltigkeit und Vollständigkeit betrifft, einzig in ihrer Art da. Abgesehen vom Bühl befinden sich größere Vorkommen von gediegenem tellurischem Eisen nur noch auf Disko bei Uifak (Grönland). Das dortige Eisen lagert ebenfalls im

Basalt, führt aber, wie sich bald herausstellte, im Gegensatz zum Bühleisen Nickel und außerdem weit mehr Kohlenstoff als dieses. Auch die silikatische Zwischenklemmasse setzt sich, soweit aus der Literatur ersichtlich ist, aus anderen Bestandteilen zusammen. Bei den sonst noch in der Literatur erwähnten Einschlässen von gediegenem Eisen handelt es sich fast nur um unbedeutende, ganz vereinzelt gebliebene Funde. Aus alledem ergibt sich die außerordentliche Bedeutung der im Besitz der Senckenbergischen Naturforschenden Gesellschaft befindlichen Sammlung, und ich möchte bei dieser Gelegenheit nicht verfehlen, der Gesellschaft für die freundliche Überlassung der nötigen Stücke zu Studienzwecken meinen besten Dank auszusprechen. — Die vorliegende Arbeit, welche auf Veranlassung des verstorbenen Direktors des genannten Instituts, Herrn Professor Dr. H. E. Boeke, und von Herrn Dr. W. Eitel

in Angriff genommen wurde, umfaßt im einzelnen eine Beschreibung und petrographische Untersuchung des Bühlbasalts, sowie der Magnetit-, der Magnetkies- und der Eiseneinschlüsse. Ferner wurde die chemische Zusammensetzung des Eisens, des Magnetkieses und des Magnetits festgestellt und schließlich die Struktur des gediegenen Eisens metallographisch studiert.



Fig. 1.

I. Der Bühlbasalt.

A. Beschreibung des Vorkommens.

Der Bühl bildet, wie bereits erwähnt, eine flache Basaltkuppe. Durch Abbau wurde ihr Inneres in einen steilwandigen, tiefen Trichter verwandelt, dessen Sohle zurzeit allerdings hoch mit Wasser bedeckt ist. Im Grundriß bietet sich dem Beschauer etwa folgendes Bild:

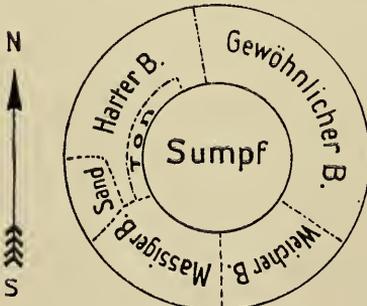


Fig. 2.

Die einzelnen Basalttypen sind im Folgenden stets mit denselben Namen bezeichnet, wie sie bei den an Ort und Stelle tätigen Steinbrucharbeitern üblich sind.

Den Norden,¹⁾ Osten und Ost-südosten nimmt der gewöhnliche Basalt ein, den Südosten und Süden der weiche Basalt, auf diesen folgt im Südsüdwesten der massige Basalt. Im West-südwesten überlagert letzterer stark verglaste, stengliche Tone und ist selbst mit Sanden bedeckt, ebenso verhält sich der sich ihm nordwestlich anschließende harte Basalt, welcher im Norden in den oben erwähnten gewöhnlichen Basalt übergeht. Die Sohle des Bruches, die jetzt mit Wasser bedeckt ist, enthält fast vertikal stehende

¹⁾ Vergleiche zum Folgenden Taf. IV—VI.

Basaltsäulen (Taf. V, Abb. 4), mit Ausnahme des Südwestteils, den der massige Basalt einnimmt. An der Südseite des Bühls, ca. 50 m unterhalb der Kuppe, befindet sich an einer Schürfstelle ein kleiner Aufschluß von hartem Basalt, ebenfalls mit prismatischen, peripher geneigten Säulen.

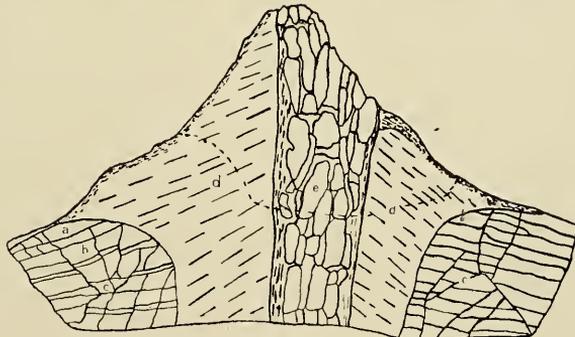
Im einzelnen wäre noch folgendes zu erwähnen: Der gewöhnliche Basalt, ein graublaues Gestein von flachmuschligem Bruch, bildet besonders große, sechsseitige Säulen (Taf. IV, Abb. 1), die nach der Peripherie des Bruches zu einfallen und sich nach der Tiefe fortsetzen. Im nördlichen Teil neigt der Basalt zur kugligen Absonderung. Dort wurden auch die ersten Einschlüsse von gediegenem Eisen gefunden, diese sind jedoch an der genannten Stelle nur ganz spärlich geblieben.

Der weiche Basalt (die „mürbe Wand“, Taf. IV, Abb. 2; Taf. V, Abb. 3) setzt sich ebenfalls aus prismatischen, nach der Peripherie zu einfallenden Säulen zusammen, die aber nicht aus so kompaktem Material wie die vorigen bestehen; auch sie lassen sich nach der Tiefe und dem Zentrum zu verfolgen. In den Säulen wurde gelegentlich etwas Magnetkies, aber kein gediegenes Eisen gefunden.

Der massige Basalt (Abb. 2—6) sondert sich in mächtige viereckige Blöcke von graugelber Farbe ab, die wie eine Mauer übereinander geschichtet erscheinen und an der Kontaktzone gegen den harten Basalt in beinahe schiefrige, vertikal gestellte Platten übergehen. Er enthält keinerlei Eisenerze, wohl aber reichliche Mengen von Silikateinschlüssen.

Der harte (oder „feinkörnige“) Basalt bildet tiefschwarze, von Südwesten nach Nordosten streichende Säulen, welche in den oberen Horizonten nach der Peripherie zu einfallen, in den tieferen sich senkrecht stellen; in ihm fand man die zahlreichen, nach der Tiefe zu sich mehrenden Eisen- und Magnetkieseinschlüsse.

Der Aufbau des Bühls läßt sich mit Hilfe früherer Abbildungen und Beschreibungen (siehe besonders H. Möhl S. 63—66 und S. 71) etwa folgendermaßen deuten: Zunächst drang das Magma hervor, welches den dichten, den gewöhnlichen und den weichen Basalt bildete, und überlagerte das Mitteloligocän, das hier als Septarienton ausgebildet ist (H. Möhl S. 64 unten). Das Tertiär im Gebiete des Habichtswaldes wird, nebenbei erwähnt, von Braunkohlenflözen durchzogen, was unter Umständen für die Aufklärung der Genesis der Eiseneinschlüsse von Wichtigkeit sein dürfte. Später quoll dann aus einer exzentrisch gelegenen, von Südwesten nach Nordosten streichenden Spalte das Magma hervor, welchem der massige Basalt seinen Ursprung verdankt. In der folgenden Zeit wurde der Berg zum Teil abgetragen, so daß nur noch eine steile, auf älteren Abbildungen noch sichtbare Kuppe (Textfig. 3; s. a. Taf. VII, Abb. 7 u. 8) übrig blieb, die sich hauptsächlich aus dem massigen Basalt zusammensetzte. Die Meilerstellung des Basalts der Haupteruption läßt sich dahin deuten, daß wir es hier mit einer normalen Eruptivkuppe zu tun haben, in welcher sich die Basaltsäulen senkrecht zur Abkühlungsfläche anordneten.



b Muschelkalk
a Oligocän

d gewöhnlicher Basalt
c Röt
e massiger Basalt

Der Aufschluß ging im Jahre 1868 bis zur punktierten Linie.

B. Petrographische Untersuchung des Bühlbasalts.

Den Bühlbasalt kann man nach äußerlichen Merkmalen in folgende Typen, wie bereits erwähnt, einteilen:

- I. Der Basalt der Haupteruption,
 - a) harter Basalt,
 - b) gewöhnlicher Basalt,
 - c) weicher Basalt.
- II. Massiger Basalt (Gestein der Nacheruption).

Der Typus I c wird in der vorliegenden Arbeit nicht behandelt, weil er allem Anschein nach ein hydrothermales Umwandlungsprodukt von I b darstellt. Seine eingehende petrographische Untersuchung ist zurzeit nicht durchführbar, da die ihn bildende Wand des Bruchbetriebes vollständig verschüttet liegt.

Die mineralogische Zusammensetzung der vorstehenden Gesteinsarten ist ungefähr die gleiche, sie unterscheiden sich nur strukturell; als Bestandteile kommen in Frage: Plagioklas, Augit, Olivin, Titaneisen und Magnetit, gelegentlich (wohl sekundär) Calcit, außerdem mehr oder weniger reichlich Glas.

Der Plagioklas übertrifft an Menge alle übrigen Bestandteile; mit Hilfe des Fedorowschen Universaltisches wurde an symmetrisch zu (010) auslöschenden Albitzwillingen die Maximalauslöschungsschiefe für die Plagioklase in sämtlichen untersuchten Bühlbasalten zu 30° bis 32° gefunden; es ist also ein basischer, dem Bytownit nahestehender Labrador. Seine idiomorphen, meist leistenförmigen Kristalle sind im massigen Basalt kürzer und gedrungener, in den übrigen Typen ziemlich langgestreckt. Viele Individuen besitzen Quergliederung: sehr verbreitet ist auch unzulöse Auslöschung und isomorphe Schichtung mit bytownitischem Kern und saurer Außenhülle. Unter den Zwillingsbildungen überwiegt das Albitgesetz, bei größeren Exemplaren sind häufig nur zwei Lamellen vorhanden. Ferner treten noch das Periklin- und das Karlsbader Gesetz, sowie Durchkreuzungszwillinge auf, gelegentlich auch große, unverzwilligte Feldspatleisten, welche dem ersten Anschein nach Sanidinkristallen nicht unähnlich sind. Es ist nicht ausgeschlossen, daß eine in der Literatur vorhandene Angabe bezüglich ausgeschiedenen Kalifeldspats (K. Schloßmacher S. 662) durch eine Verwechslung des letzteren mit solchen Plagioklasleisten verursacht worden ist. An Einwachsungen sind zu finden: Apatit, Erzkörnchen, braune Glasfetzen, Flüssigkeitseinschlüsse und unbestimmbare Kristallite (besonders im harten Basalt), auch die Ränder der Labradorkristalle sind mit Erzkörnchen besetzt, so daß sie mitunter wie gezähnt erscheinen.

