

Notizblatt
des
Vereins für Erdkunde

und der
**Hessischen Geologischen Landesanstalt
zu Darmstadt**

für das Jahr 1927.

Festband G. Klemm.

Herausgegeben

von

der **Direktion der Geologischen Landesanstalt.**

V. Folge, 10. Heft.

(Mit 14 Tafeln, 51 Figuren im Text, einem Bildnis und 9 Tafeln Grundwasserstandslinien.)

Darmstadt 1928.

Im Vertrieb beim Hess. Staatsverlag.

Preis 5.40 Mark.

Inhalt.

W. SCHOTTLER:	Bericht über die Tätigkeit der Hessischen Geologischen Landesanstalt im Jahre 1927	5
F. K. DRESCHER:	Verzeichnis der Arbeiten G. KLEMMs. Nach Jahren geordnet.	10
W. SCHOTTLER:	Übersicht der Böden Hessens. Mit 1 Tafel und 2 Abbildungen im Text	17
W. WAGNER:	Cyrenenmergel und Süßwasserschichten innerhalb des Pfälzer Berglandes. Mit Tafel 2 und 3	41
OTTO DIEHL:	Über einen Basaltdurchbruch südwestlich Messel unweit Darmstadt	49
W. HOPPE:	Beiträge zur Geologie und Petrographie des Buntsandsteins im Odenwald. II. Petrographie. 2. Die Gemengteile des Buntsandsteins und die Gesteine der einzelnen Buntsandsteinstufen. Mit Tafel 4 bis 6 und 3 Abbildungen im Text.	54
W. WEILER:	Über Carcharodon praemegalodon n. sp. aus dem Alttertiär. Mit 3 Abbild. im Text	106
OTTO SCHMIDTGEN:	Ein Voagelei aus jungdiluvialem Sandloß bei Mainz. Mit Tafel 13	111
H. L. HECK und F. KIRCHHEIMER:	Die tertiäre Kieselgur und Braunkohle von Beuern im Vogelsberg und ihre Flora. I. Teil: Geologische Untersuchungen der Kieselgur und Braunkohle von Beuern und ihre Mikroflora. Mit Tafel 7, 2 Abb. im Text und 1 Tabelle II. Teil: Die fossile Makroflora der Kieselgur von Beuern und ihre Stellung innerhalb der Tertiärfloren des Vogelsberges. Mit Tafel 8—11	113 127
L. SPILGER:	Die Pflanzenwelt des Bergsträßer Sandgebietes	146
W. WENZ:	Obermiozän und Unterpliozän bei Okarben	163
HANS JÜNGST:	Zur Planorbis-Zone von Angersbach. Mit Tafel 12	168
BRUNO SANDER mit Beiträgen von OSKAR SCHMIDEGG und DORIS KORN:	Über einige Glimmergefüge. Mit 25 Abbildungen im Text	180
R. KLEMM:	Beobachtungen über die elektrolytische Leitfähigkeit von Bergkristall	209
W. WAGNER und O. SCHMIDTGEN:	Der Flugsand am Abhang des Tertiärplateaus zwischen Gau-Algesheim und Oberengelheim und die dort gefundenen defekten Schneckenschalen. Mit 1 Karte und Tafel 14	215
L. RÜGER:	Über Blastomylonite im Grundgebirge des Odenwaldes. Mit 6 Abbildungen im Text	219
HERMANN HARRASSOWITZ:	Deutsche Kochsalzquellen	232
OSKAR HAUPT:	Die Pfahlbausiedlung am Philipphospital bei Goddelau im hessischen Ried sowie das Alter der Neckarbetten und des Modauschuttkegels an der Bergstraße	239
F. K. DRESCHER:	Über Mikroclinholoblasten mit Grundgewebseinschlüssen, Internregelung von Biotit und einige diesbezügliche genetische Erwägungen. Mit 12 Abb. im Text	246
H. K. E. KRUEGER:	Über eine sogenannte Basaltbreccie in der Kreide-Tertiär-Formation von Westgrönland. Mit 3 Abbildungen im Text Neuere geologische Forschungen in der Arktis	270 282
A. STEUER:	Hydrologisch-geologische Beobachtungen in Hessen im Jahre 1926. Mit 9 Tafeln Grundwasserstandslinien	292
Verzeichnis der Schriften von Gesellschaften, Behörden, Anstalten usw., welche dem Verein für Erdkunde bezw. dem Mittelrheinischen Geologischen Verein und der Geologischen Landesanstalt dahier vom 1. April 1927 bis 31. März 1928 (oder zum letzten Male) eingesandt wurden		300

Notizblatt
des
Vereins für Erdkunde
und der
**Hessischen Geologischen Landesanstalt
zu Darmstadt**

für das Jahr 1927.
Festband G. Klemm.

Herausgegeben
von
der **Direktion der Geologischen Landesanstalt.**

V. Folge, 10. Heft.

(Mit 14 Tafeln, 51 Figuren im Text, einem Bildnis und 9 Tafeln Grundwasserstandslinien.)



Darmstadt 1928.

Im Vertrieb beim Hess. Staatsverlag.

Inhalt.

W. SCHOTTLER:	Bericht über die Tätigkeit der Hessischen Geologischen Landesanstalt im Jahre 1927	5
F. K. DRESCHER:	Verzeichnis der Arbeiten G. KLEMMs. Nach Jahren geordnet.	10
W. SCHOTTLER.	Übersicht der Böden Hessens. Mit 1 Tafel und 2 Abbildungen im Text	17
W. WAGNER:	Cyrenenmergel und Süßwasserschichten innerhalb des Pfälzer Berglandes. Mit Tafel 2 und 3	41
OTTO DIEHL:	Über einen Basaltdurchbruch südwestlich Messel unweit Darmstadt	49
W. HOPPE:	Beiträge zur Geologie und Petrographie des Buntsandsteins im Odenwald. II. Petrographie. 2. Die Gemengteile des Buntsandsteins und die Gesteine der einzelnen Buntsandsteinstufen. Mit Tafel 4 bis 6 und 3 Abbildungen im Text.	54
W. WEILER:	Über <i>Carcharodon praemegalodon</i> n.sp. aus dem Alttertiär. Mit 3 Abbild. im Text	106
OTTO SCHMIDTGEN:	Ein Vogelei aus jungdiluvialem Sandlöß bei Mainz. Mit Tafel 13	111
H. L. HECK und F. KIRCHHEIMER:	Die tertiäre Kieselgur und Braunkohle von Beuern im Vogelsberg und ihre Flora. I. Teil: Geologische Untersuchungen der Kieselgur und Braunkohle von Beuern und ihre Mikroflora. Mit Tafel 7, 2 Abb. im Text und 1 Tabelle	113
	II. Teil: Die fossile Makroflora der Kieselgur von Beuern und ihre Stellung innerhalb der Tertiärfloren des Vogelsberges. Mit Tafel 8—11	127
L. SPILGER:	Die Pflanzenwelt des Bergsträßer Sandgebietes	146
W. WENZ:	Obermiozän und Unterpliozän bei Okarben	163
HANS JÜNGST:	Zur Planorbis-Zone von Angersbach. Mit Tafel 12	168
BRUNO SANDER mit Beiträgen von OSKAR SCHMIDEGG und DORIS KORN:	Über einige Glimmergefüge. Mit 25 Abbildungen im Text	180
R. KLEMM:	Beobachtungen über die elektrolytische Leitfähigkeit von Bergkristall	209
W. WAGNER und O. SCHMIDTGEN:	Der Flugsand am Abhang des Tertiärplateaus zwischen Gau-Algesheim und Ober-Ingelheim und die dort gefundenen defekten Schneckenschalen. Mit 1 Karte und Tafel 14	215
L. RÜGER:	Über Blastomylonite im Grundgebirge des Odenwaldes. Mit 6 Abbildungen im Text	219
HERMANN HARRASSOWITZ:	Deutsche Kochsalzquellen	232
OSKAR HAUPT:	Die Pfahlbausiedlung am Philipphospital bei Goddelau im hessischen Ried sowie das Alter der Neckarbetten und des Modauschuttkegels an der Bergstraße	239
F. K. DRESCHER:	Über Mikroklinholoblasten mit Grundgewebseinschlüssen, Internregelung von Biotit und einige diesbezügliche genetische Erwägungen. Mit 12 Abb. im Text	246
H. K. E. KRUEGER:	Über eine sogenannte Basaltbreccie in der Kreide-Tertiär-Formation von Westgrönland. Mit 3 Abbildungen im Text	270
	Neuere geologische Forschungen in der Arktis	282
A. STEUER:	Hydrologisch-geologische Beobachtungen in Hessen im Jahre 1926. Mit 9 Tafeln Grundwasserstandlinien	292
	Verzeichnis der Schriften von Gesellschaften, Behörden, Anstalten usw., welche dem Verein für Erdkunde bezw. dem Mittelrheinischen Geologischen Verein und der Geologischen Landesanstalt dahier vom 1. April 1927 bis 31. März 1928 (oder zum letzten Male) eingesandt wurden	300

Festband

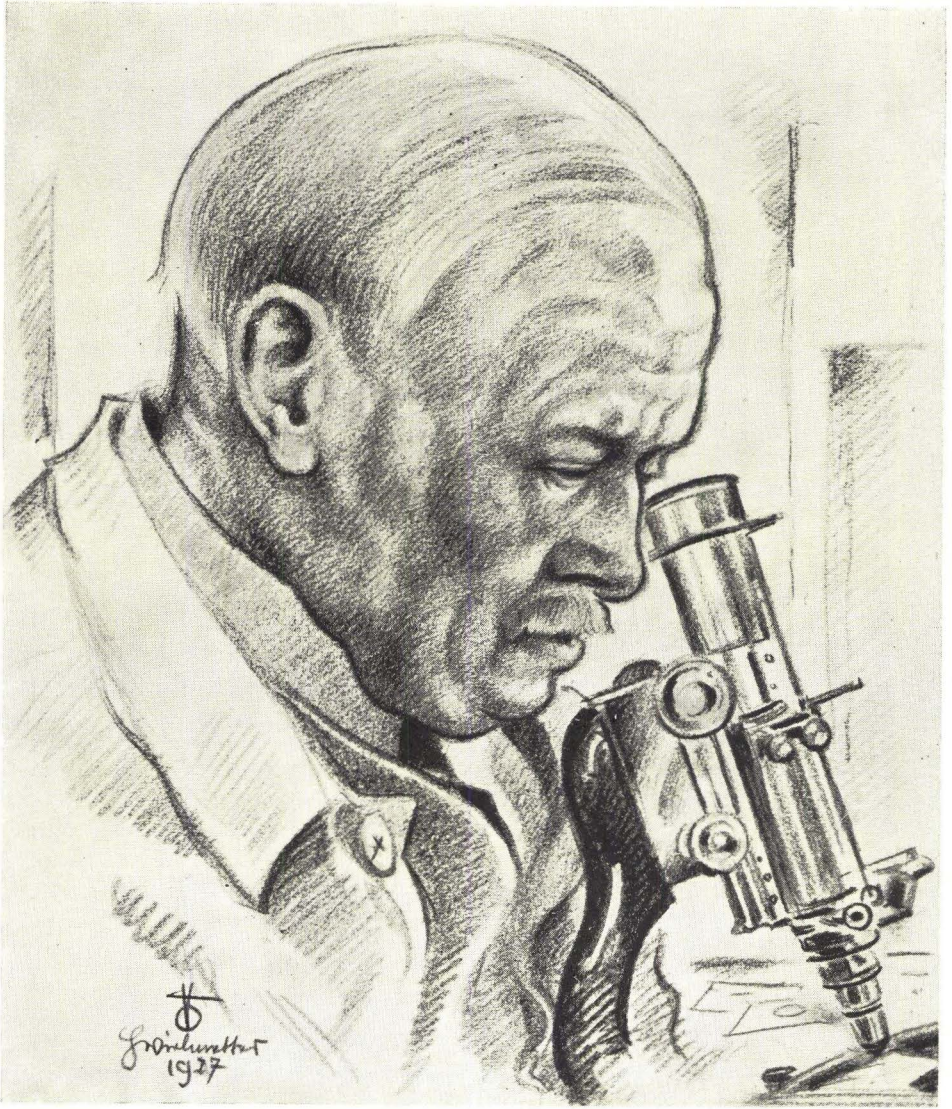
G. Klemm

zum 70. Geburtstage

gewidmet von seinen Mitarbeitern

und seinen Freunden

*



J. Grünert Album

Notizblatt

des

Vereins für Erdkunde

und der

Geologischen Landesanstalt zu Darmstadt.

V. Folge, 10. Heft.

1927

Bericht über die Tätigkeit der Hessischen Geologischen Landesanstalt im Jahre 1927.

Von Direktor Dr. W. SCHOTTLER.

Wir erfüllen zunächst die angenehme Pflicht, der vorgesetzten Abteilung für Ernährung und Landwirtschaft des Ministeriums für Arbeit und Wirtschaft den herzlichsten Dank für die unserer Anstalt im abgelaufenen Jahre zugewandte Fürsorge auszusprechen. Denn durch die Ernennung des Herrn Studienrats Prof. Dr. Otto DIEHL zum Landesgeologen mit der Amtsbezeichnung Bergrat mit Wirkung vom 1. November 1927 hat die Anstalt ihren alten Stand an wissenschaftlichen Beamten wieder erreicht. Ihre gedeihliche Weiterentwicklung ist damit gesichert, wenn es gelingt, sie vor neuen Stürmen zu bewahren. Auch in der Raumfrage können wir durch Zuweisung eines neuen Zimmers durch das Finanzministerium einen vorläufigen Erfolg verzeichnen.

Ferner haben wir dem Direktor i. R. Herrn Oberbergrat Prof. Dr. G. KLEMM der am 8. Juli 1928 sein siebenzigstes Lebensjahr vollendet, für seine unermüdlige treue Mitarbeit herzlich zu danken.

Bereits im Tätigkeitsbericht für das Jahr 1924 nahmen wir die Gelegenheit wahr, seine wissenschaftliche und praktische Tätigkeit, sowie seine Verdienste um unsere Anstalt kurz zu würdigen. Heute fügen wir als Ergänzung ein von Herrn Privatdozenten Dr. DRESCHER verfaßtes Verzeichnis seiner Schriften bei.

Möge es Herrn KLEMM vergönnt sein, noch recht viele Jahre den Ruhestand in reger wissenschaftlicher Arbeit zu genießen, ihm zur Befriedigung seines Forscherdranges, uns ein Vorbild wissenschaftlicher Selbstlosigkeit und

treuer Pflichterfüllung, der Anstalt zum Nutzen, deren Schiff er durch hochgehende Wogen in den Jahren 1915—1924 glücklich hindurchgesteuert hat.

Er beendete im Sommerhalbjahr 1927 die Neuaufnahme des Blattes Lindenfels und führte eine Anzahl von Begehungen für die zur Zeit im Druck befindliche 2. Auflage der Blätter Michelstadt und Erbach aus. Die Neubearbeitung des Blattes Brensbach wurde zum größten Teile fertiggestellt.

Ferner erstattete er Gutachten über die Wasserversorgung von Schafheim, über die Gruppenwasserwerke für den Kreis Dieburg, für die Gruppe Dreieichenhain, Götzenhain, Offenthal, Dietzenbach, für die Wasserversorgung der Gemeinde Messel und der Villenkolonie Eberstadt.

Der Berichterstatter W. SCHOTTLER hat im Sommer 1927 die geologisch-bodenkundliche Aufnahme der Blätter Darmstadt und Ulrichstein weitergeführt. In der Osterwoche nahm er an der Versammlung des Oberrheinischen Geologischen Vereins zu Saarbrücken und den anschließenden wissenschaftlichen Ausflügen teil. Am 30. September vertrat er die Anstalt auf der jährlichen Versammlung der Direktoren der Geologischen Landesanstalten Deutschlands und Deutschösterreichs. Anfang Oktober bereiste er fünf Tage lang unter der liebenswürdigen Führung von Herrn Prof. Dr. MAX BLANCKENHORN dessen Aufnahmegebiet auf dem preußischen Bl. Amöneburg (hessisch Homberg a. d. Ohm).

Ferner hatten wir im Oktober auch das Vergnügen Herrn Professor Dr. STREMMER aus Danzig in Darmstadt begrüßen zu können und mit ihm zwei bodenkundliche Ausflüge zu machen.

W. SCHOTTLER erstattete folgende amtliche Gutachten: Für das Kreisamt Offenbach wegen Feldschäden in der Gemarkung Rumpenheim durch den Mainstau, für die Direktion des Wasserwerkes Inheiden wegen Quellenschutzes; für die Gemeinde Jugenheim wegen Erbohrung von Mineralwasser; für die Gemeinde Klein-Auheim wegen Versickerung von Abwässern, für die Gemeinden Heuchelheim bei Gießen und Einartshausen wegen Versorgung mit Trinkwasser. Am 20. und 21. September fanden auf die Veranlassung des Kreisschulamtes Büdingen in der Umgegend von Ortenberg und Nidda geologische Führungen für die Lehrer des Kreises statt. Bei der Zusammenkunft der Forstbezirksgruppe Darmstadt am 25. Oktober 1927 übernahm er die geologisch-bodenkundliche Führung von Eberstadt nach der Ludwigshöhe und hielt dort einen Vortrag über das Gesehene.

Von dem Vorstand des Forstamtes Ober-Eschbach wurde er zur bodenkundlichen Begutachtung des Hardtwaldes bei Homburg v. d. H. herangezogen.

Auf der Versammlung des Deutschen Forstvereins zu Frankfurt a. M. im August 1927 hielt er auf Anregung von Herrn Landforstmeister Staatsrat HESSE einen Vortrag über die Grundzüge der Geologie und Bodenkunde der Ausflugsgebiete¹⁾, die er vorher dank der geldlichen Beihilfe des Deutschen Forstvereins fast sämtlich bereisen konnte. Er durfte sich auf diesen für ihn sehr lehrreichen Reisen überall des größten Entgegenkommens seitens der Regierungen und der Herren Amtsvorstände erfreuen. Da es aus Raummangel leider nicht möglich ist, die Namen zu nennen, sei es gestattet, allen Beteiligten auch hier nochmals insgesamt den verbindlichsten Dank auszusprechen.

¹⁾ Dieser Vortrag wird im Verlag des Deutschen Forstwirtes erscheinenden Versammlungsbericht gedruckt werden.

Auf dem nach der Versammlung ausgeführten Ausflug durch das Gebiet des Forstamtes Darmstadt übernahm W. SCHOTTLER den bodenkundlichen Teil der Führung.

Vor der Frankfurter Tagung hat der Deutsche Forstverein zu Bad Selters bei Stockheim einen sogen. Fortbildungskurs abgehalten, bei dem der Berichterstatter einen Vortrag über die Böden des Forstamtes Konradsdorf nebst einem kurzen Überblick über die Erdgeschichte des Vogelsberges hielt.¹⁾ Er beteiligte sich auch als bodenkundiger Führer an den darauf folgenden Lehrausflügen. Zur Vorbereitung dieser Veranstaltung wurde eine Bodenkarte des Selterser Gemeindegewaldchens im Maßstab 1:5000 hergestellt. Ferner wurde eine eingehende Bearbeitung der wichtigsten Bodenarten und -Typen des Forstamtes Konradsdorf in Angriff genommen. Für die Anregung zu dieser Arbeit sei Herrn Landforstmeister a. D. Dr. WEBER der verbindlichste Dank ausgesprochen. Ebenso Herrn Oberförster Dr. KÜNZANZ für die tatkräftige Unterstützung und Herrn Forstassessor JOSEF für seine stete unverdrossene Hilfsbereitschaft.

Sämtliche Beamte der Anstalt waren schon von Anfang des Jahres ab mit den Vorbereitungen für die im September 1927 zu Darmstadt abgehaltene Landwirtschaftliche Landesausstellung beschäftigt. Dank ihrem treuen Fleiß gelang es, 13 natürliche Durchschnitte von Sand- und Lößböden Hessens auszustellen, sowie eine Übersichtskarte der Gesteins- und Bodenarten Hessens im Maßstab 1:100 000 nach Entwürfen des Berichterstatters zu schaffen, deren linksrheinischer Anteil von Herrn Landesgeologen Bergrat Dr. WAGNER bearbeitet worden ist. Diese Gegenstände sind nunmehr zu einer dauernden Ausstellung in unserer Sammlung vereinigt worden. Das Sammeln von Bodenproben wird fortgesetzt in der Absicht, die wichtigeren Bodenarten unseres Landes für Lehr- und Lernzwecke stets zur Hand zu haben. Vielleicht gelingt es auf diese Weise, auch mit den Landwirten besser in Fühlung zu kommen. Wir wollen auch versuchen, die Brauchbarkeit unserer Karten zu erhöhen, indem wir den Erläuterungen einen Abschnitt über praktische Bodenbenutzung anfügen. Das Nähere ist in einem Aufsatz auseinandergesetzt, der unter dem Titel: „Vorschläge zur Nutzbarmachung der geologischen Karten für die Landwirtschaft“ in den Nummern 6 und 7 der Hessischen Landwirtschaftlichen Zeitschrift erschienen ist. Das Gelingen dieses Planes hängt davon ab, ob sich aus den Kreisen, an die der Aufruf gerichtet ist, freiwillige Mitarbeiter melden. Er sei deshalb nochmals in Erinnerung gebracht.

Ein Abschnitt über praktische Bodenbenutzung soll zum ersten Mal den Erläuterungen zur 2. Auflage des Blattes Darmstadt beigegeben werden. Herr Landwirtschaftsassessor Dr. KESSLER zu Oppenheim war so freundlich, die Bearbeitung des landwirtschaftlichen Teiles zu übernehmen. Da Herr Forstassessor JOSEF gegenwärtig in den Waldungen dieses Kartenblattes arbeitet, steht zu hoffen, daß wir auch waldbauliche Mitteilungen in diesen Erläuterungen werden machen können.

Herr Landesgeologe Bergrat Dr. WAGNER hat folgende Arbeiten ausgeführt:
Geologische Revisionsbegehungen auf Blatt Bingen-Rüdesheim wegen der Drucklegung dieses Blattes. Die Aufnahme des Blattes Ober-Ingelheim wurde

¹⁾ Abgedruckt im Märzheft der Allgemeinen Forst- und Jagdzeitung. Herausgegeben von Prof. WEBER in Freiburg. Frankfurt a. M. 1928.

zum größten Teil durchgeführt, und zwecks Anschluß an das Blatt Eltville-Heidenfahrt wurden geologische Begehungen auf diesem Blatte vorgenommen.

Eine Terrassenkarte des Nahegebietes von Münster a. Stein bis Bingerbrück wurde für das Notizblatt ausgearbeitet.

Es fand eine geolog.-bodenkundliche Führung der Landwirtschaftsschule Sprendlingen statt, ferner geologische Führungen von Studenten der Universität Gießen und der Mitglieder des Naturhistorischen Vereins Wiesbaden.

Geologische Beratungen wurden erteilt:

Bei den Wasserversorgungen der Gemeinden Dromersheim, Frei-Laubersheim, Groß-Gerau, Horrweiler, Steinbach i. Taunus und dem Rhein—Selz-Gruppenwasserwerk, sowie bei dem Schleusenbau der neuen Mainkanalisation unterhalb von Frankfurt.

Es fanden bodenkundliche Begehungen mit der Weinbauschule Oppenheim statt.

Zahlreiche Bau-, Bohr- und Drainageaufschlüsse auf den Blättern Alzey, Furfeld, Pfeddersheim, Gau-Odernheim, Mainz, Wörrstadt, Offenbach und Friedberg wurden besichtigt.

Dr. WAGNER nahm dienstlich teil an der Versammlung der Geologischen Vereinigung, der Deutschen Geo-Physiker in Frankfurt und der Tagung des Oberrheinischen Geologischen Vereins in Saarbrücken.

Herr Landesgeologe Bergrat Prof. Dr. O. DIEHL hat die geologische Aufnahme der diluvialen Anteile der Blätter Bensheim und Zwingenberg für die 2. Auflage fortgesetzt. Er hat ferner auf dem Blatt Stordorf gearbeitet und hat Nachträge auf dem Blatte Lauterbach vorgenommen. Ferner wurde von ihm eine Bodenkarte der Waldungen des Forstamtes Kranichstein im Maßstab 1:10 000 ausgeführt. Für die Landwirtschaftskammer hat er 2 Bodenproben zu steuerlichen Zwecken begutachtet.

In Wasserversorgungsfragen wurden die Stadt Worms und die Gemeinde Niederflorstadt von ihm beraten.

Seit Oktober 1927 arbeitet mit Genehmigung des Ministeriums Herr Landwirtschaftsassessor ABELS im bodenkundlichen Laboratorium unserer Anstalt. Er hat für die Landwirtschaftskammer 2 Bodenproben zu steuerlichen Zwecken begutachtet.

Von unseren Mitarbeitern ist zu berichten, daß Herr Oberbergrat Prof. Dr. STEUER den jährlichen Bericht über die Grundwasserstandsbeobachtungen erstattet, daß Herr Studienrat Dr. WFNZ zu Frankfurt a. M. auf dem Blatt Rodheim arbeitet, und daß uns Herr Prof. Dr. HARRASSOWITZ in Gießen Nachricht über eine dort ausgeführte Bohrung gegeben hat. Herr Dr. WEILER, Studienrat in Worms, nimmt nunmehr auch die Eisbachterrassen auf. Er wie auch die Herren ZINNDORF in Offenbach und Prof. Dr. SCHMIDTGEN, Direktor des naturhistorischen Museums in Mainz, haben unsere Arbeiten durch Beobachtung der Neuaufschlüsse in ihren Arbeitsgebieten wesentlich gefördert.

Außerdem haben wir folgenden Herren für Übermittlung geologischer Nachrichten zu danken:

Lehrer LENGFELDER in Ober-Eschbach, Lehrer MAY in Heidesheim, Lehrer BRANDEL in Ober-Ingelheim, Bahnassistent KRÄGE in Bensheim und Gewerbelehrer JOCKEL in Ortenberg.

Frau A. STOLTZ, die Witwe unseres verstorbenen treuen Mitarbeiters Prof. Dr. K. STOLTZ, hat uns seine nachgelassene Sammlung mit dem schönen

Schrank, der sie birgt, zum Geschenk gemacht. Wir danken herzlich für diese schöne Andenken.

Eine wesentliche Förderung haben unsere bodenkundlichen Arbeiten durch eine ganze Anzahl von Bestimmungen der Bodensäure und des assimilierbaren Kalkes erfahren, die der Direktor der landwirtschaftlichen Versuchsstation zu Darmstadt, Herr Prof. Dr. RÖSSLER, an von uns eingesandten Proben hat ausführen lassen. Hierfür sei ihm auch an dieser Stelle herzlich gedankt.

Die übrigen chemischen Analysen sind auf der chemischen Prüfungsstation für die Gewerbe (Direktor Prof. Dr. KREUTZ) durch Herrn Dipl.-Ing. SCHÄFFER in steter wissenschaftlicher Zusammenarbeit mit uns in muster-gültiger Weise ausgeführt worden.

Außer dem jährlich erscheinenden Notizblatt wurde im Berichtsjahr eine Abhandlung herausgegeben: K. HUMMEL, Die Schildkrötengattung *Trionyx* im Eozän von Messel bei Darmstadt und im aquitanischen Blättersandstein von Münzenberg in der Wetterau. Der Druck derselben wurde durch die Unterstützung der Notgemeinschaft der Deutschen Wissenschaft, der Gewerkschaft Messel und des Landesmuseums zu Darmstadt ermöglicht. Wir ergreifen gerne die Gelegenheit, all diesen Stellen auch hier nochmals unseren herzlichsten Dank auszusprechen. An neuen Sonderkarten im Maßstab 1:25 000 sind erschienen Blatt Alsfeld nebst Erläuterungen von Otto DIEHL und Blatt Wöllstein-Kreuznach nebst Erläuterungen von W. WAGNER. Unter der Presse sind die Blätter Erbach und Michelstadt nebst gemeinsamen Erläuterungen von G. KLEMM, sowie das Blatt Herbstein nebst Erläuterungen von W. SCHOTTLER.

Im Sommer 1928 wird

G. KLEMM die Blätter Brensbach, Lindenfels und Weinheim in 2. Auflage fertigstellen.

W. SCHOTTLER die Aufnahmen auf den Blättern Darmstadt und Ulrichstein fortsetzen.

W. WAGNER das Blatt Ober-Ingelheim fertigstellen.

OTTO DIEHL die Arbeiten auf den Blättern Bensheim, Zwingenberg und Storn-dorf fortsetzen und die bei dem Braunkohlenbergbau in der Wetterau und den Riedentwässerungsarbeiten entstehenden Aufschlüsse untersuchen.

Darmstadt, den 2. Januar 1928.

Verzeichnis der Arbeiten G. Klemms.

Nach Jahren geordnet.

Zusammengestellt von F. K. DRESCHER-Darmstadt.

- 1883** Mikroskopische Untersuchungen über psammitische Gesteine. Inaugural-Dissertation zur Erlangung der Doktorwürde der philosophischen Fakultät der Universität Leipzig.
(Zeitschrift der Deutschen Geolog. Gesellsch. 34, 1882. S. 771—805.) *
- 1886** Blatt Großenhain-Skässchen, Nr. 9/18 der Geolog. Karte von Sachsen. Maßstab 1:25 000. (Bis 1918 als Geologische Spezialkarte des Königreichs Sachsen erschienen.) Geolog. Aufnahme abgeschl. 1886.
Zusammen mit F. SCHALCH: Blatt Oschatz-Wellerswalde, Nr. 15 der Geol. Karte von Sachsen. Geol. Aufnahme abgeschl. 1886.
- 1887** Blatt Spansberg-Kleintrebnitz, Nr. 7/8 der Geolog. Karte von Sachsen; Geolog. Aufnahme abgeschl. 1887.
Blatt Riesa-Strehla, Nr. 16 der Geolog. Karte von Sachsen. Abgeschl. 1887.
- 1888** Erläuterungen zu Blatt Spansberg-Kleintrebnitz, Nr. 7/8 der Geolog. Karte von Sachsen. 16 S.
Erläuterungen zu Blatt Großenhain-Skässchen, Nr. 9/18 der Geol. Karte von Sachsen, 27 S.
Blatt Pillnitz, Nr. 67 der Geolog. Karte von Sachsen; abgeschl. 1888.
Über den Pyroxensyenit von Gröba bei Riesa und die in demselben vorkommenden Mineralien. Z. d. D. Geol. Ges. 40. Bd. 1888. S. 184—87.
- 1889** Erläuterungen zu Blatt Riesa-Strehla, Nr. 16 der Geolog. Karte von Sachsen, 53 S.
Blatt Neustadt-Hohwald, Nr. 69 der Geolog. Karte von Sachsen. Geol. Aufnahme abgeschl. 1889.
- 1890** Erläuterungen zu Blatt Neustadt-Hohwald, Nr. 69 der Geol. Karte von Sachsen; 36 S.
Blatt Stolpen, Nr. 68 der Geol. Karte von Sachsen. Geol. Aufnahme abgeschl. 1890.
Blatt Königswartha-Wittichenau, Nr. 22 der Geol. Karte von Sachsen; abgeschl. 1890.

- 1891** Chistolithschiefer und Hornblendeporphyr in im Oberlausitzer Flachland. Z. d. D. Geol. Ges. 43. Bd. Heft 2. 1891.
Blatt Baruth-Neudorf, Nr. 24/39/40 der Geol. Karte von Sachsen. Geol. Aufnahme abgeschl. 1891.
- 1892** Erläuterungen zu Blatt Stolpen, Nr. 68 der Geol. Karte von Sachsen. 34 S.
Erläuterungen zu Blatt Königswartha-Wittichenau, Nr. 22 der Geol. Karte von Sachsen; 25 S.
Erläuterungen zu Blatt Pillnitz, Nr. 67 der Geol. Karte von Sachsen; 59 S.
Über den sogenannten archaischen Distrikt von Strehla bei Riesa in Sachsen. Z. d. D. Geol. Ges. 44. Bd. 1892; S. 547—552.
Die Gliederung des Schwemmlandes am unteren Main. Notizblatt des Vereins für Erdkunde und der Großherzogl. Hessischen Geolog. Landesanstalt zu Darmstadt.¹⁾ IV. Folge, 13. Heft, S. 25—39.
Blatt Babenhausen der Geolog. Karte des Großherzogtums Hessen, Maßstab 1:25 000 (seit 1918 Geolog. Karte von Hessen 1:25 000). Geol. Aufnahme abgeschl. 1892.
- 1893** Erläuterungen zu Blatt Baruth-Neudorf, Nr. 24/39/40 der Geolog. Karte von Sachsen; 33 S.
Zusammen mit C. CHELIUS: Blatt Neustadt-Obernburg der Geolog. Karte von Hessen. Geol. Aufnahme abgeschl. 1893.
Blatt Schaafheim-Aschaffenburg der Geol. Karte von Hessen. Geol. Aufnahme abgeschl. 1893.
- 1894** Gletscherspuren im Spessart und östlichen Odenwald. Habilitationsschrift zur Erlangung der *venia legendi* der Mathem. naturwiss. Abteilung der Großherzogl. Technischen Hochschule zu Darmstadt. Notizbl. IV Folge, 14. Heft; 1894; mit 2 Tafeln.
Mitteilungen aus dem Aufnahmegebiet des Sommers 1894. Notizbl. IV. Folge, 15. Heft, S. 2—15.
Zusammen mit C. CHELIUS: Die Gliederung des Buntsandsteins im Odenwald und Spessart. Notizbl. IV. Folge, 15. Heft, 1894. S. 50/51.
Erläuterungen zu Blatt Babenhausen der Geol. Karte von Hessen. III. Lieferung. 29 S.
Erläuterungen zu Blatt Schaafheim-Aschaffenburg der Geol. Karte von Hessen. III. Lieferung. 52 S.
Zusammen mit C. CHELIUS: Erläuterungen zu Blatt Neustadt-Obernburg. III. Lieferung. 41 S.
- 1895** Zusammen mit C. CHELIUS: Blatt Zwingenberg der Geolog. Karte von Hessen. Geolog. Aufnahme abgeschl. 1895.
Über die genetischen Beziehungen des kristallinen Grundgebirges im Spessart. Z. d. D. Geol. Ges. 47. Bd. 1895. S. 581—594.

¹⁾ Im folgenden kurz mit „Notizblatt“ zitiert.