Der Olivin tritt bei allen Bühlbasalten in zwei Generationen auf: einmal große, vereinzelte Einsprenglinge und ferner zahlreiche, kleine Individuen, welche zusammen mit Augit Haufwerke zwischen den Feldspatleisten bilden. Alle Olivinkristalle sind mehr oder weniger stark magmatisch korrodiert. Ihr optisch negativer Charakter spricht für eine eisenreiche Mischung. Gelegentlich finden sich in einzelnen Kristallen mit Glas und Plagioklas erfüllte, größere Partien, die durch das skelettartige Wachstum der Kristalle bedingt sind.

Der basaltische Augit begegnet uns bei allen Bühlbasalten nur in einer Generation und zwar in der Grundmasse, es sind kleine, meist unregelmäßig begrenzte, bräunlichgelbe Exemplare von kurzprismatischem Habitus.

Die Glasbasis und Erzpartikelchen, die sich stellenweise zu Wolken zusammenballen, erscheinen braun bis tiefschwarz gefärbt. Größere, grüne, entglaste Partien im gewöhnlichen Basalt sind von

einem dunklen Saum umgeben und im Innern von zahlreichen winzigen Kriställchen erfüllt, welche sich in der Randzone senkrecht zu den angrenzenden Plagioklasleisten stellen.

Eisenerze sind reichlich vorhanden; sie färben das Glas, durchsetzen als Interpositionen Feldspate, Olivine etc., bilden um dieselben opacitische Ränder und treten schließlich auch gern perl-schnurartig angeordnet in der Grundmasse auf. Der Magnetit findet sich in kleinen, seharfbegrenzten Oktaëderchen und Zwillingen nach (111), ist aber nicht so häufig wie das Titaneisen. Letzteres kommt in zwei Generationen vor, einerseits in der Grundmasse in Form von kleinen, wohl ausgebildeten Blättchen, andererseits als große, zerfetzte Lappen, die im Querschnitt, leistenförmig erscheinen. Große, parallel gestellte Ilmenitkristalle ordnen sich gern senkrecht oder parallel zu den Umgrenzungen der Olivineinsprenglinge an.

Im reflektierten Licht zeigte sich niemals in den Eisenerzausscheidungen des Basalts der charakteristische Farbton des Magnetkieses, und die später geschilderte Reaktion nach Törnebohm auf gediegenes Eisen fiel ebenfalls stets negativ aus.

Der sehr verbreitete Apatit erfüllt die Glasbasis in Form von langen, spitzen Nadeln, welche rosettenförmig oder parallel angeordnet, häufig auch kammaltnlich gebaut sind; meist tragen sie einen dichten Besatz von Erzkörnern.

Schließlich tritt, mit Ausnahme bei dem massigen Basalt, Calcit in der Grundmasse in kleinen, meist lokal angereicherten Körnchen auf, welche häufig unmittelbar an die Feldspatleisten grenzen. Man könnte diese Partien vielleicht als aus größeren Teufen mitgerissenen Kalkstein deuten, welehen der Bühlbasalt bei seinem Emporquellen durchbrochen hat, doch läßt sich das vorläufig noch nicht mit Sicherheit entscheiden; jedenfalls ist die Möglichkeit der Bildung eines „primären“ Calcits durchaus zu betonen. An anderen Stellen trifft man zweifellose Mandelauisfüllungen mit radialfaseriger oder konzentrischer Struktur.

Zum Schluß sei noch die Anordnung der Gemengteile und der Habitus der einzelnen Typen betrachtet. Die Struktur läßt sich als hypokristallin-porphyrisch bezeichnen. Der massige Basalt besitzt kürzere, gedrungenere Feldspatleisten, welche bei ihm überdies nur in einer Generation vorhanden sind. Größeren Olivineinsprenglingen, ebenso Glas-, Schlackeneinschlüssen usw. begegnet man bei ihm seltener als bei den anderen Typen. Der Ilmenit tritt vorzugsweise in großen Lappen auf. Die Grundmasse setzt sich aus Haufwerken kleiner Olivine und Augite sowie spärlichem, braunen Glas zusammen. Lokal sind Partien von kristallisierendem, einschlußarmen Glas vorhanden. Der gewöhnliche Basalt führt langgestreckte Feldspate, die ebenso wie Olivin und Titaneisen in zwei Generationen vorkommen. Die Einsprenglingsolivine sind größer und zahlreicher als im massigen Basalt, ebenso nimmt auch das Glas einen größeren Raum ein. Der harte Basalt gleicht im großen und ganzen dem gewöhnlichen Basalt, doch ist der Größenunterschied zwischen den Olivinen und Plagioklasen erster und zweiter Generation noch ausgeprägter, auch die Menge der schlackigen, gasförmigen und glasigen Einschlüsse ist eine bedeutend größere; die Glasbasis ist ganz mit schwarzen Globuliten erfüllt. Der Basalt der neuen Schürfstelle an der Südseite des Bühls gleicht dem harten Basalt.

In Nachstehendem werden einige chemische Analysen des Bühlbasalts angegeben. Nr. I und II stammt von H. Möhl (S. 75—80); Nr. I rührt vom Gestein der Haupteruption, Nr. II vom massigen Basalt her. Nr. III findet sich bei H. Fro mm (S. 43); um welchen Typus es sich hier handelt, ist aus seiner Abhandlung nicht ersichtlich. Eine Neu-Untersuchung der chemischen Zusammensetzung des Bühlbasaltes von Frl. L. Velde (1920) ergab die unter IV u. V genannten Zahlen (IV von hartem, V von massigem Basalt).

	I.	II.	III.	IV.	V.
SiO ₂	50,93	50,76	53,85	50,99	52,63
Al ₂ O ₃	12,80	14,50	15,85	13,75	10,83
Fe ₂ O ₃	4,32	4,26	6,87	7,33	11,46
FeO	8,08	6,93	4,09	6,28	5,93
MgO	5,94	6,75	5,56	5,63	4,49
CaO	8,24	7,55	7,68	7,50	7,30
K ₂ O	0,77	0,85	0,72	1,00	0,82
Na ₂ O	3,28	2,92	3,02	3,27	2,98
MnO	—	—	0,21	0,15	0,14
TiO ₂	3,17	3,00	1,73	1,93	1,52
P ₂ O ₅	0,175	0,156	0,26	—	0,19
SO ₃	Sp.	0,031	Sp.	—	—
Cl	0,01	0,005	0,05	—	—
CO ₂	0,14	0,20	0,32	0,86	0,51
H ₂ O	1,65	1,78	0,84	1,88	0,92
	99,50	99,69	101,03*)	100,57	99,72

Normen:

	I.	II.	III.	IV.	V.
Quarz	5,1 %	5,8 %	12,1 %	7,5	15,0
Fe Si O ₃	Hypersthen	3,6	2,8	—	2,0
Mg Si O ₃		9,3	14,0	11,6	10,5
Ca Si O ₃		9,0	5,0	2,8	5,3
Fe Si O ₃	Diopsid	2,6	3,3	—	0,7
Mg Si O ₃		5,9	1,4	2,4	4,0
Magnetit	6,4	6,3	8,8	11,0	15,3
Haematit	—	—	0,8	—	1,2
Anorthit	18,2	24,2	28,4	20,0	13,9
Albit	28,5	25,2	25,3	28,9	25,6
Orthoklas	4,6	5,8	3,9	6,3	5,1
Ilmenit	6,2	5,9	3,3	3,8	2,9
Apatit	0,4	0,4	0,7	—	0,4

III. 5. 3. 4. III. 5. 3. 4. II. 4. 4. 4. III. 4. 3. 4. III. 4. 3. 4.

Diese Normen sind dadurch von besonderem Interesse, daß in ihnen figurativer Quarz in nicht uuerheblicher Menge enthalten ist. Die Vorherrschaft der natronhaltigen Feldspäte und der Pyroxene sowie der Reichtum an Erz tritt ebenfalls gut in die Erscheinung. Deutlich ist der Charakter als typischer Feldspatbasalt ohne figurativen oder modalen Feldspatvertreter (Nephelin, Sodalithminerale usw.) Interessant ist, daß die Normen etwas albitreichere Plagioklase angeben, als tatsächlich im

*) In der Abhandlung von Fromm wird noch ein Rest X von 0,60% erwähnt; es ist nicht ersichtlich, was derselbe zu bedeuten hat. Die Analyse hat nur beschränkten Wert.

mikroskopischen Bilde erscheinen. Eine Bestimmung des modalen Feldspatgehaltes ergab mit Hilfe der polarplanimetrischen Auswertung des im Edingerschen Projektionsapparates entworfenen mikroskopischen Bildes im Durchschnitt aus mehreren Bestimmungen 53,8 Volumprocente Labrador, eine Zahl, welche zu den obigen Werten der Norm vorzüglich paßt (Nach Beobachtungen und Messungen von W. Eitel 1920.)

Anhang.

Im Anschluß an die Bühlbasalte sollen noch die örtlich benachbarten Vorkommnisse von basaltoiden Felsarten kurz beschrieben werden. Es kam bei der Untersuchung der nachstehend geschilderten Basaltarten vor allem darauf an, festzustellen, ob die Eruption des Bühls wesentlich verschieden von diesen ist, oder ob sich Verwandtschaftsbeziehungen ihrer Magmen rein mineralogisch erkennen lassen. Es wurden mikroskopisch untersucht: Die Gesteine von Triffelsbühl, Hohenstein, Katzenstein, von der kleinen Kuppe westlich des Katzensteins, vom Dörnberg und Helfenstein, alles Kuppen aus dem Gebiet nördlich des Habichtswaldes, und schließlich ein Feldspatbasalt aus dem neuangelegten Bruch südlich des Kasseler Hofes am Brandkopf (betr. Lage dieser Punkte siehe Textfig. 1).

Das Gestein des Triffelsbühls gleicht in der Mineralführung und Struktur vollständig dem gewöhnlichen Bühlbasalt, so daß sich eine besondere Beschreibung erübrigt.

Der Basalt des Hohensteins zeigt große, stark korrodierte Olivineinsprenglinge und etwas kleinere, porphyrische Augite in einer dichten braunen, schwer entwirrbaren Grundmasse, die nach K. Schloßmacher (S. 662) aus Augit, Nephelin (?), Magnetitkörnern und Glas besteht.