- Beiträge zur Kenntnis des krystallinen Grundgebirges im Spessart. Abhandlungen der Großherzogl. Hess. Geol. Landesanstalt. Mit 6 Tafeln. Bd. II, Heft 4, S. 163—255.
- Über die Glacialerscheinungen im Odenwald und Spessart. Mit 2 Tafeln. Notizbl. IV. Folge, 16. Heft, 1895. S. 19—32.
- 1896** Über ein typisches Lößprofil bei Aschaffenburg. Mit 1 Tafel. Notizbl. IV. Folge, 17. Heft 1896, S. 10—16.
- Exkursionsbericht durch das kristalline Grundgebirge des Spessarts vom 6.—8. August 1896. Z. d. D. Geol. Ges. 48. Bd. 1896. S. 729—731.
- Erläuterungen zu Blatt Zwingenberg-Bensheim der Geolog. Karte von Hessen. Mit 4 Tafeln. IV. Lieferung 1896. 110 S.
- Blätter Erbach und Michelstadt der Geol. Karte von Hessen. Geol. Aufnahme abgeschl. 1896.
- 1897** Bemerkungen über Kataklas- und Protoklasstruktur in Graniten. Notizbl. IV. Folge, 18. Heft, 1897. S. 27—36.
- Beobachtungen an granitischen Gängen und ihrem Nebengestein. Ebenda. S. 37—42.
- Erläuterungen zu dem Doppelblatt Erbach-Michelstadt der Geolog. Karte von Hessen. V. Lieferung, 1897. Mit 2 Tafeln. 54 S.
- Geologisch-agronomische Untersuchung des Gutes Weilerhof (Wolfskehlen bei Darmstadt) nebst einem Anhang über die Bewirtschaftung der verschiedenen Bodenarten des Gutes vom Besitzer G. Dehlinger. Mit einer Karte in Farbendruck.
- Abhandlungen der Großherzogl. Hess. Geol. Landesanstalt Bd. III, 1897. S. 1—52.
- 1898** Bericht über die geologische Aufnahme der Blätter Neu-Isenburg und Kelsterbach. Notizbl. IV. Folge, 19. Heft, S. 5—14.
- Blatt Neu-Isenburg der Geolog. Karte von Hessen; Geolog. Aufnahme abgeschlossen 1898.
- 1899** Blatt Beerfelden der Geolog. Karte von Hessen; geol. Aufnahme abgeschlossen 1899.
- Über die Entstehung der Parallelstruktur im Quarzporphyr von Thal in Thüringen. Mit 3 Tafeln. Notizbl. IV. Folge, 20. Heft, 1899. S. 4—13.
- Über die Trachyte der Gegend nördlich von Darmstadt. Berichte über die Versammlungen des Oberrhein. Geol. Vereins Nr. 32, 1899. S. 27.
- Die Bodenarten der Provinz Starkenburg. Jahrbuch der Deutschen Landw. Ges. 1899.
- 1900** Bemerkungen zu F. KINKELINS Arbeit: „Beiträge zur Geologie der Umgegend von Frankfurt a. M.“ Mit 2 Tafeln. Notizbl. IV. Folge, 21. Heft, 1900. S. 4—10.
- Erläuterungen zu Blatt Beerfelden der Geol. Karte von Hessen. VI. Lieferung, 1900. 24 S.

- 1901** Über Blasenzüge (sogen. „Steinnägel“) im Melaphyr von Darmstadt. Mit einer Tafel. Notizbl. IV. Folge, 22. Heft, 1901, S. 4—9.
Erläuterungen zu Blatt Neu-Isenburg der Geolog. Karte von Hessen. 1901. 75 S.
Über den Quarzporphyr von Weinheim an der Bergstraße. Z. d. D. Geol. Ges. 1901. S. 49—54.
Erläuterungen zu den Blättern Kelsterbach-Neu-Isenburg. VI. Lieferung. 75 S.
- 1902** Die beim Bau der Bahnlinie Laubach-Mücke in Oberhessen entstandenen Aufschlüsse. Notizbl. IV. Folge, 23. Heft, 1902. Mit 1 Tafel. S. 4—13.
- 1903** Über die sogen. „Contractionsylinder“ aus dem Melaphyr von Darmstadt. Mit 4 Figuren. Centr.-Bl. f. Min. 1903. S. 217.
Über einen Einschluß im Marmor von Auerbach an der Bergstraße. Mit 2 Tafeln. Notizbl. IV. Folge, 24. Heft, S. 1—5.
Über einen bemerkenswerten Aufschluß im Melaphyr bei Messel. Mit 2 Figuren. Ebenda. S. 7—14.
- 1904** Bericht über die Exkursionen nach Messel und Aschaffenburg. Berichte des Oberrhein. Geol. Vereins, Nr. 37. Mit 2 Figuren. S. 16—23.
Über Blasenzüge aus dem Melaphyr. Ebenda. S. 23—26.
Bericht über Untersuchungen an den sogenannten „Gneißen“ und den metamorphen Schiefergesteinen der Tessiner Alpen I. Mit 4 Figuren. Sitzungsberichte der Preuß. Akademie der Wiss. Physik.-mathem. Klasse. 1904. S. 46—65.
Über zwei Bohrungen der Geologischen Landesanstalt bei Heppenheim an der Bergstraße. Notizbl. IV. Folge, 25. Heft, 1904. S. 2—7.
Über einige typische Fälle von granitischen Injektionen in Schiefergesteinen. Mit 2 Tafeln. Ebenda. S. 8—19.
Blatt Birkenau (Weinheim) der Geolog. Karte von Hessen. Geolog. Aufnahme abgeschl. 1904.
- 1905** Bericht über Untersuchungen an den sogenannten „Gneißen“ und den metamorphen Schiefergesteinen der Tessiner Alpen II. Sitzungsber. d. Preuß. Akad. d. Wiss. XX. 1905. S. 442—453, 2 Figuren.
Die Trachyte des nördlichsten Odenwaldes. Mit 5 Tafeln. Notizbl. IV. Folge, 26. Heft, 1905. S. 4—33.
Bemerkungen zu dem Aufsatz von C. CHELIUS: „Der Zechstein von Raberts- hausen im Vogelsberg und seine tektonische Bedeutung.“ Zeitschr. für prakt. Geologie. XIII. Jahrg. 1905. S. 38/39.
Erläuterungen zu Blatt Birkenau (Weinheim). VII. Lieferung, 1905, 75 S.
- 1906** Bericht über Untersuchungen an den sogen. „Gneißen“ etc. III. Sitzungsber. d. Pr. Akad. d. Wiss. Mathem.-nat.-wiss. Klasse. XXII. 1906. S. 420—431, 3 Figuren.
Beobachtungen über die genetischen Beziehungen der Odenwälder Gabbros und Diorite. Notizbl. IV. Folge, 27. Heft, 1906. S. 4—26.

- 1907** Über das Schmirgelvorkommen vom Frankenstein bei Darmstadt und seine Beziehungen zu den dortigen „Olivingabbros“. Notizbl. IV. Folge, 28. Heft, 1907. S. 14—20.
 Über ein Malchitvorkommen im Kirschhäuser Tal bei Heppenheim a. d. Bergstraße. Ebenda. S. 21—32. Mit 2 Tafeln.
 Über einige Basalte und basaltähnliche Gesteine des nördlichsten Odenwaldes. Ebenda. S. 33—48. 1 Tafel.
 Bericht über Untersuchungen an den sogen. „Gneiß“ etc. IV. Sitzungsber. K. Pr. Akad. d. Wiss. Mathem.-nat.-wiss. Klasse 1907. S. 245—258.
 Über ein Vorkommen dünner, zur Justierung der Nikolschen Prismen der Polarisationsmikroskope geeigneter Quarznädelchen. Centr.-Bl. f. Min. 1907, Nr. 9, S. 275—76.
- 1908** Bemerkungen über die Gliederung des Odenwaldes. Notizbl. IV. Folge, 29. Heft. 1908. S. 35—54.
- 1909** Spuren einer hochgelegenen Diluvialterasse bei Darmstadt. Notizbl. IV. Folge, Heft 30, 1909. S. 16—19.
 Über scheinbar gefaltete Granitgänge im Hornfels. Mit 3 Tafeln. Ebenda. S. 20—27.
 Über zwei neue Odenwaldkarten.
 Berichte des Oberrhein. Geol. Vereins, Nr. 42. 1909. S. 42.
- 1910** Führer zu den Exkursionen in den kristallinen Odenwald und die Umgebung von Darmstadt. Notizbl. IV. Folge, 31. Heft, 1910. S. 17—33.
 Führer zu Geologischen Exkursionen im Odenwald. Berlin 1910, bei Bornträger. 245 S.
 Blatt Messel der Geolog. Karte von Hessen, 2. Auflage. Geol. Aufnahme abgeschl. 1910.
 Erläuterungen zu Blatt Messel, 2. Auflage, VII. Lieferung, 1910. 46 S.
- 1911** Über Viridin, eine Abart des Andalusites. Notizbl. IV. Folge, 32. Heft, 1911. S. 4—13.
 Geologische Übersichtskarte des Odenwaldes und der Bergstraße im Maßstab 1: 100 000. 1911.
 Mineralogie und Geologie (Angewandte Photographie in Wissenschaft und Technik.) Berlin 1911.
 Blatt R o ß d o r f der Geolog. Karte von Hessen, 2. Auflage. Geol. Aufnahme abgeschlossen 1911.
- 1912** Über einige auffällige Verwitterungsformen von Gesteinen des kristallinen Odenwaldes. Notizbl. IV. Folge, Heft 33. 1912. Mit 1 Tafel. S. 17—23.
 Über die Gabbros der Böllsteiner Höhe im Odenwald (Vorl. Mitteilung). Notizbl. IV. Folge, 33. Heft. 1912. S. 24—27.
 Erläuterung zu Blatt R o ß d o r f der Geolog. Karte von Hessen, 2. Auflage. 111 S.

- 1913** Bericht über die geologische Aufnahme des Blattes Neunkirchen. Notizbl. IV. Folge, 34. Heft. 1913. S. 4—21.
 Exkursion in das Maindiluvium bei Isenburg, Kelsterbach, Höchst. Jahresbericht und Mitt. des Oberrhein. Geolog. Vereins. N. F. Bd. 3. 1913. S. 14—17.
 Bemerkungen über die im Gabbro des Frankensteins gangartig aufsetzenden Gesteine und über seine Einschlüsse von Korundfels. Ebenda. S. 1—9.
- 1914** Die Granitporphyre und Alsbachite des Odenwaldes. Notizbl. IV. Folge, 35. Heft, 1914. S. 10—50. Mit 2 Tafeln.
- 1916** Bericht über die Arbeiten der Großh. Hessischen Geol. Landesanstalt im Jahre 1915. Notizbl. V. Folge, 1 Heft. 1916. S. 1—4.
 Zur Erinnerung an Richard Lepsius. Ebenda. S. 5—22.
 Die korundführenden Hornfelse und die Schmirgelgesteine von Laudenu und Kl.-Gumpen bei Reichelsheim i. Odw. und ihre Nebengesteine. Mit 1 Tafel. Ebenda. S. 23—41.
 Über die angebliche Umwandlung von Andalusit in Disthen in den Hornfelsen des Schürkkopfes bei Gaggenau in Baden. Z. d. D. Geol. Ges. 68. Bd. 1916. Mon.-Ber. Nr. 4—6. S. 86—92.
- 1917** Bericht über die Arbeiten der Großh. Hess. Geol. Landesanstalt im Jahre 1916. Notizblatt, V. Folge, 2. Heft. 1917. S. 1—3.
 Über den „Variolit“ von Asbach. Mit 1 Tafel. Ebenda. S. 4—10.
 Blatt Neunkirchen der Geol. Karte von Hessen. 2. Auflage; geol. Aufnahme, abgeschl. 1917.
- 1918** Die Entstehung der Felsenmeere am Felsberg im Odenwalde. „Der Steinbruch.“ 1918. Heft 41/42.
 Bericht über die Tätigkeit der Großherz. Geol. Landesanstalt in Darmstadt im Jahre 1917. Notizbl. V. Folge, 3. Heft. 1918. S. 1—2.
 Über die Entstehung der „Felsenmeere“ des Felsberges und anderer Orte im Odenwalde. Ebenda. S. 3—11.
 Erläuterungen zu Blatt Neunkirchen der Geol. Karte von Hessen. 2. Aufl. 81 S.
- 1919** Bericht über die Tätigkeit der Geol. Landesanstalt in Darmstadt im Jahre 1918. Notizbl. V. Folge, 4. Heft. 1919. S. 1—2.
 Der Granatfels von Gadernheim im Odenwalde und seine Nebengesteine. Ebenda. S. 3—32.
- 1923** Bericht über die Tätigkeit der Hess. Geol. Landesanstalt in den Jahren 1919 bis 1922. Notizbl. V. Folge 1923. 5. Heft. S. 1—2.
 Der Granit von Waldmichelbach. Ebenda. S. 3—16.
 Über zwei gemischte Eruptivgänge im Granit des Malchen (Melibocus) an der Bergstraße. Ebenda. S. 17—21.
 Über Quarzminette vom Hemsberge bei Bensheim. Ebenda. S. 21—22.

- Ein Hilfstisch für die mikroskopische Untersuchung opaker Substanzen im auffallenden Lichte. Ebenda. S. 23.
- Über einige Steinbrüche des mittleren Schwarzwaldes. „Der Steinbruch“, Heft 8 und 9. 1922.
- 1924** Bericht über die Tätigkeit der Hessischen Geologischen Landesanstalt im Jahre 1923. Notizbl. V. Folge, 6. Heft, 1924. S. 3—4.
- Über die Minetten, Vogesite und Kersantite des Odenwaldes. Ebenda. S. 5—27.
- Über die Beziehungen zwischen dem „Böllsteiner“ und dem „Bergsträßer“ Odenwald. Ebenda. S. 28—39.
- 1925** Bemerkungen über die Tektonik des Odenwaldes. Notizbl. V. Folge, 1925, 7. Heft. S. 8—22.
- 1926** Über die chemischen Verhältnisse der Gesteine des kristallinen Odenwaldes und des kristallinen Vorspessarts. Mit 4 Tafeln. Notizbl. V. Folge, 8. Heft. 1926. S. 115—169.
- Über vier Bohrungen bei Lengfeld im Odenwald. (Blatt Groß-Umstadt 1:25 000.) Ebenda. S. 170—173.
- Führer des Odenwaldklubs durch den Odenwald und die Bergstraße etc.; herausgeg. von K. Morneweg, 14. Aufl. Darmstadt 1926. Geol. Beitrag von G. KLEMM: „Erdgeschichtliches“. S. 8—15.
- 1927** Petrographische Mitteilungen aus dem Odenwalde.
1. Über malchitische Ganggesteine des östlichen Odenwaldes.
 2. Über Neubildungen von Quetschzonen in den Graniten des Odenwaldes.
 3. Über die sog. „Gabbroaplite (Beerbachite)“ des Odenwaldes.
 4. Analogien in der Eruptionsfolge in Nordböhmen und Hessen.
Notizbl. V. Folge, 9. Heft, 1927. S. 104—117.
- 1928** Erläuterungen zu Blatt Erbach—Michelstadt der Geol. Karte von Hessen. 1928. 45 S.

Im Druck:

Chemische Analysen permischer und postpermischer Gesteine des Odenwaldes.

Geologische Übersichtskarte des Odenwaldes 1:100 000, 2. Auflage.

Blatt Lindenfels der Geol. Karte von Hessen. 2. Auflage nebst Erläuterungen.

Außer den hier angeführten Arbeiten stammt noch eine ganze Reihe von Referaten in verschiedenen Fachzeitschriften und Aufsätze allgemeinverständlicher Fassung in naturwissenschaftlich-technischen Zeitschriften aus der Feder G. KLEMMS.

Uebersicht der Böden Hessens.

Von W. SCHOTTLER.

Mit Tafel 1 und 2 Abbildungen im Text.

Auf der landwirtschaftlichen Landesausstellung, welche von der hessischen Landwirtschaftskammer im August 1927 in Darmstadt veranstaltet worden ist, hatte die Hessische Geologische Landesanstalt eine neu geschaffene Übersichtskarte der Gesteins- und Bodenarten Hessens im Maßstab 1:100 000 zur Schau gestellt.

Eine geologische Übersichtskarte unseres Landes besitzen wir aber noch nicht, weil ihre unentbehrlichen Grundlagen, die Sonderkarten im Maßstab 1:25 000, zu einem großen Teil noch fehlen. Nur für den Odenwald liegen sie in lückenloser Folge vor. Von diesem Gebirge konnte deshalb G. KLEMM schon im Jahre 1911 die Übersichtskarte 1:100 000 herstellen, die binnen Jahresfrist hoffentlich in zweiter Auflage vorliegen wird. Denn die erste ist schon seit einer Reihe von Jahren vergriffen.

Für eine Übersichtskarte der Gesteins- und Bodenarten ist eine gute geologische Grundlage unerläßlich, ja die geologische Sonderkarte muß, soll sie auch diesem Zwecke dienen, noch mehr auf Einzelheiten eingehen, als es der geologische Zweck allein erfordert. Sie darf dann auch die Bodenbildung nicht vernachlässigen.

Demnach wäre unsere Übersichtskarte ein verfrühtes Unternehmen, wenn man in ihr einen Abschluß sehen wollte. Das soll und kann sie aber keineswegs sein. Sie stellt vielmehr nur eine Etappe auf unserem Vormarsch dar; sie will eine Zwischenbilanz ziehen, indem sie im Rückblick zusammenfaßt, was die Geologische Landesanstalt im Laufe von 45 Jahren in der Erforschung des hessischen Bodens geleistet hat, und zugleich zum Ausblick auf die noch unerforschten Gebiete nötigt.

Aus mehreren Gesichtspunkten ist es gerade heute notwendig, sich solche Rechenschaft zu geben. Denn die Bodenkunde hat in unseren Tagen einen entscheidenden Schritt getan, indem sie sich selbständig gemacht hat, selbständig von anderen Wissenschaften, deren Nebenzweig sie seither war, selbständig aber auch von der Praxis, zu deren Dienst sie letzten Endes berufen ist.

Große Hoffnungen sind auf ihre Entwicklung zu setzen. Denn „die wissenschaftliche Durchforschung des Bodens schließt den Ring der Naturwissenschaften und wird den Menschen erst ganz zum Herrn der Erde machen“, sagt RAMANN (5. S. V), und er hebt weiterhin hervor, daß wie bei allen anderen

Naturwissenschaften, so auch bei der wissenschaftlichen Bodenkunde die Ergebnisse der freien Forschung die Wege zu den höchsten praktischen Zielen weisen werden, damit Land- und Forstwirte ihr wichtigstes Betriebsmittel, den Boden, mit Sicherheit benützen lernen.

Was kann nun eine Geologische Landesanstalt zur Erreichung dieses Zieles beitragen?

Sie muß vor allem ihre geologischen Sonderkarten so ausgestalten, daß sie auch als Grundlagen für bodenkundliche Untersuchungen dienen können.

Als die Hessische Geologische Landesanstalt im Jahre 1882 auf Anregung von R. LEPSIUS von der Großherzoglichen Regierung ins Leben gerufen wurde, lag von dem Lande nur die in den Jahren 1855—1872 von den Mitgliedern des Mittelrheinischen geologischen Vereins aufgenommene geologische Karte im Maßstab 1:50 000 vor. Sie ist als die erste geologische Karte von Hessen ein außerordentlich verdienstliches Werk gewesen, das zwar schon in den achtziger Jahren veraltet war, aber trotzdem leider auch heute noch für große Gebiete unseres Landes die einzige geologische Karte ist. Denn von 82 Kartenblättern des Maßstabes 1:25000, auf denen Hessen dargestellt ist, sind bis jetzt nur 33 in neuerer geologischer Aufnahme erschienen, von denen aber 16 vergriffen sind. Deshalb beruht unsere Übersichtskarte zum Teil auf ganz mangelhaften Grundlagen. Das fällt zwar beim ersten Blick nicht auf, macht sich aber bei genauerer Betrachtung sehr unangenehm fühlbar.

Denn die Gesteinsarten sind auf den alten Karten bei weitem nicht so genau und eingehend unterschieden als es für bodenkundliche Zwecke nötig ist. So sind z. B. die diluvialen und alluvialen Ablagerungen, welche große Flächen einnehmen, recht stiefmütterlich behandelt, weil man mit ihnen früher noch nicht viel anzufangen wußte. Ja sie sind häufig ganz weggelassen, um die älteren Gesteine deutlicher hervortreten zu lassen.

So ist z. B. die Verbreitung einer sehr wichtigen diluvialen Ablagerung, des Lößes, auch deshalb auf jenen alten Karten nur unvollständig angegeben, weil man ihn noch nicht überall richtig erkannt hatte. Besonders der stark veränderte Löß, der auf den Höhen des Odenwaldes liegt und einen großen Teil des Vogelsberges überzieht, blieb lange unbekannt. Im hohen Vogelsberg wurde bis in die jüngste Zeit der Löß noch recht oft als Basaltlehm bezeichnet, weil man ihn als ein Verwitterungserzeugnis dieses Gesteins ansah. Und doch ist schon in mineralogisch-chemischer Hinsicht kaum ein größerer Gegensatz denkbar als der zwischen dem basenreichen, quarzfreien Basaltboden und dem quarzreichen, überaus basenarmen Löß des Vogelsberges. Aus diesem Beispiel ergibt sich zugleich, wie eng der Fortschritt der Bodenkunde manchmal mit dem der Geologie verbunden ist. Ohne Kenntnis der Lagerungsverhältnisse und der Entstehungsweise der Gesteine greift man eben auch bodenkundlich leicht daneben. Als man aber im vorliegenden Falle die Beobachtung gemacht hatte, daß dieser „Basaltlehm“ oft auf gewöhnlich oder lateritisch (s. u. S. 39) verwittertem Basalt liegt, und daß er vorwiegend aus Quarzstaub nebst wenigen anderen, dem Basalt fremden Mineralien, besteht, konnte man seine Entstehung, wenn auch nicht seine Herkunft, mit Hilfe der RICHTHOFEN'schen Windlehre leicht erklären. Durch die Lösung einer geologischen Frage ist in diesem Falle eine bodenkundliche beantwortet worden.

Die frühere Ansicht über den Vogelsberger Löß mag auch dadurch gestützt worden sein, daß tatsächlich Übergänge oder, besser gesagt, Mischungen

beider Bodenarten recht häufig vorkommen, die dadurch entstanden sind, daß dünne Lößreste mit dem liegenden Basaltboden vermengt worden sind. Bei manchen recht milden Basaltböden stellt sich deshalb bei näherer Untersuchung oft ein ganz erheblicher Quarzgehalt heraus. Ja es hält in vielen Gegenden des Vogelsberges schwer, unvermischten Basaltboden nachzuweisen.

Unsere neueren Vogelsbergkarten 1:25 000 sehen deshalb ganz anders aus als die alten. Bis hinauf auf die höchsten Höhen sind außer dem Basalt große Lößflächen gemalt. Dazu kommen jene Gebiete, deren dünne Lößdecke nur durch Strichlagen auf der Basaltfarbe angedeutet ist. Sicher aber fehlen diese Lößstriche an vielen Stellen, wo sie hingehörten. Denn im Felde ist die Quarzbeimischung nur unter günstigen Umständen zu erkennen. Sie äußert sich manchmal nur in der helleren Farbe der Äcker, die aber auch bei den Böden saurer Basalte vorkommt.

In günstigeren Fällen sieht man in solchen Gebieten den Quarz ausgeschlämmt auf den Wegen oder auf frischen, etwas abgetrockneten Ackerschollen. Die Teile der Übersichtskarte, die auf veralteten Grundlagen beruhen, zeigen deshalb zu wenig Löß.

Der Löß gehört wie alle quartären Ablagerungen zu den lockeren Gesteinen, die auf der Übersichtskarte der Gruppe der festen Gesteine gegenübergestellt sind. Jene sind aber nicht bloß auf die Quartärformation beschränkt. Auch das Tertiär besteht bei uns vorwiegend aus Sanden und Tonen. (Man vergleiche hierzu und zum Folgenden die Tafel 1, die nach der Farbentafel der Übersichtskarte zusammengestellt ist.)

Es mag überraschen, wenn Kiese, Sande, Lehme oder Tone abweichend vom gewöhnlichen Sprachgebrauch als Gesteine bezeichnet werden. Aber die Gesteinskunde faßt den Begriff Gestein nur als Gegensatz zu den Bestandteilen, den Mineralien. Diese aber sind nur bei den Erstarrungsgesteinen von Anfang an, d. h. seit der Erkaltung der Schmelze, stets fest miteinander verbunden. Bei den Aschen der Ergußgesteine ist das freilich nicht der Fall. Sie werden wie die schichtigen Gesteine oft erst lange nach ihrer Ablagerung durch allerlei Vorgänge verfestigt, die hier nicht näher beschrieben werden sollen, weil sie noch in den Bereich der Gesteinsbildung gehören.

Die oben erwähnten Ablagerungen sind deshalb meist noch locker. Doch kommen bei ihnen gar nicht selten ganz junge Verfestigungen, besonders im Untergrund vor, die aber mit der Bodenbildung zusammenhängen und deshalb erst weiter unten besprochen werden sollen.

Die Böden entstehen aus den Gesteinen durch die Verwitterung. Durch diesen Vorgang werden sie von oben her gelockert, und ihre Mineralien werden aufgeschlossen.

Die oben besprochene Zweiteilung der Gesteine ist bodenkundlich sehr wichtig, weil die lockeren Gesteine von den grobkörnigsten Kiesen bis zu den zartesten Tonen auch unverwittert höhere Pflanzen zu tragen und zu ernähren vermögen. Denn sie sind ja selbst mit Ausnahme der vulkanischen Aschen nichts anderes als umgelagerte und aufbereitete Böden fester Gesteine. Auf sie paßt die THÄR'sche Einteilung nach der Korngröße am besten. Sie ist deshalb auch auf der Übersichtskarte berücksichtigt und bei der Farbengebung dieser Böden in den Vordergrund gestellt worden, weil auf diese Weise die physikalischen Eigenschaften von Oberkrume und Untergrund sofort klar

hervortreten, falls letzterer nicht nachträgliche Veränderungen erlitten hat oder einer anderen Ablagerung angehört. (Vergl. S. 31 und S. 25.)

Auch auf die Böden fester Gesteine kann diese Einteilung angewendet werden. Natürlich sagt sie bei ihnen nichts über den unverwitterten Untergrund aus. Sie gibt aber den Zustand der Verwitterungsschicht nur für den Regelfall richtig an, bei dem die festen Verwitterungserzeugnisse sämtlich am Ort ihrer Entstehung verblieben sind. Wie mächtig sie ist, kann man aus keiner der üblichen Karten ersehen. Ebensowenig geht aus ihnen hervor, ob sie durch Ausschwemmung verändert oder gar vollkommen abgewaschen ist, so daß der nackte Fels zutage tritt. Wohl hat SAUER auf den neuen württembergischen Sonderkarten 1:25 000 versucht, den unverwittert anstehenden Granit im Schwarzwald durch eine schwarze auf die Gesteinsfarbe gedruckte Strichlage zu bezeichnen, wohl suchen wir durch sorgfältige Auszeichnung aller Rinnen und des zu ihren Seiten liegenden Gehängeschutts die hohe bodenkundliche Bedeutung der Abschwemmung hervorzuheben, ja wir haben den Gehängeschutt wegen seiner großen Wichtigkeit sogar auf die Übersichtskarte übernommen, und doch ist es ganz unmöglich, die große Mannigfaltigkeit kartenmäßig darzustellen; es müßten dann ganz große Maßstäbe, wie sie bei Gutsaufnahmen üblich sind, gewählt werden. Außerdem sind die physikalischen Verhältnisse dieser Art Böden auch für den Wirtschaftler so leicht kenntlich, daß er zu ihrer Feststellung keine Hilfe braucht. Das Vorhandensein von Steinköpfen, sowie deren Ausdehnung ergibt sich ja schon beim Ackern und Pflanzen. Flachgründigkeit und Tiefgründigkeit der Krume über dem Felsen kommen stets in deutlichster Weise im Stand der Feldfrüchte und im Wachstum der Bäume zum Ausdruck. Es sind unabänderlich gegebene Zustände, denen sich die wirtschaftlichen Maßnahmen anpassen müssen. Doch kann z. B. durch Anlage von Rainen der Ausschwemmung der Feinerde entgegengewirkt werden. In dieser Hinsicht wie auch durch Beseitigung von Blöcken z. B. im Vogelsberg haben unsere Altvorderen sehr viel geleistet. Man sollte deshalb auf möglichste Erhaltung dieser Raine bedacht sein.

Die genaue Kenntnis der Eigenschaften des festen Untergrundgesteins selbst ist natürlich für die Beurteilung des aus ihm entstehenden Bodens unentbehrlich. Denn die Gesteinszusammensetzung ist maßgebend für die Beurteilung des Nährstoffkapitals im Boden, die Struktur für seine Körnung, und der Wasserhaushalt der Krume wird endlich vom Klüftungsgrad des liegenden Gesteins und seiner Lagerung sehr wesentlich beeinflusst.

Über all diese Verhältnisse geben die geologischen Sonderkarten 1:25 000 mit ihren Erläuterungsheften eingehende Auskunft. Denn sie sind nicht bloß gemalte Darstellungen der Erdgeschichte, sondern auch sehr eingehend bearbeitete Gesteinskarten. Freilich darf man sich durch die Bezeichnungen der verschiedenen Erdalter ebensowenig abschrecken lassen, wie durch die wissenschaftlichen Gesteinsnamen. Außerdem kommen von letzteren nur die häufigeren, für gebräuchliche Baustoffe allbekannten bodenkundlich in Frage, weil die selteneren Gesteine als Bodenbildner wegen zu geringer Ausdehnung keine Rolle spielen. Ohne die Kenntnis der Erdzeitalter (geologischen Formationen) und ihrer Unterabteilungen aber kann die Schichtenfolge und der sich aus ihr ergebende Gebirgsbau nicht verstanden werden. Der Gebirgsbau kommt in Gebirgsdurchschnitten (-profilen) zum Ausdruck, von denen stets mehrere auf den Kartenrändern zu sehen sind. Sie sind für das Verständnis dieser Böden ebenso

wichtig, wie die eigentlichen Bodendurchschnitte (-profile), von denen weiter unten noch gesprochen werden soll.

Die Böden der festen Gesteine seien nun im Einzelnen beschrieben.

Zunächst betrachten wir die Erstarrungs- oder Massengesteine. Das sind jene, die sich durch Abkühlung glutflüssiger Erdlaven gebildet haben. Ihre Stoffe, insbesondere auch die in ihnen enthaltenen Nährstoffe sind also aus der ewigen Teufe ans Licht gekommen.

Sie sind auf der Übersichtskarte zu 2 großen Gruppen vereinigt worden:

1. Kieselsäurereiche oder saure Erstarrungsgesteine:

a) Granit,

b) Quarzporphyr.

2. Kieselsäurearme oder basische Erstarrungsgesteine:

a) Diorit, Gabbro,

b) Trachyt, Phonolith, Basalt (Melaphyr, Diabas).

Bei den Laven der 1. Gruppe ist die Kieselsäure den Basen gegenüber im Überschuß vorhanden gewesen. Sie wurde deshalb, nachdem sich die Basen mit ihr zu verschiedenen als Mineralien entgegertretenden Verbindungen gesättigt hatten, frei als Quarz ausgeschieden. Dieser Gehalt an freier Kieselsäure ist namentlich verwandt worden. Doch wird bodenkundlich besser der voranstehende Name angewandt, um der Verwechslung mit sauren Böden vorzubeugen.

Die Laven der 2. Gruppe enthielten so wenig Kieselsäure, daß bei der Erstarrung kein Quarz auskristallisieren konnte.

Da der Quarz der chemischen Verwitterung nicht unterliegt, entstehen aus den Gesteinen der 1. Gruppe quarzsandhaltige, aus denen der 2. quarzsandfreie Böden. Die ersteren sind deshalb leichter als die letzteren. Während jene sich sandig-lehmig anfühlen, sind diese tonig. Das sind also, ganz abgesehen von den verschiedenartigen chemischen Verhältnissen, grundlegende physikalische Unterschiede, durch welche die Berechtigung der getroffenen Einteilung auch für bodenkundliche Zwecke nachgewiesen ist.

Die Erstarrungsgesteine haben keine Schichtung, weshalb sie auch Massengesteine heißen. Doch bilden sie keineswegs völlig geschlossene Massen. Sie sind vielmehr nach mehreren Richtungen von Klüften durchzogen, die entweder durch Aufreißen infolge der bei der Erstarrung eingetretenen Zusammenziehung oder durch die Wirkung gebirgsbildender Kräfte entstanden sind. Sie werden durch die Verwitterung sehr stark vermehrt, fördern aber nicht bloß den Gesteinszerfall, sondern führen auch das Wasser, das der Boden nicht zurückzuhalten vermag, nach der Tiefe, dränen ihn also. Ob diese natürliche Dränung nützlich oder schädlich ist, hängt von der Durchlässigkeit und Mächtigkeit des auflagernden Bodens, sowie vom Klima ab. Von großem Einfluß auf den Wasserhaushalt ihrer Böden sind natürlich auch die Lagerungsverhältnisse dieser Gesteine. Die in beiden Gruppen unter a) aufgeführten Tiefengesteine, wie auch sehr oft die Quarzporphyre und Trachyte sind beim Aufdringen von unten zwischen den älteren Gesteinen stecken geblieben. Sie zeigen deshalb im Gebirgsdurchschnitt die durchgreifende Lagerung, d. h. sie haben, bergmännisch gesprochen, kein Liegendes, oder, bodenkundlich ausgedrückt, ihr Untergrund ist stets gleichartig mit der Oberkrume.

Die sogenannten Ergußgesteine (Untergruppe b) sind im Gegensatz zu den Tiefengesteinen meist als Laven über die Erdoberfläche hingeflossen.

Ihr Liegendes ist also stets das Gestein, das damals an der betreffenden Stelle die Oberfläche bildete. Ist der Erguß wenig mächtig, so kann es, falls es undurchlässig ist, die Wasserhaltung des Bodens beeinflussen. Es sei nur an die häufigen Einlagerungen von vulkanischem Aschentuff (Daug) zwischen den Basaltergüssen des Vogelsberges erinnert. Sie wirken wasserstauend und quellbildend. Ähnliche Verhältnisse können auch bei den Melaphyren, den Basalten der Permzeit, herrschen. Die noch älteren, Diabase genannten Basalte liegen dagegen bei uns stets im gefalteten Gebirge. So im Vorderen Odenwald und im Rheinischen Schiefergebirge. Sie sind infolgedessen zusammen mit ihrem Liegenden und Hangenden meist aufgerichtet, und ihre Böden zeigen deshalb stets gleichartigen festen, felsigen Untergrund.

Aus den Massengesteinen, besonders aus dem weitverbreiteten Granit, entstehen die schichtigen oder Trümmer-Gesteine durch Abtragung der Verwitterungsrinden und Umlagerung der Bestandteile durch Wasser, Wind oder Eis.

Der Absatz erfolgt vorwiegend in wagrechten Schichten. Je nachdem im Laufe der Zeiten Verfestigung stattfindet oder nicht, gibt es feste und lockere Schichtgesteine. Fest sind in der Regel die Schichtgesteine der älteren Formationen bis zum Tertiär. Locker geblieben sind die Ablagerung der Quartärzeit. Im Tertiärgebirge gibt es neben festen Gesteinen, wie Kalken, Sandsteinen und Quarziten, auch sehr viele lockere, wie Tone und Sande. Die Tone verhärteten am langsamsten. Deshalb finden wir auch im Buntsandstein und im Rotliegenden zwischen den Sandsteinbänken recht häufig Tonschichten. Im älteren gefalteten Gebirge sind sie dagegen zu Tonschiefern geworden.

Die Betrachtung der festen schichtigen Gesteine vom bodenkundlichen Standpunkt knüpfen wir an die Tonschiefer an. Da sie aus einem höchst feinkörnigen Zerreibsel bestehen, liefern sie bei der Verwitterung wiederum sehr feinkörnige, d. h. tonige Böden.

Auch viele Kalken geben tonige Böden. Denn wenn der kohlen saure Kalk in Lösung geht, bleibt die tonige Verunreinigung des Gesteins zurück. In Rheinhessen wechseln die Kalkbänke sehr oft mit tonigen, oder, genauer gesagt, mergeligen Zwischenlagen ab, die infolge der vorwiegend wagrechten Lagerung des dortigen Tertiärgebirges oft auf weiten Strecken den Untergrund der Kalkböden bilden. Wir haben hier also einen Fall von andersartigem Untergrund, der uns bei den Böden schichtiger Gesteine noch oft begegnen wird. Außerdem ist in ganz Rheinhessen, wie auch bei Offenbach die tertiäre Kalkstufe von einer Mergelstufe unterlagert. Kalke mit undurchlässigem Untergrund spielen also in unseren Tertiärgebieten eine große Rolle. Alle anderen Kalke treten als Bodenbildner wegen ihrer geringen Ausdehnung ganz zurück. Trotzdem sind wegen der Bedeutung als Düngemittel auch die kleinsten Kalk- und Dolomitvorkommen angegeben.