Der Katzenstein besteht aus einem limburgitischen Basaltgestein. Große, korrodierte Augit- und Olivineinsprenglinge lagern in einer dichten, fast schwarzen Grundmasse, in welcher kleinere Augitkriställchen, braunes Glas, Magnetitkörner und Ilmenitnadeln unterschieden werden können.

Bei dem Basalt, welcher die kleine Kuppe westlich des Katzensteins bildet, ist eine spätere, erneute, petrographische Untersuchung erforderlich, da hier ein limburgitisches Gestein gefunden wurde, während K. Schloßmacher (S. 661, wo der genannte Autor über Dolerite von zweifelhafter Stellung spricht) ein Gestein vom Typus des Triffelsbühls und des Bühlbasaltes angibt.

Der Dörnberghasalt führt große, korrodierte Olivineinsprenglinge und Titaneisenerzklappen in einer dichten, dunkelbraunen Grundmasse, die sich aus Glas, Augit, Magnetit, Olivin und Plagioklas zusammensetzt.

Am Helfenstein begegnet man einem Basalt, welcher neben großen Olivin- und Augiteinsprenglingen eine dichte, dunkle Grundmasse aus braunem Glas, vielen Magnetitkörnchen, Olivin und zahlreichen fluidal angeordneten Plagioklasleistchen enthält.

In dem Feldspatbasalt vom Kasseler Hof bemerkt man sehr große Einsprenglinge von Olivin und Augit. Letzterer zeigt prachtvolle Zonar- und Sanduhrstruktur, außerdem häufige Verzwillung sowie knäuelartige Verwachsungen, z. T. mit Olivin. Die Grundmasse besteht aus Augit, reichlichen Magnetitkörnchen, wenig Ilmenitlappen, spärlichem, braunem, durch Mikrolithen getrübbtem Glas und zahlreichen Plagioklasleistchen.

Die vorliegende Übersicht läßt schon bei bloßer mikroskopischer Vergleichung der Schläffe erkennen, daß der Bühlbasalt strukturell und mineralogisch zu den benachbarten Basaltvorkommen, mit alleiniger Ausnahme des nahegelegenen Triffelsbühls, keine unmittelbaren genetischen Beziehungen hat, er bildet vielmehr mit dem letzteren einen abweichenden Gesteinstypus. — Über die erwähnten

benachbarten Basalte sind keine chemischen Analysen vorhanden; solche für die vorliegende Arbeit anzufertigen, liegt keine unmittelbare Veranlassung vor, weil schon die mikroskopische Untersuchung die Abweichung vom Bühlbasalt dartut. Überdies sind die erwähnten Gesteine für unsere Zwecke weniger wichtig, da in ihnen bis jetzt keine Eisen-, Magnetkies- und Magnetiteinschlüsse gefunden wurden.

II. Die Einschlüsse im Bühlbasalt.

A. Magnetit.

Schon mit bloßem Auge lassen sich die zusammenhängenden Magnetiteinschlüsse in zwei scharf getrennte Typen sondern: schlackige und körnige Vorkommnisse.

Bei makroskopischer Betrachtung erscheinen erstere als durchschnittlich mehrere Zentimeter lange, zusammenhängende, scharf abgegrenzte Partien im Basalt. Der Magnetit ist tiefschwarz (durch Verwitterung des öfteren gelbbraun), glasglänzend und von ausgezeichnet muscheligem Bruch. Mikroskopisch enthält er stets eingeschlossenes Basaltmagma und wird häufig von korrodiertem Quarz, großen Feldspäten und Sillimanitfasern begleitet. Im Nachfolgenden sollen einzelne typische Handstücke dieser Art aus der Hornsteinschen Sammlung beschrieben werden.

Manche Stücke zeigen einen Einschnitt, der lediglich aus Magnetit besteht. Das umgebende Gestein ist der gewöhnliche Basalt, welcher hier in Mineralführung und Struktur keinerlei Besonderheiten aufweist. Der Magnetit bildet eine große, zusammenhängende Linse, deren Rand fein zerteilt und von einem schmalen Streifen braunen Glases umgeben ist. Einschlüsse von Basaltmagma und Hohlraumansfüllungen von Calcit sind zahlreich vorhanden.

Andere Stücke zeigen Magnetit von Quarz begleitet; davon abgesehen gleichen sie den vorigen. Im Magnetit eingeschlossen liegen einzelne Quarzkörner; teils sind diese unmittelbar von dem Eisen-erz umgeben, teils sind sie in Basaltmagma eingebettet und dieses dann seinerseits in dem Magnetit als Einschnitt enthalten. Derartige Basalteinschlüsse bilden kreisrunde Linsen, welche aus Plagioklas, viel dunkelbraunem Glas und meist fächerförmig angeordnetem Augit bestehen.

Die meist recht großen, abgerundeten Quarzkörner sind von Sprüngen und Glasadern durchsetzt; einige liegen auch im Nebengestein und sind dann von einem breiten, dunklen Glassaum umgeben.

Weiter enthält ein Handstück zwischen Magnetitfetzen etliche große Feldspäte, ähnelt aber sonst dem zuerst beschriebenen Typus. Es sind basische Plagioklase von rundlicher Form, welche aus zahlreichen schmalen Albitlamellen bestehen. Die Kristalle werden von einem regelmäßigen Netz farblosen Glases durchwachsen, welches seinerseits wieder dichte Massen von Magnetitkörnchen enthält, so daß die Feldspäte wie von einem schwarzen Gitter überdeckt erscheinen (Taf. VIII, Abb. 9 u. 10).

Ferner sind Exemplare zu erwähnen, die neben Magnetit und großen Feldspäten auch noch Sillimanit führen.

Letzterer besteht aus zahllosen kleinen, parallel gestellten Nadeln, die stromartig angeordnet sind und dabei die großen Plagioklase umschließen; sie lagern zum Teil in der basaltischen Grundmasse, zum Teil werden sie mit dem Magnetit selbst vermischt, welcher sich dort in ein Netzwerk auflöst.

Schließlich begegnet man Handstücken, bei welchen ein Einschnitt von hellen Silikaten und schwarzem, glänzendem Magnetit im unveränderten Basalt lagert. Unter dem Mikroskop erkennt man ein sehr ungleichmäßiges Gemenge von Magnetitfetzen, großen abgerundeten, vollständig zer-

trümmerten Quarzen, stromartig angeordneten Sillimanitfasern und kleinen Plagioklasleisten, das Ganze in schwarzbraunes, kaum durchscheinendes Glas gebettet.

Einen ganz anderen Habitus besitzen die Einschlüsse von körnigem Magnetit. Diese knollenförmigen, ziemlich porösen Partien lassen sich im Gegensatz zum schlackigen Magnetit leicht vom Nebengestein lösen und besitzen eine hellgraue, glänzende Oberfläche. Der körnige Magnetit ist stets ziemlich kompakt und wird nur an der Peripherie der Knolle von Silikateinschlüssen siebartig durchsetzt (Taf. VIII. Abb. 11. Aufnahme im reflektierten Licht); unter diesen beobachtet man im einzelnen; zunächst kleine Plagioklaskristalle mit stark unidulser Auslöschung, ferner verschiedenfarbiges Glas, dunkelgrünen Augit und schließlich eine eisenreiche, braune Hornblende (Auslöschungsschiefe gering [ca. 12°], starke Dispersion der Auslöschung, hoher Pleochroismus, parallel gelbgrün, senkrecht dazu tiefbraun). Alle Mineralien sind nur in winzigen Exemplaren vorhanden. Olivin tritt anscheinend nicht auf. Der der Knolle anhaftende Basalt erweist sich ziemlich reich an dunklem, erzerfüllten Glas, ist aber sonst unverändert.

Schließlich findet sich der körnige Magnetit auch ausgeprägt schlierenförmig im Basalt; man bemerkt an derartigen Vorkommnissen einen schon makroskopisch erkennbaren, braunen Glassaum, der den Magnetit vom Nebengestein scharf trennt. Unter dem Mikroskop bietet letzteres nichts Auffälliges. Erst in der Nähe der Grenze zum Magnetit tritt reichliches, braunes Glas auf. Der Saum selbst hat ein blasiges Aussehen. Er besteht aus einer zusammenhängenden Masse von klarem, gelbbraunem Glas, in welches ein schwarzes Magnetitgewebe eingelagert ist. In zahlreichen, rundlichen Hohlräumen befindet sich eine Basaltmasse, welche Plagioklas, Titaneisennadeln, schwarzes und grünes Glas, Augit, aber fast keinen Olivin enthält (Taf. VIII, Abb. 12 u. 13). Der Glassaum hört ziemlich unvermittelt auf, es beginnt alsdann die eigentliche Erzschiere. Der Magnetit ist im Innern derselben nicht mehr von Glas, sondern von zahlreichen winzigen Olivinen und vereinzelt größeren Plagioklaskristallen durchsetzt.

Die chemische Analyse des schlackigen (Ia u. b) und des körnigen (IIa u. b) Magnetits ergab recht große Unterschiede zwischen den beiden Typen, wie aus nachstehender Tabelle hervorgeht. (Die Gangart wurde in Abzug gebracht und die Restsumme auf 100% umgerechnet.)

	I		II	
	a	b	a	b
Fe ₂ O ₄	96,61	96,94	97,62	97,43
Mn ₂ O ₄	0,76	0,54	2,38	2,57
TiO ₂	2,63	2,52	—	—
	100,00	100,00	100,00	100,00

Der schlackige Magnetit weist also wenig Mangan, aber relativ reichlich Titan auf, während der körnige Magnetit von letzterem so gut wie frei ist, dafür aber einen höheren Prozentsatz von Mangan enthält.

Das Mangan wurde kolorimetrisch bestimmt (siehe F. P. Treadwell, Analytische Chemie II. Band, 4. Auflage, S. 101—103), indem man die salpetersaure Lösung des Magnetits mit reinstem Bleisuperoxyd versetzt und deren Farbe mit einer Permanganatlösung von bekanntem Gehalt vergleicht.

Der Titangehalt wurde nach der bekannten kolorimetrischen Methode von Weller festgestellt (siehe M. Dittrich, Anleitung zur Gesteinsanalyse, 1905, S. 20—24), das Eisen auf gravimetrischem Wege als Fe₂O₃ ermittelt.