Von geschichteten Kalken kommen bei uns die folgenden vor:

1. Plattenkalke im Rotliegenden der Dreieicher Schwelle.
 2. Kalke und Dolomite des Zechsteins im Odenwald und in der Wetterau.
 3. Muschelkalk im Michelstädter und im Lauterbacher Graben.
 4. Tertiäre Kalke in Rheinhessen.
 5. Tertiärer Süßwasserdolomit zwischen Basaltergüssen bei Garbenteich.
- Dazu kommen noch die massigen Kalke
6. Die devonischen und silurischen Kalke des Taunus.
 7. Die kristallinen Kalke des Vorderen Odenwaldes.

Als Korallenkalke sind sie ungeschichtet und frei von tonigen Einlagerungen. Außerdem kommt bei ihnen meist kein andersartiger Untergrund in Frage, weil sie im gefalteten Gebirge liegen.

Eine große Verbreitung hat in Hessen der Sandstein. Doch sind die Sandsteinböden so einförmig nicht, wie man denken könnte. Denn es gibt sehr viele Sandsteinarten, die sich namentlich durch die Korngröße und die Zusammensetzung voneinander unterscheiden. In diesen Eigenschaften spiegelt sich aber auch die geologische Geschichte dieser Ablagerungen. Sie kommt auch in den Störungen zum Ausdruck, die die älteren von ihnen in hohem Maße erlitten haben. Deshalb ist es auch hier nötig, auf die geologischen Sonderkarten und deren Erläuterungen zurückzugreifen.

So ist die Unterscheidung der Formation des Rotliegenden von der des Buntsandsteins auch bodenkundlich sehr wichtig.

Aus Rotliegendem besteht die Dreieicher Schwelle, die Wetterau und ein Teil von Rheinhessen. Lauter tiefliegende Gebiete, in denen sich der Verwitterungsschutt der benachbarten Gebirge zu einer neuen Formation angehäuft hat. Sie besteht in dem Gebiet nördlich von Darmstadt offensichtlich aus den Bestandteilen des verwitterten Granits. Infolgedessen haben die Dreieicher Sandsteine neben dem Quarz auch einen erheblichen Gehalt an Feldspat und anderen mineralischen Bestandteilen des Granits. Auch die feinkörnigeren rotliegenden Sandsteine der anderen Gebiete, die sich entweder weiter ab vom oberrheinischen Gebirge gebildet haben, wie die rheinhessischen, oder aus umgelagerten Grauwacken entstanden sind, wie die wetterauischen, enthalten ziemlich viel Nichtquarz meist als feines Zerreibsel. Tritt der Quarz dann noch zurück, indem seine Körner kleiner und spärlicher werden, so entstehen Schiefertone und Lettenbänke, die im Rotliegenden recht häufig sind.

Leichte Sandböden sind deshalb dieser Formation im Allgemeinen fremd, und toniger Untergrund kommt häufig vor.

Da die Gliederung des Rotliegenden ausschließlich nach seinem Versteinerungsgehalt erfolgt, ist die petrographische Zusammensetzung nicht auf allen Blättern so eingehend dargestellt, wie beim Buntsandstein, in welchem Versteinerungen so selten sind, daß die Einteilung nur auf die Beschaffenheit der Gesteine gegründet werden kann. In den im Gegensatz zum Rotliegenden hochgelegenen Buntsandsteingebieten des hinteren Odenwaldes und der Umrandung des Vogelsberges wird die geologische Karte auf diese Weise zur Gesteinskarte. Am genauesten ist die Gliederung bis jetzt im Odenwalde durchgeführt. Dort besteht der unterste (su_1) und der oberste (so_2) Teil der Formation aus Schieferletten. In den dazwischen liegenden Stufen kommen zwar auch Lettenbänke vor. Sie sind aber selten so ausgedehnt, daß man sie in die Karten eintragen kann; weshalb man sie meist durch einen Buchstaben andeutet. Vorwiegend besteht diese Formation demnach aus Sandstein und zwar aus Quarzsandstein, dessen Korn fein- bis grobkörnig, dessen Bindemittel tonig oder kieselig sein kann. Die fehlende Feldspatbeimengung läßt die Buntsandsteinböden schon von vornherein geringer erscheinen als die des Rotliegenden. Dazu kommt das Fehlen leiteter Schichten im größten Teil der Formation. Doch zeigen auch die reinen Sandsteinböden noch eine gewisse Mannigfaltigkeit, die sich natürlich in engen Grenzen hält. Verhältnismäßig bessere Sandböden trifft man z. B. auf den östlichsten Hochflächen des hinteren Oden-

waldes, wo sie aus einem feinkörnigen dünnplattigen Sandstein mit tonigem Bindemittel (so_1) entstehen. Die schlechtesten Böden liefern die grobkörnigen Sandsteine des oberen mittleren Buntsandsteins, die entweder fast bindemittelfrei oder durch Kieselsäure verkittet sind. Die letzteren zerfallen nur zu Blöcken, aber nicht zu Boden. Rings um den Vogelsberg sind die Verhältnisse ähnlich, aber vielfach noch nicht auf Karten festgelegt.

Auch die tertiären Sande der nördlichen Wetterau und des Vogelsberggrundes sind stellenweise zu Sandsteinen mit tonigem Bindemittel und Quarziten mit kieseligem Bindemittel geworden. Die Ausdehnung dieser Gesteine ist aber so gering, daß sie bodenkundlich unwichtig sind.

Die tertiären Sandsteine usw. sind die jüngsten Schichtgesteine dieser Art. Die ältesten Gesteine der Sandsteinfamilie trifft man bei uns im Taunus. Denn abgesehen von den schon S. 22 besprochenen Schiefen haben wir dort Grauwacken genannte Sandsteine und Quarzite. Die Grauwackenböden sind entschieden besser als die Buntsandsteinböden. Berücksichtigt man ferner den Umstand, daß die Grauwacken sehr häufig in Wechselagerung mit Schiefen auftreten, so ergibt sich ein Bild ähnlicher Bodengüte wie in den Rotliegendebieten. Doch sind im Taunus die Untergrunds- und Wasserverhältnisse anders. Denn er ist ein gefaltetes Gebirge, in dem die Schichten meist steil gestellt sind. Also vollzieht sich der Gesteinswechsel nicht von oben nach unten im Durchschnitt, sondern auf der Fläche. Toniger Untergrund wird also im Taunus trotz der Schiefer seltener angetroffen als in den Gegenden mit Rotliegendem.

Eine wegen ihrer Härte hoch aufragende steilstehende Stufe ist der Taunusquarzit, der trotz seines Namens doch nicht so unzugänglich für die Verwitterung wie die Quarzite des Tertiärs ist, die aus fast chemisch reiner Kieselsäure bestehen. Seine Böden können am ehesten mit denen des Buntsandsteins verglichen werden.

Auf der Übersichtsbodenkarte sind die verschiedenartigen Verhältnisse der Sandsteinböden auf zwei Nenner gebracht, indem unterschieden werden:

1. Feldspat- und tonreiche Sandsteine (Rotliegende Sandsteine, devonische und karbonische Grauwacken).
2. Feldspat- und tonarme Sandsteine (Buntsandstein und Taunusquarzit).

In ihrer Gesamtheit gesehen sind die Sandsteinböden leicht bis mittelschwer. Sie schließen sich in dieser Hinsicht an die Böden der kieselsäurereichen Erstarrungsgesteine an.¹⁾

In der Tertiärformation kommen neben den schon besprochenen festen Gesteinen auch schon recht viele vor, die locker geblieben sind. So besteht in Rheinhessen die Stufe unter den Kalken vorwiegend aus Tonen (Mergeln) mit Zwischenlagerung von feinen Sanden (Schleichsand). Im

¹⁾ Es gibt noch eine 3. Abteilung fester Gesteine, die sogenannten kristallinen Schiefer. Sie sind vorwiegend aus Schichtgesteinen durch die Einwirkung von Tiefengesteinslaven entstanden und unterscheiden sich von den durch Altern fest gewordenen Schichtgesteinen durch zahlreiche neu gebildete Mineralien und einen hohen Grad von Festigkeit. Diese umgeprägten (metamorphen) Gesteine setzen der Verwitterung meist einen großen Widerstand entgegen. Das fällt besonders bei den als Hornfelse und Quarzite bezeichneten Arten auf, die meist Sandböden liefern. Sie haben im Odenwald eine verhältnismäßig geringe Verbreitung und konnten deshalb auf der Übersichtskarte der Böden von den übrigen kristallinen Schiefen, die mit den Farben ihrer Ursprungsgesteine wiedergegeben sind, nicht abgetrennt werden.

Tertiär der Gießener Gegend und der Wetterau wechseln kalkfreie Sande und Tone beständig miteinander ab. Doch sind die Tone ausschlaggebend. Denn, wenn dort wirklich der Sand einmal die Oberfläche bildet, stellt sich doch der Ton meist in geringer Tiefe wieder ein.

Die Hauptformation der lockeren Gesteine ist das Quartär. Im quartären Eiszeitalter sind neben vielen schlechten auch unsere besten Ackerböden entstanden. Rhein- und Mainebene wurden hoch mit Kies und Sand aufgefüllt. Letzterer ist häufig zu Dünen aufgeweht. Im größten Gegensatz zu den durchlässigen Flußkiesen und den leicht beweglichen Flugsanden stehen die oft sehr schweren Schlicke, mit denen diese Flüsse, insbesondere auch der Neckar, sie oft überzogen haben. Dadurch sind allerlei Mischböden entstanden, deren Eigenschaften davon abhängen, ob der Schlick mit mehr oder weniger Sand versetzt worden ist. In weitester Verbreitung tritt endlich der Löß auf, der, falls er nicht stark verändert ist, zu unseren besten Böden gehört und bezüglich der physikalischen Eigenschaften in der Tat der beste ist, den wir haben. Was wäre unser Land ohne ihn! Denn er hüllt nicht bloß Rheinhessen und die Wetterau zum größten Teile ein. Der feine Quarzstaub, aus dem er besteht, hat sich auch an den Rändern des Odenwaldes und des Taunus aufgehäuft, er ist auch auf die Höhen des Odenwaldes und des Vogelsberges hinauf und in ihre Täler hineingeweht worden. Er überzieht heute noch, trotzdem die Abschwemmung schon stark gewirkt hat, einen großen Teil des Vogelsberges. Wegen seiner hohen Bedeutung für Land- und Forstwirtschaft werden auf allen Karten einschließlich der Übersichtskarte auch die durch Umlagerung aus ihm entstandenen Ablagerungen sorgfältig ausgeschieden. Treten die fremden Beimengungen zurück, so nennt man ihn Schwemmlöß, herrschen sie vor, so bezeichnet man die Ablagerung als Gehängeschutt mit Beimengung von Schwemmlöß. Endlich ist auch der meiste Aulehm bei uns in der Hauptsache nichts anderes als umgelagerter Löß.

Von größtem Einfluß ist natürlich bei all diesen lockeren quartären Böden die Beschaffenheit des Untergrundes. Im Gebirge und im Hügelland ist er auch ohne Bohrungen meist schon aus der richtig gelesenen geologischen Karte zu ersehen. Seine Bedeutung zeigt sich sofort, wenn Löß oder Flugsand als dünne Hüllen auf ihm liegen. Namentlich der Flugsand wird durch günstigen Untergrund erheblich verbessert. Er verliert die verhängnisvolle Tiefgründigkeit und bleibt, wenn das Liegende weniger durchlässig ist, im Untergrund feuchter. Man nennt ihn dann schwitzenden Sand.

In der Ebene ist die Art des Untergrundes aber meist nicht ohne weiteres ersichtlich. Sie muß, um auf den Karten dargestellt werden zu können, durch zahlreiche Bohrungen festgestellt werden. Dies Verfahren ist bei uns durch G. KLEMM¹⁾ im Jahre 1892 eingeführt worden und wird seitdem auf allen unseren Diluvialblättern ausgeübt. Wegen ihrer ausführlichen Untergrundsdarstellung, die zum Teil auch in die Übersichtskarte übernommen werden konnte, sind diese Karten ohne weiteres als Bodenkarten brauchbar, wenn sie auch nicht als solche bezeichnet sind. Durch die Angabe der Verbreitung von Ton und Lehm im Untergrund gewinnen z. B. die weiten Sandflächen der ältesten Mainablagerungen zwischen Babenhausen und Mühlheim a. M. ein ganz

¹⁾ KLEMM hat den sogenannten Schlagbohrer in höchst zweckmäßiger Weise umgeändert, indem er ihn mit einem beweglichen Handgriff versah. Wir wenden diese KLEMM'schen Bohrer bis zu 2 m Länge an.

anderes Gesicht. Denn in diesem Gebiet ist außer dem tiefgründigen trockenen Sand auch sehr viel besonders im Frühjahr wegen des undurchlässigen Untergrundes sehr nasser Sand vorhanden. Diese Erscheinung ist für den Waldbau natürlich von größter Bedeutung. Es war möglich, solche Sandböden mit verbesserndem Untergrund auch auf der Übersichtskarte auszuscheiden. Denn die Flächen sind sehr groß.

Außerdem sind durch uns von einzelnen Gütern, Versuchsflächen, Weinbergen und Wäldern Sonderkarten großen Maßstabes meist unter Mitwirkung der Wirtschaftler aufgenommen worden. Bei der Herstellung solcher Karten wird dem Bodenprofil ganz besondere Beachtung geschenkt.

Zu der oben beschriebenen Darstellung treten noch Mächtigkeitsszahlen hinzu, die in die Karte eingeschrieben werden. Auf ihrem Rande werden die Hauptbodenarten nebst den zugehörigen Durchschnitten, nach Gruppen geordnet, übersichtlich zusammengestellt. Dieses Verfahren wird auch seit dem Jahre 1905 nach SAUER'S Vorgang auf allen 1:25 000-Blättern angewandt, auf denen der Untergrund bodenkundlich eine große Rolle spielt. Zur geologischen Farbenerklärung tritt auf diese Weise noch die bodenkundliche hinzu. Man kann sich mit ihrer Hilfe besonders auch über die Durchlässigkeit der verschiedenen Böden unterrichten.

Eine ebenso eingehende Darstellung der chemischen Verhältnisse ist nach dem heutigen Stand der Forschung weder für die Gesteine noch für die Böden möglich.

Es liegt in der Natur der Sache, daß darüber die Erläuterungen die beste Auskunft geben, in denen zahlreiche Analysen mitgeteilt sind. Überwiegend sind bis jetzt allerdings die Analysen von Erstarrungsgesteinen und von kristallinen Schiefen, die G. KLEMM (4) für den Odenwald kürzlich noch einmal zusammengestellt hat. Aber auch von festen und lockeren Schichtgesteinen ist schon eine Reihe von sogenannten Bauschaanalysen hergestellt worden; doch genügt deren Zahl noch lange nicht. Insbesondere fehlt es immer noch an Analysen von Verwitterungsprofilen, aus denen man die chemischen Umsetzungen ersehen kann, die vor sich gehen, wenn sich aus dem Gestein allmählich der Boden herausbildet.

Zum Überblick über die chemische Zusammensetzung der Hauptgesteinsarten genügt die Übersichtskarte vollständig. Das gilt vor allem für die Erstarrungsgesteine, deren wissenschaftliche Einteilung vorwiegend auf chemischer Grundlage beruht. Mit dem oben in seiner physikalischen Bedeutung schon gewürdigten Kieselsäuregehalt geht die Basenführung Hand in Hand. Denn die Summe der Basen nimmt mit der Abnahme der Kieselsäure natürlich zu. Das gilt vor allem für die Tonerde, die im Verein mit der Kieselsäure bei der Verwitterung die Kolloide liefert. Infolgedessen sind die Böden basischer Erstarrungsgesteine nicht bloß wegen ihrer Quarzfreiheit, sondern auch wegen ihres hohen Gehaltes an Kieselsäuretonerdegen toniger und schwerer als die der sauren. Besonders der Kalziumgehalt nimmt mit abnehmender Kieselsäureführung zu. Das macht sich schon innerhalb der Granitfamilie bei den Hornblendegraniten geltend, worüber aber nur die Sonderkarten Auskunft geben, und tritt am deutlichsten bei der Basaltfamilie, den tertiären Basalten und den paläozoischen Melaphyren und Diabasen, in Erscheinung, die sämtlich auch sehr viel Magnesia enthalten.

Von feldspat- und tonreichen Sandsteinen sind leider keine Analysen gemacht. Auch nicht von Tonschiefern und tertiären Tonen. Dagegen haben wir eine Reihe von Bauschanalysen der verschiedenartigsten Gesteine der Buntsandsteinformation, von Flugsand, Löß und Lehm, sowie auch von Neckarschlick (6, 7, 8, 9).

Wenn man bei den kalkhaltigen von diesen Gesteinen das an Kohlensäure gebundene Kalzium in Abzug bringt, bleibt stets nur noch eine geringe Menge von CaO übrig, die demnach in Silikaten gebunden ist. Gleich wenig CaO (1 v. H. wird nur selten überschritten) enthalten auch die entkalkten oder von Hause aus kalkfreien Gesteine dieser Art. Leider ist nur von einzelnen der chemisch analysierten Gesteine dieser Art der Mineralbestand festgestellt, nämlich von einem Flugsand, einem umgelagerten Löß und einem Neckarschlick (6. S. 78 ff.). In all diesen Proben konnten nur geringe Mengen von Plagioklas nachgewiesen werden, was wohl mit der leichten Verwitterbarkeit diesen Ca-haltigen Feldspäte zusammenhängt.

Auffallend hoch ist bei den meisten der erwähnten Gesteine der Gehalt an Alkalien.

Sie sind wohl vorwiegend in den sauren, schwerer verwitternden Feldspäten und in dem sehr beständigen Kaliglimmer enthalten. Von den Feldspäten wird zwar bei der Trennung der Gemengteile mit schweren Flüssigkeiten meist der als Natron führend allein in Frage kommende Albit nicht genannt, weil man ihn wegen des geringen Eigengewichtsunterschiedes vom Orthoklas nicht trennen kann.

In allen untersuchten Proben sind neben dem Orthoklas erhebliche Glimmergehalte festgestellt worden. Ein Teil des Kaliums steckt also in diesem Mineral, das namentlich auch im Buntsandstein eine große Rolle spielt, in welchem es oft die Schichtflächen bedeckt. Im Buntsandstein sind Feldspäte nur ganz spärlich vorhanden. Dementsprechend weisen die Analysen nur geringe, meist unter 1 v. H. bleibende Na₂O-Mengen nach, während K₂O oft mit 3, in einzelnen Fällen sogar mit beinahe 6 Hundertteilen auftritt. Daß lösliches bzw. austauschfähiges Kalium im Buntsandstein, wie nach den obigen Ausführungen nicht anders zu erwarten ist, nur in verschwindend geringen Mengen vorhanden ist, haben auch Versuche gezeigt. Ackerkrumen der verschiedenen Buntsandsteinstufen sind mit Kalkwasser behandelt worden mit dem Ergebnis, daß vom Gesamtkali höchstens 0,2 v. H. in Lösung gingen oder auf den Boden umgerechnet 0,003—0,007 v. H. seiner Feinerde (7. S. 47 ff.).

Leider liegen bis jetzt von Löß aus Hessen noch gar keine mineralogischen Analysen vor. Aber auch chemische Analysen sind bis jetzt nur von völlig entkalkten Lössen aus dem Vogelsberg ausgeführt. Auch sie enthalten neben ganz geringen Mengen von CaO und MgO ziemlich viele Alkalien ohne erhebliches Vorwiegen von Kalium oder Natrium (9. S. 83). Da der Löß jedenfalls nicht soviel Glimmer enthält wie der Buntsandstein, dürften seine Alkalien wohl in Feldspäten stecken oder bei diesen infolge der Entkalkung auch stark verlehmteten Lössen eher in deren Abbauerzeugnissen. Inwieweit das Kali den Pflanzen zugänglich ist oder durch die Verlehmung zugänglich wird, weiß man vom Löß ebensowenig wie von Phonolithen und Porphyren, die oft große Mengen von Feldspatkali führen. Heute wird man das eher mit physiologischen Verfahren, etwa nach NEUBAUER, als mit chemischen Eingriffen festzustellen suchen. (Vergl. hierzu den Nachtrag am Schlusse.)

Genau dasselbe gilt für die Phosphorsäure, deren Urheimat der Apatit der Erstarrungsgesteine ist. Sie kommt von ihnen aus durch Verwitterung und Umlagerung, zum Teil auch durch Vermittelung von Lebewesen in die Schichtgesteine.

Während die P_2O_5 -Gehalte (Gesamtphosphorsäure der Bauschanalyse) in unseren hessischen Erstarrungsgesteinen um 1 v. H. herum schwanken, bleiben sie bei den genannten Schichtgesteinen stets unter 0,5 v. H. Ganz besonders gering ist der Gehalt an Gesamtphosphorsäure in rheinhessischen Cerithienkalkböden, deren einige aus der Weinbergsgemarkung Heßloch untersucht worden sind. Der Höchstwert ist 0,15 v. H. Bei 4 anderen Proben wird nicht einmal die 1. Dezimale erreicht. Diese Böden enthalten auch sehr wenig Gesamtkali, nämlich zwischen 0,13 und 0,63 v. H. (12. S. 20.)

Aus allem ergibt sich, daß man zwar kali- und phosphorsäurearme und -reiche Gesteine unterscheiden kann, daß man aber diese Bezeichnungen auf die Böden nur mit größter Vorsicht anwenden darf. Immerhin wäre sie für Böden, die nicht künstlich oder überhaupt nicht gedüngt zu werden pflegen, nicht ohne Wert.

Von einer kartenmäßigen Darstellung, die von anderer Seite auch schon versucht worden ist, sehen wir, um keine falschen Vorstellungen zu erregen, ab.

Um so wichtiger für solche Darstellung ist uns der kohlen saure Kalk. Denn er ist doch der weitaus wichtigste Pflanzennährstoff, der auch als Förderer der Verwesung und der Bodengare eine große Bedeutung hat. Auch verhindert er das Sauerwerden der Böden.

Die Verbreitungsgebiete des Kalksteins in Hessen sind oben schon ausführlich aufgeführt worden. Wo aber gibt es sonst noch Kalk, der für die Landwirtschaft von Nutzen wäre? Die Kalkgeschiebe in den Flußkiesen, z. B. des Rheines und des Maines haben natürlich ebensowenig Bodenwert wie die Kalkknollen (Lößpuppen), die in sonst vollkommen entkalkten Lößten vorkommen. Lediglich der fein im Gestein bzw. im Boden verteilte Kalk ist für die wildwachsenden wie für die angebauten Pflanzen von Bedeutung. Er ist deshalb soweit als möglich auch auf der Übersichtskarte angegeben. Sein Vorkommen in Krume und Untergrund wird bei allen Untersuchungen genau festgestellt und auch auf den Sonderkarten im Profil und auf der Fläche nach Möglichkeit dargestellt.

An die schon beschriebenen Kalksteine schließen sich die Kalksandsteine der sogenannten Waderner Schichten des Rotliegenden im unteren Nahetal an. Ferner haben wir in Rheinhessen und in der Offenbacher Gegend tertiäre Mergel (Septarienton und Cyrenenmergel), zwischen welche kalkreiche feine Sande, sogen. Schleichsande, eingeschaltet sind. Die tiefste Tertiärstufe, der Alzeyer Meeressand, ist nur an solchen Orten kalkhaltig, wo ihm Zerreibsel aus älteren kalkigen Gesteinen beigemischt ist. Sonst ist in Rheinhessen und im unteren Maintal nur die jüngste Tertiärstufe, das Pliozän, kalkfrei. In der Wetterau und in der Umgebung des Vogelsberges ist das ganze Tertiär, Sande wie Tone, über dem Septarienton kalkfrei, abgesehen von ganz vereinzelt Kalkbänken.

Von diluvialen Ablagerungen sind vor allen Dingen kalkreich die Schlicke des Rheines und des Neckars im Ried, sowie manche vom Main abgelagerten Schlicke und Lehme. Dagegen sind die Sand- und Kiesaufschüttungen dieses letztgenannten Flusses und auch die der Lahn stets frei von fein-

verteiletem Kalk. Bei den Neckarsanden, den Rheinsanden, soweit sie mit Neckarsanden vermischt sind und den Sanden der Odenwäldbäche, die entlang der Bergstraße eine Terrasse bilden, ist das aber ganz anders. Sie sind stark kalkhaltig. Da dieser Schuttkegel gleich nördlich von Darmstadt von Sanden aus dem Rotliegenden der Dreieich und des Maines abgelöst wird, beginnt hier ein Gebiet kalkfreier Sande, das sich bis zum Main hin erstreckt, während bis hinauf zum Neckar alle Sande kalkhaltig sind. Die Sande des Rhein- und Maintales können auch zu Flugsand zusammengeweht sein, der nicht selten hohe Dünen bildet. Da der Flugsand, der nur über den Boden hinrollt, nicht weit verfrachtet, sondern nur zusammengeblasen worden ist, hängt sein Kalkgehalt ganz von dem des Ursprungssandes ab. Der Mainflugsand ist also kalkfrei.

Flugsand-Bodentypenprofile der Umgegend von Darmstadt.

Jüngerer Flugsand		Älterer-Sand		Jüngerer-Flugsand auf älterem Sand		Älterer Sand auf alten Gesteinen		Älterer Sand	
unverwiltet 1	unverwiltet 2	verwiltet 3	4a	4b	5a	5b	podsoliert 6		
Ka.h.S	Ka.h.S	ŁS	Ka.h.S	Ka.h.S	ŁS	ŁS	S	S	
			Ka.S	Ka.S			Łfe.S		
Ka.S	K̄a.S	K̄a.S	K̄a.S	ŁS	K̄a.S		Łfe.S	K̄a.S	
			K̄a.S	K̄a.S					
Kiefern	Schwarzkiefern	Roggen Trifolium incarnatum Kiefern Bonität je nach Tiefgründigkeit	Medicago sativa	Trifolium pratense	Flachgründig	Tiefgründig			

S = Sand Ka = kalkhaltig
 H = Rohhumus K̄a = kalkreich
 h = humos Ł = schwach lehmig
 fe = eisenschüssig Ł̄ = stark lehmig

Erbh. Dr. H. Schüller
Gen. H. Krumm

Flugsandbodentypenprofile aus der Umgegend von Darmstadt

Außer dem durch seinen Kalkreichtum ziemlich fest verkitteten älteren Fluß- und Flugsand des Riedes, der Bergstraße, der Dieburger und der Mainzer Gegend gibt es auch jüngeren Flugsand, der weniger weit verbreitet ist. Man kennt ihn bis jetzt nur aus der Eberstädter und der Bickenbacher Tanne. Er hat geringeren Kalkgehalt und ist infolgedessen lockerer gelagert als der ältere Sand. (8. S. 11.) Auf der 2. Auflage des Blattes Darmstadt wird er ausgeschieden werden. Auf der Übersichtskarte konnte er natürlich keine Berücksichtigung finden.

Obwohl sich der Löß nach chemischer und mineralischer Zusammensetzung von Flugsand kaum unterscheidet, ist doch kaum ein größerer Gegensatz möglich, wie er zwischen diesen beiden Bodenarten besteht. Man denke nur an den Darmstädter und Mainzer Sand mit seinen Kiefern und an die Weizen-

felder auf dem rheinhessischen und wetterauischen Löß. Lediglich auf den physikalischen Eigenschaften, die durch die Korngröße des Quarzes bedingt sind, beruht dieser auffallende Unterschied.

Über die Entstehung, Verbreitung und Zusammensetzung dieser merkwürdigen Ablagerung der Diluvialzeit haben wir oben (S. 8) schon gesprochen. Als weit gewanderter Flugstaub, der sich aus großer Höhe auf die Erde senkte, hat er eine viel gleichmäßigere Zusammensetzung als der Flugsand, von dem er sich vor allem auch durch den ursprünglich stets vorhandenen Kalkgehalt in feiner Verteilung unterscheidet, dessen letzte Reste oft auch noch im entkalkten Löß in den sogenannten Puppen nachweisbar sind. In den höher gelegenen Gegenden, also im Odenwald und Vogelsberg, ist der Löß vollständig entkalkt. Der Übergang vom kalkreichen zum entkalkten Löß vollzieht sich an den Gebirgsrändern von der Bergstraße und der Mainebene aus, wie auch von der Wetterau her ganz allmählich. Beide Bodenformen stoßen nämlich durchaus nicht überall an einer Linie aneinander. Man findet vielmehr besonders in den Grenzgebieten, wo das Gelände allmählich ansteigt, Inseln kalkhaltigen Lößes im entkalkten, so z. B. bei Selters und Ortenberg. Umgekehrt gibt es in Rheinhessen inmitten des kalkreichen Lößes auf den Hochflächen nicht selten entkalkten Löß.

Löß-Bodentypenprofile des ehem. Großherzogtums Hessen.					
Bergstraße	Rheinhessen	Wetterau. N. u. W. Rand des Odenwaldes	Odenwald Vogelsberg	Oberramstadt bei Darmstadt	Vogelsberg
Rohboden 1	Schwarzerde 2	Braunerde 3	Lößlehm 4	Entartete Schwarz oder Braunerde 5	Weißerde oder Molkenboden des Lößlehms 6
Ra L _ö	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">Ka K L_ö</div> A C Ra L _ö	L A C Ka L _ö	L A C L	L tL A (c) Ka L _ö	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">S</div> A B C L
Wald, Weinberg	Weizenboden	Weizenboden	Feld, Wald	Wald	Wald, Wiese

L_ö = Löß
 L = Lößlehm
 S = Sand
 H = Rohhumus
 h = humos
 Ka = Kalkhaltig
 Ka = Kalkreich
 t = tonig
 fe = eisen-schüssig
 l = lehmig

Entw. Dr. W. Schottler
Gen.-L. Jupp

Lößbodentypenprofile des Landes Hessen.

Aus diesen Gründen ist es bis jetzt nicht möglich gewesen, beide Lößarten auf den Sonderkarten voneinander zu trennen. Man mußte sich mit der Besprechung in den Erläuterungen begnügen. Auf der Übersichtskarte wurde dagegen die Eintragung des Kalkgehaltes wie beim Flugsand mit blauen Punkten gewagt. Es dürfte aber eher zu wenig als zu viel kalkhaltiger Löß angegeben sein.

Da die Bestimmung des Kalkes im Felde durch Betupfen mit Salzsäure (1 + 1) vorgenommen wird, können geringe Kalkgehalte, die gleichwohl für die Pflanzen noch von Wert sind, nicht nachgewiesen werden. Doch scheinen solche auch nur selten vorzukommen.

Wegen seiner großen Wichtigkeit ist der Kalkgehalt auf der Übersichtskarte auch beim Schwemmlöß, der je nach seinem Ursprung kalkhaltig oder kalkfrei sein kann, soweit er bis jetzt bekannt ist, angegeben worden.

Nicht selten brausen auch Melaphyrböden mit Salzsäure. Hier ist der kohlen saure Kalk aber nicht ursprünglicher Bestandteil des Gesteins; er ist vielmehr erst durch die langdauernde Verwitterung aus anderen Gemengteilen entstanden. Davon kann man sich leicht durch Betrachtung eines Dünnschliffes von angewittertem Melaphyr überzeugen, in dem der Kalkspat sofort auffällt. Ob es auch Diabas-, Diorit- oder Gabbroböden mit kohlen saurem Kalk gibt, ist nicht bekannt. Der wichtigste Vertreter der Gruppe der basischen Erstarrungsgesteine, der Basalt, liefert jedenfalls keine mit Salzsäure brausenden Böden.

Alle Gesteine dieser Gruppe sind chemisch durch einen hohen Ca-Gehalt und mineralogisch durch die hierdurch bedingten leicht verwitternden Kalknatronfeldspäte ausgezeichnet. Dieses Feldspatkalzium wirkt auch bei den nicht mit Salzsäure brausenden Böden der basischen Erstarrungsgesteine, wenn es durch die Verwitterung löslich wird und in die Bodenkolloide eingeht. Denn sie verhalten sich ähnlich wie gekalkte Böden (14. S. 40, Anm. 1) und sind vor allem in hohem Grade kleesicher. Die Basaltböden des Vogelsberges gehören ja auch zu unseren besten, die ohne künstliche Düngung gute Weizen erträge liefern, wenn das ungünstige Klima keinen Strich durch die Rechnung macht.

Die Schwierigkeiten bei der Abgrenzung der kalkhaltigen Löße und älteren Sande von den kalkfreien kommen hauptsächlich daher, daß auch die kalkhaltigen meist bis zu einer gewissen Tiefe von oben her entkalkt sind. Man kann also den Kalk nur durch Abbohren nachweisen. Das aber ist in weiten Gebieten unseres Landes noch nicht geschehen. Auch die jungen Schlickabsätze des Rheines, des Neckars und des Maines sind oberflächlich entkalkt. Bei den rheinhessischen Mergeln (Sепtarianton und Cyrenenmergel) ist Entkalkung dagegen bis jetzt noch nicht beobachtet worden.

Der Kalkgehalt schützt diese lockeren Ablagerungen offenbar vor der mit der Aufschließung der Silikatminerale verbundenen, zur sogenannten Verlehmung führenden Verwitterung. Das sieht man sehr deutlich am jüngeren Flugsand, der trotz seines geringen Kalkgehaltes nie verlehmt ist. Das ist selbst dann nicht der Fall, wenn er schon bis zu einigen dm Tiefe entkalkt ist, was hier und da vorkommt. Beim jüngeren Flugsand beobachten wir also von Vorgängen, die bei den älteren Sanden schon weit vorgeschritten sind, kaum etwas. Da der jüngere Flugsand meist auf entkalktem und verlehmtem älteren Sand liegt, gehören diese Vorgänge wahrscheinlich der Vergangenheit an. Sie stellen die chemische Verwitterung dar. Denn die mechanische hat bei diesen Ablagerungen keine Bedeutung.

Stets fallen aber bei allen genannten lockeren Ablagerungen Entkalkungs- und Verlehmungsgrenze zusammen, und zwar hebt sich diese Grenze meist scharf von dem kalkhaltigen Untergrund ab. Nie findet ein allmählicher Übergang statt. Die Verwitterungsgrenze ist bei diesen kalkreichen lockeren Ge-

steinen sogar schärfer als bei den festen Gesteinen. Bei den von Natur kalkfreien lockeren Gesteinen ist aber von der Verlehmung oft wenig zu bemerken. Nur die älteren Lahnschotter bei Gießen sind durch die Verwitterung ihrer Grauwackengeschiebe stark lehmig geworden. Aus den älteren Mainsanden sind zwar die Kalkgerölle herausgelöst worden, sonst aber unterscheiden sie sich von den jüngeren anscheinend nicht durch größeren Lehmgehalt.

Das könnte daher kommen, daß sie weniger verwitterbare Mineralien als die Bergsträßer Sande enthalten. Jedenfalls spielt aber auch das Fehlen des fein verteilten Kalkes eine Rolle, dergestalt, daß die Verwitterungskolloide aus kalkfreiem Sand leichter ausgewaschen werden, zumal wenn er wie die meisten dieser Mainsande gröber gekörnt ist.

Aus feinen Staubsanden dagegen wird selbst nach der Entkalkung der Kolloidgehalt nicht so leicht entführt. Das sieht man sehr deutlich an den Vogelsberger kalkfreien Lössen, die durchweg ziemlich stark lehmig sind.

Die weißen kalkfreien Tertiärsande, wie sie z. B. in der Umgegend von Gießen weit verbreitet sind, zeigen ebenfalls keine erheblichen Verwitterungserscheinungen, weil sie nichts anderes sind als umgelagerte alte Böden, die einst das Schiefergebirge bedeckten und schon dort eine erhebliche Auslaugung erfahren haben.

Alle soeben besprochenen Sandböden lockerer Sande unterscheiden sich, so verschieden sie unter sich auch sein mögen, auffallend von den aus Buntsandstein entstandenen. Zu den durch die verschiedene Entstehungsweise des Grundgesteins bedingten Unterschieden kommen noch andere, die mit der Verwitterung zusammenhängen. Denn jene lockeren Sandablagerungen verwittern ausschließlich chemisch, beim Buntsandstein aber steht die mechanische Verwitterung im Vordergrund. Sie zerkleinert das Gestein zu mehr oder minder steinigem Sand, dessen Lehmgehalt von der Beschaffenheit des Bindemittels (vergl. S. 23 f.) abhängt. Da dieses bei den verwitterbaren Sandsteinen schon aus eisenschüssigen Kolloiden besteht, bleibt für die chemische Verwitterung nicht mehr viel zu leisten, die beim Flugsand aus den verwitterbaren Mineralien erst die eisenschüssigen Kolloide entstehen läßt.

Obwohl die Sande der Bergstraße mehr verwitterbare Mineralien enthalten als der Buntsandstein, sind ihre Böden doch nur schwach lehmig. Ihr Getreide ist deshalb auch nur der Roggen, ihr Klee der Rotklee. Auch sind sie für die meisten Obstbäume ungeeignet. Das Gedeihen der Waldbäume wie auch des Wallnußbaumes auf diesen Böden hängt ganz von der Tiefe des Wurzelraumes ab, der durch die Verlehmung entstanden ist. Das tritt zwar im größten Teil des Gebietes wegen der vorwiegenden Kiefernreinzucht im Überblick nicht so deutlich vor Augen, doch macht es sich im Einzelnen sehr stark geltend. So gibt es zahlreiche Stellen, an denen die Kiefer sehr schlecht fortkommt, weil der unverlehmte Sand in ganz geringer Tiefe ansteht oder gar am Tage liegt, was besonders häufig bei dünenartigen Erhebungen der Fall ist, auf denen vielleicht die Schwarzkiefer besser gedeihen würde. Bei tiefgründiger Verlehmung trifft man auf einem Streifen zu beiden Seiten der Main-Neckarbahn vor dem Gebirgsfuße auch schöne Buchen und sogar Eichen. Wandert man aber vom Nordgehänge der Ludwigshöhe über die Klipsteins-Eiche und den alten Oberramstädter Weg, so kann man sich mit einem genügend langen Bohrer an vielen Stellen überzeugen, daß die Buchen dort am schönsten sind, wo durchaus verlehmtter Flugsand auf den Gesteinen des kristallinen

Grundgebirges oder des Rotliegenden liegt. Wo dagegen im Untergrund noch unverlehmter Flugsand, wenn auch nur in dünner Schicht, vorhanden ist, können die Wurzeln das meist verwitterte liegende Gestein nicht erreichen, und die Bäume bleiben von einem gewissen Zeitpunkt an zurück.

Unsere Darstellung des fein verteilten Kalkes bezieht sich, wie wir oben gesehen haben, in vielen Fällen auf den Untergrund und darf deshalb durchaus nicht immer gleich bewertet werden. Denn Kalk im Untergrund kann je nach dem Gestein nützlich oder schädlich sein. Bei Schlick und Löß ist der kalkreiche Rohboden im Untergrund stets von großem Nutzen, weil das kapillar aufsteigende Bodenwasser ihn auflösen und nach oben bringen kann. Ferner hält bei diesen feinkörnigen Gesteinen auch der Untergrund so viel Feuchtigkeit zurück, daß er wenigstens noch im Frühjahr und Frühsommer so weich ist, daß die Wurzeln der meisten Gewächse in ihn eindringen können.

Bis jetzt liegen noch nicht viele Beobachtungen in dieser Richtung vor. Doch ist es Tatsache, daß in der Lößhöhle bei Heppenheim a. d. B., die ich unter Führung von Herrn Forstreferendar PFEIFFER kennen gelernt habe, kräftige Buchenwurzeln mehrere Meter tief in den unverlehmten Löß hineingehen, ohne daß etwa Spalten einen bequemen Weg geboten hätten. Die Wurzeln der Luzerne vermögen nicht bloß in kalkhaltigen Löß, sondern auch in kalkhaltigen Schlick und in kalkhaltigen Sand einzudringen. Der kalkhaltige Lößuntergrund ist auch deshalb leichter zugänglich, weil die Grenze gegen die entkalkte Oberkrume oft nicht mehr scharf ist, da sie durch den vom aufsteigenden Wasser mitgebrachten Kalk verwischt worden ist. In besonderen Fällen hat sich dieser Kalk nicht im unteren Teil der Oberkrume verteilt, sondern hat unmittelbar unter ihr eine harte, für die Wurzeln undurchdringliche Schicht gebildet. Eine solche Stelle habe ich durch Herrn Forstrat WAHL zu Heppenheim a. d. B. kennen gelernt. Sie liegt im sogenannten Zwickel der Abteilung Bombach 1 des Stadtwaldes südlich von Heppenheim. Dort stehen auf tiefgründigem Löß in Südlage, der früher einen Weinberg trug, 70jährige, sehr schlechte Kiefern. Ihre Wurzeln haben an der in etwa 4 dm unter der Oberfläche auftretenden Kalkanreicherung ein unüberwindliches Hindernis gefunden. Da in dieser der Austrocknung stark ausgesetzten Lage im Sommer eine Umkehr der gewöhnlichen von oben nach unten gehenden Wasserbewegung sehr wohl denkbar ist, kann sich diese Kalkbank, die nach dem schlechten Wachstum der Kiefern zu urteilen, eine größere Fläche einnimmt, aus der aufsteigenden Lösung an der Rottsohle abgeschieden haben.

Sehr häufig kommen solche Kalkabscheidungen bei uns im Ried vor. Dort ist jedenfalls das kalkreiche Grundwasser die Ursache, über dessen früherem oder jetzigen Spiegel sich der Absatz bildete, den man als Rheinweiß bezeichnet. Seine uns bekannten Vorkommen sind auf der Übersichtskarte eingetragen.

Schädlich ist ferner auch der hohe Kalkgehalt des älteren unverlehnten Sandes, sei es nun echter Flugsand oder der feinkörnige Sand der Odenwaldbäche. Obwohl der Kalk in den grundwasserfreien Gebieten nie zu festeren Bänken, sondern nur ab und zu um alte Wurzeln oder auf senkrechten Klüften zu sogenanntem Beinbrech angereichert ist, bildet doch die stets scharfe, aber unregelmäßige Oberfläche des kalkreichen Sandes, im Gegensatz zu der des kalkreichen Lößes, stets ein kaum zu überwindendes Hindernis

für die Wurzeln der meisten Holzgewächse, einerlei, ob sie zu Tag ausgeht oder unter der eigenen Verlehmungszone verborgen ist oder von jüngerem Flugsand überweht ist.

Der ältere Sand trocknet, solange er nicht entkalkt ist, infolge seiner hohen Durchlässigkeit sehr rasch aus und ist in diesem Zustand sehr fest, während der jüngere Flugsand bei geringerem Kalkgehalt so locker gelagert ist, daß ihn der Wind leicht in Bewegung setzen kann. Der Profilwechsel ist in den Sandgebieten südlich von Darmstadt in folgedessen so stark, daß die Übersichtskarte davon natürlich nichts bringen kann, wohl aber werden die zweiten Auflagen der Sonderkarten auch im Sandgebiet sehr bunt werden.

Die große Bedeutung des Kalkes für die Neutralisation des Humus kann auf Karten nur in unbedeutendem Maße zum Ausdruck gebracht werden. Überall, wo Kalk an der Oberfläche liegt, bildet sich, vorausgesetzt, daß der Boden in Ruhe gelassen wird, sehr bald neutraler Humus. Wir finden ihn unter den Laubwäldern der Bergstraße auf schwach kalkhaltigem Lößlehm. Er bildet sich auf älterem und jüngerem Sand in den Kieferwäldern der Ebene, wo er allerdings durch Kahlhieb und darauf folgendes Roden stets wieder vernichtet bzw. in den Untergrund geschafft wird. In Rheinhessen hat sich unter dem Steppenklima der Vorzeit auf kalkhaltigem Löß echte Schwarzerde gebildet, die auch unter dem heutigen, ebenfalls trockenen Klima noch bestandfähig ist und wegen ihrer Tiefgründigkeit auch durch den uralten Ackerbau dieser Provinz nicht vernichtet werden konnte. Sie ist höchstens oberflächlich entkalkt, doch steigt auch in ihr der Kalk in Lösung auf und scheidet sich schimmelartig (als Pseudomyzel) wieder aus. Die Rheinhessischen Schwarzerdeinseln sind auch auf der Übersichtskarte dargestellt.

Ferner wird auf allen unseren Karten großer Wert auf die Angabe von anmoorigem Sand gelegt, wie er sich bei hohem Grundwasserstand bildet. Wenn das Grundwasser, wie im Riede kalkreich ist, entstehen auf diese Weise tiefgründig humose kalkreiche Böden, wahre Gartenerden, auf denen bei Griesheim westlich von Darmstadt ein erfolgreicher Gemüsebau betrieben wird. Dieser Gemüseboden liegt zu Seiten des alten Neckarbettes, in welchem Torfbildung durch ausgetretenes Grundwasser eingetreten ist. Durch Vertorfung sind die alten Neckarbetten von Ladenburg bis Trebur sehr gut kenntlich. Große Wiesenmoorflächen treten ferner am linken Mainufer zwischen Zellhausen und Hainstadt auf. Sphagnumtorf aber haben wir nur im Vogelsberg, wo er das einzige hessische Hochmoor bildet, das leider infolge von künstlicher Entwässerung abgestorben ist.

Von höchster Bedeutung für die Bodenbildung sind die zu Trockentorf oder Rohhumus aufgehäuften Pflanzenreste. Als unbeständige Ortsbildung eignet sich der Rohhumus aber nicht zur kartenmäßigen Darstellung. Die durch ihn einst und jetzt noch erzeugten Bodenveränderungen sind aber von großer Wichtigkeit. Man ist auf sie bei uns erst in den letzten Jahren aufmerksam geworden und hat sie auch deshalb bei weitem noch nicht überall, wo sie vorkommen, richtig erkannt. Eine flächenmäßige Darstellung ist deshalb vorläufig nicht möglich und überhaupt sehr schwer, wenn nicht undurchführbar, weil diese Bildungen, die unter dem allgemeinen Namen Podsol zusammengefaßt werden, nicht bloß von der Bodenart, d. h. dem Grundgestein, sondern auch vom Klimate, insbesondere dem durch örtliche Einflüsse bestimmten, abhängen. Bei starker Befeuchtung, wie unter Rohhumus scheidet sich in manchen Fällen die

aus dem Gestein C entstandene Verwitterungsschicht A (die Braunerde) in zwei Schichten, von denen die obere A Auslaugungs-, die untere B Anreicherungserscheinungen zeigt. Von kalkhaltigen Böden kennt man diese Erscheinung ebensowenig wie von den basischen Erstarrungsgesteinen mit hohem Kalziumgehalt. Ob sie bei uns auf Granitböden und den besseren Sandböden des Rotliegenden vorkommt, ist nicht bekannt. In weiter Verbreitung findet sich dagegen die Podsolierung auf den geringen Sandböden des Buntsandsteins, auf ursprünglich kalkfreien und auf oberflächlich entkalkten Fluß- und Flugsanden und schließlich in nicht geringem Ausmaß auf ganz oder teilweise entkalktem Löß.

An der mehr oder minder starken Bleichung der unter Umständen sehr gering mächtigen A-Schicht ist auch die beginnende Podsolierung unfehlbar zu erkennen. Diese Bleichung kommt daher, daß das Eisen mit den anderen Basen aus dieser Schicht auswandert. Zugleich wird der Oberboden sandiger, weil die sogenannten tonigen Teilchen in feinsten Verteilung (kolloid gequollen) abgewandert sind. Besonders bei den podsolierten Lößen wird der Sandgehalt auf diese Weise mit verblüffender Deutlichkeit kenntlich. Die bleichende Kraft ist so groß, daß selbst die rote Färbung des Buntsandsteins, die der gewöhnlichen Verwitterung getrotzt hatte, verschwindet.

Die B-Schicht (das Illuvium) entsteht dadurch, daß die aus A (dem Eluvium) ausgewaschenen Stoffe z. T. wieder ausfallen, sobald sie in der Tiefe mit elektrolythaltigen Lösungen in Berührung kommen. Besonders stark ausflockend wirkt Kalk im Untergrund. Denn niemals dringen Teile, die zur B-Schicht gehören, in den noch kalkhaltigen Untergrund (C) von Sand oder Löß ein. Die untere Grenze von B fällt in diesen Fällen stets haarscharf mit der oberen von C zusammen.

Die Ausbildungsweise und Zusammensetzung der B-Schicht ist je nach Gesteins- und Bodenart verschieden.

Unter den mageren Sandböden des mittleren Buntsandsteins kommt es zur Bildung von Ortstein, in dessen festen Bänken man neben dem Eisen auch den Humus nachweisen kann. Schwächere Grade der Podsolierung kommen wohl in allen unseren hessischen Buntsandsteingebieten vor. Nirgends aber ist der Ortstein bis jetzt in so bezeichnender Ausbildung nachgewiesen als im mittleren Buntsandstein der Umgebung von Waldmichelbach im Odenwald.

Dort hat STRACK zuerst auf ihn aufmerksam gemacht. Verursacht ist er durch starke Lagen von Heiderohhumus, der sich unter den lichten Kiefernbeständen der dortigen Bauernwälder im Laufe der Zeit in 500 m Höhe bei 1000 mm jährlichem Niederschlag gebildet hat. Ganz ähnliche Böden sind im Pfälzer Wald und Spessart vollkommen gesund geblieben, weil das bodenschützende Laubholz nicht ausgerottet worden ist. Auf die Podsolierung im Buntsandsteingebiet östlich vom Vogelsberg machte HARRASSOWITZ aufmerksam (2. S. 127).

Auf der östlichen, über 500 m hohen Hochfläche des hinteren Odenwaldes sind, besonders in der Gegend von Mudau bis Weitengesäß, die schwach lehmigen Böden des oberen Buntsandsteins in großer Ausdehnung podsoliert. Doch hat sich hier im Untergrund an Stelle des braunen Ortsteins eine humusfreie sandigtonige Schicht von fahler Farbe mit gelben und braunen Flecken und Wolken gebildet, durch die eine starke Vernässung des Bodens hervor-

gerufen wird. Man bezeichnet diese Erscheinung im Schwarzwald als Misse, in den Weserbergen als Molkenboden.

Diese Bildungen sind auf unseren Sonderkarten als Pliozän eingetragen. G. KLEMM und CHR. VOGEL, die die Blätter Michelstadt und König aufgenommen haben, hielten sie ebenso wie CHELIUS (1) für pliozäne Absätze, während ich bei der Aufnahme des Blattes Sensbach aus geologischen Gründen zu der Überzeugung kam, daß sie durch nachhaltigen, am Ende der Tertiärzeit eingetretene Verwitterung entstanden seien. Im Jahre 1925 hat W. HOPPE (3) auf Grund meiner älteren Angaben nach erneuter Begehung diese gebleichten sandig-tonigen Böden für junge Molkenböden erklärt. Er hat dabei meine im Jahre 1923 leider sehr versteckt (10. S. 125 ff.) bekanntgegebene Mitteilung übersehen, in der ich erneut darauf hinwies, daß diese Böden an mehreren Stellen der Mudauer Hochfläche, unter allerdings, wie gewöhnlich in dieser Höhenlage, entkalktem, aber sonst nicht verändertem Löß lägen, woraus ich den Schluß zog, daß sie, wie ich schon früher annahm, fossil sein müßten. Pliozänes Alter brauchen sie aber deshalb noch nicht zu haben. Es ist, wie sich weiter unten noch ergeben wird, aus klimatischen Gründen sogar wahrscheinlicher, daß sie diluvial sind. Auch die im Michelstädter Graben auftretenden Tone und gelben Sande mit Buntsandsteingeröllen, die jedenfalls durch Umlagerung aus den in Rede stehenden Gebilden der Hochfläche entstanden sind, sprechen nicht gegen diese Auffassung. Denn sie werden jetzt von KLEMM, im Gegensatz zu CHELIUS, nicht mehr für Pliozän, sondern für älteres Diluvium gehalten.

Weit verbreitet ist der Molkenboden im vollständig entkalkten Löß des Vogelsberges, ja in den höheren Lagen tritt der Löß fast nur in dieser Form auf. Man findet dann, besonders auf Heideflächen, unter der schneeweißen, feinsandigen A-Schicht einen zähen braunen eisenschüssigen Letten, an dessen Unterseite nicht selten Eisengraupen ausgeschieden sind. Besonders häufig ist der Molkenboden, dessen Ursache jedenfalls in starker Befeuchtung zu suchen ist, in verschiedenen Graden unter der Grasnarbe der gewässerten Talwiesen bis zur Wetterau hin. Auch der Löß unter Wald zeigt im Vogelsberg fast überall Podsolierung verschiedenen Grades. Meist ist sie allerdings gering. Recht stark ist sie im Harbwald zwischen Nidda und Ulfa, wo aber auch andere tonige Unterlagen, wie Pliozän und Laterit, vorkommen.

Auch der Löß des Forstamtes Konradsdorf am SW-Fuß des Vogelsberges zeigt fast überall Podsolierungserscheinungen. Bei basaltischer Unterlage ist der Grad der Podsolierung besonders auf den Hochflächen gering, in den Rinnen wie auch bei Buntsandsteinunterlage, wie z. B. im Hardtwald der Gemeinde Selters recht erheblich trotz geringer Meereshöhe (249 m) und ziemlicher Trockenheit. In dem noch kalkhaltigen, oberflächlich meist stark verlehmtten Löß der Wetterau ist Podsolierung bis jetzt noch nicht beobachtet worden.

Es scheint, als ob im feinkörnigen Löß die kalkhaltigen Lösungen, welche aus dem kalkreichen Untergrunde kapillar aufsteigen können, die Bewegung der Kolloide des Raumes A nach unten verhindern, wenigstens wenn der Boden nicht bewaldet ist.

Anders ist das aber bei den oberflächlich verlehmtten kalkreichen, feinkörnigen älteren Sanden der Umgegend von Darmstadt und der Bergstraße. Sie neigen zur Podsolierung, denn der Kalk im Untergrund kann nicht gelöst nach oben aufsteigen, weil entweder die Kapillarkraft fehlt, oder weil, wenn

sie wirklich vorhanden ist, der kalkhaltige Untergrund im Sommer, wann allein die aufsteigende Bewegung möglich ist, bei tiefstehendem Grundwasser trocken ist. Wir begegnen der Podsolierung deshalb in dem bis jetzt allein genauer untersuchten Darmstädter Gebiet nicht bloß im älteren Schuttkegel- und Dünen sand, sondern auch in dessen feinkörnigen, schon recht lößähnlichen Abänderungen, in die er auf der Ostseite des Frankensteins und östlich von der Eisernen Hand bei Traisa allmählich übergeht. Dort ergab ein Einschlag im Buchenwald östlich von dem Hohlweg nach Oberramstadt folgendes Bodenprofil¹⁾:

- A¹ Waldstreu und Humus 0—0,2 dm
- A² Gebleichter kalkfreier Lehm 0,2—1 dm
- B Eisenschüssiger toniger Lehm 1—6 dm
- C Kalkreicher Löß 6—10 dm usw.

Die Ausbleichung in A ist sehr deutlich, die Anreicherung der Kolloide in B stark und mächtig. Sowohl an dem lehmigen Ostgehänge, wie an dem sandigeren Westgehänge des Frankensteins tritt das rotbraune, stark lehmige B-Band in weiter Verbreitung auf. In der sich gegen Westen an die Berge anschließenden schwach geneigten, oft flachwelligen Ebene des Schuttkegels findet man diese als Brandletten bezeichnete Schicht im Untergrund nur selten. Dagegen spielt sie in dem schmalen Streifen, der sich aus der Gegend nördlich von Griesheim über das Eichwäldchen bis in den Wald östlich von Eschollbrücken zieht, eine große Rolle. Hier steht das Grundwasser zwar schon viel höher als im östlichen Teil der Ebene, aber doch noch so tief, daß der kalkreiche Sand im Untergrund nicht bis zur Brandlettensohle von ihm befeuchtet werden kann. In dem westlich von dem genannten Wäldchen liegenden Feldgebiet treten aber schon bald die bereits S. 34 beschriebenen, infolge hohen Grundwasserstands humosen Sandböden mit Kalk auf.

In guter Ausbildung kann man den Brandletten in einem Aufschluß 175 m nordöstlich von der Hüttenhäuschenbuche am Westabhang des Frankensteins sehen. Er ist dort durchschnittlich 3 dm mächtig und liegt unmittelbar auf dem kalkreichen Sand, in den er auch mit einer großen Tasche hineingreift. Der Gegensatz zu der mit *Calluna vulgaris* bewachsenen, von einer dünnen Rohhumuslage bedeckten ausgebleichten A-Schicht ist sehr auffallend. Die Grenze gegen C ist sehr scharf.

Überhaupt dringen weder das Eisenhydrat noch die tonigen Gele in den kalkreichen Untergrund hinein. Er weist sie geradezu ab, und das braune Band (B) folgt deshalb genau allen Unregelmäßigkeiten der Oberfläche des unveränderten Untergrundes (C). Doch bilden das Eisenhydroxyd und die Gele durchaus nicht immer nur eine einzige B-Schicht. Ab und zu beobachtet man nämlich im Raume A mehrere durch helleren Sand voneinander getrennte braune tonige Bänder von einigen cm Dicke, die übereinander liegen, wobei das Band unmittelbar auf C auch fehlen kann. Oft aber, wenn es gar nicht zur Ausbildung von Brandletten über C gekommen ist, sind senkrechte Anschnitte des Raumes A von unregelmäßigen welligen und zackigen Nähten von Brauneisen durchzogen, die auf wagrechten Durchschnitten oft als Kreise erscheinen. Das braune Eisenhydrat bildet also unregelmäßige Flächen mit starken Ausstülpungen nach unten.

¹⁾ Es ist neben anderen hessischen Sand- und Lößbodenprofilen in natürlicher Größe in der bodenkundlichen Sammlung der Geologischen Landesanstalt aufgestellt.

Die letzterwähnten Erscheinungen deuten auf eine mögliche mehrmalige Wiederholung der B-Bildung hin, die dadurch möglich wurde, daß, nachdem sich das ursprüngliche A—C-Profil in das Podsolprofil A—B—C umgewandelt hatte, die A-Bildung aufs neue einsetzte und die kalkige Oberfläche weiter nach unten drängte. Dann kann an der Sohle des erweiterten A-Raumes neue B-Bildung eingetreten sein. Beide miteinander abwechselnden Vorgänge mögen sich an derselben Stelle mehrmals wiederholt haben. Ist es stets bei der A-Bildung geblieben, so kann man deren allmähliches Fortschreiten nach unten nachträglich nicht beobachten. Tritt aber die B-Bildung dazwischen, so schafft sie in den braunen Bändern die Marken für die Beobachtung des ruckweisen Fortschreitens der Verlehmung.

Die von Hause aus kalkfreien Sande der Mainebene, die nicht sichtlich verlehmt sind, zeigen durchweg Podsolierung. Doch sind die Eisenkolloide wegen der größeren Durchlässigkeit dieser Sande und der Abwesenheit des Kalkes tiefer gewandert. Die von ihnen bei der Ausflockung erzeugten gelben und braunen Bänder sind oft von am früheren Grundwasserspiegel abgesetzten nicht zu unterscheiden. Das durch die erwähnten Vorgänge frei gewordene Eisen kann aber auch weiter wandern und als Raseneisenerz zur Ausfällung kommen.

Wenn auch die Brandlettenbildung ebenso wie die Erscheinung des Molkenbodens illuviale Vorgänge sind wie die Ortsteinbildung, unterscheiden sich doch Brandletten und Molkenboden dadurch ganz auffallend vom Ortstein, daß sie nicht humushaltig sind. Obwohl sich der Vorgang wahrscheinlich nur auf sauren Böden abspielt, ist es doch nicht klar, inwieweit saurer Humus mitwirkt. Bei den Molkenböden des hohen Buntsandsteinodenwaldes und des Vogelsberges liegt die Hauptursache sicher in den hohen Niederschlägen. Wie steht es aber mit den Brandletten bei Darmstadt? Solche weitverbreiteten lehmigen Bildungen der Ebene, wie sie im Griesheimer Eichwäldchen auftreten, hätte man früher für Anschwemmungen oder für Grundwasserabsätze erklärt. Das ist aber schon wegen der auch bei ebener Oberfläche beständig wechselnden Tiefenlage unmöglich. Wenn es dort Grundwasserabsätze gibt, so kann es nur das Rheinweiß sein, das unter den Brandletten vorkommt, aber wegen dessen unregelmäßiger Oberfläche nur ab und zu mit ihm in Berührung tritt.

Unerklärt wie hier die Anwesenheit, ist in dem breiten Sandgebiet bis zum Gebirge die fast völlige Abwesenheit des Brandlettens. An den Gehängen des Frankensteins aber weiß man nicht, ob man den dort häufig auftretenden Rohhumus für die Ursache oder für die Wirkung der Podsolierung halten soll. Im Eichwäldchen kommt er als Ursache gegenwärtig sicher nicht in Frage, weil dort entweder reines Laubholz oder Mischwald stockt. Man müßte also schon annehmen, daß dort früher einmal starke Rohhumusbildung stattgefunden hat.

Es steht also noch nicht fest, wodurch bei Brandlettenbildung die Auslaugung des illuvialen Raumes A bewirkt worden ist. Zwar entsteht in diesem Raume wie bei der Ortsteinbildung Bleichsand, der bei starker Ausbildung dem Jungwuchs wegen seiner Nährstoffarmut und seiner sandigen Beschaffenheit schädlich werden kann, doch verhält sich die B-Schicht ganz anders wie der Ortstein. Denn sie hält das aus dem schwach lehmigen Sande hinuntersinkende Wasser zum großen Teile auf, so daß der darunter liegende kalkreiche Sand in nicht besonders regenreichen Zeiten oft ganz trocken ist. Sie wird ferner durch die Wasseraufnahme weich und bleibt in diesem Zustand bis in den

Sommer hinein. Demnach ist der Brandletten kein Hindernis für die Baumwurzeln, die mit Ausnahme derjenigen der Kiefer erst stutzen und zu wachsen aufhören, wenn sie auf den nur im Winter von oben her durchfeuchteten, sonst aber trockenen und harten Sand stoßen. Über dem Brandletten gedeihen infolgedessen im Eichwäldchen Eichen und Buchen, deren Güte nur durch den meist erheblich unter 2 m bleibenden Wurzeltiefenraum beeinträchtigt wird. Es ist sogar gelungen, südlich vom Eichwäldchen über Brandletten einen schönen, jetzt etwa 70jährigen reinen Fichtenbestand mit kiefernähnlicher Wurzelausbildung zu erziehen. Auf der Ostseite des Frankensteins, in der Abteilung Schindkaute, ist in dem sehr feinkörnigen, schon lößähnlichen Flugsand die A-Schicht infolge von Abschwemmung oft ganz geringmächtig. Dort wurzeln also schon die jungen Pflanzen in recht mächtigen B-Schichten. Sie gedeihen deshalb nicht bloß anfangs, sondern auch späterhin gut, denn oft liegt die B-Schicht unmittelbar auf dem verwitterten fruchtbaren Gabbro. Aber auch, wenn unter B noch unverwitterter Sand liegt, dringen sie wegen seiner Feinheit ebenso in ihn ein wie in den Löß bei Heppenheim. Infolgedessen stehen dort Buchen 1. Güte.

Unsere zu verschiedenen Zeiten in Schwarzerden umgewandelten, verlehmteten oder podsolierten Löße und Sande liegen oft auf verwitterten Gesteinen. So der Darmstädter ältere Flugsand auf tiefgründig vergrustem Granit. Dieser oft von Brauneisenschnüren und -bändern durchzogene Granitboden der doch sicher diluviales, wenn nicht höheres Alter hat, ist von heutigen Granitböden nicht zu unterscheiden. So steht es auch mit den dunklen Basaltböden, die wir unter dem Löß antreffen. Außer diesem schwarzen Land gibt es aber auch aus Basalt entstandenes rotes, das meist so tiefgründig ist, daß es gar nicht so leicht fällt, seine Herkunft vom Basalt zu beweisen. Dieser bunte, sehr schwere Boden unterscheidet sich chemisch vom gewöhnlichen Basaltboden dadurch, daß er an Basen stark verarmt ist und u. a. auch ziemlich viel Kieselsäure verloren hat, so daß oft außer dem Eisenoxyd auch noch freie Tonerde vorhanden ist. Wir bezeichnen diesen Boden, den man sonst nur in den feuchtwarmen Tropen antrifft, wie dort als Laterit. Er wird am Main von dessen ältesten diluvialen Terrassensanden, in Oberhessen oft von Löß bedeckt und muß, wie wir aus seinem Vorkommen in den Tropen entnehmen, unter dem noch warmen Klima der ausgehenden Tertiärzeit entstanden sein. Vielleicht haben sich zur gleichen Zeit in Rheinhessen die schweren kalkfreien Bohnerzletten aus den Kalken gebildet.

Die unter Lößlehm liegenden Molkenböden des oberen Buntsandsteins können wegen ihres Podsolcharakters nicht tertiär sein. Sie sind diluvial. Diluviales Alter hat aber jedenfalls auch die Schwarzerde, die sich, nach ihrer Mächtigkeit zu urteilen, nicht nach, sondern mit dem Löß gebildet hat, wenigstens in der letzten Zeit seiner Bildung, als er sich mit Steppe bedeckte. Sicher diluvial (zwischenzeitlich) ist auch die ältere Verlehmung des Lößes, über der nochmals jüngerer Löß folgt, dessen Verlehmung vielleicht gleichzeitig mit der unseres älteren Sandes (nacheiszeitlich) stattgefunden hat. Auch die Podsolierung kann, wie wir gesehen haben, recht verschiedenes Alter haben. Sie tritt auch heute noch ein. Ob aber die Entkalkung und vor allem die Verlehmung jetzt noch Fortschritte macht, ist vorläufig nicht nachweisbar. Unseres jungen Flugsandes hat sie sich jedenfalls noch nicht bemächtigt.

Wir fügen dieser Betrachtung, die nicht den Anspruch erhebt, Neues zu bringen, eine Übersicht der hessischen Böden, sowie im Text 2 bildliche Darstellungen der wichtigsten Sand- und Lößbodenprofile bei und bemerken dazu, daß diese Profile in ihrer natürlichen Lagerung in der bodenkundlichen Abteilung der Sammlung der Hessischen Geologischen Landesanstalt (Darmstadt, Paradeplatz 3) nebst der Übersichtskarte der Gesteins- und Bodenarten Hessens ausgestellt sind. Die Druckstöcke zu den 2 Textbildern sind uns vom Deutschen Forstverein freundlichst geliehen worden.

Schriften:

1. C. CHELIUS, Das Pliozän im Kessel von Michelstadt i. O. Notizbl. d. Ver. f. Erdk. und der Großh. Geol. Landesanstalt, IV. Folge, Heft 13. Darmstadt 1892. S. 18—21.
2. H. HARRASSOWITZ, Studien über mittel- und südeuropäische Verwitterung. Geologische Rundschau. Festschrift zum 70. Geburtstag GUSTAV STEINMANN'S. Berlin 1926. S. 122—210.
3. H. HOPPE, Über Molkenböden im oberen Buntsandstein des Odenwaldes. Zentralblatt für Min. etc. Jahrg. 1925. Abtl. B. S. 384—392.
4. G. KLEMM, Über die chemischen Verhältnisse der Gesteine des kristallinen Odenwaldes und des kristallinen Vorspessarts. Mit 4 Tafeln. Notizbl. d. Ver. f. Erdk. und der Hess. Geol. Landesanstalt f. d. Jahr 1925. V. Folge, Heft 8. Darmstadt 1926. S. 115—169.
5. E. RAMANN, Bodenbildung und Bodeneinteilung (System der Böden). Berlin 1918.
6. W. SCHOTTLER, Erläuterung zum Blatt Viernheim (Käfertal) der Geol. Spezialkarte des Großherzogtums Hessen, 1: 25 000. Darmstadt 1906.
7. W. SCHOTTLER, Erläuterung zum Blatt Sensbach der Geol. Spezialkarte des Großherzogtums Hessen, 1: 25 000. Darmstadt 1908.
8. W. SCHOTTLER, Der Einfluß des Bodenprofils im Flugsand der Umgegend von Darmstadt auf das Gedeihen der Waldbäume. Notizbl. d. Ver. f. Erdk. und der Großh. Geol. Landesanstalt z. Darmstadt f. d. Jahr 1913. IV. Folge, Heft 34. S. 51—71. Darmstadt 1913.
9. W. SCHOTTLER, Erläuterung zum Blatt Laubach der Geol. Spezialkarte v. Großherzogtum Hessen, 1: 25 000. Darmstadt 1918.
10. W. SCHOTTLER und O. HAUPT, Der Untergrund der Mainebene zwischen Aschaffenburg und Offenbach. Notizbl. d. Ver. f. Erdk. und der Hess. Geol. Landesanstalt. V. Folge, Heft 5. Darmstadt 1923. S. 51—148.
11. W. SCHOTTLER, Die quartären Sandablagerungen der Umgegend von Darmstadt und ihre Bodenprofile. Notizbl. d. Ver. f. Erdk. und der Hess. Geol. Landesanstalt f. d. Jahr 1925. V. Folge, Heft 8. Darmstadt 1926. S. 174—196.
12. W. SCHOTTLER und SCHEU, Die Gelbsucht der Weinberge in der Provinz Rheinhessen und ihr Zusammenhang mit den Bodenverhältnissen. Arbeiten der Landwirtschaftskammer für Hessen. Nr. 35. Darmstadt 1925.
13. W. SCHOTTLER, Vorschläge zur Nutzbarmachung der geologischen Karten für die Landwirtschaft. Hess. Landwirtschaftliche Zeitschrift. 97. Jahrgang, Nr. 6 und 7, S. 82—83 und S. 100—101.
14. H. STREMMER, Grundzüge der praktischen Bodenkunde. Verlag Bornträger. Berlin 1926.

Nachtrag während des Druckes:

Lößanalysen mit Salzsäureauszügen hat auch ausgeführt S. GOLDBERG, Chemische Untersuchungen über Löß von Münzenberg in der Wetterau. Gießener Dissertation 1923 (Auszug). Eine Zusammenstellung von chemischen Analysen permischer und postpermischer Gesteine des Odenwaldes von G. KLEMM wird im nächsten Notizblatt erscheinen.

Cyrenenmergel und Süßwasserschichten innerhalb des Pfälzer Berglandes.

Von W. WAGNER.

Mit Tafel 2 u. 3.