B. Magnetkies.

Der Bühlbasalt enthält Einschlüsse von Magnetkies, welche makroskopisch als langgestreckte, flache Linsen und als runde Knollen auftreten; letztere bestehen aus feinkörnigem, erstere meist aus grobkörnigem Magnetkies. Mikroskopisch lassen sich die beobachteten Vorkommnisse einteilen:

I. in solche Einschlüsse, welche sich aus Magnetkies und einer mikroskopisch unauflösbar feinen grauen Grundmasse zusammensetzen; letztere verschwindet nach dem Kern des Einschlusses zu und macht dort dem reinen Magnetkies Platz. Hierher gehören die linsenförmigen Einschlüsse und ein Teil der Knollen;

II a) in schlierenartige Einschlüsse, bei welchen der Magnetkies in einer aus violetterem Glas, Magnesiumdiopsid, Olivin und zahlreichen korrodierten Quarzkörnern bestehenden Grundmasse lagert;

II b) in knollenförmige Einschlüsse, die Magnetkies, korrodierte Quarzkörner und eine graue, dichte Grundmasse aus Magnesiumdiopsiden fast allein zeigen.

Der an die Einschlüsse vom ersten Typus angrenzende Basalt ist unverändert. Die Linse besteht im Kern aus kompaktem, sehr durchlöcherter und zerfressenem Magnetkies (Taf. VIII, Abb. 14, Aufnahme in reflektiertem Licht), während sie an der Peripherie von einer grauen, äußerst feinkörnigen Masse durchsetzt wird, welche sich zum Teil selbst mit der stärksten Vergrößerung nicht auflösen läßt (Taf. IX, Abb. 15). An einzelnen Stellen wird die Grundmasse bei hinreichender Dünne der Schläffe klarer und erweist sich als ein Gemenge von Plagioklasleisten, Glas, Magnetitkörnchen und etwas Augit. Die Kriställchen eines stärker lichtbrechenden Minerals sind gut ausgebildet, aber derartig über- und durcheinandergelagert, daß eine nähere optische Bestimmung selbst in den dünnsten Schlifften nicht mehr möglich ist. — Hin und wieder kommen in den Magnetkiesknollen auch Einschlüsse von normaler Basaltmasse vor, welche sehr große Kristalle von Plagioklas, Olivin und Augit in einer dunklen Glasbasis enthalten. — Gelegentlich ist die graue Grundmasse schlierig entwickelt und führt wohlausgebildete, branne Kriställchen der bereits oben erwähnten Hornblende.

Ganz anders sehen Präparate von Vorkommnissen des Typus II a aus. Der dem Magnetkies anhängende Basalt ist fast unverändert; die Hauptmasse des Einschlusses bildet ein violettes Glas, das mit zahllosen Kristalliten erfüllt ist. Als Einsprenglinge treten neben verstreuten abgerundeten Magnetkiespartien und Quarzkörnern vor allem unzählige farblose, stark lichtbrechende Nadelchen auf. Sie sind etwa 0,004 mm breit und 0,3 mm lang, zeigen Spaltrisse in der Längsrichtung, sehr ausgeprägte Quergliederung, hohe Licht- und mäßige Doppelbrechung, sowie positiven Charakter der Längsrichtung. Das Maximum der Auslöschungsschiefe gegen die scharfen Längsspaltrisse beträgt ca. 50°. Da die Kristalle ausgeprägt diopsidischen Habitus haben (also nach {100} und {010} gleichmäßig ausgebildet sind), so kann man die gemessene Breite von ca. 0,004 mm der Dicke gleichsetzen und mit Hilfe des von M. Berek angegebenen Kalkspatdrehkompensators (siehe Centralblatt für Mineralogie usw., Jahrgang 1913, S. 388—396, 427—435, 464—470) die Doppelbrechung messen: diese beträgt bei gerade auslöschenden Kristallen ca. 0,013, bei solchen mit 50° Auslöschungsschiefe ca. 0,024. Man wird wohl nicht fehlgehen, wenn man dieses Mineral als Magnesiumdiopsid bezeichnet, worauf auch die sonstigen Eigenschaften hinweisen (vergl. H. Rosenbusch und E. A. Wülfing, Mikrosk. Physiogr. der Min., 4. Aufl. I, 2, S. 206).

Die zahlreichen, oben erwähnten Quarzkörner sind ziemlich gleich groß, stark korrodiert und mit Glas und Flüssigkeitseinschlüssen durchsetzt. Neben undulöser Auslöschung tritt häufig starke Zweiachsigkeit infolge innerer Spannungen auf (scheinbarer Achsenwinkel stellenweise bis $2E = 27^\circ$, nach der Mallardschen Formel berechnet), ebenso bemerkt man sehr häufig ganz ausgeprägte Trümmer-

struktur. Gelegentlich finden sich auch einzelne Olivinkristalle, welche größtenteils stark korrodiert aussehen (siehe Taf. IX, Abb. 16).

Vom Typus IIb soll als charakteristisches Beispiel ein Handstück beschrieben werden, welches, in der Mitte durchschnitten, einen ausgeprägt schaligen Bau zeigt. Ein hellgrauer Kern wird zuerst von einer dunkelgrauen, dann einer gelblichen und schließlich einer hellgrauen Zone umschlossen; in diesen Lagen verstreut treten schwarzbraune, scharf abgegrenzte Flecken auf. — Der Kern enthält in der Hauptsache zerfetzte Magnetkiespartieen (Taf. IX, Abb. 17. Aufnahme im reflektierten Licht). Die silikatische Grundmasse ist farblos, feinkörnig, hat eine deutliche Pflasterstruktur und besteht aus sehr kleinen, kurz prismatischen Magnesiumdiopsidkristallen und vereinzelt größeren Plagioklasen. Allgemein im ganzen Querschnitt verteilt finden sich kleine, violette Glasputzen mit Magnesiumdiopsidskeletten. — In die Grundmasse sind zahlreiche Quarze eingebettet. Sie zeigen keinerlei Trümmerstruktur, auch nur selten optische Anomalien, erscheinen aber stets von einem breiten Glashof umgeben, vermutlich dem Rest der eingeschmolzenen Quarzsubstanz, in welchen die Magnesiumdiopsidnadeln peripherisch hineinragen; der Quarz selbst ist oft fast vollständig resorbiert. — In einzelnen grobkörnigen Schlieren begegnet man Partien von brauner oder grüner fasriger Hornblende, zwischen welchen kleine Magnesiumdiopside lagern. — Die sich an den Kern anschließende dunkelgraue Zone gleicht diesem in der Mineralführung. Die folgende Partie verdankt ihre Farbe braunen, zum Teil aggregatpolarisierenden Glasfetzen, ähnelt aber sonst dem Kern, ebenso die äußerste hellgraue Zone. Endlich sei noch auf die schon oben kurz erwähnten schwarzbraunen, überall verstreuten Putzen aufmerksam gemacht, die eine von der ganzen übrigen Knolle abweichende Zusammensetzung haben; mikroskopisch bestehen sie aus einer feinkörnigen Grundmasse und zahlreichen Einsprenglingen. Von letzteren sind zu erwähnen: größere Plagioklasleisten, welche mit denen des Bühlbasalts in der Auslöschungsschiefe vollständig übereinstimmen, ferner vereinzelt, korrodierte Quarze mit dunklem Glasraum, endlich spärlicher Magnetkies in kleinen, stets kreisrunden Exemplaren. Die Grundmasse setzt sich zusammen aus Plagioklasleistchen, Magnesiumdiopsid und schwarzbraunem, fast undurchsichtigem Glase, gelegentlich auch aus violetten Glaspartieen. — Interessant ist eine in den Putzen oft auftretende Art von Umschmelzungen. Man trifft häufig Stellen, welche den scharf begrenzten Umriss eines Augits, Olivins oder anderer Minerale haben, im Innern aber von braunem, aggregatpolarisierendem Glas erfüllt sind; umgeben werden sie von einer mauerartigen Reihe von Magnesiumdiopsiden, welche sich senkrecht zur Umgrenzungsfläche gestellt haben.

Andere derartige Bildungen sind an Stelle des Glases mit Grundmasse erfüllt. — Abgegrenzt werden die Putzen von einem breiten, schwarzbraunen Glassaum, der dieselben Mineralien wie der Einschluß führt.

In allen anderen untersuchten Magnetkiesknollen zeigen sich ähnliche Verhältnisse, überall trifft man ausgesprochen schlierige Strukturen an.

Die chemische Analyse eines Magnetkieseinschlusses ergab folgendes Resultat:

	Gew. %	auf 100%	Molekularverhältnis	d. h.
Fe	53,95	59,91	1,07	95,57 % (Fe + Mn) S
Mn	0,55	0,61	0,01	
S	35,55	39,48	1,23	
Rückstand .	8,77	—	—	+ 4,43 % S
	<u>98,82</u>	<u>100,00</u>		

Die Manganbestimmung wurde kolorimetrisch wie beim Magnetit durchgeführt; sie ergab bei einigen anderen Magnetkieseinschlüssen: 1,17% MnS; 0,67% MnS. Bemerkenswert ist, daß trotz zahlreicher Untersuchungen sich in keinem Stück Nickel oder Kobalt fand.

Die Schwefelmenge des Erzes wurde durch Oxydation mit Brom ermittelt (siehe F. P. Treadwell, Analyt. Chemie, II. Band, 4. Aufl., S. 270—271).

Das Eisen wurde nach der Hydroxylaminmethode vom Mangan getrennt und dann gravimetrisch als Fe_2O_3 bestimmt (vergl. P. Jannasch: Prakt. Leitf. der Gewichtsanalyse, 2. Aufl. S. 149).

Der hohe Gehalt an unlöslichen Bestandteilen ist durch die innige Durchwachsung des Sulfides mit silikatischem Material (Glas, Quarzkörner etc.) zu erklären. Eine quantitative Abtrennung derselben ist selbst mit Hilfe schwerer Lösungen nicht mehr möglich gewesen.