In seiner Arbeit zur Paläogeographie des Mainzer Beckens hat W. WENZ (1. S. 323) darauf hingewiesen, welche Schwierigkeiten einer kartographischen Darstellung des Mainzer Beckens zu den verschiedenen Zeiten des Oligozäns und Miozäns entgegenstehen. Die allgemeine Ansicht geht dahin, daß das Oligozänmeer zur Zeit des oberen Rupeltones seine größte Verbreitung gehabt habe. So sagt LEPSIUS (2. S. 77), „das Meer des Septarientones (gemeint ist der jüngere Rupelton) erreichte höhere Berge des Untergrundes und breitete sich bedeutend weiter aus, als vorher „das seichtere Wasser des älteren Meeressandes“ und zur Verbreitung der nachfolgenden Cyrenenmergel bemerkt er ferner, „daß sich diese tertiäre Stufe noch mehr im Innern des Beckens und entfernter von seinen Rändern hält als der Septarienton (2. S. 85). Er erwähnt aber andererseits wieder (2. S. 85), daß „am Abhang des Taunus der Cyrenenmergel an einigen Punkten in direkte Berührung mit den Untergrund-Gesteinen tritt und scheint sich nach KOCHS Karten bei Hallgarten, Soden und Homburg auf Devon, bei Langenhain (Taunusrand) auf oberes Rotliegendes zu lagern, ohne daß die älteren Stufen sich zwischenschieben“. K. GEIB, der sich mit dem Westufer des Mainzer Beckens beschäftigt, bemerkt (3. S. 12): „Der Umfang des Meeres verengte sich zur Zeit der Schleichsande. Die Küste verlief nicht mehr auf den Sand- und Lavagesteinen des Pfälzer Berglandes, sondern auf dem in der vorangegangenen Zeit abgelagerten Grünschlick.“

W. WENZ bemerkt zu dieser Frage (1. S. 330): „Nur an wenigen Stellen zog sich während dieser Zeit (brackischer Cyrenenmergel) das Wasser zurück wie am Fuß des Hunsrück. An anderen ermöglichte die fortdauernde Senkung eine wenn auch geringe Transgression. So liegen die Cyrenenmergel oberhalb Hochstadt unmittelbar auf dem Rotliegenden, die östlich Leistadt in der Pfalz auf Buntsandstein.“ „Für das Ende der Cyrenenmergelzeit „tritt aber dann“, nach WENZ (1. S. 331), „ein bedeutender Rückzug des Wassers und eine Trockenlegung eines Teiles des früher von ihm eingenommenen Gebietes ein.“

Neuere Aufschlüsse innerhalb des nordpfälzer Berglandes bei Hüffelsheim, etwa 6 km westlich von Kreuznach, haben uns eine Erweiterung

unserer Kenntnis in der Frage der Verbreitung des Cyrenenmergels und auch noch der untersten sich über ihnen aufbauenden Süßwasserschichten gegeben. (Siehe Karte Taf. 3.)

Das Vorkommen liegt innerhalb der alten rotliegenden Nahemulde und in dieser in dem von O. REIS (4) als Norheimer Mulde (9. 3N) in seiner tektonischen Übersichtskarte zu Blatt Donnersberg bezeichneten Gebiet, das sich in nordsüdlicher Richtung erstreckt.

Bisher ist das in Frage kommende Gebiet nicht näher beschrieben worden. Unter der Bezeichnung Meeressand finden wir es auf Blatt Donnersberg 1:100 000 und dem Geolog. Übersichtskärtchen über das Gebiet um den Lemberg 1:50 000 von O. REIS (5) eingetragen. Blatt Mainz 1:200 000 (Geol. Übersichtskarte von Deutschland) stellt das Gebiet in zu großer Ausdehnung als ungegliedertes Tertiär dar.

Aber in der Arbeit von O. REIS 1921 über die Umgebung des Lembergs... (5. S. 310) finden wir eine kurze Notiz über das Gebiet: „Eine zweite Bucht (mitteloligozänen Meeressandes) ist gekennzeichnet durch die Linie Hallgarten—Bingert—Birkerhof (südlich der Nahe), welche ihre Verbreitung nach dem tertiären Lettenvorkommen auf dem Kafels und auf der Höhe zwischen Norheim und Hüffelsheim gehabt haben mag, letzteres transgrediert ohne eigentlichen Meeressand hier auf Porphy.“ REIS läßt die Frage offen, ob dieses Lettentertiär dem Rupelton, den Schleichsandmergeln oder den Cyrenenmergeln zugehört.

Für den Bau eines Dammes bei der neuen Talsperre in Niederhausen an der Nahe benötigte man größere Mengen eines tonigen Materials. Zur Gewinnung desselben wurde eine größere Grube nahe dem Punkt 210,4, dem Kreuzpunkt der Straßen Hüffelsheim—Waldböckelheim und Hüffelsheim—Niederhausen angelegt. (Siehe Karte Taf. 2.) Ferner wurden auf der Höhe zwischen Hüffelsheim und dem ebengenannten Kreuzpunkt 210,4 in nordsüdlicher Richtung für eine neue elektrische Überlandleitung Masten errichtet, welche die Ausschachtung tieferer Gruben erforderte.

Auf diese neuen Aufschlüsse machte mich Herr cand. rer. mont. G. PLESSOW aufmerksam, der in Gruben für die Leitungsmasten unmittelbar an der Straße Hüffelsheim—Niederhausen—Waldröckelheim Muschelreste gefunden hatte. Eine gemeinsame geologische Begehung wurde vorgenommen, der eine genauere Untersuchung der Vorkommen meinerseits folgte.¹⁾

Den besten Aufschluß in die tieferen Schichten gewährt die Tongrube südlich der Straße bei dem Punkt 210,4, wo sich folgendes Profil ergab:

1. 0,40—0,60 m umgelagerte tertiäre Tone mit Geröllen aus Naheschottern, die der altdiluvialen Hauptterrasse zugehören.
2. 1,30—1,50 m undeutlich geschichtete, braune, gelbe und grünlichgraue Tone mit rostfarbenen Streifen, feinsandig und etwas Glimmer führend, kalkfrei. Der Schlämmrückstand ergab Schiefertonschüppchen, Stückchen eines schaligen Brauneisenerzes, feinen weißen Quarzsand, Gips und wenige Glimmerschüppchen. Keine Foraminiferen.

¹⁾ Die geologische Karte (Taf. 2) ist unter weitgehender Mithilfe von Herrn PLESSOW entstanden, wofür ihm hiermit gedankt sei.

3. etwa 6,00 m (durch einen Entwässerungsbrunnen erschlossen) vorwiegend dünnstiefrige schokoladebraune Tone mit zahlreichen Gipskrystallen, die bis 2 cm groß werden, kalkfrei. Der Schlämmrückstand wies die gleichen Stückchen eines schaligen Brauneisenerzes auf, ferner feine eckige Quarzkörnchen, eisen-schüssige Sandsteinstückchen, Gips, wenige Glimmerschüppchen und unbestimmbare bernsteinfarbene Reste von Fischen, keine Foraminiferen.

Auf den Schichtflächen der Schiefer fanden sich Schuppen von *Meletta Heckeli* RZEHAKE, ferner ein 1 mm großer Fischwirbel wohl desselben Tieres und einige Schuppen mit konzentrischer Streifung, die Herr Dr. W. WEILER als *Clupeiden*-Schuppen bezeichnet. Diese, die mir sowohl aus dem elsässischen Fischschiefer (Amphisyleschiefer) als auch aus dem Mainzer Beckens bekannt sind, wurden, wie mir Herr Dr. WEILER in freundlicher Weise mitteilte, von KRAMBERGER als von *Barbus* aus dem Oligozän von Steiermark stammend beschrieben. MEYER erwähnt sie aus den sogenannten Sotzkaschichten und bezeichnet sie als *Barbus sotzkianus*. Endlich ein Steinkern und Abdrücke von *Nucula* cf. *piligera* SANDB., endlich die undeutliche Hohlform eines kleinen Cerithium ähnlichen Gastropoden.

Die stiefrige Ausbildung der Tone, die Färbung derselben, das Fehlen von Foraminiferen, die gewöhnlich auf bestimmte Lagen der Fischschiefer beschränkt sind, und das Auftreten von Fischresten zusammen mit *Nucula* läßt den Schluß zu, diese Tone als Fischschiefer oder mittleren Rupelton zu bezeichnen.

Einen weiteren Einblick in die Tertiärschichten bieten die Gruben für das Einsetzen der Masten der elektrischen Hochspannungsleitung. Die Grube unmittelbar an der Straße, in etwa 230 m NN (bei km 6) zeigt einen grünlich-grauen, teils kalkfreien, teils kalkhaltigen Ton (Mergel) mit verhältnismäßig zahlreichen Schalen von *Cyrena convexa*, einige noch mit Farbresten und wenigen Schalenresten von *Cytherea* sp. und *Potamides plicatus*. Im Schlämmrückstand fand sich ferner weißer Quarzsand, wenige Glimmerschüppchen und Brocken eines eisenhaltigen Sandsteins, ferner Schalenreste von *Cyrena* und *Potamides* nebst einem Ostracodenschälchen. Zugleich mit den Mergeln traten größere Stücke eines gelblichweißen dichten harten Kalksteins mit sehr feiner Streifung auf, wie ich diesen an der Grenze der Schleichsande zu dem Cyrenenmergel bei Volxheim feststellen konnte. (6. S. 47.) In den Gruben auf der Anhöhe, die von der Straße nach Norden noch um wenige Meter ansteigt, fanden sich ebenfalls *Cyrena convexa* führende Mergel. Dazu treten noch rötlichbraune und graue Kalke, die denjenigen gleichen, die sich an den Hängen des rheinhessischen Plateaus über den brackischen Cyrenenmergeln einstellen. Es sind etwas sandige bis kieselige Kalke, die bei dem Anschlagen einen bituminösen Geruch erkennen lassen. An Fossilresten fanden sich: *Helix* sp., *Lymnaea* cf. *fabula* (BRONQUIART), *Planorbis* cf. *cornu* (BRONQUIART), Charfrüchtchen und Pflanzenhäcksel.

Die *Cyrena* führenden Schichten finden sich auf der ganzen Anhöhe westlich von Hüffelsheim, etwa zwischen der Höhenkurve 225 m und 233 m, sie haben also eine Mächtigkeit von etwa 8 m. Bei dem Feldweg, der von Hüffelsheim westwärts führt, liegt in 220 m eine Grube für einen elektrischen Leitungsmast, die einen stärker sandigen, kalkfreien, gelben und gelbgrauen Ton

enthält. Der Schlämmrückstand ergab einen größeren Rückstand von eckigem, weißem Quarzsand und olivgrünen Quarzkörnern, Glimmerschüppchen, Gipsblättchen und zahlreiche zertrümmerte Schalenrestchen von vermutlich *Cytherea* sp., einige Fischknöchelchen und an Foraminiferen 2 Formen: *Bolivina beyrichi* cf. *melettica* ANDREAE. Das Gestein wie die Fossilführung läßt auf Schleichsand schließen. Vereinzelt findet sich auch größere, wenig gerundete, stark verkieselte Süßwasserkalke (Chalcedon) mit zahlreichen Hohlräumen, von denen einige erkennen lassen, daß sie durch Auslaugung von Fossilien (*Helix*) entstanden sind. Sie fanden sich häufig in der Pliozänterrasse am Schloß Rheingrafenstein und sind vermutlich die verkieselten Süßwasserkalke, die als einzige Reste bei der Abtragung der an sich weichen Süßwasserschichten zurückblieben und später nur einen geringen Wassertransport erfahren haben. Von großem Interesse wäre es, diese verkieselten Süßwasserkalke nach dem Innern des Pfälzer Berglandes hin zu verfolgen. Bei einer Begehung der Höhe zwischen Nahe und Glan bei St. Antoniushof, etwa 3 km südlich von Staudernheim und 12 km SW von Hüffelsheim fand ich in vermutlich pliozänen Schottern auch Blöcke dieses verkieselten Kalkes in etwa 315—320 m NN.

Die gleichen gelbgrauen, sandigen Tone treten nordöstlich von Traisen auf. Zwischen Hüffelsheim und Traisen sind diese Tone offenbar auch vorhanden und nur durch den Löß der Sicht entzogen. Dafür sprechen die alten Ortsbrunnen in Hüffelsheim, die durch den Löß hindurchgehen und in einer dünnen Kiesschicht über wasserundurchlässigen Tonen Wasser erschließen. Ein Brunnen nahe am Ortsausgang von Hüffelsheim steht mit etwa 18 m Tiefe in diesen Tonen. In der Senke nördlich von Hüffelsheim liegen wahrscheinlich bis 160 m NN noch tertiäre Tone, die aber eine starke Umlagerung am Gehänge erfahren haben und deren Charakter nicht sicher erkannt werden konnte, die aber vermutlich umgelagerte und verlehnte Rupelton sind.

Die Untersuchung der Bodenproben aus den neuen Aufschlüssen ergaben also das Vorkommen von mittlerem Rupelton (Fischschiefer), Schleichsandmergel, brackischem Cyrenenmergel und Süßwasserkalken. Einerseits ist auf fallend die Gleichheit der Ausbildung der Schichten wie im Innern des Mainzer Beckens, besonders daß sich auch Kalksteine etwa an der Grenze von Schleichsand und Cyrenenmergel einstellen. Die Kalkarmut der Tone, äußere in den fossilführenden Cyrenenmergeln, rührt wohl daher, daß sich in dem Rotliegenden, das die Umgebung und den Untergrund des Meeres bildete, gar kein Kalk oder nur sehr wenig findet. Andererseits fällt sofort in diesem Gebiet die geringe Mächtigkeit der Schichten auf.

Bis zu etwa 209 m NN tritt in der großen Tongrube mittlerer Rupelton (Fischschiefer) auf. Der brackische Cyrenenmergel findet sich von mindestens 225 m NN an. Es verbleibt also für den ganzen oberen Rupelton und die Schleichsande nur etwa 16 m, während diese Ablagerungen im Innern des Beckens, ja noch am Rande desselben mindestens eine Mächtigkeit von 65 m aufweisen. Auch der brackische Cyrenenmergel ist offenbar stark in seiner Mächtigkeit zurückgegangen, da hier schon die Kalke der Süßwasserzone sich in den obersten Lagen des Cyrenenmergels einstellen, dieser also kaum 8 m stark wird, d. h. die halbe Mächtigkeit erreicht, wenn schon es möglich ist, daß ein Teil des Cyrenenmergels bereits abgetragen wurde und die Süßwasserkalke infolge ihrer Härte auf dem etwas denudierten Cyrenenmergel zurück-

blieben. Für eine Störung, die zwischen der Grube mit den Fischschiefern und dem 200 m östlich gelegenen Cyrenenmergel angenommen werden müßte, um auf andere Weise die verringerte Mächtigkeit der Schichten zu erklären, liegen keinerlei Anhaltspunkte vor.

Bemerkenswert ist, daß die tonigen Tertiärschichten, die offenbar dem Rupelton und dem Schleichsand angehören, nordöstlich von Traisen bis in 220 m NN unmittelbar am Porphyrrand auftreten, während in dem Tälchen unmittelbar östlich von Traisen, zwischen 220 und 230 m (siehe Karte Taf. 2) Meeres- sand und Küstengerölle mit der großen Auster *Ostrea callifera* anstehen. Es muß also zwischen diesem Vorkommen und dem Cyrenenmergel von Hüffelsheim, der etwa in gleicher Höhe liegt (225—233 m NN), eine Störung durchziehen, die etwa mit der Westgrenze des Porphyrs des Rotenfels zusammenfallen dürfte. Etwa 4 km westlich des Cyrenenmergels von Hüffelsheim liegen die wegen ihres Fossilreichtums bekannten Meeressandvorkommen von Waldböckelheim am Welschberg und Lindberg (auf den neueren Karten Heimberg) in Höhen hauptsächlich zwischen 250 und 300 m NN.

Es stellt das Hüffelsheimer Gebiet also, relativ gesprochen, eine eingesunkene Scholle zwischen dem Welschberg—Lindberg (Heimberg) im Westen und dem Rotenfels im Osten dar. Nur dieser Lage des Gebietes ist es zuzuschreiben, daß die Schichten des Schleichsandes, der Cyrenenmergel und der Süßwasserkalke bei der in nacholigozäner Zeit in diesem Gebiet einsetzenden Denudation erhalten blieben, und uns so ein Zeugnis von der weiten Verbreitung des Cyrenenmergels nach Westen in das Pfälzer Bergland hinein hinterlassen konnten.

O. REIS (4. S. 266) macht ferner auf gelegentliche Aufschlüsse neben dem Lohrhöfer Wald zwischen Traisen und Rüdesheim bei Kreuzgach in Letten aufmerksam, die er als Cyrenenletten, welche dem Porphyr unmittelbar aufliegen, anspricht. Zurzeit konnte ich leider keine genaue Bestimmung dieser Schichten vornehmen. Sie schließen sich östlich an das Vorkommen von Hüffelsheim an und deuten auf eine Verbindung über Kreuznach mit dem eigentlichen Mainzer Becken hin. Wir sehen also, daß bis in die Zeit der Süßwassermergel dieses im Südwesten des Mainzer Beckens gelegene Randgebiet, wo heute vorwiegend die rotliegenden Untergrundsgesteine zu Tage liegen, noch von Brackwasser und Süßwasser in größerem Umfange bedeckt waren. Es ist dies das Gebiet der alten rotliegenden Nahemulde. Offenbar stellte diese noch bis gegen Ende des Oberoligozäns ein tiefliegendes Gebiet mit senkender Tendenz dar. Verfolgen wir die Nahemulde weiter in nordöstlicher Richtung nach Langenlonsheim hin, so treffen wir etwa 1 km westlich des Ortes in einer eingesunkenen Scholle unmittelbar an Oberrotliegendes anstoßend ebenfalls fossilführende Cyrenenmergel (siehe Kärtchen Taf. 3), die offenbar die gleichen sind, von denen schon WEINKAUFF (7. S. 72) 1859 spricht.

Die Verkürzung der Mächtigkeit der Schichten bei Hüffelsheim zeigt ferner, daß die Senkung sich im Randgebiet viel langsamer vollzog als in dem eigentlichen Mainzer Becken oder gar in dem Gebiet des inneren Rheintalgrabens, wo die Mächtigkeiten ganz bedeutend anschwellen.

Wir nahmen an, daß die Nahemulde noch im Oberoligozän in einer Senkung begriffen war, so daß sich hier noch Ablagerungen in jener Zeit bilden konnten, die uns in später entstandenen Gräben, vor der Abtragung geschützt,

erhalten blieben. Der südlich an die Nahemulde anschließende Pfälzer Sattel zerfällt nach O. REIS (4) in verschiedene Teilsättel und Mulden, und ich wies schon 1923 (8. S. 82) auf die Verstärkung der Meeressande in den beiden Teilmulden des Pfälzer Sattels, der Wendelsheimer und der Fürfelder Mulde hin. Hier wären also die Gebiete, wo noch Reste des Cyrenenmergels gefunden werden könnten. Es liegen denn auch tatsächlich auf den Höhen des Porphyrs (260 m NN) südöstlich von Neu-Bamberg (Horn) fossilführende Reste des oberen Schleichsandes, so daß man, bei Berücksichtigung der inzwischen erfolgten Abtragung, annehmen kann, daß auch noch Cyrenenmergel hier zum Absatz gekommen ist.

Wichtiger für unsere Frage ist aber eine Bemerkung von H. SCHOPP in den Erläuterungen zu Blatt Fürfeld bei Besprechung der Meeressande (9. S. 61): „Südlich von Fürfeld, dicht an dem Wege, der nach dem bayrischen Dorfe Winterborn führt, liegt in der Nähe des Punktes, welcher auf der Karte mit „Steinmahl“ verzeichnet ist, eine Sandgrube, aus welcher der Meeressand bis auf wenige geringe Reste hinweggenommen ist. Das Liegende des Sandes sind Arkosesandsteine der Tholeyer Stufe. In einem unmittelbar an diese verlassene Sandgrube anstoßenden Steinbruch wurden früher viele Werkstücke für Bauten ebenfalls aus Arkosesandstein gewonnen. In beiden Lokalitäten bilden diese Sandsteine nach der Westseite hin hohe steile Wände. Auf der oberen Kante dieser Wände liegen mehrere Meter mächtige Tone in Form eines schmalen nur wenige Schritte breiten Bandes, die als echter Cyrenenmergel angesprochen werden müssen. Es wurden darin die Leitfossilien wie *Cyrena semistriata* DESH., *Corbulomya crassa* SANDB. und *Cerithium plicatum* BRUG. var. *papillatum* in vortrefflicher Erhaltung und in großer Menge gefunden.“ Hier sehen wir also noch etwa 6 km von den großen Randstörungen, die das eigentliche Mainzer Becken vom Pfälzer Bergland trennen, entfernt, in diesem die Anwesenheit der Cyrenenmergel bestätigt. Bedenken wir, daß im Bruchgebiet selbst z. B. Hackenheim oder westlich von Alzey (siehe Kärtchen Taf. 3) sowohl der Cyrenenmergel als auch die Süßwasserschichten in großer Mächtigkeit anstehen, so läßt diese Tatsache vermuten, daß überall in alten Senken, die sich vom Mainzer Becken im engeren Sinne nach Südwesten in das Pfälzer Bergland hineinstreckten, sich die Gewässer der Cyrenenmergel wie der Süßwasserschichten in dieses hinein verbreiteten.

Wir sehen die Meeressande bzw. den Rupelton innerhalb des Pfälzer Berglandes sowohl auf den Teilsätteln und Teilmulden des Pfälzer Sattels wie in der Nahemulde bis zu einer Linie verbreitet, die von Alzey südlich von Wendelsheim und Fürfeld über Feil-Bingert nach Sobernheim in das Nahe-tal bis gegen Kirn hin verläuft. Bis zu dieser Südgrenze können wir zwar nicht überall die Cyrenenmergel oder gar die Süßwasserschichten nachweisen; nur das Fürfelder Cyrenenmergelvorkommen liegt an dieser Grenze, aber wir müssen bedenken, daß die höheren Schichten infolge der Abtragung in viel geringerem Maße erhalten sein können als die tieferen, die durch sie geschützt wurden.

Beachtenswert ist, daß wir innerhalb dieses Verbreitungsgebietes von Meeressand und Rupelton bei Fürfeld eine Transgression des Cyrenenmergels unmittelbar auf Unter-Rotliegendem, bei dem Lohrwald von Kreuznach nach O. REIS auf Porphyry und bei Langenlonsheim ein Übergreifen der Schleich-

sande auf Ober-Rotliegendem, bei Neu-Bamberg (Horn) und am Rheingrafensteinen Schloß auf Quarzporphyr haben.

Offenbar war der Teil des Pfälzer Berglandes, in dem das Rupeltonmeer im Mitteloligozän seinen Einzug hielt, ein reichgegliederter mit starken Höhenunterscheiden, so daß bei der bis gegen Ende des Oligozäns allgemein herrschenden senkenden Tendenz viele Inseln erst zur Zeit des Schleichsandes oder der Cyrenenmergel untertauchten und zwar infolge der Verlangsamung des Senkprozesses in ein seichtes und sich langsam aussüßendes Meer, das nur gering mächtige Ablagerungen hinterlassen hat. Möglicherweise sind auch in diesen Randgebieten des Pfälzer Berglandes während der Bildungszeit von Schleichsand und Cyrenenmergel lokale Senkungen an alten wieder auflebenden Störungslinien erfolgt, so daß von dicht nebeneinander liegenden Gebieten einige schon trocken gelegt wurden, während andere noch untertauchten. Damit wird die Vermutung ausgesprochen, daß die Niveauverschiebungen an Störungen, welche verursachten, daß uns heute noch Reste der Schleichsande, des Cyrenenmergels oder gar noch der Süßwasserzone innerhalb des Pfälzer Berglandes erhalten blieben, schon zur Bildungszeit dieser Schichten einsetzten.

Was den Taunusrand anbelangt, so zeigt die geologische Karte von KOCH, Blatt Eltville 1:25 000 (10) deutlich im Vorland nicht nur das Vorhandensein von brackischen Cyrenenmergeln, sondern auch der Süßwasserschichten über den letzteren, und bei dem Dorfe Hallgarten liegt der brackische Cyrenenmergel nach KOCH auf dem paläozoischen Gebirge (siehe Kärtchen Taf. 3). Das Kärtchen von W. WENZ betr. die Verbreitung der Süßwassermergel (siehe S. 332) bedarf am Taunusrand wie im Pfälzer Bergland eine Änderung.

Die Ansicht muß aufgegeben werden, daß mit Beginn der Bildung der Schleichsande eine derartige Hebung im Mainzer Becken und seiner Randgebiete eintrat, daß eine Verengung des Meeresbeckens nach dem Pfälzer Bergland und dem Taunus hin eintrat. Es findet in den Randgebieten offenbar nur eine Verlangsamung der Senkung und damit eine Abnahme der Wassertiefe und der Mächtigkeit der Sedimente statt. Erst nach der Aussüßung tritt eine Verlandung und eine derartige Hebung des Gebietes ein, daß die mit den Certhienschichten neu einsetzende Meerestransgression das Pfälzer Bergland nicht mehr erreichte. Erst die weitgehende Überflutung zur Zeit der Bildung der Schichten mit *Hydrobia inflata* (Corbículaschichten) scheint auch westlich von Alzey bis in die Wendelsheimer Bucht nach H. SCHOPP (9. S. 65) „Cerithienkalk“ in das Pfälzer Bergland wieder vorgedrungen zu sein.

Schriftenverzeichnis:

1. W. WENZ, Zur Paläogeographie des Mainzer Beckens. Geologische Rundschau, Bd. V, Heft 5 und 6, S. 323 f. 1914.
2. R. LEPSIUS, Das Mainzer Becken. Darmstadt 1883. S. 85.
3. K. GEIB, Der Südwesten Rheinhessens in Geologie und Vorgeschichte. Mainz 1922. S. 12.
4. O. REIS, Erläuterung zu dem Blatt Donnersberg. Geognostische Karte von Bayern, Tektonische Übersichtskarte. München 1921.
5. O. REIS, Die Umgebung des Lemberges und Bauwaldes zwischen Münster a. Stein, Altenbamberg und Odernheim. Geogn. Jahreshefte 1918/19, XXXI/XXXII, Jahrg. 1921. München.

6. W. WAGNER, Erläuterungen zur Geologischen Karte von Hessen, Blatt Wöllstein-Kreuznach. Darmstadt 1926.
7. H. C. WEINKAUFF, Die tertiären Ablagerungen im Kreise Kreuznach. Verhandl. d. naturhist. Ver. d. preuß. Rheinlande u. Westphalens. Jahrg. XVI. S. 65 f. Bonn 1859.
8. W. WAGNER, Die Lagerungsverhältnisse am Westufer des Mainzer Beckens bei Kreuznach und die Kochsalzquellen von Bad Kreuznach und Bad Münster a. Stein. Notizbl. d. Ver. f. Erdkunde und der Hess. Geol. Landesanst. Darmstadt. V., Heft 6. 1923.
9. H. SCHOPP, Erläuterungen zur Geolog. Karte von Hessen. Blatt Fürfeld. Darmstadt 1913. S. 61.
10. C. KOCH, Geolog. Karte von Preußen. Blatt Eltville. 1875—1879.

Ueber einen Basaltdurchbruch südwestlich Messel unweit Darmstadt.

Von OTTO DIEHL.

Bei bodenkundlichen Untersuchungen im Revier des Forstamts Kranichstein lernte ich ein Basaltvorkommen kennen, das ganz besonderes geologisches Interesse beanspruchen dürfte. Es handelt sich um einen Basaltfleck von kaum mehr als 100 m Länge mit einem kleinen Steinbruch, in welchem die Forstbehörde gelegentlich für Beschotterungszwecke Steine brechen läßt. Das Vorkommen liegt da, wo die vom Forsthaus Kalkofen kommende und nach Messel führende Hanauer Straße von der Speyer-Hügel-Schneise gekreuzt wird und ist auf der geologischen Karte (Blatt Messel) eingetragen.

Schon KLEMM¹⁾ hat dieses und viele andere kleinere Basaltvorkommen als Durchbrüche aufgefaßt, aber erst in neuerer Zeit ist der Aufschluß in dem kleinen erwähnten Steinbruch derart günstig geworden, daß die Durchbruchsnatur ohne weiteres zu erkennen ist.

Das vom Basalt durchschlagene Gestein gehört zum Rotliegenden. Es handelt sich um Sandsteine, die vielfach Gerölle führen und sich von Darmstadt bis über Dietzenbach in einer durchschnittlichen Breite von etwa 8 km erstrecken. Diese vermutlich zum mittleren Rotliegenden zu stellenden Schichten liegen im Süden mit geringer Mächtigkeit dem Grundgebirge des Odenwaldes auf, weiter nach Norden gewinnen sie aber ganz bedeutend an Mächtigkeit, denn bei Sprendlingen ist das Grundgebirge erst in 270 m Tiefe unter Rotliegendem erhohrt worden.¹⁾ Noch weiter nördlich verschwindet dieses Gestein unter diluvialen Sanden, Schottern und tertiären Sedimenten des Maintales.

Im Osten werden die rotliegenden Schichten von vermutlich pliocänen Tonen bedeckt, im Westen dagegen schneiden sie an der Haupttrandspalte der oberrheinischen Tiefebene ab, um viel jüngeren Ablagerungen den Platz zu räumen. In der Hauptsache handelt es sich da um diluviale Flug- und Flußsande nebst recht mächtigen Tonen, die vielfach abgebaut werden. Auch finden sich einige wenige tertiäre, kalkige Schollen, die an der Hauptstörung wohl abgesunken, dann aber hängen geblieben und so uns erhalten sind. Sie werden uns noch zu beschäftigen haben.

Nahe bei Darmstadt, aber auch unmittelbar bei Messel und in dem Gebiet zwischen Offental, Dietzenbach und Urberach liegen den rotliegenden Sedimenten Melaphyre auf, die heute als mehr oder weniger große Flecken auf der Karte erscheinen, ehemals aber eine zusammenhängende Decke gebildet

haben mögen. Diese Melaphyre sind fast stets unfrisch, sie haben meist etwas rötliche Färbung und oft die bekannte Mandelstruktur. Dabei sind die Mandeln vielfach von kohlen saurem Kalk erfüllt, was jedenfalls auf eine durchgreifende Umwandlung der ganzen Gesteinsmasse hinweist. Der Verwitterungsboden der Melaphyre ist deshalb so gut wie immer etwas kalkhaltig, während derjenige der rotliegenden Sandsteine, wenigstens in dem erwähnten Forstrevier, den Kalk entbehrt.

Die Melaphyre und Rotliegendeschichten werden schließlich noch hie und da von Flugsanden bedeckt, die nur da in 2—3 m Tiefe ihren Kalk behalten haben, wo sie zu mächtigeren Dünen zusammengeweht sind. Große Mengen dieser Sande gemeinsam mit Bestandteilen der verwitterten rotliegenden Sandsteine sind in den Tälern zusammengeschwemmt worden.

Nur rund 1 km östlich der Hauptrheintalverwerfung liegt nun mitten im Wald unser Basaltdurchbruch.¹⁾

An der Ostseite des kleinen Bruches bietet sich dem Beschauer folgendes Bild: Zur Linken sieht man den anstehenden blauschwarzen Basalt in größeren klotzigen Massen abgesondert. Ziemlich unvermittelt folgt nach rechts eine faustgroße Zerstückelung des Basaltes, die etwa 1,7 m weit sich erstreckt, darauf wiederum ohne Übergänge eine über 2 m breite Zone, die rechts an dem Rotliegenden abschneidet. Diese beiderseits fast senkrecht begrenzte Zone ist offenbar ein Stück von dem Mantel des zylindrischen Basaltstieles, von fast schneeweißen, kalkig-tonigen Adern, kreuz und quer, namentlich aber von oben nach unten durchzogen und dadurch in eckige, kaum mehr als nußgroße Basaltstücke zerlegt, denen sehr wenig Bestandteile des Nebengesteins beigemischt sind. Besonders ist der Kontakt mit dem rotliegenden Sandstein durch Kalkmassen gekennzeichnet. Aber auch das vom Basalt durchbrochene Gestein enthält kohlen sauren Kalk. Man sieht deutlich, wie der Kalk, jedenfalls in Gestalt von heißen Lösungen, nicht nur in die wagrechten Schichtfugen des vielleicht durch den eruptiven Vorgang gelockerten Sandsteins gedrungen ist, sondern auch, freilich in bescheidenerem Maße, das ganze Gestein innerhalb des Aufschlusses durchtränkt hat. Nur die mit Schutt bedeckten oberen Teile sind nachträglich durch Sickerwässer wieder kalkfrei geworden.

Einige taschenförmige, nach unten spitz zulaufende Spalten sowohl im rotliegenden Sandstein als auch in dem stark gelockerten kontaktnahen Basalt fallen durch ihre Ausfüllung mit eisenschüssigem, braunem Sand auf. Ihre unmittelbare Umgebung ist im Betrage von 5—10 cm wie auch der Sand selbst kalkfrei. Jedenfalls haben einst stärkere Baumwurzeln in dem lockeren Untergrund Platz gefunden, sie sind später abgestorben, der entstandene Humus wurde durch Regenwasser beseitigt und der umgebende Kalk dabei ausgelaugt. In diese Lücken ist später der braune Sand eingeflößt worden.

Der Kalk ist aber nicht nur an diese Kontaktzone gebunden. Der ganze Basalt ist mit Einschluß des ebenfalls noch etwas aufgeschlossenen zentralen Teiles von Klüften und feinen Rissen durchzogen, die mit Kalkspat erfüllt sind. Auch der Dünnschliff läßt feinste Haarrisse erkennen, in denen Kalkspat leicht nachzuweisen ist.

Die ganze Art, wie der Kalk den Basalt und den rotliegenden Sandstein durchsetzt und durchtränkt hat, führt zur Annahme, es müßte zur Zeit des

¹⁾ Herr Forstrat STRACK hatte die Güte, den Aufschluß von Schutt und überhängendem Gestrüpp befreien zu lassen, wofür ihm auch an dieser Stelle herzlich gedankt sei.

Basaltaufstieges das Rotliegende noch mit stark kalkhaltigen Sedimenten bedeckt gewesen sein.

Auch das mikroskopische Bild des Basaltes selbst bietet Neues. Eine erhebliche Anzahl von recht gut entwickelten großen Olivinen geben dem Gestein echt porphyrischen Charakter. Diese mit den üblichen Picotiteinschlüssen versehenen Olivine sind nur randlich und auf einigen Spalten serpentiniert, im übrigen völlig farblos. Größere Augite sind selten und dann etwas pleochroitisch in violetten und gelben Tönen. Die Grundmasse besteht in der Hauptsache aus recht dicht gelagerten bräunlichgelben Augitsäulchen. In den Lücken zwischen diesen Kleinaugiten finden sich zwar ab und zu einige kleine Olivine, vielleicht auch etwas farbloses Glas, in den allermeisten Fällen handelt es sich aber um rundliche Körner von Leucit mit mehr oder weniger gut ausgebildeten Einschlußkränzen oder wenigstens einer sehr charakteristischen Anhäufung von Einschlüssen. Ohne allen Zweifel haben wir es mit Leuciten zu tun, die allerdings nur eine Größe von höchstens 0,05 mm erreichen. Ab und zu finden sich auch blaue Hauyne mit den bekannten orientierten Einschlüssen.

Wie die Untersuchung im Anschliff lehrt, besteht das Erz des Basaltes aus Magneteisen, und zwar handelt es sich um zwei deutlich unterscheidbare Generationen. In mäßiger Anzahl liegen größere Körner vor, viel zahlreicher sind sie aber in kleiner und bedeutend besser kristallographisch begrenzter Ausbildung.

In Kontaktnähe geschlagene Handstücke, und nur diese, enthalten aber an Stelle der ersten Magneteisengeneration durchweg Perowskit, der braun durchsichtig oder wenigstens durchscheinend und unregelmäßig begrenzt ist. Im übrigen liegt aber dasselbe Bild vor. Es scheint demnach der Basalt in Kontaktnähe aus der Umgebung und nicht etwa aus großer Tiefe Kalk aufgenommen und resorbiert zu haben.

Das Gestein ist feldspatfrei und früher offenbar wegen seines angeblichen Gehaltes an farblosem Glase für einen Limburgit gehalten worden. Ich muß dies Gestein natürlich nach dem eben geschilderten mikroskopischen Befund zu den Leucitbasalten stellen, wie sie ja im Vogelsberg nicht einmal selten sind.

Da das Vorkommen von Leucit in den Basalten des nördlichen Odenwaldes entweder nicht bekannt war oder gar, jedenfalls mit Bezug auf die Arbeit MÖHLS²⁾, bestritten worden ist³⁾, schenkte ich dieser Frage besondere Beachtung und fand, daß der beschriebene Leucitbasalt südwestlich Messel nicht allein steht. Nicht nur das größere Basaltvorkommen an der Darmstadt—Dieburger Straße in der Südostecke des Blattes Messel, sondern auch der bekannte Durchbruch des Otzberges auf Blatt Groß-Umstadt enthält Leucit in ganz ähnlicher Entwicklung, wie wir es in unserm kleinen Basaltbruch gefunden haben. Ich muß jedenfalls den Angaben MÖHLS Recht geben. Auch noch an anderen Punkten des nördlichen Odenwaldes habe ich im Basalt Leucit nachgewiesen, so daß die Vermutung wohl nicht zu weit geht, es sei ein großer Teil der Odenwaldbasalte auf einen Magmaherd zurückzuführen und gleichzeitig entstanden.

Und damit kommen wir auf das Alter unseres Basaltdurchbruches zu sprechen. Schon KLEMM¹⁾ vermutete, die Basalte des Blattes Messel und seiner Umgebung seien tertiär, ebenso die Monchiquite und Trachyte in der dortigen

Gegend. Eine Altersbestimmung mußte deshalb unterbleiben, da die jüngsten von den Basalten durchbrochenen Schichten wenigstens auf Blatt Messel rotliegende sind.

Nun scheint aber der Basaltdurchbruch an der Hanauer Straße etwas Licht auf diese Frage zu werfen, denn wir haben bei der Beschreibung des Aufschlusses von den Kalkmassen gehört, die sich am Kontakt des Basaltes mit dem Rotliegenden und in seiner Umgebung einstellen und den Mineralbestand des Basaltes beeinflußt haben. Es fragt sich nun, wo dieser Kalk wohl herkommt. Jedenfalls scheint doch der rotliegende, geröllführende Sandstein zur Zeit der Eruption des Basaltes von kalkhaltigen Schichten bedeckt gewesen zu sein. Da könnten die Plattenkalke des Rotliegenden selbst, Zechstein und kalkige Sedimente der Trias und des Jura und schließlich solche der Tertiärzeit in Frage kommen.

Nach KLEMM haben wir aber die rotliegenden Plattenkalke in der Tiefe zu erwarten, da sie vom Nordrand des Blattes Messel nach Süden einzufallen scheinen.¹⁾

Ferner weisen die mitteleozänen⁶⁾ bituminösen Schiefer südlich Messel, die sog. Messeler Braunkohlen, darauf hin, daß schon zu Beginn der Tertiärzeit die Umgebung Messels bis auf das Rotliegende entblößt, daß also Zechstein, Trias und Jura, soweit sie überhaupt dort zur Ablagerung gekommen sind, schon abgetragen waren. Denn wir wissen, daß das Liegende der Messeler Braunkohlen teils aus Rotliegendem, teils aus Granit und Diorit besteht.⁴⁾ Auch drüben über dem Rhein liegen ja die ältesten tertiären Sedimente Rheinhessens auf Rotliegendem. Das stimmt mit der Tatsache überein, daß an den Rändern des Oberrheintalgrabens die tertiären Ablagerungen auf um so älteren Schichten ruhen, je weiter wir nach Norden gehen.⁹⁾

Was liegt da näher, als an eine Bedeckung des Rotliegenden zur Zeit der Basaltdurchbrüche durch miozäne tonig-kalkige Ablagerungen zu denken, zumal sie noch heute nicht viel mehr als 1 km südsüdwestlich des Durchbruches und südlich und nördlich davon als Schollen am durch eine Störung abgeschnittenen Rotliegenden hängen?

Diese nach ihrem Fossilgehalt¹⁾ als untermiozän anzusprechenden Schichten sind jedenfalls nördlich von Darmstadt in viel größerer Mächtigkeit vorhanden gewesen als südlich davon, falls sie hier überhaupt zur Ablagerung gekommen waren. (Vergl. die Kärtchen der Verbreitung des Tertiärs in 9). Diese Annahme erhält dadurch eine Stütze, daß sowohl nördlich der heute entblößten Rotliegendmassen als auch östlich von ihnen in dem Main—Gersprenz-Graben diese miozänen Ablagerungen in Bohrungen einwandfrei und in erheblicher Mächtigkeit nachgewiesen worden sind.^{7 u. 8)}

Nach erfolgtem Absinken sowohl westlich im Rheintal als auch östlich im Gersprenz-Graben sind diese das Rotliegende bedeckenden, kalkhaltigen Schichten miozänen Alters namentlich in diluvialer Zeit abgetragen und aufbereitet worden. Es ist deshalb nicht zu verwundern, daß nördlich von Darmstadt, westlich der Hauptrheintalstörung unter jungdiluvialen Sanden recht mächtige altdiluviale, kalkhaltige Tone, die in Gruben heute abgebaut werden, daneben auch schneeweiße Quarzsande sich vorfinden, wie sie südlich Darmstadt in dieser Beschaffenheit nicht nachweisbar sind.

Aus all diesen Erwägungen heraus ist es zwar nicht erwiesen, aber doch sehr wahrscheinlich gemacht, daß der Basaltdurchbruch südwestlich Messel in obermiozäner Zeit erfolgt ist, und daß die Basalte des nördlichen Odenwaldes überhaupt etwa dasselbe Alter besitzen wie viele Basalte des Vogelsberges.

Schriftenverzeichnis:

1. G. KLEMM, Erläuterungen zur geologischen Karte des Großh. Hessen, 1:25 000. Blatt Messel. 2. Auflage. Darmstadt 1910.
2. MÖHL, Die südwestlichen Ausläufer des Vogelsgebirges. Offenbacher Verein. 14. Bericht. 1873. S. 51—100.
3. C. CHELIUS und CHR. VOGEL, Erläuterungen zur geol. Karte des Großh. Hessen, 1:25 000. Blatt Groß-Umstadt. Darmstadt 1894.
4. A. STEUER, Die Braunkohlenbildungen im Großh. Hessen und benachbarten Gebieten. Handbuch für den Braunkohlenbergbau. W. Knapp, Halle 1907. S. 97—98.
5. R. LEPSIUS, Die oberrheinische Tiefebene und ihre Randgebirge. Stuttgart 1885.
6. O. HAUPT, Die Paläohippiden der eoziänen Süßwasserablagerungen von Messel bei Darmstadt. Abh. d. Hess. Geol. Landesanst., Band IV, Heft 4. Darmstadt 1925.
7. W. SCHOTTLER und O. HAUPT, Der Untergrund der Mainebene zwischen Aschaffenburg und Offenbach.
Dieses Notizblatt. V. Folge, Heft 5. 1923.
8. W. SCHOTTLER, Bohrergebnisse aus der Mainebene.
Dieses Notizblatt. V. Folge, Heft 9. 1926.
9. W. WENZ, Das Mainzer Becken und seine Randgebiete. Heidelberg 1921.

Beiträge zur Geologie und Petrographie des Buntsandsteins im Odenwald.

II. Petrographie¹⁾

2. Die Gemengteile des Buntsandsteins und die Gesteine der einzelnen Buntsandsteinstufen.

Von W. HOPPE, Jena.

Mit Tafel 4—6 und 3 Abbildungen im Text.

Übersicht.

1. Einleitung . . . . .	.
2. Die Gemengteile	.
Tabelle des Verhältnisses Quarz:Feldspat und des Vorkommens von Glimmer . . . . .	.
3. Form und Größe der Gemengteile . . . . .	.
Tabelle dazu . . . . .	.
4. Die Gesteine der einzelnen Buntsandsteinstufen . . . . .	.
Grundkonglomerat, Karbonate und Sandsteine der Stufe su_1 — Schieferletten des	.
Unteren Buntsandsteins . . . . .	.
Sandsteine der Stufe su_2 — die Tigersandsteine des Unteren Buntsandsteins . . . . .	.
Sandsteine der Stufe sm_1 — Untere Geröllstufe (ECK'sches Konglomerat) des	.
Mittleren Buntsandsteins . . . . .	.
Sandsteine der Stufe sm_2 — der Pseudomorphosensandstein des Mittleren Bunt-	.
sandsteins . . . . .	.
Sandsteine der Stufe sm_3 — Feinkörniger Sandstein mit Lettenschichten des	.
Mittleren Buntsandsteins . . . . .	.
Sandsteine der Stufe sm_4 — Grobkörnige Sandsteine mit dem Kugelhorizont,	.
des Mittleren Buntsandsteins . . . . .	.
Sandsteine der Stufe sm_5 — Obere oder Hauptgeröllstufe des Mittleren Bunt-	.
sandsteins . . . . .	.
Sandsteine der Stufe so_1 — die Zwischenschichten des Oberen Buntsandsteins . . . . .	.
5. Chemische Verhältnisse . . . . .	.
6. Zusammenfassung . . . . .	.
Erklärung der Tafeln . . . . .	.

¹⁾ W. HOPPE, Beiträge zur Geologie und Petrographie des Buntsandsteins im Odenwald.

I. Stratigraphie und Fossilführung. Diese Zeitschrift, 5. Folge, 8. Heft, 1925, erschienen 1926, S. 7—114, Tafel 1—5.

II. Petrographie. 1. Die Struktur des Buntsandsteins und ihre Beziehungen zur Einkieselung und Bleichung. Diese Zeitschrift, 5. Folge, 9. Heft, 1926, erschienen 1927, S. 79—103, Tafel 6.

1. Einleitung.

Die Untersuchung erstreckt sich auf fast 200 Dünnschliffe aus allen Buntsandsteinstufen und allen Teilen des Odenwaldes. Besonderer Wert wurde darauf gelegt, nur genau im Aufschluß horizontmäßig festgelegtes Material zu behandeln. Im wesentlichen liegt hier nur die Dünnschliffuntersuchung vor. Einige mikrochemische Reaktionen wurden zur Unterscheidung von Kalkspat und Dolomit durchgeführt. Für die Bereitstellung von Mitteln zur Anfertigung von chemischen Analysen bin ich Herrn Bergrat SCHOTTLER sehr zu Dank verpflichtet, ferner ihm und Herrn Prof. KLEMM für Überlassung von Analysen der Hessischen Geologischen Landesanstalt. Erwünscht wäre noch eine genauere Bestimmung des Verhältnisses Quarz:Feldspat in den Sandsteinen und die Untersuchung der Schwergemengteile. Ich hoffe, später Mittel und Wege zur Ergänzung dieser Untersuchungen zu finden.

Anfertigung der Sandstein-Dünnschliffe. Ein Sandsteinsplitter wird von beiden Seiten aus bis auf 2—3 mm Dicke abgeschliffen. Auch die weicheren, tonigen Sandsteine besitzen noch soviel Zusammenhalt, um sich bis zu dieser Dicke abschleifen zu lassen. Der beiderseitig angeschliffene Splitter wird 15—25 Minuten in einem kleinen, verschließbaren Gefäß in Kanadabalsam gekocht. Der Balsam dringt dabei $\frac{1}{2}$ —1 mm und durch das Anschleifen überall gleich tief ein. Es entsteht auf diese Weise beiderseitig eine wenigstens $\frac{1}{2}$ mm dicke Schicht verfestigten Sandsteins, aus der sich der Schliff leicht anfertigen läßt. Der so vorbehandelte Splitter wird nun an einer Seite glattgeschliffen, auf den Objektträger gebracht und abgeschliffen. Dabei wird zunächst eine verfestigte Schicht abgeschliffen, dann die unverfestigte Zwischenschicht und aus der unteren, verfestigten Schicht wird der Schliff hergestellt. Auch aus den weichsten Sandsteinen ließen sich auf diese Weise genügend große und dünne Schliffe herstellen. Das Glattschleifen vor dem Kochen in Kanadabalsam hat den Vorteil, daß der Balsam gleichmäßig eindringt. Wird ein roher Splitter gekocht, so besteht die Gefahr, daß Teile unverfestigt bleiben, die in der Schliffebene herausbrechen.

Bei der Schliffuntersuchung wurde eine Einteilung in Haupt-, Neben- und Übergemengteile vorgenommen. Die Trennung von Haupt- und Nebengemengteilen erfolgte, allerdings nur nach Schätzung, nach dem Zahlenverhältnis 1:10. Als Übergemengteile wurden Mineralien bezeichnet, die nur vereinzelt und nur gelegentlich in Sandsteinen der gleichen Stufe auftreten. So finden wir gelegentlich Feldspat und Glimmer, in den meisten Fällen sind aber die Übergemengteile Erzkörner, Turmalin, Zirkon, Rutil und noch seltener Hornblende, Augit und Apatit.

2. Die Gemengteile.

Quarz.

Der Quarz ist in den meisten Fällen oder in sehr vielen klar. Es finden sich aber in ihm auch verschiedenartige Einschlüsse. Am häufigsten sind Flüssigkeitsporen, unregelmäßig verteilt oder in Reihen angeordnet. Kohlige und vielleicht auch tonige Verunreinigungen verleihen dem Quarz eine dunkle Farbe. Durch den Gehalt an Eisenoxyd oder Eisenhydroxyd mancher Quarzgemengteile entstehen hellrotbraune oder hellbraune Eisenkiesel. Oft sind als Einschlüsse ferner zu beobachten Eisenglanzblättchen, Rutilnadeln, Chlorit-schüppchen, verschiedene helle, bräunliche oder grünliche Glimmerminerale, ferner auch Hornblende und Apatit. Besonders zu erwähnen sind noch Quarzgemengteile, die in der Durchsicht dunkelgrau oder braun erscheinen. Die Farbe rührt von tonigen und anderen Beimengungen her und von Eisenverbindungen. Diese kiesigen Bildungen entsprechen jedenfalls den als Kieselschiefer beschriebenen Quarzen von WEISS (S. 87). Unter +N zeigt sich, daß die Mehrzahl der Quarzkomponenten gleichmäßig auslöscht. Häufig, und zwar ganz regellos in den verschiedenen Stufen, finden sich auch undulös auslöschende Quarze.

Seltener sind Quarzite als Gemengteile. Im l. p. L. weisen feine Linien auf die einzelnen Körnchen hin. Unter +N zeigen sich dann beim Drehen abwechselnd hell und dunkel werdende aggregatpolarisierende Körner. Sie sind unregelmäßig gelappt. Bei sehr kleinen Körnchen können bei den Umdrehungen die Grenzen verschwinden.

Über die Form und Größe des Quarzes wird in einem besonderen Abschnitt berichtet. Stets besitzen die Quarzite stark gerundete Formen. Sonst gilt allgemein, aber nicht immer, daß größere Gemengteile stärker beim Transport beansprucht sind. So finden wir beim Quarz alle Übergangsstufen von kugligen Formen bis zu scharfkantigen Splittern. Auf das zahlenmäßige Vorkommen des Quarzes im Vergleich zu den anderen Gemengteilen wird bei Behandlung der Gesteine der einzelnen Stufen eingegangen werden.

Feldspat.

Ein ungleich größeres Interesse als der Quarz beansprucht vom mineralogischen Standpunkt aus der Feldspat. Einmal finden wir Orthoklas, Plagioklas und Mikroklin, ferner verdienen die Verwitterungserscheinungen der Feldspäte besondere Beachtung. Vollständig klarer Feldspat ist selten. Hingegen

finden wir alle Übergänge vom Beginn der Umwandlung bis zur vollständigen Zersetzung. Dabei wird der Plagioklas zuerst angegriffen. Klarer Plagioklas ist nicht mehr aufzufinden. Überhaupt wurden nur noch sehr wenig Plagioklase beobachtet, die Lamellen noch erkennen lassen. Mit Ausnahme der Stufe su_1 bestehen in den einzelnen Buntsandsteinstufen keine Übereinstimmungen im Verhältnis des verwitterten oder unverwitterten Feldspates oder im Verwitterungsgrad. Nur in su_1 konnte häufiger der Plagioklas mit Lamellen beobachtet werden. In allen andern Stufen ist der Umwandlungsgrad wechselnd. Es darf wohl daraus geschlossen werden, daß die Umwandlung des Feldspates nach der Ablagerung weiter gegangen ist. Auch andere Beobachtungen sprechen dafür. — Gegen die Verwitterung verhält sich der Orthoklas widerstandsfähiger. Bisweilen sind noch klare Orthoklase vorhanden. Der Beginn der Umwandlung zeigt sich durch schwache Trübung an. Mikroklin wurde nur vereinzelt gefunden. Er ist stets ganz frisch. Danach ergibt sich bezüglich des Grades der Umwandlung, daß zuerst der Plagioklas angegriffen wird. Orthoklas widersteht zunächst der Umwandlung, während den Mikroklin große Widerstandsfähigkeit auszeichnet. Der Grad der Umwandlung ist beim Absatz der Feldspäte schon ungleich gewesen und wesentlich bestimmender für das jetzige Bild als das Weitergehen des Prozesses im bereits abgelagerten Material. Das geht aus der Beteiligung der anderen Silikate ohne weiteres hervor.

Die Verwitterung des Feldspates.

Meine Beobachtungen entsprechen ganz den Befunden von WEISS über die Zersetzung der Feldspäte im Unteren Buntsandstein vom Gisselberg bei Marburg. Von den beobachteten Neubildungen sind die der Kaolinisierung, Muskovitisierung und Neubildung von Tonsubstanzen die häufigsten. Neubildungen von Kalkspat, Epidot, Chlorit treten dagegen zurück. Zunächst seien einige Beispiele angeführt.

Ein sehr häufiger Fall ist, daß in der Feldspat-Substanz Glimmer und Kaolin sich finden. Bei der Bildung von Glimmer handelt es sich um hellen Glimmer, den WEINSCHENK als Serizit angesprochen hat. Sehr oft zeigt der gleiche Feldspat die Umwandlung nach Glimmer und Kaolin. Ein Feldspat eines Sandsteines der Stufe sm_1 von Frau Nausen ergab im l. p. L. ein etwas trübes Bild. Bei starker Vergrößerung, Heben und Senken von Tubus und Beleuchtungsapparat lassen sich in der Feldspatsubstanz feine, ungefähr parallel orientierte Fasern erkennen. An manchen Stellen, besonders randlich, sind etwas trübe, unregelmäßig körnige bis schlierige Partien angehäuft. Unter $+N$ heben sich die Fasern durch ihre Lichtbrechung deutlich heraus und lassen sich als Glimmer bestimmen. Die lichtgrauen, körnig-schlierigen Partien waren bei $+N$ nicht mehr aufzuhellen. Danach liegt die Vermutung nahe, daß es sich um Tonsubstanz handelt. Dieser Schliff zeigt außerdem, wie übrigens in den meisten zersetzten Feldspäten, mehr oder weniger dicht ein rötliches, eisenhaltiges Pigment, das die Trübung und die rötliche Färbung solcher Feldspäte bedingt.

Ein Sandstein der Stufe sm_2 aus dem Bruche Gützschow bei Eberbach ließ deutlich die kaolinige Zersetzung beobachten. Im l. p. L. erschien der Feldspat lichtgelblich und schwach trüb. In der Feldspatsubstanz fanden sich einzeln, meist aber in Gruppen und dann parallel oder wirr zueinander auf-

tretend schuppige oder körnige Aggregate, die sich aber nicht immer scharf voneinander abgrenzen ließen. Entweder findet sich zwischen diesen Schuppen oder Körnern noch Feldspatsubstanz oder stellenweise hat sie ganz diesen Neubildungen nachgeben müssen. Unter $+N$ heben sich die Schuppen nur mit niederen Tönen heraus. Nach ihren optischen Eigenschaften handelt es sich um Kaolin. Nicht aufzuhellende Partien bleiben auch hier bestehen, die als Tonsubstanz angesprochen werden. Es sei hier bemerkt, was auch für alle anderen, entsprechenden Beobachtungen gilt, daß sie nur bei starker Vergrößerung und abwechselndem Heben und Senken von Tubus und Beleuchtungsapparat anzustellen sind. Was ferner das Vorkommen von Kaolin im Feldspat anbetrifft, so zeigt sich, daß er häufiger auftritt, als WEINSCHENK gelten lassen wollte.¹⁾

Unterer Buntsandstein, su_1 , bei Vierstöck. Im l. p. L. ist der Feldspat wenig getrübt. Er zeigt bei abwechselndem Heben und Senken von Tubus und Kondensator eine unregelmäßig schlierige, körnige und schuppige Oberfläche. Bei $+N$ lassen die schuppigen Bildungen geringe Aufhellung zu; es handelt sich danach um Kaolin, während die dunkel bleibenden, schlierigen Partien wieder als Tonsubstanzen betrachtet werden. Im gleichen Schliiff zeigten sich außerdem noch kleine Fasern eingelagert, die sich durch Licht- und Doppelbrechung als Glimmer erweisen. An verschiedenen Stellen ist die Feldspatsubstanz gewissermaßen Grundmasse für die Neubildungen. Oft wurde auch beobachtet, daß die Kaolinschuppen einzeln oder in Gruppen vorkommen, während die Glimmerfasern eine \pm deutliche Orientierung im ganzen Feldspat oder nur in den einzelnen Gruppen erkennen ließen.

Für das Erkennen der schuppigen oder faserigen Bestandteile in der Feldspatsubstanz im l. p. L. scheint der Grad der Umwandlung eine Rolle mit zu spielen. Mitunter sind in der \pm trüben Feldspatmasse keine Bildungen zu erkennen. Dann vermag erst die Untersuchung unter $+N$ abzutrennen. Andererseits ist mitunter aber oft schon im l. p. L. das Auftreten von feinen Balken, Fasern, Schuppen und Körnern mit \pm deutlicher Umgrenzung in der Feldspatsubstanz zu verfolgen. Auch das trübe, lichtgelbe Aussehen des Feldspates im l. p. L. wird, abgesehen von der Färbung durch Eisenpigment, von dem verschiedenen Zersetzungsgrad abhängig sein.

Ein 1,5 mm großes Feldspatkorn aus einem Pseudomorphosensandstein ließ mehrere Neubildungen feststellen. Stellenweise war noch klare Feldspatsubstanz zu erkennen. Dann folgte eine Zone mit grünlichen Einschlüssen, deren Umriss bei Heben und Senken von Tubus und Kondensator nur undeutlich als Streifen oder Blättchen sich beobachten ließen. Unter günstigen Beleuchtungsverhältnissen erscheinen die für Chlorit typischen lavendelblauen Töne. Der Rest der Feldspatsubstanz ist nur schwach getrübt. Gelegentlich sind Körnchen, Fasern oder Schüppchen zu erkennen, die schwache Interferenzöne wie Kaolin besitzen.

Diese Beobachtungen ließen sich noch an zahlreichen Beispielen erweitern. Wir finden also, daß der Zersetzungsgrad der Feldspäte recht verschieden ist. Es sind vorhanden klare Feldspäte, schwach trübe Partien, Feldspäte, bei denen die klare Feldspatsubstanz nur vereinzelte Glimmer- oder Kaolinbildungen einschließt und schließlich eine Zunahme der Neubildungen, wo der Feldspat

¹⁾ E. WEINSCHENK, Die gesteinsbildenden Mineralien, 1915, S. 219, S. 233.

dafür nur noch ein Gerüst bildet und zuletzt vollständige Umwandlung. Neubildungen erfolgen hauptsächlich nach hellem Glimmer, Kaolin und Tonsubstanzen, womit die unregelmäßig schlierigen, unter +N nicht mehr aufhellbaren Partien bezeichnet werden sollen. Oft enthalten die zersetzten Feldspäte feinstes Eisenpigment. — Die Bildung des Kaolins im Feldspat von Sandsteinen ist z. B. von KAISER im Stubensandstein eingehend beschrieben worden. Seine Beschreibung ist ohne weiteres auf die Ausbildung im Buntsandstein des Odenwaldes zu übertragen.¹⁾ Gegenüber diesen Neubildungen tritt der Chlorit zurück. Unsicher und nicht immer klar bestimmbar ist Epidot. Auffallend wenig wurde Kalkspat beobachtet. Nur wenige Male an den sehr feldspatreichen Sandsteinen des Unteren Buntsandsteins war Kalkspat als Neubildung zu beobachten. Die basischeren Feldspäte wurden zuerst zersetzt und waren bereits vor der Ablagerung der Verwitterungsprodukte zum Buntsandstein zerfallen. Außerdem ist anzunehmen, daß der neugebildete Kalkspat fortgeführt wurde.

Betrachten wir die neu gebildeten Mineralien, so fällt auf, daß die häufigsten Neubildungen, Glimmer, Kaolin, Tonsubstanz, die Hauptbestandteile der als Bindemittel wirkenden ferritischen Masse sind. Neben anderen Silikaten sind daher die Feldspäte als Hauptlieferanten der Bestandteile der ferritischen Masse zu betrachten. Bei ihrer Betrachtung (Petrographie II, 1, Struktur des Buntsandsteins usw.) zeigte sich, daß sie primär ist. Je nach dem Zersetzungsgrad der Feldspäte richtet sich ihr Auftreten. Waren die Feldspäte stark zersetzt, so wurden sie zerrieben und mit anderen Verwitterungsprodukten feinsten Ausmaßes als Bindemittel abgesetzt. Behielten sie ihren Zusammenhalt, dann gelangten sie mit der Bindemasse als Gemengteil zum Absatz.

Die Form der Feldspäte. Die zahlreichen Formausbildungen wie beim Quarz finden wir hier nicht. Größere Feldspäte lassen meist die gradseitigen, länglichen Formen der Spaltstücke noch erkennen. Kleinere Bruchstücke sind eckig, unregelmäßig vieleckig. Bezüglich des Verhältnisses Quarz: Feldspat, das später behandelt wird, sei hier nur angeführt, daß wir in den Stufen gewisse Einhaltung des Verhältnisses erkennen. Als Hauptgemengteil tritt Feldspat gelegentlich im Unteren Buntsandstein auf. Sonst findet er sich nur als Nebengemengteil. Näher ist hierauf bei Darstellung der Sandsteine der einzelnen Buntsandsteinstufen einzugehen.

Glimmer.

Glimmer wurde in allen Schriffen gefunden; es ist wohl daraus zu schließen, daß er in allen Lagen im Buntsandstein vorkommt. Innerhalb der einzelnen Stufen und der verschiedenen Sandsteine einer Stufe tritt er aber sehr wechselnd auf. Im Unteren Buntsandstein ist er am häufigsten und in verhältnismäßig langen und breiten Fasern. Innerhalb der Stufen sm_1 — sm_3 erscheint er wechselnd, auch bezüglich der Größe der Lamellen. Am häufigsten ist er in den feinkörnigen Sandsteinen der Stufe sm_3 und hier wiederum auffallend in den feinen Lagern angehäuft, während die zugehörigen groben Lager glimmerarm oder sogar glimmerfrei sein können. In den Stufen sm_4

¹⁾ E. KAISER, Über Verwitterungserscheinungen an Bausteinen. I. 1. Der Stubensandstein aus Württemberg, namentlich in seiner Verwendung am Kölner Dom. Neues Jahrbuch für Min. etc., 1907, II., S. 42.

und sm_5 tritt der Glimmer sehr zurück. Relativ häufig ist er hier nur in den Sandsteinen, die in ihrer Ausbildung an sm_1 — sm_3 -Material erinnern. Nach dieser Entwicklung fällt ein reiches Vorkommen in den plattigen Sandsteinen der Zwischenschichten, so_1 , sehr auf. Hier tritt er in den Schichtflächen auch als Hauptgemengteil auf. Andere Sandsteine als die plattigen so_1 -Sandsteine der Stufe so_1 besitzen weniger Glimmer. Sein Auftreten innerhalb der Zwischenschichten diene zur Einteilung der verschiedenen so_1 -Sandsteine.

Seiner petrographischen Ausbildung nach handelt es sich hauptsächlich um Muskovit. Er tritt, wie auch Biotit, in Fasern und Schuppen auf. Oft sind die Lamellen aufgeblättert oder verbogen. Bei hellem Glimmer kann es sich auch um gebleichten Biotit handeln. Der seltene Biotit besitzt braune oder grünliche Farbe in verschiedenen Tönen. An Umwandlungserscheinungen sind Ausbleichungen und Chloritisierung zu beobachten.

Sehr oft stellt der Glimmer ein ausgezeichnetes Hilfsmittel zum Erkennen der Schichtung dar. Die Lamellen liegen stets gut orientiert in der Schichtung.

Augit- und Hornblende-Reste waren nur ganz vereinzelt im Mittleren Buntsandstein nachzuweisen. Die Reste zeigen Spuren des Transportes und sind stark in Umwandlung begriffen.

Zirkon, Turmalin und Rutil sind im Vergleich dazu viel häufiger. Zirkon fand sich mit Vorliebe in den feinen Lagern, aber nicht immer daran gebunden. Er tritt entweder als stets sehr kleine Form auf oder läßt noch in Längs- und Querschnitten die Kristallformen \pm deutlich erkennen. Von den genannten drei Mineralien ist Zirkon weitaus der häufigste. Fast in jedem der untersuchten Schliffe war er festzustellen, wenn auch in verschiedener Zahl. Bezüglich des Auftretens in den einzelnen Stufen konnten der Zahl nach keine Unterschiede beobachtet werden. Nur in sm_4 und sm_5 scheint er seltener zu sein. — Während Zirkon stets in mehreren Kristallen in einem Schliff vorhanden war, tritt Turmalin weniger auf und nur ein- oder zweimal war er in einem Schliff vertreten. Er zeigte bräunliche oder grünliche Farben, die beim Drehen in entsprechend lichtere Töne übergehen. Stets ist er beim Transport auffallend stark beansprucht. Während auch die größten Zirkone noch scharfe Ecken besitzen können, sind dem Turmalin stark gerundete Formen eigen. — Noch seltener als Turmalin oder gar Zirkon ist Rutil. Nur in wenigen Schliffen, allerdings in su , sm und so , wurde er vereinzelt beobachtet. Entweder erscheint er in Körnern oder länglichen Kristallformen. Seine Farbe ist sepiabraun, dunkelbraun, oder hellbraun mit oder ohne Pleochroismus. Interferenzfarben ließen sich durch die starke Eigenfarbe nicht erkennen.

Nur sehr vereinzelt bei der gesamten Untersuchung trat *Apatit* als Gemengteil auf. *Kalkspat* fand sich nur in den stark karbonathaltigen Sandsteinen oder im Grundkonglomerat an der Basis des Buntsandsteins. In dem Grundkonglomerat traten in der Art der Gemengteile auch *Gesteinsfragmente* des Grundgebirges auf, z. B. Quarz—Feldspat- oder Quarz—Feldspat—Glimmer-Bruchstücke, Hornfels und Ganggesteinssplitter. Verhältnismäßig selten als Gemengteile erwiesen sich *Erzkörner*, die sich nur in wenigen Stufen und dann stets nur vereinzelt beobachten ließen. Es handelt sich hauptsächlich um *Magnetiseisenkörner*, die aber nicht mehr vollkommen frisch waren, sondern Rindenbildung erkennen lassen. Nur einmal, und zwar in der Stufe so_1 fand sich

Titanit, der sich nach seinen optischen Eigenschaften und vorgenommenen Vergleichen sicher bestimmen ließ. Schließlich ist noch als auffallende Erscheinung anzuführen, daß einmal in der Stufe sm_2 (Bruch Gützschow bei Eberbach) auch *Karneol* als Gemengteil festgestellt wurde. In dem untersuchten Schliff fanden sich drei Karneolstücke. In dem einen Fall sind mehrere kleine Karneolkörner verkittet, von einem Mantel von Eisenpigment umgeben und den anderen Gemengteilen so eingebettet. Die einzelnen Körnchen sind lichtgelblich. Unter +N zeigen sich graue Interferenztöne und die faserige oder sphärolithische Ausbildung von Chalcedon. Die beiden anderen Karneolkörner kommen einzeln vor. Auch sie tragen durch die Abrollung eine nur lückenhafte ferritische Hülle, wodurch sich ohne allen Zweifel ihre Stellung als primäre Gemengteile ergibt. Der Karneol zeigt unter +N stets die faserige Ausbildung der Kieselsäure. Zahlreich eingeschlossenes Eisenpigment liefert die trübe oder rötliche Färbung.

Die soeben behandelten Mineralien sind primäre Gemengteile, klastisches Material, das mit den Bindemitteln die Sandsteine zusammensetzt. Diesen Gemengteilen stehen die sekundären Mineralien gegenüber, authigener Quarz, Chalcedon, Eisen- und Manganerze, die als Bindemittel auftreten und im Kapitel II, 1, der Petrographie über Strukturen bereits behandelt wurden. Weitere Angaben über die Mineralien des Buntsandsteins enthält der folgende Abschnitt der Gesteine der einzelnen Buntsandsteinstufen. Nur die Hauptzüge der Einzelbeobachtungen an Gemengteilen sollten in diesem Abschnitte zum Überblick dargestellt werden.

Tabelle des Verhältnisses Quarz:Feldspat in den Sandsteinen der einzelnen Stufen (geschätzt).

su_1	su_2	sm_1	sm_2	sm_3	sm_4	sm_5	so_1
Ferritische Sandsteine. Sehr wechselnd. (2—8):1	6:1 [(6—10):1]	1. Gruppe: > 12:1, [(10—12):1] 2. Gruppe: (6—10):1	1. Gruppe: > 12:1 2. Gruppe: (6—10):1	(4—8) und mehr: 1	Fast nur Quarz	Nur Quarz	Plattensandstein: > 12:1

Vorkommen des Glimmers in den Sandsteinen.

su_1	su_2	sm_1	sm_2	sm_3	sm_4	sm_5	so_1
viel	viel	1. Gruppe: wenig 2. Gruppe: mäßig	1. Gruppe: wenig 2. Gruppe: mäßig	viel bis mäßig	vereinzelt oder fehlend	fast stets fehlend	Plattensandstein sehr viel

3. Form und Größe der Gemengteile.

Als Kriterium für die Form der Gemengteile, d. h. ihrer Beanspruchung beim Transport, kann nur der Quarz herangezogen werden. Die Feldspatbruchstücke in ihrem verschiedenen Verwitterungsgrad scheiden dafür aus. Auch für die Angaben der Größe der Gemengteile liegen die Messungen am Quarz zu Grunde. Schlüsse auf Form und Größe der anderen Gemengteile sind nach den Beobachtungen an Quarz bis zu einem gewissen Grade zu ziehen.

Im Laufe der Untersuchungen ergab sich, daß die verschiedenen Maße der Transportbeanspruchung sich in 6 Gruppen zusammenfassen ließen. Schematische Typen jeder Gruppe dienten zum Vergleich der beobachteten Formen. Im Folgenden wird nur die Umschreibung der Gruppen gebracht; die zeichnerische Wiedergabe erscheint nicht notwendig.