C. Gediegenes Eisen.

Makroskopisch kommt das gediegene Eisen im Basalt des Buhls in zwei Formen vor: einmal dendritisch unmittelbar in den Basalt eingewachsen und zweitens in silikatreichen Knollen eingeschlossen, in welchen es teils dendritisch, teils körnig verteilt ist. Auf Grund mikroskopischer Untersuchungen kann man einen dendritischen und einen körnigen Typus jederzeit sicher unterscheiden.

a) Beim dendritischen Typus (Textfig. 4) ragen an der Bruchfläche von anscheinend völlig normal ausgebildetem Basalt kleine, schwarze, verästelte Kristallaggregate empor. Der Feile gegenüber

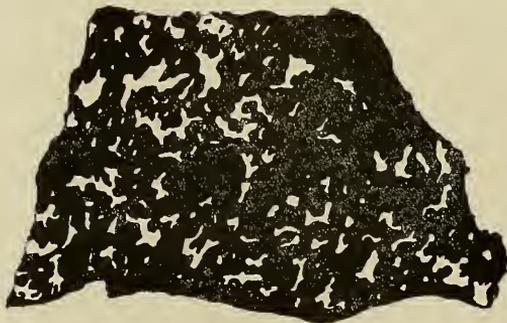


Fig. 4.

verhalten sich diese geschmeidig, bekommen eine hellgrüne, metallglänzende Oberfläche und lassen sich nach der Methode von A. E. Törneholm (siehe Bihang till Svenska Vet. Akad. Handl. 5, 1878, Nr. 10, 7) durch Befeuchten mit Kupfervitriol als gediegenes Eisen erkennen; es bildet sich nämlich ein schwammiger Überzug von gediegenem Kupfer ($Fe + CuSO_4 = Cu + FeSO_4$). Die Herstellung von geeigneten Dünnschliffen war sehr schwierig, da das Eisen nicht auf dem Kanadabalsam haftete und außerdem im Verlaufe des Schleifens durch seine starke thermische

Dilatation das Nebengestein zersprengte. Unter dem Mikroskop erscheint der das Metall umgebende Basalt völlig normal, nur im Bereich des Eisens führt er große, rotbraune Glasfetzen. Zwischen den einzelnen Dendriten lagert eine Masse, welche bei einem Teil der Präparate aus größeren Plagioklasen, Augiten, Olivinen und Titaneisennadeln mit reichlichem, schwarzgefärbtem Glas besteht (Taf. IX, Abb. 18). In anderen Schliffen ist die Zwischenklemmasse so fein, daß man sie mikroskopisch fast gar nicht mehr auflösen kann; soweit es sich erkennen läßt, sind dort braune Glaspartien, Plagioklasleisten und Augite (vielleicht Magnesiumdiopside) vorhanden; gelegentlich fehlen auch letztere. Überall geht die Zwischenklemmasse ohne scharfe Grenze in den normalen Basalt über. — Ähnliche Verhältnisse wie die geschilderten Querschnitte zeigen auch Präparate, die aus Knollen mit reichlichem, eingewachsenem Eisen gewonnen sind.

b) Wesentlich anders kennzeichnet sich das Eisenvorkommen des körnigen Typus. Hier tritt das Eisen in Knollen eingewachsen auf, welche bis zu mehreren Kilogramm schwer und mit einer braunen, glänzenden Kruste bedeckt sind. Im folgenden soll ein typisches Exemplar näher beschrieben werden. Durchsägt man ein solches Stück und poliert die ziemlich poröse Schnittfläche, so erblickt man zuerst eine dunkle Grenzlinie gegen den anhaftenden Basalt, dann eine äußere Zone der Knolle in Gestalt eines breiten, graugeflamnten Saumes, in welchem wenig Magnetit und Magnetkies, sowie gelegentlich ein Eisenkorn lagert. Ohne deutliche Grenze geht die periphere Zone in den Kern über. Zwischen beiden liegen braune Flecken. Der Kern selbst ist schwarz- und graugefleckt und von vielen Eisen-, Magnetkies- und Magnetitkörnchen erfüllt. — Unter dem Mikroskop gesehen erscheint der angrenzende Basalt durchaus normal. Die Knolle selbst ist ausgesprochen schieferig entwickelt; sie enthält eine Grundmasse von Magnesiumdiopsid und Glas, in welcher gediegenes Eisen, Magnetit, Magnetkies, einzelne korrodierte Quarzkristalle, große Magnesiumdiopside (zum Teil sogar in Hornblende umgewandelt) und gelegentlich Plagioklase lagern; im großen und ganzen also stimmt ein solches Aggregat, vom Eisen abgesehen, vollständig mit den schon früher beschriebenen Magnetkiesführenden Knollen überein. — Charakteristisch für die Randzone sind einzelne Partien, welche aus braunem Glas, büschlig angeordneten Plagioklasen und großen Magnesiumdiopsiden bestehen; sie sind zum Teil recht eigenartig entwickelt. Ihre gegabelten Plagioklase treten in sehr verschiedener Größe auf; die Magnesiumdiopside sind zentral vollständig von silikatischer Schmelzsubstanz erfüllt; die großen Exemplare lagern mit ihrer einen Hälfte in der braungefärbten Partie, zeigen dort mehrfache Gabelung, während ihre andere Hälfte sich im umschließenden Gestein befindet und dann normal ausgebildet ist. Die kleinen Magnesiumdiopside und Plagioklase ordnen sich gern in fiederartigen Zügen an. Alle diese Minerale sind zusammen mit Magnetkies in braunes Glas eingebettet.

In der Randzone trifft man gelegentlich auch Schlieren an, welche in einer außerordentlich feinkörnigen Magnesiumdiopsid-Grundmasse Quarz mit breitem Glasrand (zum Teil vollständig resorbiert) zeigen. Ferner bemerkt man hier große Olivine, welche sich bis auf einige zentrale Partien aufgelöst haben; die weggeschmolzenen Teile sind dafür durch Glas und Magnesiumdiopsidkristalle ersetzt. Die Grundmasse der Kernpartie besteht aus kleinen Magnesiumdiopsidkristallen, daneben noch aus einer braunen, eisenreichen Hornblende. Gelegentlich trifft man graue Flecken, welche bei gewöhnlichem Licht fast völlig undurchsichtig sind, zwischen gekreuzten Nicols und bei intensiver Beleuchtung dagegen isotropes Glas und kleine Magnesiumdiopside erkennen lassen. Der ganze Habitus der Stellen deutet darauf hin, daß man es hier mit vollständig eingeschmolzenen Quarzen und Olivinen zu tun hat.

Alle anderen untersuchten Knollen mit gediegenem, körnigem Eisen zeigen ein ähnliches Bild; überall begegnet man der schieferigen Struktur der Grundmasse, den Resorptionserscheinungen usw. (Taf. IX, Abb. 19 u. 20, Taf. X, Abb. 21—23), und die vollständige Übereinstimmung mit den entsprechenden Magnetkiesknollen verdient besonders hervorgehoben zu werden.

Die chemische Untersuchung ergab folgendes: Phosphor, Nickel und Kobalt sind nicht einmal in Spuren vorhanden, was schon Herr Prof. Dr. M. Dittrich festgestellt hatte (Analyse aus dem Nachlaß von Prof. Dr. F. Hornstein), wohl aber Kohlenstoff und winzige Mengen Mangan (ebenso wie Schwefel anscheinend aus dem mit dem Eisen verwachsenen Magnetkies herrührend). Die Kohlenstoffbestimmung wurde nach der Chromschwefelsäuremethode von Corleis vorgenommen (siehe F. P. Treadwell, *Analyt. Chemie*, II. Band, 4. Auflage, S. 300—303); Herr Privatdozent Dr. W. Fraenkel vom physikalisch-chemischen Institut der Universität Frankfurt a. M. hatte die

Freundlichkeit, auch seinerseits noch Kontrollbestimmungen nach der volumetrischen Methode von Lunge und Marchlewski (Treadwell II, S. 303—305) auszuführen, wofür ihm hiermit Dank ausgesprochen wird. Im Nachlaß von Prof. Dr. F. Hornstein fanden sich auch zwei Analysen, die von Prof. Dr. M. Dittrich ausgeführt worden waren. Im Nachstehenden sind die Ergebnisse angeführt:

I. Analysen des gediegenen Eisens:

	Dittrich	Irmer
Rückstand	0,57	4,25
Fe	93,58	92,03
Mn	Sp.	Sp.
S	—	Sp.
C	—	0,17

C-Bestimmung an einem andern Stück (Irmer): 0,26%.

C-Bestimmungen (Herr Dr. W. Fraenkel): 0,21%, 0,18%, 0,33%, 0,14%.

II. Analyse einer eisenhaltigen Basaltknolle (Dittrich):

SiO ₂	42,62
TiO ₂	1,04
Al ₂ O ₃	10,43
Fe ₂ O ₃	3,79
FeO	14,02
Fe	11,80
MnO	2,57
CaO	4,30
MgO	2,76
K ₂ O	1,26
Na ₂ O	0,59
H ₂ O	1,75
P ₂ O ₅	0,59
	<u>97,52</u>

Die Berechnung der Norm dieser Analyse ergibt folgende interessante Zahlen (ohne das metallische Eisen):

Quarz	10,8%
Anorthit	18,2%
Albit	5,3%
Orthoklas	7,9%
Mg Si O ₃ } Hypersten	7,0%
Fe Si O ₃ }	40,2%
Korund	1,5%
Magnetit	5,7%
Ilmenit	2,0%
Apatit	1,3%

III. 4. 4. 3.

Der silikatisch-lithoide Teil der Eisenknolle fällt durch seinen hohen Gehalt an Tonerde (figurativem Korund neben reichlich Anorthit), Eisenoxydul (Hypersthenmolekül) und etwas figurativem Quarz auf. Zudem ist Kali etwas reichlicher als Natron vertreten. Der Habitus der Knollen ist modal und normativ etwas vom eigentlichen Basalt verschieden, und die Aufnahme von Tonerde insbesondere weist auf resorbiertes sedimentäres Material unzweideutig hin. Man erkennt auch die Möglichkeit der tatsächlich oft beobachteten Bildung von bronzit- und hypersthenreichen Partien in dem umgebildeten Material.

Die metallographische Untersuchung der Eiseneinschlüsse ergab einige besonders wertvolle Aufklärungen über die Natur derselben. Es wurden zu Schliffproben bei der Untersuchung im auffallenden Licht stets nur Stücke verwendet, deren petrographischer Aufbau bereits bekannt war.