Die 6 Formen-Gruppen:

- I. Vollständige Abrollung. Kuglige Formen oder eiförmig.
- II. Sehr stark beansprucht. Ecken und Kanten sind abgeschliffen. Unregelmäßig längliche Formen. Die ursprünglichen Formen lassen sich nicht mehr erkennen.
- III. Stark beansprucht. Ecken und Kanten sind fast gänzlich zurückgeschliffen, aber noch in ihrer Anlage zu erkennen.
- IV. Ziemlich stark beansprucht. Ecken und Kanten sind etwas zurückgeschliffen, aber die Form ist in ihrer Anlage noch erkennbar.
- V. Kaum beansprucht. Ecken und Kanten sind kaum abgeschliffen. Die ursprüngliche Form ist dadurch fast noch vollständig erhalten.
- VI. Nicht beansprucht. Ecken und Kanten sind noch scharf und die Formen unverändert.

Betrachten wir auf Grund dieser 6 Formengruppen den Grad der Beanspruchung des Quarzes in den einzelnen Stufen. In den Sandsteinen, sowie dem Grundkonglomerat der Stufe su_1 des Unteren Buntsandsteins herrscht Form VI vor, d. h. die Gemengteile wurden nicht beansprucht, oder, nach einigen Ausnahmen, äußerst gering. Dann handelt es sich um Form V, d. h. kaum beansprucht und nur mit beginnender Abschleifung an den Kanten und Ecken. Die Größe der Gemengteile spielt dabei natürlich eine Rolle mit und wenn auch nicht für den gesamten Buntsandstein, so doch innerhalb der Absatzfolge einer Stufe bei Gleichbleiben der Transportkraft, können Größe und Form gegenüber gestellt werden. Abgesehen vom Grundkonglomerat, bei dem wir alle Größen finden, liegt in den wenigen su_1 -Sandsteinen die Größe

der Komponenten in der Hauptsache unter 0,1—0,2 mm größten Durchmessers. Abweichungen nach unten und nach oben bis 0,4—0,5 mm bestehen.

Stufe su_2 , Tigersandstein, Unterer Buntsandstein. Bei den hier weiter auseinander gehenden Werten werden Zusammenfassungen schon schwieriger. In der Hauptsache gelten für die Form die Gruppen V und VI, d. h. geringe oder keine Beanspruchung des Quarzes. Gemengteile mit Anzeichen stärkerer Beanspruchung sind vorhanden, treten aber ins Gesamt betrachtet zurück. Was die Größe der Gemengteile anbetrifft, so ist einmal festzustellen, daß es Sandsteine gibt, in denen die Gemengteile auffallend geringe Größenunterschiede besitzen, während ihnen solche mit weitgehenden Größenunterschieden gegenüber stehen. Häufig waren zu messen unter 0,2 mm oder 0,1 mm bis 0,03 mm. Die größten Gemengteile erreichen $\frac{1}{3}$ mm Durchmesser. Auch die Tigersandsteine sind daher noch sehr feinkörnige Sandsteine, wie die der Stufe su_1 .

Stufe sm_1 , Untere Geröllstufe, Mittlerer Buntsandstein. Bei den Sandsteinen dieser Stufe macht sich in der Zusammenfassung über Form und Größe der Gemengteile der Einfluß der groben und feinen Lager geltend. Schon bei Behandlung der Lager wurde auf die verschiedenen Formen und Größen der Gemengteile der groben und feinen Lager hingewiesen. Wichtig ist ferner, daß Formen und Größenunterschiede der Gemengteile innerhalb der gleichen Gruppe sm_1 -Sandsteine weit auseinandergehen. In den groben Lagern herrschen die Gruppen III und IV, d. h. stark und ziemlich stark beansprucht. Ecken und Kanten sind zurückgeschliffen, die ursprüngliche Form läßt sich aber noch herstellen. In den feinen Lagern herrschen Formen IV und V. Die sehr wechselnden Größen liegen in erster Linie zwischen 0,1—0,4 mm und wenig mehr. Abweichungen davon bestehen nach oben und unten, besonders nach oben. Wir sehen, daß auch bezüglich der Form und Größe der Gemengteile erhebliche Unterschiede zwischen Unterem und Mittlerem Buntsandstein vorhanden sind.

Stufe sm_2 , Pseudomorphosensandstein. Schon bei der makroskopischen Beschreibung der sm_2 -Sandsteine wurde hervorgehoben, daß sie nach ihrer ganzen Beschaffenheit das sm_1 -Material fortsetzen. Die Gegenüberstellung der Werte von Form und Größe bestätigen die makroskopischen Beobachtungen. Wie bei sm_1 liegen die Formen bei IV und III, besonders bei IV, also den Graden einer ziemlich starken und starken Beanspruchung. Selten ist Form II und Form V, kaum beansprucht, erscheint fast nur in den feinen Lagern. Selten finden sich in den relativ feinkörnigen Sandsteinen oder in den feinen Lagern feine, scharfeckige Gemengteile. Die Gemengteile erreichen im wesentlichen 0,1—0,3 mm Durchmesser, wobei aber der größere Durchmesser von 0,3 und mehr überwiegt. Außerdem bestehen Abweichungen nach oben und unten.

Stufe sm_3 , Feinkörnige Sandsteine. Nach dem Namen müßten die Unterschiede in Form und Größe der Gemengteile gegenüber sm_1 und sm_2 scharf hervortreten. Das ist aber nicht der Fall. Die Formen sind recht uneinheitlich, sie liegen bei III, IV, V, d. h. von stark bis kaum beansprucht. Die Größe der Gemengteile ist hauptsächlich 0,1—0,2 mm Durchmesser. Abweichungen, dieses Mal aber in erster Linie nach unten, bestehen. Die für die Größe relativ hohe Beanspruchung prägt sich gegenüber den feinkörnigen

Sandsteinen des Unteren Buntsandsteins sehr aus. Es müssen also hier andere Sedimentationsumstände als im Unteren Buntsandstein geherrscht haben.

Stufe sm_4 , Grobkörnige Sandsteine. Vorherrschend sind grobe Sandsteine; es finden sich aber auch einzelne Bänder mittelkörniger Sandsteine, die in ihrer Ausbildung an sm_1 — sm_3 -Material erinnern. In den grobkörnigen, bezeichnenden sm_4 -Sandsteinen erreichen die runden Quarzkörner hauptsächlich 0,5—1,0 mm Durchmesser. Noch gröbere Sandsteine sind vorhanden und leiten zu den Gerölle führenden Sandsteinen über mit Geröllen im Durchmesser von mehreren Millimetern bis etwa 1 cm. Entsprechend der Größe der Gemengteile sind sie beim Transport weitgehend beansprucht. Sehr oft finden sich eiförmige Komponenten oder sogar vollständig runde der Form I. Ganz im Gegensatz dazu stehen die Sandsteine der Ausbildung sm_1 — sm_3 . Ihre Gemengteile erreichen in der Hauptsache 0,2—0,4 mm Durchmesser, nach ihrer Form sind sie stark, selten ziemlich stark beansprucht worden.

Stufe sm_5 , Oberer Geröllhorizont. Bezüglich der Ausbildung der Gemengteile nach Größe und Form schließt sich sm_5 ganz sm_4 an. Die ungefähr 1 cm Durchmesser erreichenden Geröllen sind an Sandsteine gebunden, deren Gemengteile 0,5—1,0 mm Durchmesser besitzen. Die Gemengteile sind beim Transport weitgehend beansprucht worden. Ihre Formen liegen bei II und III, d. h. Beanspruchung sehr stark und stark.

Stufe so_1 , Zwischenschichten des Oberen Buntsandsteins. Der große Unterschied der Stufen sm_5 und so_1 , der bereits im stratigraphischen Teil dargestellt wurde, tritt auch bezüglich der Form und der Größe der Gemengteile beider Stufen hervor. Nach den groben Gemengteilen in sm_5 folgen in so_1 kleinere Komponenten von 0,1—0,4 mm als wesentlichste Durchmesser. Ganz entsprechend der in der Stratigraphie erfolgten Erörterung der veränderten Sedimentationsverhältnisse in so_1 gegenüber sm_5 finden wir in so_1 sehr verschiedene Formen, III—V, d. h. stark, ziemlich stark und wenig beanspruchte Gemengteile.

Im Folgenden ist in einer Tabelle versucht worden, Form und Größe der Gemengteile in den einzelnen Stufen darzustellen. Diese Übersicht kann natürlich nur roh sein und sie wird vielleicht als bedenklich angesehen, da sie falsche Vorstellungen erwecken kann. Die Größenunterschiede, wie sie die Übersicht bringt, sind in Wirklichkeit noch stärker und nur die hauptsächlichsten Größenverhältnisse kommen zum Ausdruck. Es werden dabei auch alle Sandsteine einer Stufe berücksichtigt, um einen vollständigen Überblick zu erhalten, obwohl doch in einer Stufe sich recht verschiedenartige Sandsteine sammeln können. Da meist aber Übergänge der verschiedenen Ausbildungen einer Stufe bestehen, erhält andererseits die gemeinsame Behandlung wieder eine gewisse Stütze. Das gleiche gilt für die Formtypen. Trotz dieser berechtigten Einwände sollen zur Erhaltung der Übersicht die Tabellen gebracht werden. Wir sehen darin Unterschiede der einzelnen Stufen, wie sie, bei ganz anderer Betrachtungsweise im stratigraphischen Teil, im gleichen Sinne zum Ausdruck kamen. Wir erhalten damit gleichzeitig eine weitere Grundlage für die genetische Auswertung, die ja von nicht genug verschiedenen Seiten Tatsachen-Unterlagen erhalten kann.

Tabelle zur Form und Größe der Gemengteile (Quarz) in den Sandsteinen der einzelnen Stufen.

	su ₁	su ₂	sm ₁	sm ₂	sm ₃	sm ₄	sm ₅	so ₁
Hauptsächliche <u>Form</u>	VI ¹⁾ (V)	V, VI	IV, (III, II)	IV, (III, V)	III, IV, V	II, III, (I, IV)	II, III, (I)	III, IV, V
Hauptsächliche <u>Größe</u> in mm	0,04 -0,1 (0,2)	0,03 -0,1 (0,2)	0,1 <u>-0,4</u> (0,5)	0,1 <u>-0,3</u> (0,4)	0,1 0,2	0,3 -1,0 u. > 1,0	0,4 -1,0 u. > 1,0	0,1 -0,4

¹⁾ Form VI, beim Transport nicht beansprucht, scharfeckig. Form I, vollständig abgerundet.

4. Die Gesteine der einzelnen Buntsandsteinstufen.

Nachdem die makroskopische Beschreibung der Gesteine bereits in der Stratigraphie erfolgte, bringe ich hier darüber nur kurze, zur Orientierung notwendige Bemerkungen. Hier folgen daher nur die Ergebnisse der mikroskopischen Untersuchung. Ich möchte auch hier bemerken, daß nur eine Darstellung der Beobachtungen gegeben wird. Gemäß dem in Teil I der Beiträge gegebenen Plan wird die Auswertung der Beobachtungsergebnisse zur Entstehung des Buntsandsteins erst nach Abschluß aller beschreibenden Kapitel vorgenommen werden.

Gang der Untersuchungen. Der mikroskopischen Untersuchung ging stets die Betrachtung unter dem Binokular voraus, die niemals weggelassen werden darf. Übersicht der räumlichen Anordnung der Gemengteile, Bleichungserscheinungen, Partien der Erzinfiltrationen, Anhäufung des ferritischen Materials, Erkennen der Schichtungsart und der Lager sind zur Vorarbeit der mikroskopischen Betrachtung vollständig nur unter dem Binokular zu erfassen. Bei der mikroskopischen Untersuchung wurde in der Reihenfolge vorgegangen: Einzelheiten über Schichtung und Lagerausbildung, Form und Größe der Gemengteile, Verhältnis der Hauptgemengteile zueinander, Strukturen und Verbandsverhältnisse, Einzelbeschreibung der Gemengteile, sekundäre Erscheinungen. Im Folgenden sollen nicht die Schliffe im einzelnen beschrieben werden, sondern alle Ergebnisse werden, soweit es geht, zusammengearbeitet. Allerdings wird sich gelegentlich bei besonderen Erscheinungen eine Einzelschliffbeschreibung notwendig machen.

Stufe su_1 der Schieferletten des Unteren Buntsandsteins: Grundkonglomerat, Karbonate und Sandsteine.

Grundkonglomerat und Karbonate (Taf. 4, Fig. 1, 2).

Unter den ersten Absätzen beanspruchen die verschieden ausgebildeten Grundkonglomerate besonderes Interesse. Es finden sich alle Übergänge von einem sehr groben Konglomerat mit karbonatischem Bindemittel über feinerkörnige Ausbildungen bis zu reinen Karbonaten. Die Konglomerate führen Grundgebirgstrümmer, Hornfels, Quarz, Feldspat, Glimmer und Kalkspat als Gemengteile. Neben Karbonat wirkt feinstes klastisches, rotes Material als Bindemittel. Das Grundkonglomerat ist im nördlichen Odenwald bei Frau Nauses am besten aufgeschlossen. Hier fanden sich die erwähnten Übergänge. Einsprenglinge und Grundmasse stehen sich gegenüber; ihr Verhältnis zueinander wechselt stark. Unter dem Binokular und im durch-

fallenden Licht erscheint die Grundmasse licht- oder rötlichbraun. Die Komponenten besitzen unregelmäßige Form und Größe, stets aber scharfe Ecken und Kanten. Sie erlitten keine Transportbeanspruchung und stellen Verwitterungsprodukte der nächsten Umgebung dar, dafür spricht auch das Vorkommen von Quarz und stark kaolinisiertem Feldspat, von Feldspat und Glimmer als Gemengteile. Ihre Größe schwankt von mehreren Zentimeter Durchmesser bis zu den feinsten Splintern. Bestimmt wurde z. B. im Schliff ein Granitbruchstück aus Quarz, Biotit und in Umwandlung begriffenen Feldspat. Unter den Neubildungen im Feldspat fällt besonders Kalkspat auf. Oft finden sich Quarz-Feldspatreste, ebenso Quarz oder Feldspat allein oder Hornblende- und Augitbruchstücke und Glimmer. In den Feldspäten ließen sich die Lamellen oft noch erkennen. Auch in den Sandsteinen der Stufe su_1 waren sie noch zu beobachten, während in den anderen Stufen die Zersetzung nur selten Lamellenbeobachtung zuließ oder der Feldspat allein durch Orthoklas oder den seltenen Mikroklin vertreten wurde. Neben den oben schon angegebenen Neubildungen der Feldspäte fällt hier die reichliche Kalkspatentwicklung auf. Im mittleren und oberen Buntsandstein war Kalkspat als Neubildung nicht mehr zu beobachten. Es ist wohl daraus zu folgern, daß der neu entstandene Kalkspat herausgelaugt wurde und besonders die basischen Feldspäte zuerst verwittern, zerfallen und dann nur als feines klastisches Material beigemischt sind.

Die Grundmasse ist gefärbt. Sehr oft besteht sie aus kleinen, klaren Dolomitrhomboedern oder Dolomitkörnern und aus Kalkspat in größeren, unregelmäßig gelappten Kristallen mit Zwillinglamellen und Spaltrissen. Die färbenden Eisenverbindungen, wohl Eisenhydroxyd, sitzen entweder in Form kleiner Flocken, einzeln oder gehäuft, zwischen den Kristallen, die sich dadurch scharf voneinander abheben. Andere Trübungen beruhen auf tonigen Beimengungen. Aus den Beobachtungen wird gefolgert, daß Eisenhydroxydsolen und Tonerdesolen der Grundmasse zuwanderten und Färbung und Trübung mit verursachten. Außerdem wird die Färbung durch das reichlich beigemengte feinste rötliche klastische Material mit hervorgerufen. Zu diesem klastischen, färbenden Material zählt vor allem die „ferritische Masse“ aus Tonsubstanz, Kaolin, Glimmermineralien und Eisenverbindungen. Sie gelangte mit der Bindemasse zum Absatz. Besonders an den Gemengteilen, in Zwickelausfüllungen finden wir sie angesammelt. Trübend wirken auch feinste Gemengteile, Quarz, Feldspat und andere Mineralien, die, wie die ferritische Masse, mit dem karbonatischen Bindemittel zum Absatz gelangten.

In einzelnen Fällen wurde auch als Gemengteil allothigener Kalkspat beobachtet. Die Unterscheidung beruht auf seiner Reinheit und der Umhüllung mit ferritischer Masse. — Abnahme und Verschwinden der klastischen Gemengteile führt zu den Karbonat-Einlagerungen in den ersten Buntsandsteinabsätzen und zwar sowohl den Schieferletten, als auch den konglomeratischen Bildungen. Die Karbonateinlagerungen erreichen nur wenige Zentimeter Mächtigkeit. Sie besitzen graue oder rötliche Farbe und enthalten, wie das karbonatische Bindemittel des Grundkonglomerates, verschiedene Verunreinigungen. Auch hier treten Kalkspat und Dolomit in wechselndem Mengenverhältnis auf. Oft ist zu beobachten, daß im wesentlichen große, unregelmäßig gelappte Kalkspatkristalle entwickelt sind. Dazwischen schiebt sich in Gruppen Dolomit in kleinen, klaren Rhomboedern ein. Pigment und

Eisenhydroxyd, aus eingewanderter Eisenhydroxydsole hervorgegangen, verursachen die rötliche Färbung der Karbonate.

Karbonatsandsteine (Taf. 4, Fig. 3).

Die Karbonatsandsteine stammen, wie Grundkonglomerat und Karbonateinschaltungen, aus dem nördlichen Odenwald, der Gegend von Frau Nausen und Heubach. Ihre Gemengteile erreichen im Durchschnitt bis 0,5 mm Durchmesser; kleinere überwiegen. Sie besitzen scharfeckige Umgrenzungen und nur größere lassen geringe Eckenabscheuerung erkennen. Unter den Gemengteilen überwiegen Quarz und Feldspat. Ihr Verhältnis zueinander wechselt; Quarz:Feldspat = (4—8):1 wurde wiederholt beobachtet. Den Einzelbeschreibungen der vorhergehenden Teile ist nichts Besonderes hinzuzufügen. Der Feldspat ist stets in Umwandlung begriffen. Einmal wurde als Gemengteil auch Kalkspat festgestellt. Seine Zurechnung zu den Gemengteilen erweist seine ferritische Umhüllung und die Einbettung mit den anderen Komponenten in die Bindemasse. Selten sind helle Glimmerfasern, chloritisierter oder grünlicher Biotit, noch seltener Zirkon, Turmalin, Rutil und Erzkörnchen.

Der Verband an sich oder die Packung wechselt. Wir finden enge Packung, bei der durch direktes Aneinanderlegen der Gemengteile das Bindemittel fehlt oder es tritt als Hülle oder Stützfülle auf. Nur gelegentlich erweitert es sich zum Basalzement. Als Bindemittel fällt zuerst die ferritische Masse auf. Karbonat als Bindemittel tritt, wie in den Strukturzeichnungen bereits zum Ausdruck kommt, wechselnd auf. Das karbonatische Bindemittel sitzt direkt den Gemengteilen auf oder bei Vorhandensein der ferritischen Masse dann dieser. Aus dieser Art des Zusammentretens ist zu folgern, daß die Gemengteile die ferritische Umhüllung beim Absatz schon besaßen. Bei der Auskristallisation des Karbonates bildeten die Kristalle die hauptsächlichste bindende Masse. Wie beim Grundkonglomerat ist das Karbonat getrübt. Hauptsächlich ist Eisenhydroxyd eingelagert und dadurch wird die Karbonatbestimmung bei der geringen Entwicklung erschwert. Nach Vergleich mit der Ausbildung des Grundkonglomerates, wo Bestimmungen möglich sind, dürfte es sich um Kalkspat und in geringerem Maße um Dolomit handeln.

Als auffallende Erscheinung eines karbonatischen Sandsteins konnte vom Kehrloch bei Heubach sekundärer Quarz beobachtet werden. Einigen größeren Quarzgemengteilen sitzt authigener Quarz auf. Hier ist wohl anzunehmen, daß außer den bereits erwähnten Eisenhydroxydsolen auch Kieselsäuresolen einwanderten.

Vorherrschen des ferritischen, bei Zurücktreten des karbonatischen Bindemittels ließ ein mürber Sandstein aus dem Tunnel bei Frau Nausen beobachten. Die Ferritmasse tritt bei der engen Packung meist als Hülle, seltener als Stützfülle auf als flockiges, körniges Material oder als dichte braunrote Masse. Bei dieser Ausbildung liegt es nahe, daß die ferritische Masse im wesentlichen aus Eisenverbindungen sich zusammensetzt. Das Karbonat zwingt sich den anderen Gemengteilen ein.

Die Sandsteine mit ferritischem Bindemittel.

Zunächst ist auf die \pm groben Sandsteine vom Charakter des Grundkonglomerates, mit klastischem und ferritischem Bindemittel hinzuweisen.

Es sind Sandsteine mit groben Gemengteilen und reichlicher ferritischer Bindemasse. Unter den Gemengteilen fallen gegenüber den anderen su_1 -Sandsteinen die Grundgebirgsreste auf. Ein solcher Grus führender Sandstein vom Lengfelder Quell bei Zipfen sei als Beispiel für diese Gruppe beschrieben. Die Gemengteile zeigen etwas stärkere Beanspruchung als die des Grundkonglomerates und die entsprechenden Grus führenden Sandsteine des nördlichen Odenwaldes. Nach den Formtypen stehen sie bei IV und V, d. h. ziemlich stark oder wenig beansprucht. Ihre Größe ist naturgemäß sehr wechselnd. Als Gemengteile sind Quarz und Feldspat festzustellen. Die Bindemasse setzt sich aus feinstem klastischem Material und der ferritischen Masse zusammen. Damit reiht sich der Sandstein den anderen, ferritischen Sandsteinen von su_1 ein, während seine gelegentliche Führung von Grus des kristallinen Untergrundes ihn in Beziehung mit dem Grundkonglomerat bringt.

Die Hauptmasse der den Schieferletten von su_1 in Zentimeter bis Dezimeter mächtigen Bänken eingelagerten Sandsteine sind fein- bis feinkörnige, mürbe, ferritische, glimmerführende Sandsteine. In Punkten oder Streifen ist gelegentlich Bleichung eingetreten. Unter dem Mikroskop lassen die Gemengteile eine regellos eckige, längliche Form erkennen und scharfe Ecken und Kanten sprechen für kurzen Transport. Die Größenabweichungen der Komponenten sind meist gering; oft wurden $0,05-0,07 \times 0,1-0,2$ mm Durchmesser festgestellt. Die Abweichungen nach oben und unten sind gering. Die Packung ist gut, da die vieleckigen, scharfen Formen ein enges Aneinanderlegen ermöglichen. Dem Glimmer als bindendes Mineral kommt hier bei seinem häufigen Vorkommen Bedeutung zu. Als Bindemittel erster Art tritt die ferritische Masse auf und zwar meist als Stützfülle, vereinzelt bei sehr kleinen Gemengteilen auch als Basalzement. An Bleichstellen ist sie gut zu studieren. Wo die Feldspäte weitgehend zersetzt sind, kann es schwer werden, sie von der entfärbten „ferritischen Bindemasse“ zu trennen. Denn die Hauptzersetzungsprodukte der Feldspäte stellen ja gleichzeitig die wesentlichsten Bestandteile der als ferritische Substanz bezeichneten Bindemasse dar. Feine Umrisse des Feldspates, das Anschmiegen der Fasern und Schuppen der Bindemasse sind dann zur Grenzziehung zu beachten. Diese Entscheidungen sind wichtig, da von anderen Seiten gelegentlich den Neubildungen von Kaolin z. B. im Buntsandstein Beteiligung als Bindemittel zugesprochen wurde. Neben den hauptsächlichsten Bestandteilen der ferritischen Masse, Glimmer, Kaolin, Tonsubstanzen und Eisenverbindungen, ist hier am Aufbau der Bindemasse auch anderes, feines klastisches Material beteiligt, z. B. Feldspatfragmente und Quarzstaub.

Durch die im Laufe der Beobachtungen gemachten Erfahrungen der engen Abhängigkeit im Auftreten des authigenen Quarzes von bestimmten Strukturen, war es auffallend, in diesen Sandsteinen mit reichlicher ferritischer Bindemasse auch sekundären Quarz zu finden. Allerdings handelt es sich stets um wenige Fälle und sehr geringe Entwicklung des authigenen Quarzes. Dieser sitzt dann stets größeren Quarzgemengteilen an, die weniger dicht gepackt sind und wo das Auftreten der ferritischen Masse nur als lückenhafte Hülle geringe Räume freiließ. Das Hauptprinzip des Raumverhältnisses beim Ansatz sekundärer Mineralien bleibt also auch hier gewahrt. Nun machen aber die bestehenden Strukturen ein Zuwandern des Quarzes unmöglich und der sekundäre Quarz kann daher in diesen Fällen nur an Ort und Stelle ent-

standen und wieder abgesetzt sein. Da nun die reichlich vorhandenen Feldspäte zum großen Teil sehr weitgehend zersetzt sind, wird zur Erklärung der Herkunft der sekundären Kieselsäure hier angenommen, daß sie diesen Feldspäten entstammt.

Im Hohlweg Kehrmich fand sich, den Schieferletten eingelagert, ein Sandstein mit reichlich sekundärem Quarz. Es ist ein hartes Gestein mit verschieden geformten, aber mehr beanspruchten Gemengteilen. Die Ferritmasse tritt gegenüber den soeben beschriebenen Sandsteinen stark zurück und ist nur als Hülle entwickelt. Dafür tritt sekundärer Quarz stark hervor. Auf Grund der Strukturverhältnisse ist die Herkunft des authigenen Quarzes aus zugewanderter Kieselsäure begründet.

Ein Sandstein mit sekundärem Eisenerz wurde im Malheckenweg bei Ober-Klingen beobachtet. Die Schichtung ist unregelmäßig und ändert sich rasch. Lagen verschieden großer Gemengteile, von denen die länglichen in der Schichtung orientiert sind, folgen Schichtstreifen, in denen die Mineralien wirr durcheinander liegen. Die unregelmäßigen, länglichen, vieleckigen Gemengteile erfuhren keine Transportbeanspruchung. Ihre Ausmaße liegen im Durchschnitt bei $0,1-0,2 \times 0,05-0,1$ mm. Trotz der verschieden großen und wechselnd geformten Komponenten ist die Packung lose. Da auch die ferritische Bindemassee sehr zurücktritt, entgegen den weiteren Beobachtungen an entsprechendem Material, ist die lose Packung wohl in einer anderen Geschwindigkeit beim Absatz zu suchen, wie er durch rasch fließendes Wasser verursacht werden kann. Dafür spricht auch die geringe Beteiligung der hier ausgewaschenen Ferritmasse. Die gebliebenen Hohlräume ermöglichen Zufuhr und Absatz des sekundären Quarzes. Hauptbindemittel ist aber das sekundäre Eisenerz, das den Gemengteilen oder der ferritischen Masse oder dem sekundären Quarz ansitzt. Dabei überkrustet das Erz die kleineren Gemengteile, so daß es heute in größerer Entwicklung erscheint, als nur die Hohlräume ausfüllungen zuließen. Das Erz dürfte auch hier, wie in den anderen Fällen, von den jedenfalls tertiären Spalten aus imprägniert sein, während sich die sekundäre Kieselsäure in ihrer flächenhaften Verbreitung von Verwitterungslösungen ableitet. Beide sekundäre Vorgänge sind daher auch zeitlich scharf auseinander zu halten.

Unter dem su_1 -Material sei noch als Beispiel der Entfärbungserscheinungen ein Sandstein aus dem Tal Otzberg—Niederklingen erwähnt. Der Sandstein läßt Schichtung nicht erkennen. Die länglichen, polygonalen Gemengteile sind scharfkantig, ihre Größe liegt bei $0,07-0,1 \times 0,1-0,15$ mm. Die Packung ist eng und so können die Gemengteile stellenweise ohne ein Bindemittel direkt aneinander treten. Hauptsächlich erfolgt Verfestigung durch die ferritische Masse, die als Hülle entwickelt ist. Sie ist ganz oder fast ganz frei von Eisenverbindungen und besteht hier im wesentlichen nur aus Glimmerfäserchen. Nur in Zwickeln, wo die Ferritmasse als Stützfülle sich ausbreitet, konnten sich im Bleichvorgang die Eisenverbindungen noch halten. Ganz untergeordnet findet sich auch sekundärer Quarz. Die Untersuchung der Gemengteile, hauptsächlich Quarz und Feldspat, bietet nichts Besonderes.

Die Gemengteile der Sandsteine mit ferritischem Bindemittel. Quarz und Feldspat treten im wechselnden Mengenverhältnis auf, hauptsächlich: Quarz:Feldspat $\sim (2-8):1$. Das Verhältnis wurde nach Ausmessungen in kleinen Schliffteilen dann für das Gesamtbild geschätzt. Mit der Zeit gibt

die Schätzung genügend Sicherheit und besonders bei dem starken Wechsel des Verhältnisses wird die Schätzung für genügend sicher gehalten. Der Zersetzungsgrad der Feldspäte ist verschieden. Nur einmal wurde Plagioklas mit Lamellen beobachtet, sonst ist entweder die Zersetzung schon zu weit gegangen oder es handelt sich in der Hauptsache um Orthoklas. Glimmer ist stets reichlich vorhanden, häufiger naturgemäß Muskovit, selten in Umwandlung begriffener Biotit. Nur recht vereinzelt ließen sich Zirkon, Turmalin und Rutil beobachten.

Sandsteine der Stufe su_2 des Tigersandsteins.

Die Tigersandsteine machen einen ziemlich gleichförmigen Eindruck. Es bestehen zwar Unterschiede in der Art der Schichtung, Farbe, Korngröße der Gemengteile, Art der Bleichung und der Pseudomorphosen, aber sie sind gering und so heben sich nicht besondere Gruppen heraus wie innerhalb einiger Stufen des mittleren Buntsandsteins. Unter Verweisung auf die ausführlichen Beschreibungen im stratigraphischen Teil seien die Tigersandsteine nur kurz gekennzeichnet. Es sind fein- oder feinkörnige Sandsteine mit hauptsächlich ferritischem Bindemittel. Sekundärer Quarz oder Dolomit als Bindemittel treten nur selten auf. Bleichung erfolgt in Streifen oder Flecken. Außer der Bleichung gründet sich der Name auch auf die Führung von braunen oder grauen Pseudomorphosenflecken, in denen früher Karbonate von Eisen oder Mangan entwickelt waren, während heute die Karbonate ausgelaugt sind. (Taf. 4, Fig. 4, 5.)

Zur Schichtung kann die Betrachtung unter dem Binokular wesentliche Merkmale liefern. Die Schichtung wird bedingt durch die schichtweise Folge großer und kleiner Gemengteile, die Parallelorientierung der länglichen Mineralien, die Art der Beteiligung der ferritischen Masse. Unter den Mineralien spielt hier der häufig auftretende Glimmer zur Schichtentwicklung die Hauptrolle.

Über Form und Größe der Gemengteile wurden in dem vorhergehenden Kapitel bereits Angaben gebracht. Die Gemengteile sind beim Transport nicht oder nur gering beansprucht worden. Sie besitzen in der Hauptsache 0,3—0,1 mm Durchmesser, wobei kleinere überwiegen und auch nach beiden Seiten Abweichungen bestehen. In ihren Umrissen sind sie ganz unregelmäßig gestaltet, länglich und vieleckig.

Der Verband an sich oder die Packung wird durch die Art des Zusammentretens der Gemengteile bestimmt. Die reiche Beteiligung des Glimmers und die sehr wechselvollen Formen und auch z. T. Größen der Gemengteile ermöglichen eine enge Packung. Wenn trotzdem nicht immer die Packung so eng ist, wie sie danach sein könnte, so liegt es an der reichlichen Beteiligung der mit den Gemengteilen zum Absatz gelangten ferritischen Masse. Es zeigt sich immer wieder, je größer die Gemengteile sind und je stärker sie beim Transport beansprucht wurden, um so mehr tritt die ferritische Masse zurück. Auf Grund der Beobachtungen an Sandsteinen anderer Stufen ist daher bei den Tigersandsteinen reichliche ferritische Masse zu erwarten. Geringe Beanspruchung der Gemengteile, sowie viel ferritisches Bindemittel weisen einmal auf die Nähe des Materiallieferungsgebietes hin und außerdem auf die geringe Geschwindigkeit des Transportmittels, das bei dieser Zusammen-

setzung und Art der Ablagerung nur Wasser sein kann. Das feinste klastische Material, als ferritische Masse abgesetzt, wurde dabei nicht ausgeschlämmt. Das Fehlen größerer Gemengteile, also nur geringe Transportkraft des Wassers, erklärt sich aus den gleichen Ursachen. Im mittleren Buntsandstein mit den Geröllhorizonten treten hier tiefgreifende Änderungen ein. Weitere, hier einmal nur angedeutete Folgerungen aus petrographischen Beobachtungen, werden in dem petrogenetischen Teil später behandelt.

Als Bindemittel 1. Art ist zuerst die ferritische Masse zu nennen. Die schon angeführte Zusammensetzung der ferritischen Masse ließ sich besonders mit an einigen günstigen Schliffbildern der Tigersandsteine erkennen. Im Vorkommen als Basalzement wurden auch feine Feldspatfragmente und etwas größere Glimmerfasern beobachtet. Die Pigmentanhäufung von Eisenverbindungen zeigt, daß weniger klastisches Material als sonst in der ferritischen Masse beteiligt ist und davon überwiegt Glimmer mehr als bei den Sandsteinen anderer Stufen. Die färbende ferritische Masse erscheint als Hülle, Stützfülle oder als Basalzement. Ihre bezeichnendste Entwicklung in den Tigersandsteinen ist als Stützfülle oder im Übergang Stützfülle-Hülle. Das Vorkommen als Hülle finden wir nur bei den etwas größeren und mehr beanspruchten Komponenten.

An gebleichten Stellen kann die Auflösung des Schliffbildes Schwierigkeiten bereiten. Die Abgrenzung der in der Hauptsache aus Feldspäten hervorgegangenen Bestandteile der ferritischen Masse gegen die stark zersetzten Feldspäte ist mitunter unscharf. Die Orientierung der Gemengteile, besonders das Anschmiegen der Glimmerlamellen an die Gemengteile liefern Merkmale zur Abtrennung.

Durch Packung, bindende Mineralien und die ferritische Masse wird fast durchweg bei den Tigersandsteinen die Verfestigung erreicht. Sekundäre Kieselsäure als Bindemittel tritt hier sehr zurück. Wir finden sie nur in wenigen Bänken und dann stets nur in einzelnen, geringen Vorkommen. Dabei treffen wir sie sowohl zwischen kleinen, eckigen Gemengteilen, als auch im Verband etwas größerer und mehr beanspruchter Quarze, die nur eine dünne, lückenhafte Hülle tragen. Auf Grund des geringen Vorkommens und innerhalb dieser für Stoffwanderungen hinderlichen Strukturen, wird auch hier, wie bei su_1 angenommen, daß die Kieselsäure an Ort und Stelle sich aus zersetzenden Feldspäten bildete. Die Feldspäte treten in den Tigersandsteinen als Hauptgemengteile mit auf und sind teilweise sehr weit zersetzt.