Zu makroskopischer Prüfung auf gediegenes Eisen eignet sich gut die schon oben erwähnte Reaktion mit Kupfersulfatlösung, sowie mit einer solchen von Kupferammoniumchlorid, welche auf der hochglänzend polierten und sorgfältig gereinigten Oberfläche der Eisenpräparate ebenfalls schwammiges Kupfer niederschlägt. Als Ätzmittel für die mikroskopische Prüfung der Eisenschliffe bewährt sich das Kupferammoniumchlorid weniger gut, obwohl nach dem Abwaschen des Kupferüberzugs die größeren Strukturen im mikroskopischen Bilde schon deutlich hervortreten. Für die mikroskopische Untersuchung der feineren Strukturen hat sich indessen als bestes Ätzmittel alkoholische Pikrinsäure (1 : 100) bewährt. Alkoholische Salzsäure ist viel weniger gut anwendbar. Um die nebeneinander vorkommenden Bestandteile: Gediegenes Eisen, Magnetkies und Magnetit sicher zu unterscheiden, empfiehlt sich am meisten die Methode des Anlassens der Schliffe: das Eisen läuft, an der Luft auf einige hundert Grad erhitzt, sehr bald bräunlich an, der Magnetkies aber violett bis tiefblau, der Magnetit bleibt allem Anschein nach völlig unverändert.

Ätzt man die Eisenpartien 3—5 Minuten mit alkoholischer Pikrinsäure, so treten uns in der Regel zwei Strukturelemente entgegen: Ferritkristalle und Perlitpartien (Taf. X, Abb. 24). Der Ferrit, welcher bei weitem die Hauptmasse des Eisens bildet, erscheint in den vom Schmiedeeisen bekannten Polyedern (Abb. 25), die gelegentlich auch gestreckt und gedehnt, zum Teil auch porös sind. Das zweite Strukturelement, der Perlit, tritt schon nach kurzem Ätzen hervor. Er setzt sich aus Ferrit und zahlreichen sehr kleinen gesetzmäßig angeordneten Nadelchen (Abb. 26), Körnern und glattrandigen Lappen (Taf. XI, Abb. 27) zusammen, die durch keinerlei Ätzmittel mehr verändert werden, sondern ihre glänzend weiße Farbe behalten. Der Perlit zeigt ein viel gröberes Gefüge als in den entsprechenden Sorten des technischen Eisens mit gleichem Kohlenstoffgehalt, offenbar hat dort die sehr langsame Abkühlung der Eisenpartien in dem Basaltschmelzfluß die Sammelkristallisation der Cementit- und Ferritlamellen weitgehend begünstigt. Stets erscheinen die Perlitpartien durch die Ferritpolyeder scharf abgegrenzt, manchmal hat man bei Betrachtung kleinerer Perlitmassen den deutlichen Eindruck, ein wohl ausgebildetes Kristallskelett von Cementit (Abb. 28) vor sich zu sehen. Für gewöhnlich ist der Perlit regellos zwischen die Ferritaggregate gelagert, doch bemerkt man gelegentlich eine mehr peripherische Anordnung des Perlits am Rande der Ferritpartien.

Was nun das Zusammenvorkommen des gediegenen Eisens mit den andern oxydischen und sulfidischen Eisenerzen betrifft, so ist darüber folgendes im einzelnen zu sagen: 1. Die Stücke mit dem sogenannten dendritischen Eisen führen in der Regel wenig Magnetkies. Letzterer ist teils in der silikatischen Grundmasse in Gestalt kleiner, randlich zerteilter Lappen vorhanden, zum Teil ist er

aber auch in das Eisen zentral eingeschlossen (Abb. 29, 30) oder ihm randlich angewachsen; stets ist die Berührungsstelle glattrandig. Man erkennt, daß durch intensive Schmelzvorgänge die betreffenden Kristalle lebhaft angeschmolzen worden sind; auch an den Umrissen der ganzen Eisenpartien kann man dasselbe Phänomen beobachten.

Der Perlit tritt in den dendritischen Stücken sehr gegen den Ferrit zurück oder fehlt eventuell ganz (vgl. Taf. X, Abb. 25). Man kann also aus den Schlißbildern ohne weiteres folgern, daß der Kohlenstoffgehalt des Eisens ein sehr geringer gewesen sein muß, etwa wie der des weichen Schmiedeeisens, was mit den analytischen Beobachtungen (siehe oben) aufs beste übereinstimmt.

2. In Knollen, welche körniges Eisen enthalten, tritt dieses gegen den Magnetkies mehr zurück. Hier sind innige Verwachsungen beider die Regel (Abb. 31 u. 32). Das Eisen findet sich meist nur in kleinen, rindlichen Körnchen, die vollständig in größere Magnetkieslappen eingewachsen sind. Gelegentlich umhüllen dann diese Eisenkörner ihrerseits noch Magnetkies. Der Perlitgehalt nimmt gegen 1. zu.

Zusammenfassung.

Der Bühl bildet eine flache Quellkuppe, bei welcher nachträglich eine exzentrische Seiteneruption stattgefunden hat. Es sind dadurch verschiedene hypokristallin-porphyrische Basalttypen entstanden, welche zwar untereinander etwas abweichende Struktur besitzen, in der Mineralführung (basischer Plagioklas, Augit, Olivin, Titaneisen, Magnetit und Glas) aber übereinstimmen. Die benachbarten Basalttypen, mit Ausnahme desjenigen des Triffelbühls, stehen zum Bühlbasalt in keinen einfachen genetischen Beziehungen.

Bemerkenswert ist der Bühlbasalt insbesondere durch seine zahlreichen Einschlüsse von Magnetit, Magnetkies und gediegenem Eisen.

Der Magnetit tritt in zwei Typen auf: in schlackiger und in körniger Form — Der schlackige Magnetit ist unmittelbar in den Basalt eingelagert und wird häufig von korrodiertem Quarz, großen Feldspäten und Sillimanit begleitet; er enthält wenig Mangan, aber einen ziemlich erheblichen Prozentsatz Titan. Der körnige Magnetit kommt in glatten Knollen und in Schlieren vor. Die Knollen enthalten ihn in ziemlich kompakter Form, etwaige Zwischenräume werden von Silikateinschlüssen (Plagioklas, dunkelgrünem Augit, eisenreicher Hornblende und farbigem Glas) angefüllt. Die Schlieren besitzen einen glasreichen Saum an der Grenze gegen den Basalt und führen als Zwischenklemmasse hauptsächlich Olivin. Der körnige Magnetit ist manganreicher als der schlackige, dafür aber titanfrei.

Auch der Magnetkies kommt in verschiedenen Formen vor. Er bildet:

I. Einschlüsse, welche aus grobkörnigem Magnetkies und einer mikroskopisch unauflösbar feinen grauen Grundmasse bestehen; hierher gehören die linsenförmigen Einwachsungen und ein Teil der Knollen.

IIa) Schlierenartige Einschlüsse, bei welchen der Magnetkies in einer aus violetterem Glas, Magnesiumdiopsid, Olivin und zahlreichen korrodierten Quarzen bestehenden Grundmasse lagert.

IIb) Knollenförmige Einschlüsse, die Magnetkies, korrodierte Quarzkörner und eine graue dichte Grundmasse aus Magnesiumdiopsiden fast allein zeigen.

Die chemische Zusammensetzung ist bei allen drei Typen die gleiche; charakteristisch ist die Gegenwart von Mangan und das gänzliche Fehlen von Nickel- und Kobalt.

Das gediegene Eisen kommt in zwei Formen vor:

a) Dendritisch unmittelbar in den Basalt eingewachsen; die zwischen den Eisenastchen lagernde Masse ist entweder normale, etwas glasreiche Basaltsubstanz oder führt neben braunem Glas Plagioklas und Augit (eventuell Magnesiumdiopsid).

b) Körnig in bis zu mehreren Kilogramm schweren Knollen, zusammen mit Magnetkies und Magnetit. Die ausgesprochen schlierige silikatische Zwischenklemmasse gleicht vollständig der bei den Magnetkies-führenden Knollen (IIb) beschriebenen.

Das wichtigste Ergebnis der chemischen Analyse ist das gänzliche Fehlen von Nickel und das Auftreten eines geringen Kohlenstoffgehalts.

Durch die metallographische Untersuchung wurde festgestellt, daß das gediegene Eisen sich aus Ferritpolyedern und meist ungewöhnlich grobkörnigem Perlit zusammensetzt. Der Magnetkies ist meist innig mit dem gediegenen Eisen verwachsen; die Berührungsstellen sind stets glattrandig ausgebildet und erscheinen unzweifelhaft angeschmolzen.

Erläuterungen zu den Tafeln IV—XI.

- Abb. 1. Nordostseite des Basaltbruches vom Bühl (mit gewöhnlichem Basalt). Phot. F. Hornstein.
- Abb. 2. Südseite des Basaltbruches; von links nach rechts: gewöhnlicher Basalt, weicher Basalt, massiger Basalt, gefrittete Tone, überlagert von hartem Basalt und Sanden, harter Basalt. Sohle: gewöhnlicher Basalt. Phot. F. Hornstein.
- Ahh. 3. Südseite des Bruches. Von links nach rechts: weicher Basalt, massiger Basalt, gefrittete Tone, überlagert von hartem Basalt und Sanden, harter Basalt. Phot. F. Hornstein.
- Abb. 4. Sohle des Bruches, von Norden gesehen. Oberer Teil des Bildes: von links nach rechts: weicher Basalt, massiger Basalt, gefrittete Tone, harter Basalt. Mitte und unterer Teil des Bildes: gewöhnlicher Basalt. Phot. F. Hornstein.
- Ahh. 5. Südlicher Teil des Bruches. Von links nach rechts: weicher Basalt, massiger Basalt, gefrittete Tone, harter Basalt. Die großen Blöcke in der Mitte des Bildes bestehen aus massigem Basalt. Phot. F. Hornstein.
- Ahh. 6. Südseite des Bühles. Links weicher Basalt; Mitte und rechts: massiger Basalt. Phot. F. Hornstein. (Das Bild stammt aus den neunziger Jahren.)
- Abb. 7 u. 8. Südostseite des ehemaligen Bühls. Aufnahmen aus dem Jahre 1896. Phot. F. Hornstein und E. Pfennig, Cassel.
- Ahh. 9 u. 10. Plagioklas, mit Magnetitkörnchen und Glas durchwachsen, im Basalt eingelagert, in Begleitung von schlackigem Magnetit. Vergr. 42.
- Abb. 11. Körniger Magnetit (im Bilde weiß) in grauer, poröser silikatischer Grundmasse eingelagert. Vergr. 51. Aufnahme im reflektierten Licht.
- Ahh. 12. Grenzzone einer Schlieren von körnigem Magnetit gegen den Basalt. Im unteren Teile des Bildes ist noch etwas normaler Basalt sichtbar. Vergr. 13.
- Ahh. 13. Vgl. Abb. 12. In der Mitte Einschluß von normalem Basalt mit großen Plagioklasen. Vergr. 19.
- Abb. 14. Grobkörniger Magnetkies (im Bilde hell) mit dunkler silikatischer Zwischenklemmasse (Aufnahme im reflektierten Licht). Vergr. 51.
- Ahh. 15. Grenzzone des grobkörnigen Magnetkieses gegen den gewöhnlichen Basalt. Im unteren Teil des Bildes der normale Basalt. Im Magnetkies Einschlüsse von großen Feldspäten etc. Vergr. 13.
- Abb. 16. Schlierenartiger Einschluß von feinkörnigem Magnetkies. Unten angrenzender Basalt. In der Schlieren Relikte von Olivin und kleine Quarzkörner. Vergr. 19.
- Abb. 17. Feinkörniger Magnetkies (weiß) in grauer silikatischer Grundmasse. Vergr. 51. Aufnahme im reflektierten Licht.
- Ahh. 18. Eisendendriten (schwarz) im Basalt. Vergr. 13.
- Abb. 19. Aus einer Eisenknolle vom körnigen Typus. Unten angrenzender unveränderter Basalt. In der Mitte und oben: helle Quarzkörner mit glasigem Hof und mauerartiges Magnesiumdiopsidkranz (schmalere weißer Ring), außerdem schwarze Eisenkörner, alles eingebettet in einer Grundmasse von tiefdunklem Glase, Magnesiumdiopsidkristallen usw. Vergr. 19.
- Ahh. 20. Aus einer Eisenknolle vom körnigen Typus. Einsprenglinge von weißem Quarz, Magnetkies und gediegenem Eisen; Grundmasse: kleine Magnesiumdiopsidkristalle und dunkles Glas. Vergr. 42.

- Abb. 21. Wie Abb. 20. Grundmasse ausgesprochen schlierig, Einsprenglinge Quarz und selten Olivin. In der Mitte des Bildes: Einschluß von Basalt mit Plagioklasen usw. Vergr. 42.
- Abb. 22. Wie die vorhergehenden. Die hellen Flecke in der Grundmasse bezeichnen die Stelle von resorbiertem Olivin, Augit usw., deren Platz nun von kleinen Magnesiumdiopsidkriställchen, Glas, Erzkrönchen usw. eingenommen wird. Vergr. 42.
- Abb. 23. Wie Abb. 22. In der Mitte ein teilweise resorbierter Olivinkristall. Die schwarzen Fetzen sind Magnetkies und gediegen Eisen. Vergr. 49.
- Abb. 24—32 sind im reflektierten Licht aufgenommen.
- Abb. 24. Weiße Polyeder: Ferrit; graue streifige Einschlüsse: Perlit; schwarze Partien: silikatische Grundmasse. Vergr. 51.
- Abb. 25. Weiße Ferritpolyeder in dunkler silikatischer Grundmasse. Vergr. 51.
- Abb. 26. Perlit in Ferrit eingelagert. Vergr. 325.
- Abb. 27. Perlit am Rande von Ferritpolyedern gelagert. Oben rechts das graue Korn ist Magnetkies. Vergr. 325.
- Abb. 28. Cementit in Perlit in Gestalt eines Kristallskelettes. Vergr. 325.
- Abb. 29. Dunkle Magnetkieslinse (in der Mitte des Bildes) zwischen helleren Ferritpolyedern. Vergr. 51.
- Abb. 30. Perlit und Magnetkies in Ferrit eingelagert. Vergr. 325.
- Abb. 31 u. 32. Durchwachsung von „öligem“ Magnetkies und Perlit in Ferrit. Vergr. bezw. 51 und 200.

Die vorliegende Arbeit ist im Mineralogisch-petrographischen Institut der Universität Frankfurt am Main auf Veranlassung von Herrn Professor Dr. H. E. Boeke, unter Leitung des Herrn Privatdozenten Dr. W. Eitel angefertigt. Ihm sowohl wie Herrn Professor Dr. W. Schauf von der Senckenbergischen Naturforschenden Gesellschaft, welcher mich u. a. zuerst darauf aufmerksam machte, daß bei der Behandlung mit Kupfervitriol einzelne Partien des gediegenen Eisens sich nicht mit schwammigem Kupfer bedecken, sage ich hierdurch meinen besten Dank. Auch dem hochverehrten Direktor des Mineralogisch-petrographischen Instituts, Herrn Prof. Dr. H. E. Boeke, der uns leider vor Fertigstellung dieser Arbeit durch einen raschen Tod entrissen wurde, bin ich für das lebhafteste Interesse, das er ihr stets entgegenbrachte, zu großem Dank verpflichtet. Schließlich möchte ich auch nicht verfehlen, Herrn Professor Dr. R. Lorenz sowie Herrn Privatdozent Dr. W. Fraenkel für die Überlassung von Einrichtungen des Physikalisch-chemischen Instituts, insbesondere des Le Chatelierschen Mikroskops, und ihre freundlichen Ratschläge meinen besten Dank auszusprechen.

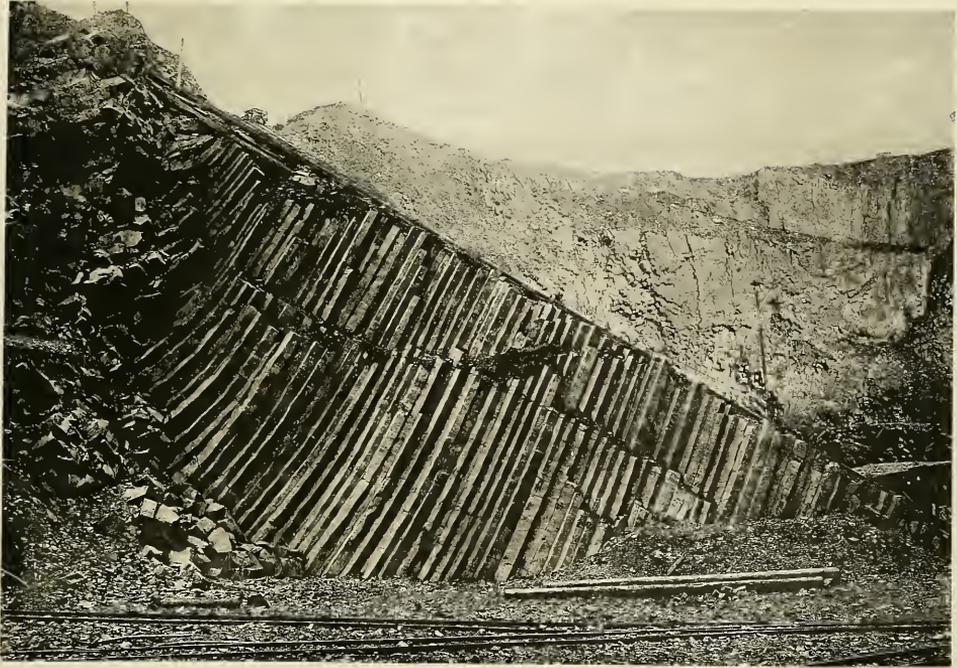


Abb. 1



Abb. 2

Werner u. Winter, G. m. b. H., Frankfurt a. M.

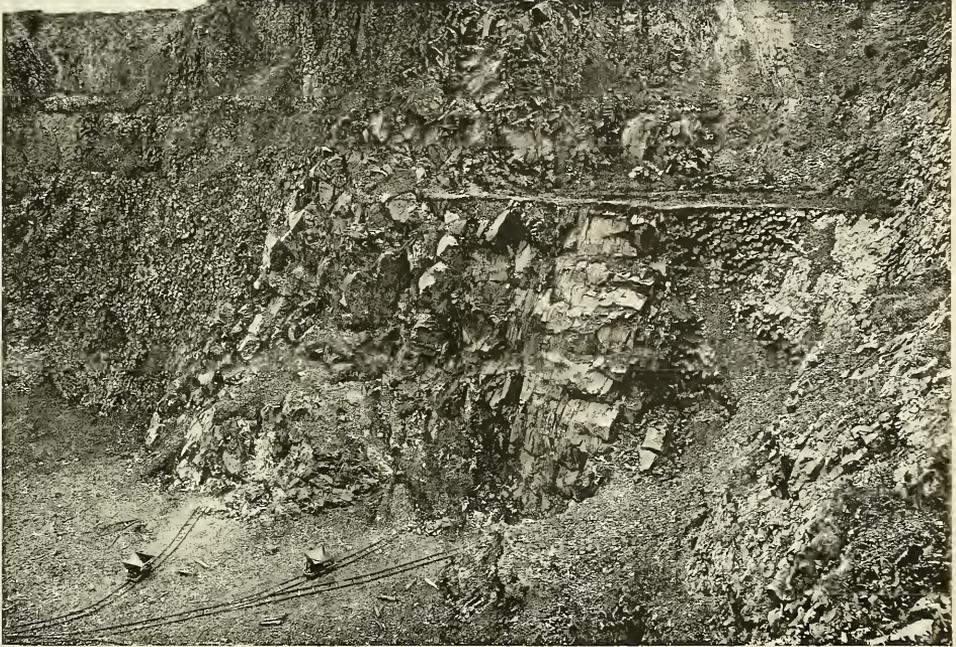


Abb. 3

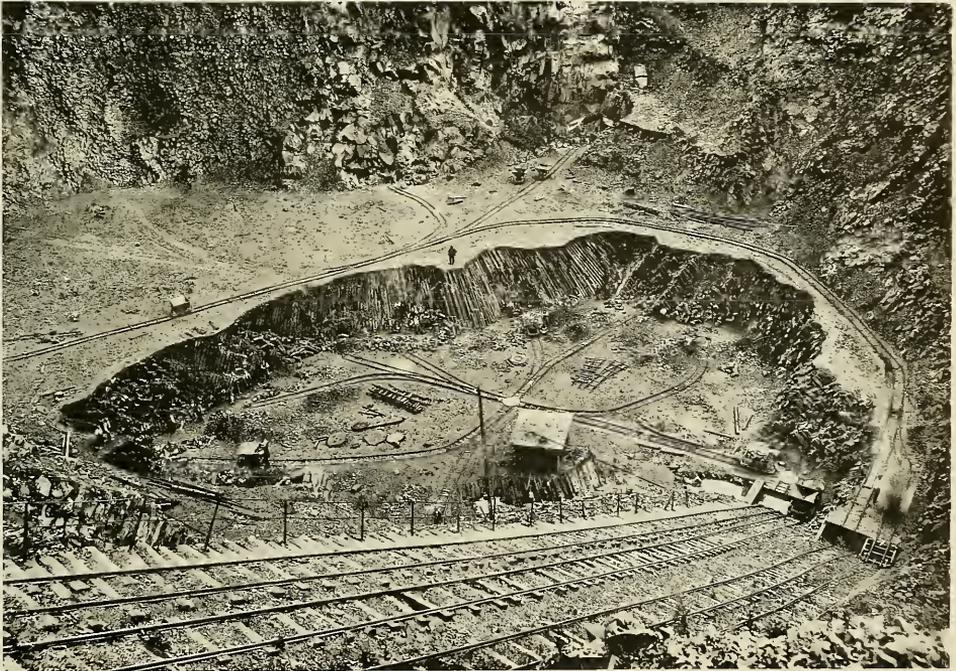


Abb. 4

Werner u. Winter, G. m. b. H., Frankfurt a. M.



Abb. 5



Abb. 6

Werner u. Winter, G. m. b. H. Frankfurt a. M.

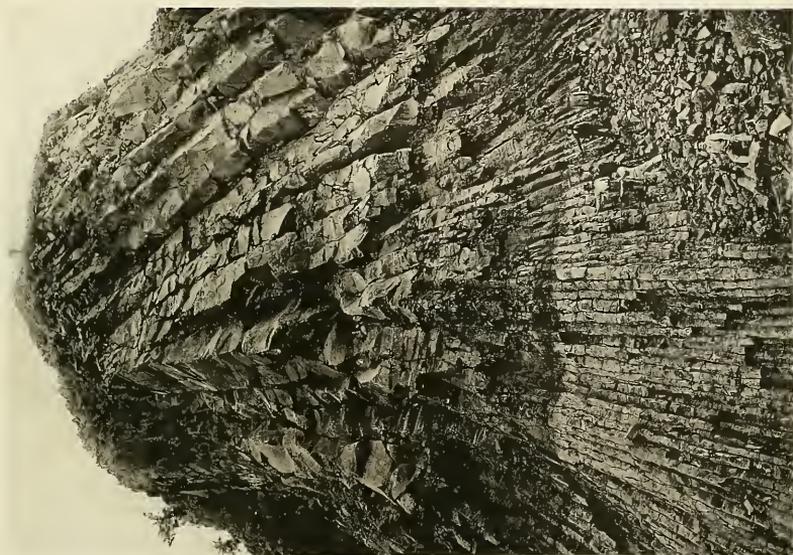


Abb. 7



Abb. 8

Wagner u. Winter, G. m. b. H., Frankfurt a. M.

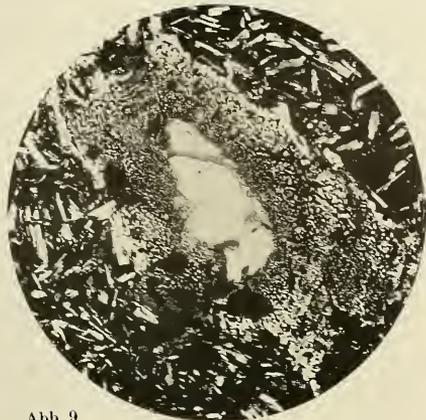


Abb. 9



Abb. 10

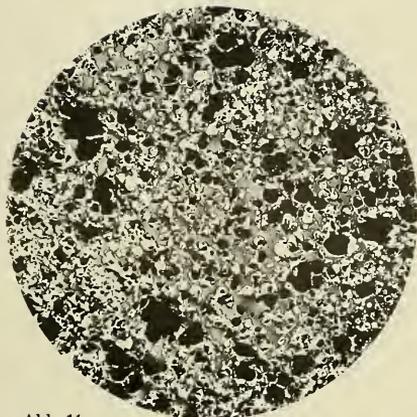


Abb. 11



Abb. 12



Abb. 13



Abb. 14

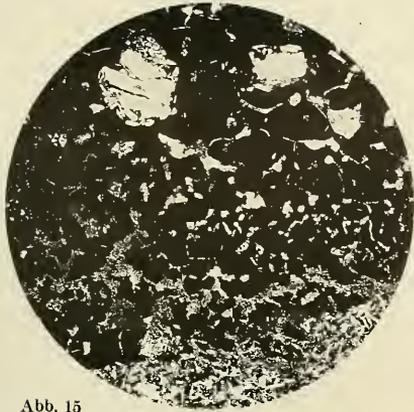


Abb. 15

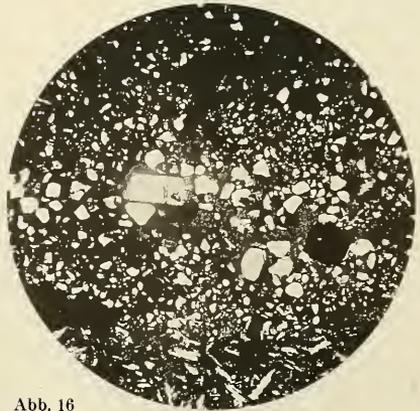


Abb. 16

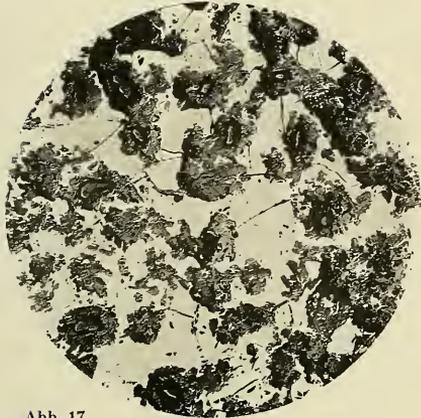


Abb. 17

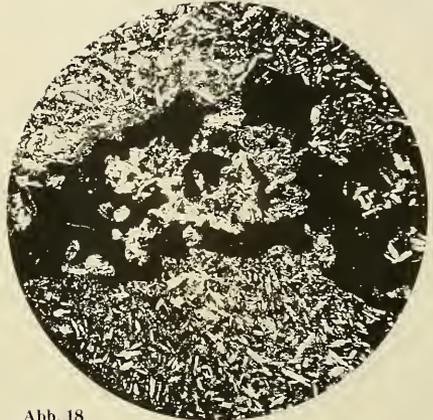


Abb. 18

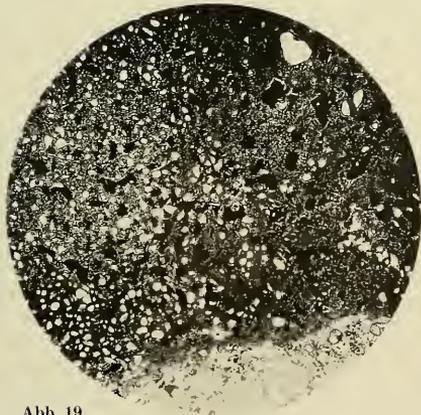


Abb. 19



Abb. 20



Abb. 21

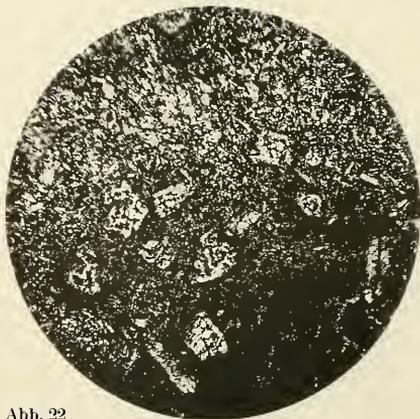


Abb. 22

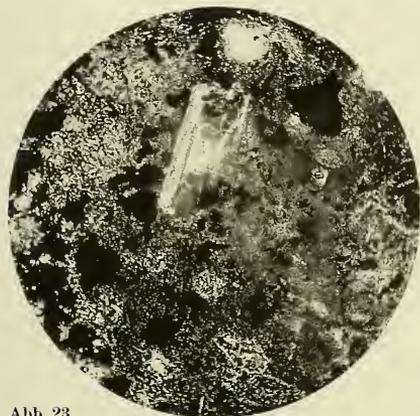


Abb. 23



Abb. 24



Abb. 25

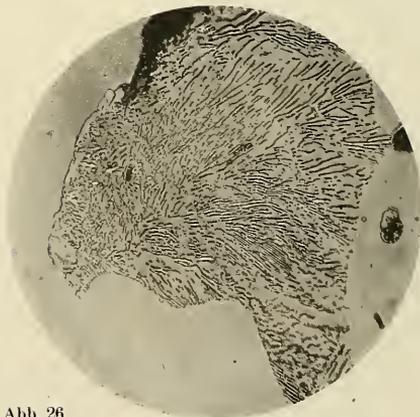


Abb. 26

Werner u. Winter, G. m. b. H., Frankfurt a. M.



Abb. 27

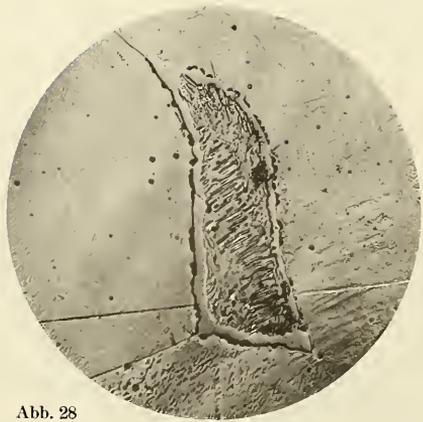


Abb. 28

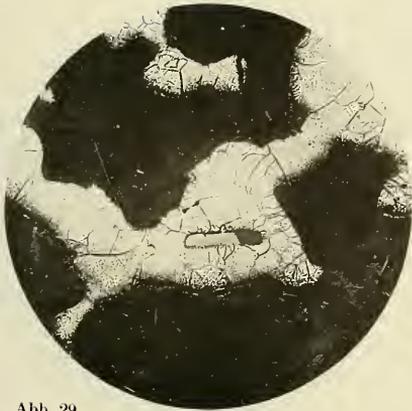


Abb. 29



Abb. 30



Abb. 31



Abb. 32

Werner u. Winter, G. m. b. H., Frankfurt a. M.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Abhandlungen der Senckenbergischen Naturforschenden Gesellschaft](#)

Jahr/Year: 1920-1921

Band/Volume: [37_1920-1921](#)

Autor(en)/Author(s): Irmer Walther

Artikel/Article: [I. Der Basalt des Bühls bei Kassel und seine Einschlüsse von Magnetit, Magnetkies und gediegenem Eisen 83-108](#)