Neben Ferritmasse als Bindemittel 1. Art wurde in einigen Vorkommen Dolomit beobachtet. Dolomit tritt dabei als Hülle, Stützfülle oder Basalzement auf. Er ist im l. p. L. klar; bei stark gesenktem Kondensator sind sehr feine Spaltrisse in rhombischer Anordnung zu erkennen. Andere Stellen zeigen bei starker Vergrößerung und gesenktem Kondensator rhomboedrische Formen. Dadurch erscheint bei geringer Vergrößerung eine gekörnelte Oberfläche. Der Dolomit sitzt entweder den Gemengteilen direkt an oder bei Vorhandensein einer ferritischen Hülle dann dieser. Die Ferritmasse gelangte nach diesen Beobachtungen nicht nur mit den Gemengteilen zum Absatz, sondern haftete ihnen schon beim Transport an.

Wie in anderen Stufen wurde auch in su^2 sekundäres Brauneisen beobachtet. Es durchzieht den Sandstein in dünnen, i. a. nicht mehr als 1 cm mächtigen Bändern konkordant oder diskordant zur Schichtung. Das Erz

verkrustete die Ferritmasse und hüllte auch kleinere Gemengteile ganz ein. In einem Fall wurde Brauneisen auch in einem gebleichten Sandstein beobachtet. Schlüsse über das Alter der Bleichung und der Zufuhr des Eisenhydroxydes ließen sich nicht ableiten.

Mikroskopische Untersuchung eines Pseudomorphosenfleckes. Die Gemengteile sind von einer braunschwarzen, an dünneren Stellen bräunlichen Kruste überzogen. Karbonat ist nicht mehr vorhanden. Von dem früher abgesetzten Eisenkarbonat ist das Karbonat ausgelaugt und nur Eisenhydroxyd ist zurückgeblieben und überkrustet die Mineralien. Sonst unterscheidet sich der Pseudomorphosenfleck nicht von dem Sandstein.

Die Gemengteile des Tigersandsteins. Neben Quarz kann auch Feldspat als Hauptgemengteil auftreten. Das Verhältnis beider liegt etwa bei (6—10):1. Feldspat tritt in allen Verwitterungsstadien auf. Verschiedentlich wurde noch Plagioklas mit deutlich erkennbaren Lamellen beobachtet. Meist ist aber die Zersetzung zum Erkennen der Lamellen zu weit vorgeschritten. Mikroklin ist sehr selten und stets frisch. Glimmer kann sehr oft auftreten, besonders angehäuft in den Schichtflächen und dann ebenso reichlich oder noch reichlicher als Feldspat. Meist handelt es sich um hellen Glimmer, Muskovit oder auch gebleichten Biotit. Chloritisierter oder im Zustand der Entfärbung begriffener Biotit ist selten. Von den nur ganz vereinzelt vorkommenden Gemengteilen finden sich Zirkon und Turmalin und zwar noch seltener als in Sandsteinen des Mittleren Buntsandsteins. Als sehr seltener Gemengteil der Sandsteine aller Stufen wurde in den Tigersandsteinen zweimal Apatit beobachtet.

Sandsteine der Stufe sm¹, der untere Geröllhorizont (Eck'sches Konglomerat) des Mittleren Buntsandsteins.

Auf Grund der Feldbeobachtungen hoben sich unter den sm₁-Sandsteinen 2 Arten heraus, die durch Übergänge miteinander verbunden sind:

1. Mittel- bis grobkörnige Sandsteine, meist sekundär eingekieselt, fest, braunrot, mit Pseudomorphosen, Tongallen, Geröllen in einzelnen Bänken, ungeschichtet, in Kreuzschichtung oder gleichsinnig-horizontaler Schichtung.

2. Fein-, klein- bis mittelkörnige Sandsteine, wenig fest, fleischrot, mit Glimmer und viel ferritischem Bindemittel, deutlichen Lagern und guter Schichtausbildung. Pseudomorphosen und Gerölle sind selten.

Die Ergebnisse der mikroskopischen Einzeluntersuchungen werden, wie bei anderen Sandsteinen, zusammengearbeitet, soweit nicht besondere Ausbildungen Einzeldarstellungen verlangen. (Taf. 4, Fig. 6; Taf. 5, Fig. 1.)

1. Die mittel- bis grobkörnigen Sandsteine.

Zu den bereits im stratigraphischen Teil gemachten Angaben über die Schichtung ist nach den Untersuchungen unter dem Binokulor oder Mikroskop wenig hinzuzufügen. Die eingehenden Untersuchungen lassen erkennen, daß Schichtung nicht nur durch die Anordnung der Gemengteile zustande kommt, sondern auch durch die verschiedene Beteiligung der ferritischen Masse.

Die Form der Gemengteile ist verschieden, viereckig bis abgerundet, länglich, vieleckig oder splittrig. Auch der Grad der Beanspruchung ist

wechselnd. Dabei sind die größten Gemengteile nicht immer am stärksten beansprucht. Nach den oben gekennzeichneten Typen ist die Hauptmasse der Quarz-Komponenten als ziemlich stark beansprucht anzusprechen. (Taf. 4, Fig. 6.)

Als recht bezeichnende Erscheinung der Sandsteine der Stufe sm_1 hat die verschiedene Größe der Gemengteile einer Bank, oft sogar eines Lagers zu gelten. Diese Tatsache spricht für oft wechselnde Sedimentationsumstände und neue Gebiete der Materiallieferung, wie sie im stratigraphischen Teil bereits aus Beobachtungen über öfteren Schichtungswechsel, Wechsel von Aufschüttung und Abräumung, den verschiedenen Arten der vorkommenden Mineralien abgeleitet wurden. In der Übersichtstabelle ist die Größe der Gemengteile mit 0,1—0,3 mm Durchmesser angegeben. Das ist aber nur ein Hauptdurchschnittswert, der zum Vergleich mit den anderen Stufen genommen wurde. Oft gehen die Maße darüber hinaus; 0,3—0,5 mm Durchmesser sind noch verhältnismäßig oft zu messen. Größere Gemengteile, bis 1 mm Durchmesser und mehr, finden sich in den Gerölle führenden Sandsteinen.

Der Verband. Auseinander zu halten sind: 1. Packung oder Verband an sich. 2. Verband durch Bindemittel 1. Art, hier die ferritische Masse. 3. Verband durch Bindemittel 2. Art, sekundärer Quarz und Erze. Es ist auffallend, daß Gemengteile gleicher Größe und Beanspruchung verschiedene Packung besitzen. Der Grund hierfür kann nur in wechselnden Verhältnissen beim Absatz liegen, auf die in anderem Zusammenhang soeben schon hingewiesen wurde. In der Hauptsache kann von lockerer Packung gesprochen werden. Im Zusammenhang mit der Packung ist auf die Beteiligung der ferritischen Masse hinzuweisen. Allgemein ist zu erkennen, daß Form und Größe der Gemengteile, Art und Zeit des Absatzes die Menge der ferritischen Masse bestimmen. Es ist immer wieder zu beobachten, daß mit kleinen und eckigen Gemengteilen viel ferritische Masse zum Absatz gelangt, mit großen, stark beanspruchten Komponenten nur wenig. Die Transportkraft des absetzenden Mittels, hier Wasser, kommt dabei zum Ausdruck. In dem rasch fließenden Wasser, das grobe Gemengteile transportieren kann, wird das feinste klastische Material ausgewaschen. Schon während des Transportes trugen die Gemengteile, besonders verwitterte Feldspäte, die ferritische Masse.

Bei den Sandsteinen dieser Gruppe tritt die ferritische Masse vorherrschend als dichte oder lückenhafte Hülle auf. Es finden sich auch Stellen, an denen sich die Mineralien direkt aneinander legen. Zur Ausbildung einer Stützfülle ist es selten gekommen; eher finden wir in Zwickeln den Übergang von Hülle zur Stützfülle. Form der Gemengteile, Art der Packung und des Auftretens der ferritischen Masse lassen Hohlräume zum Ansatz sekundären Quarzes. Bisweilen ließ sich als „Füllmasse“ in größerer Entwicklung ferritische Masse mit feinem, verschiedenem klastischem Material beobachten. Neben den Bestandteilen der ferritischen Masse lassen sich außerdem kleine Quarz- und Feldspatfragmente und größerer Glimmer feststellen. Nach ihrem Vorkommen gelangte die Füllmasse nach der Ferritsubstanz zum Ansatz. Andererseits zeigt das Anschmiegen der Füllmasse an die Gemengteile, ihre Einlagerung in Zwickeln direkt an die Mineralien, daß sie ebenfalls als primäres Bindemittel gilt. Sie gelangte mit den Gemengteilen oder kurz danach zum Ansatz; den Beobachtungen wird am ehesten die Vorstellung gerecht, daß die Füllmasse in gebliebenen Hohlräumen eingeschwemmt wurde. Ihr Tongehalt ist in größeren Vorkommen größer. Die Einschwemmungen leiten dann zu den eingelagerten

Tonklumpen in Sandsteinen der Stufen sm_4 und sm_5 über, die die Verbindung zu den Tongallen herstellen.

Über das Auftreten des sekundären Quarzes ist hier nichts besonderes anzuführen. Wir finden ihn seinem Vorkommen nach als Hülle, seltener als Stützfülle in allen Sandsteinen dieser Gruppe. Packung, Bindemittel, Mineralverband geben wohl den Gemengteilen einen gewissen Zusammenhalt, wie die an sekundärer Kieselsäure freien Sandsteine der 2. Gruppe in sm_1 zeigen. Die besondere Festigkeit der Sandsteine der 1. Gruppe in sm_1 beruht aber daher nur auf der Einkieselung, wenn sie auch lückenhaft ist und nicht als Bindemittel so vorherrscht wie in den Stufen sm_4 und sm_5 .

Bei einem Sandstein dieser Gruppe fand sich als Bindemittel 2. Art an einigen Stellen Chalcedon. Die Gemengteile tragen die \pm lückenhafte Hülle. Die Füllmasse zwischen den Gemengteilen hat aber eine lichtgelbe Farbe und ist keine ferritische Substanz. Bei stark gesenktem Kondensor, Heben und Senken von Kondensor und Tubus ist eine runzlig-körnige Oberfläche zu erkennen. Unter $+N$ zeigt sich in der Mitte eine helle Faser, parallel der Längsorientierung der Füllung. Außerdem heben sich schwach lichtbrechende Fasern heraus, die senkrecht zur Längsfaser stehen. Ihrem optischen Verhalten nach sind die Fasern Chalcedon. In vielen beobachteten Chalcedon-Vorkommen war in der Mitte eine Längsfaser entwickelt, zu der die kleinen Fasern senkrecht stehen. Ist die Chalcedonfüllung größer, dann sind nur die kleinen Fasern ausgebildet und das Innere wird dann von einem streifigen oder körnigen Chalcedonaggregat erfüllt.

Die Gemengteile. Vorherrschend ist Quarz; Feldspat tritt ganz zurück. Der Feldspat ist stets \pm weitgehend zersetzt. Plagioklas war nicht zu erkennen. Glimmer tritt selten auf. Nur in den feinen Lagern kann er gelegentlich häufiger sich finden. Meist ist es heller Glimmer; sehr selten schmutzigrüner Biotit. Nur gelegentlich erscheinen Zirkon, Rutil, Turmalin, Erzkörner. Einmal konnte Apatit beobachtet werden.

2. Die fein- und kleinkörnigen Sandsteine.

Bezüglich der makroskopischen Beschreibung kann hier auf den stratigraphischen Teil verwiesen werden. Die Form der Gemengteile ist wechselnd. Sie sind wenig oder auch ziemlich stark beansprucht worden. Kleine Komponenten besitzen in den feinen Lagern meist noch durchaus scharfe Kanten und Ecken. Die Größenunterschiede sind gering; 0,05—0,1 mm \times 0,1—0,2 mm Durchmesser sind häufige Durchschnittswerte. Die Unterscheidung beider Sandsteine nach dem Korn beruht auf den vorherrschenden Gemengteilen. Beide Sandsteine verhalten sich etwa wie grobes und feines Lager eines Lagerpaares.

Die Packung der Gemengteile ist eng. Verschiedene Form und Größe der Mineralien ermöglichen enges Aneinanderliegen. Im Zusammenhang damit erscheint die ferritische Masse im Übergang Hülle-Stützfülle oder als Stützfülle, selten als Basalzement. Die Untersuchung der sm_1 -Sandsteine bietet ausgezeichnete Beispiele der Abhängigkeit des Ansatzes sekundärer Bindemittel von den primären Strukturverhältnissen. Enge Packung und Vorkommen der ferritischen Masse als Stützfülle schließen die Entwicklung von sekundärem Quarz aus. Es wurde in diesen Sandsteinen nur selten und nur in groben

Lagern, wo nur eine lückenhafte ferritische Hülle entwickelt ist, sekundärer Quarz beobachtet. Da die Verfestigung dieser Sandsteine im wesentlichen durch den Verband an sich und die ferritische Masse erfolgt, sind sie auch wenig fest. Sie saugen sich voll Wasser und sanden leicht ab.

Als auffallende Erscheinung und nur einmal bei einem Sandstein dieser Gruppe wurde an Material aus dem Bruch südlich Gammelsbach Quarzin als Bindemittel 2. Art beobachtet. Die Quarze sind gerundet, lose gepackt, die Ferrithülle erscheint lückenhaft. Die gebliebenen Hohlräume enthalten eine hellgelbe Ausfüllung. Bei +N erscheinen wieder die Mittelfasern mit den kleinen Querfasern. Die Fasern besitzen niedere Doppelbrechung, löschen senkrecht aus und der Charakter der Hauptzone ist positiv. Eine Zuwanderung der Kieselsäure erscheint nicht möglich. Auch hier möchte ich, wie im Unteren Buntsandstein, eine Bildung der Kieselsäure an Ort und Stelle aus verwitterten Feldspäten annehmen. Die Feldspäte sind häufig und weitgehend zersetzt.

Die Gemengteile. Gegenüber den Sandsteinen der 1. Gruppe ist die stärkere Beteiligung der Feldspäte hervorzuheben, wie die von Glimmer. War dort das Verhältnis Quarz:Feldspat in der Hauptsache $> 12:1$, so ist es hier (6—8—10):1. Die Unterscheidung Orthoklas—Plagioklas war wegen der Zersetzung nicht mehr durchzuführen. Einmal fand sich noch ein vollkommen frischer Mikroklin. Glimmer sammelt sich gern in den feinen Lagern an; wie stets handelt es sich vornehmlich um hellen Glimmer, selten um umgewandelten Biotit. Zirkon und Turmalin sind sehr selten. Je einmal wurden beobachtet Apatit, Hornblende- und Augitbruchstücke.

Einige besondere Ausbildungen von sm_1 -Material bedürfen noch der Einzeldarstellungen. Im Sandstein von Frau Nauses sind an verschiedenen Stellen wenige mm oder cm breite Streifen von sekundärem Brauneisenerz zu beobachten, die konkordant oder diskordant zur Schichtung verlaufen. Bei dem u. d. M. untersuchten Beispiel handelt es sich um einen Sandstein der 1. Gruppe. Die Gemengteile besitzen verschiedene Formen und Größen, wie es als bezeichnend für diese Sandsteine gelten kann. Die Ferrithülle ist lückenhaft oder fehlt ganz. Dadurch ist reichlicher Ansatz sekundären Quarzes ermöglicht. Das Brauneisenerz sitzt als braune Kruste dem sekundären Quarz an. Meist ist aber dieser Ansatz nicht mehr zu beobachten, sondern das Brauneisen legt sich noch über die Ränder der Gemengteile oder umhüllt kleinere vollständig.

Die Gerölle führenden Sandsteine sind meist Sandsteine der 1. Gruppe. Als Beispiel sei ein Vorkommen von Frau Nauses angeführt. Die Gerölle erreichen bis 1 cm Durchmesser. Auch sie zeigen, wie die Gemengteile, verschiedene Form und Größe. Die Gemengteile sind hier größer als sonst in Sandsteinen dieser Gruppe und erreichen bis 1 mm und noch mehr Durchmesser. Die Packung ist lose. Die ferritische Masse tritt sehr zurück. Diese Erscheinungen finden Erklärung nur bei der Annahme, daß der Absatz in rasch fließendem Wasser erfolgte. Durch lose Packung und Zurücktreten der ferritischen Masse wurde reichlicher Ansatz der sekundären Kieselsäure möglich. Die Gemengteile sind hauptsächlich Quarz, Feldspat ist selten, noch weniger treten kurze Glimmerfasern auf, die oft gestaucht sind.

Bei Heppenheim ist der Sandstein durch Lage an der Rheintalspalte starken sekundären Veränderungen unterworfen worden. Er ist weitgehend gebleicht und stark eingekieselt, sodaß sogar eingeschaltete Letten mit ein-

gekieselt wurden. Solche Letten besitzen hellgraue oder graugrüne Farbe, sie sind fest und brechen splittrig. U. d. M. ist zu erkennen, daß die Gemengteile wirr gelagert und eng miteinander verfilzt sind. Nur an den Randstellen des Schliffes ist die Auflösung möglich. Feinste Quarz- und Feldspatfragmente sind vorhanden, meist handelt es sich aber um Schuppen und Fasern, die nach ihrem optischen Verhalten als Kaolin oder heller Glimmer angesprochen wurden. Eine graue, tonige, verkieselte Zwischensubstanz ist nicht mehr aufzulösen. Brauneisenpigment oder flockige Eisenverbindungen treten noch hinzu. Es handelt sich also um feinstes klastisches Material, wie es uns auch in der ferritischen Masse entgegentritt. Hier erscheint es isoliert in der den Sandsteinen zwischengelagerten Lettenschicht.

*Sandsteine der Stufe sm_2 , der Pseudomorphosensandsteine
des Mittleren Buntsandsteins.*

Die Stufe sm_2 setzt die Entwicklung von sm_1 fort. Wir finden hier wieder die Sandsteingruppen, die sich den mittelkörnigen, braunen und den feinkörnigen, roten Sandsteinen von sm_1 anschließen. Nur sind die Umgrenzungen beider Gruppen unschärfer geworden. Wichtig ist für die genetische Betrachtung die Mittelstellung von sm_2 gegenüber sm_1 und sm_3 . In sm_1 herrschen die mittelkörnigen Sandsteine vor den feinkörnigen; in sm_3 ist das Verhältnis umgekehrt. Das Fehlen der Gerölle und das Auftreten der Pseudomorphosen sind weitere Merkmale für die Sandsteine dieser Stufe. Durch die ähnliche Entwicklung in sm_1 kann die Beschreibung hier kürzer sein.

Wenn wir extreme Vertreter der Pseudomorphosensandsteine untersuchen (Taf. 5, Fig. 2, 3, 4), so prägt sich die verschiedene Form und Größe der Gemengteile noch deutlich aus. Sonst sind bei den zahlreichen Übergängen diese Unterschiede nur gering. In den größeren Ausbildungen finden wir ziemlich stark oder stark beanspruchte Gemengteile (Typen III und IV), z. T. sogar sehr starke Beanspruchung, während in den extremen Vertretern der feinkörnigen Sandsteine die Formen bei IV und V (kaum beansprucht) liegen. Wir haben aber in sm_2 nicht mehr den auffallenden Wechsel in Form und Größe der Gemengteile wie in sm_1 . Damit kommt zum Ausdruck, daß die Sedimentationsumstände stetiger geworden sind, wie auch durch das Fehlen der Gerölle, Zunahme der gleichartigen feinkörnigen Sandsteine mit gleichsinnig horizontaler Schichtung, Zurücktreten der Erosions- und Schichtungsdiskordanzen. In den größeren Sandsteinen erreichen die Gemengteile bis 0,6—0,8 mm Durchmesser, häufigere Abmessungen liegen bei 0,1—0,4 mm. Die feinen Lager, wie die feinkörnigen Sandsteine, werden hauptsächlich von Gemengteilen mit 0,1—0,25 mm zusammengesetzt.

Die Strukturverhältnisse zeigen in Art der Packung, Entwicklung der ferritischen Masse und des sekundären Quarzes Ausbildungen wie bei entsprechenden sm_1 -Sandsteinen. Es läßt sich wieder feststellen, daß mit der Verringerung der Korngröße und der geringeren Transportbeanspruchung die Packung enger wird. Wenn in Ausnahmefällen bei entsprechender Form und Größe der Gemengteile die Packung lose ist, so kann sie ihren Grund nur in veränderten Absatzverhältnissen finden, z. B. in verschiedener Fließgeschwindigkeit des Wassers. Weiter bestehen die im Abschnitt über Strukturen auseinander gesetzten Beziehungen: große Gemengteile, lose Packung, ferritische

Masse als Hülle, sekundärer Quarz; oder umgekehrt, kleine Gemengteile in enger Packung mit ferritischer Stützfülle, aber ohne sekundären Quarz. Das unterschiedliche Verhalten beider Lager bezüglich Packung, ferritischer Masse und Beteiligung sekundärer Bindemittel ist in gleicher Weise zu verfolgen.

Die besondere Entwicklung einer „Füllmasse“ aus feinstem klastischem Material, aber weniger fein als in der ferritischen Masse, wurde auch hier beobachtet. Das Füllmaterial sitzt den Gemengteilen oder der ferritischen Masse auf. Während die ferritische Masse mit dem Absatz der Gemengteile erfolgte, wurde das Füllmaterial in den noch nicht verfestigten Sand eingeschwemmt. Das Auftreten dieser Füllmasse ist nur bei Absatz im Wasser zu erklären.

Als primäres Bindemittel konnte außer der verbreiteten ferritischen Masse in den 40 untersuchten Schliften dieser Stufe nur zweimal und dann ganz zurücktretend Dolomit beobachtet werden. Die Sandsteine mit Dolomit stammen aus dem Bruch südlich Gaimühle und von Litzelbach. In beiden Fällen handelt es sich um Sandsteine der 2. Gruppe. An den Pseudomorphosen dieser Sandsteine ist auf die erhebliche Karbonatbeteiligung bei der Sedimentation zu schließen. Der Dolomit tritt als Hülle, Stützfülle und als Basalzement auf. Er sitzt den Gemengteilen oder der ferritischen Masse auf. Bei Litzelbach nimmt der Dolomit nur die Ausmaße eines Gemengteiles ein, während er sich bei Gailbach über eine etwa $\frac{1}{2}$ qcm große Fläche verteilt. Er ist farblos, unter l. p. L. runzlig oder läßt rhomboedrischen Zerfall erkennen. Rhomboeder sind erst bei sehr starker Vergrößerung festzustellen.

Unter den sekundären Bindemitteln oder den Bindemitteln 2. Art wurde bereits der authigene Quarz erwähnt. In einem der untersuchten Schliffe fand sich auch als Bindemittel 2. Art Chalcedon. An den Stellen mit Chalcedon tragen die Gemengteile nur eine dünne, lückenhafte ferritische Hülle und der Chalcedon tritt nur in feinen Zwickeln auf oder in den schmalen Zwischenräumen der Komponenten. Wieder sind, wie in sm₁, an breiteren Stellen Längsfaser und Querfasern zu beobachten oder in schmalen Räumen nur feine Querfasern. Unter +N wird die Faseranordnung noch deutlicher. Meist handelt es sich um Chalcedon. Soweit aber die Fasern die Bestimmung der Hauptzone zulassen, ist danach teilweise auch Quarzin festzustellen. Ein Zusammenvorkommen von faseriger und körniger Ausbildung der Kieselsäure wurde hier nicht beobachtet. Es ist auffallend, daß sich Chalcedon nur in den feinkörnigen, eng gepackten Sandsteinen findet, entsprechend der Entwicklung in anderen Stufen. Ferritmasse findet sich hier nur wenig, meist als Hülle, selten im Übergang zur Stützfülle. Obwohl verwitterte Feldspäte vorhanden sind, ist in diesen Fällen durch die nur lückenhaft ausgebildete Hülle und das Vorhandensein kleiner Zwickel, trotz der engen Packung eher an Zuwanderung der Kieselsäure, als Bildung aus sich zersetzenden Feldspäten zu denken.

Sekundäre Erzinfiltrationen fehlen auch hier nicht. Sie verlaufen in mm bis cm Breite konkordant oder diskordant zur Schichtung. Verschiedentlich ist der Ansatz des Erzes an den sekundären Quarz zu beobachten. Findet sich das Erz in einzelnen, kleinen, tropfenartigen Vorkommen, so liegt es den Schichtflächen auf. Meist handelt es sich um Brauneisen, selten um Manganerz (Taf. 5, Fig. 5).

Eine verkieselte Tongalle ermöglichte die mikroskopische Untersuchung. In einer braunen, feinkörnigen, feinfaserigen oder nicht mehr auf-

lösbarer Masse finden sich feine Quarz- und Feldspatfragmente und Glimmer. An dünnen Schliiffstellen zeigen sich dazwischen helle Körnchen, die jedenfalls dem einkieselnden Quarz zuzustellen sind. Die Einkieselung ist sonst aus der Festigkeit und dem splittrigen Bruch der Tongallen zu schließen.

Die Gemengteile. In den mittelkörnigen, braunen, meist \pm eingekieselten Sandsteinen ist ausschließlich Quarz Hauptgemengteil. Feldspat tritt ganz zurück, wenn er auch in wechselnder Beteiligung vorhanden ist. In den feinkörnigen, roten und ferritreichen Sandsteinen der 2. Gruppe ist das Verhältnis Quarz:Feldspat meist wie (6—10):1. Aber auch hier kann der Feldspat noch weiter zurückgehen. — Zu den früheren Mitteilungen über die Mineralien ist wenig hinzuzufügen. Quarz bietet nichts Besonderes. Feldspat ist stets \pm weitgehend zersetzt und nur vereinzelt ließen sich noch Plagioklaslamellen beobachten. Vereinzelt war frischer Mikroklin festzustellen. Beim Glimmer handelt es sich meist um hellen, selten um in Umwandlung begriffenen dunklen Glimmer. Glimmer ist in den feinen Lagern häufiger als in den groben und besonders reichlicher in den feinkörnigen, als den größeren Sandsteinen entwickelt. Turmalin und Rutil, etwas häufiger Zirkon, fanden sich zwar in der Mehrzahl der Schliiffe, aber stets nur selten. Von Turmalin und Rutil waren meist nur 1 oder 2 in einem Schliiff zu beobachten. Gelegentlich wurden auch Magneteisenkörner mit einer braunen Verwitterungsrinde angetroffen. Nur je einmal ließen sich stark umgewandelte Bruchstücke von Hornblende und Augit feststellen.

Sandsteine der Stufe sm₃, Feinkörniger Sandstein mit Lettenschichten des Mittleren Buntsandsteins.

Fein- bis feinkörnige Sandsteine mit wechselndem Gehalt an ferritischer Masse, mit kleinen oder keinen Pseudomorphosen, dazu bis 1 m mächtige Lettenbänke, und zurücktretend klein- bis mittelkörnige Sandsteine wie in sm₁, charakterisieren diese Stufe. Von den bezeichnenden, feinkörnigen sm₃-Sandsteinen besitzen die meisten reichlich ferritisches Bindemittel. Auffallend gegenüber der Gebundenheit der Einkieselung in sm₁ und sm₂ an mittelkörnige Sandsteine finden sich als 2. Gruppe fein- oder feinkörnige Sandsteine mit wenig ferritischem Bindemittel, dafür aber mit sekundärem Quarz. Neben diesen 2 Hauptgruppen bestehen viele Abweichungen. Sandsteine der Ausbildung sm₁—sm₂ vermitteln petrographisch zu diesen Stufen.

Die für sm₃ typischen feinkörnigen Sandsteine sind durch weitgehende Lagerausbildung ausgezeichnet (Taf. 6, Fig. 1, 2). In den Untersuchungen des Verbandes, der Form und Größe der Gemengteile kommt das unterschiedliche Verhalten der Lager am schärfsten zum Ausdruck. In den groben Lagern finden sich hauptsächlich Gemengteile von —0,1—0,3 mm Durchmesser, in den feinen —0,05—0,15 mm. Die groben Lager sind durch Formen nach den Typen III und IV gekennzeichnet, d. h. ziemlich stark oder stark beansprucht, während in den feinen Lagern die Mineralkomponenten ziemlich starke, wenig oder keine Beanspruchung erkennen lassen (IV—VI). Sind keine Lager entwickelt, so herrschen Gemengteile mit 0,1—0,2 mm Durchmesser oder Formen der Typen IV und V. — Mit dieser übersichtlichen Darstellung sind Einzelheiten der Lagerausbildung noch nicht genügend erfaßt. Als Beispiel der Lagerentwicklung sei ein Sandstein von Gras-Ellen-

bach beschrieben. In den groben Lagern stehen die Formen bei IV oder sogar bei III, in den feinen bei IV—VI. Die Durchmesser sind in den groben Lagern 0,15—0,35 mm, in den feinen 0,05—0,15 mm. Auf die unterschiedlichen Strukturen beider Lager wird unten bei Darstellung der Strukturen eingegangen.

In den *typischen, feinkörnigen sm_3 -Sandsteinen* (Taf. 5, Fig. 6) ist die Packung eng, wie es durch die Größe und besonders durch die eckigen Formen der Gemengteile möglich ist. Auch hieraus sind Schlüsse auf die Umstände beim Absatz zu ziehen, da in anderen Stufen gleich große und gleich geformte Mineralkomponenten lose Packung zeigten. Auch aus anderen Beobachtungen kann der Absatz nur im Wasser erfolgt sein. Ferner muß, bedingt mit durch die reichliche ferritische Masse und die gleichsinnige Schichtung das Wasser langsam und gleichmäßig geflossen sein.

Packung und ferritische Masse als Bindemittel 1. Art sind die wichtigsten Faktoren, die den Verband der Gemengteile herstellen (Taf. 6, Fig. 1, 2). Andere Bindemittel können zwar noch beteiligt sein, treten im Ganzen aber zurück. Die Ferritmase findet sich als Hülle im Übergang zur Stützfülle oder als solche. In den groben Lagern kann auch nur eine Hülle entwickelt sein, während das dazugehörige feine Lager durch eine ferritische Stützfülle ausgezeichnet ist. Sekundärer Quarz findet sich in diesen Sandsteinen nur selten und dann nur in den groben Lagern. Die Abhängigkeit des Ansatzes sekundären Quarzes von den Raumverhältnissen kommt dadurch wieder deutlich zum Ausdruck.

Die Unterschiede von den sm_1 — sm_2 -Sandsteinen sind daher: Feineres Korn, geringere Beanspruchung der Gemengteile, gute Packung, weitgehende Lagerbildung, reichere Beteiligung der ferritischen Masse, Fehlen oder starkes Zurücktreten des sekundären Quarzes.

Füllmasse aus feinem klastischem Material, wie sie auch aus den behandelten Stufen schon dargestellt wurde, findet sich auch hier.

In einer Bleichzone ließen sich die Bestandteile der Ferritmase beobachten. Die Masse besitzt graugrüne oder graue Farbe. Schuppen, Fasern, Körnchen und feinste Mineralsplitter sind unter günstigen Beleuchtungsverhältnissen festzustellen. Im Übergang von der ungebleichten zur gebleichten Zone löst sich die braune Partie auf, kleine braune Flocken oder braunes Pigment leiten zu hellen Stellen über. Die Bestandteile der Ferritmase, Kaolin, Glimmer, Tonsubstanzen, ferner feinste Mineralfragmente, sind dann zu bestimmen.

Als Bindemittel 2. Art war einmal Chaledon zu beobachten (Taf. 6, Fig. 1). Die Packung war an dieser Stelle mäßig dicht. Ferritmase fand sich als Hülle, Stützfülle und stellenweise sogar als Basalzement. Bei den bestehenden Strukturen muß die Entstehung des Chaledons aus Kieselsäure angenommen werden, die sich an Ort und Stelle aus sich zersetzenden Feldspäten bildete. Unter +N zerfällt die Chaledonfüllung in ein Körneraggregat oder auch in feine Fasern ($c=a$).

Als Hauptgemengteile treten in dem typischen sm_3 -Sandstein Quarz und Feldspat oder nur Quarz auf. Das Verhältnis Quarz:Feldspat kann starken Schwankungen unterworfen sein. Besonders in den feinen Lagern kann sich der Feldspat anreichern. Sicher ist er aber viel häufiger als in sm^1 und sm^2 . Mitunter sind noch Plagioklase zu erkennen; auch frischer Mikroklin findet

sich. Wie der Feldspat spielt auch der Glimmer eine größere Rolle als in sm_1 — sm_2 ; besonders kann er sich wieder in den feinen Lagern ziemlich anreichern. Turmalin, Zirkon, Rutil, Erzkörnchen, stets nur vereinzelt, fehlen auch diesen Sandsteinen nicht.

Einige besondere Ausbildungen bedürfen noch einer Einzelbeschreibung. In einem stark tonigen Sandstein ist die reichliche ferritische Masse als Stützfülle oder Basalzement entwickelt. Die Gemengteile besitzen scharfe Ecken und Kanten, erreichen hauptsächlich 0,1—0,25 mm Durchmesser; feinstes Material ist reichlich beteiligt. Unter den Mineralkomponenten herrscht Quarz vor, Feldspat ist selten, dagegen tritt oft Glimmer hinzu. Diese tonigen Sandsteine leiten einerseits bei Zunahme des feinsten klastischen Materials und der tonigen Beimengungen mit Abnahme der größeren Gemengteile zu Letten über, andererseits durch umgekehrtes Verhalten zu ferritischen, glimmerreichen sm_3 -Sandsteinen.

Eine 2. Gruppe sm_3 -Sandsteine sind fein- bis feinkörnige, feste, eingekieselte Sandsteine. Sie werden durch ihre Festigkeit sogar als Pflaster benutzt. Zum Unterschied von den typischen, ferritreichen, wenig festen sm_3 -Sandsteinen tritt die ferritische Masse zurück, die Packung ist nicht so eng und so wurde eine weitgehende sekundäre Einkieselung möglich. Die Gemengteile zeigen ziemlich starke bis starke Beanspruchung und besitzen i. a. $0,1—0,2 \times 0,2—0,4$ mm Durchmesser. Die Abhängigkeit der Einkieselung von den primären Strukturverhältnissen ist deutlich.

In dem Bruch des Dorfes Erbach wird eine Sandsteinbank von einem wenige Zentimeter breiten Brauneisenband durchzogen. Die Erscheinungen sind die gleichen, wie sie schon an vorhergehenden Stufen besprochen wurden. Der Sandstein ist sekundär eingekieselt; das Brauneisen sitzt dem sekundären Quarz auf. Die Ferritmasse verkrustet durch die Infiltrationen zu einer dichten, braunen Masse.

In dem gleichen Bruch ließen sich an einem Profil folgende Änderungen des Materials feststellen. Das Profil geht von typischen sm_3 -Sandsteinen in guter Lagerentwicklung aus. Die Gemengteile sind klein, ferritische Masse tritt reichlich als Fülle auf, das Verhältnis Quarz:Feldspat beträgt (4—5):1. Als Übergemengteile sind Turmalin, Zirkon und Magnetisekörner vorhanden. Diesem Sandstein legt sich eine Sandsteinbank der 2. sm_3 -Ausbildung auf. Die Schichtung tritt hier zurück, die Lagerentwicklung ist undeutlich oder fehlt ganz, die Gemengteile sind untereinander ziemlich gleich groß, lose gepackt und die ferritische Masse tritt als Hülle auf. Dafür ist der Sandstein weitgehend eingekieselt. Die Gemengteile sind fast ausschließlich Quarz. Im Hangenden folgt danach ein echter sm_3 -Sandstein, feinkörnig, eng gepackt, reich an ferritischer Masse, mit deutlicher Schichtung und Lagerentwicklung, aber ohne sekundären Quarz. Den Abschluß des Profiles bildet ein Sandstein, der in Korngröße, Mineralgehalt und primären Strukturverhältnissen dem Sandstein Nr. 2 des Profiles entspricht; nur tritt die Einkieselung hier zurück. — Unterschiede der Sandsteine bestehen im Korn, aber sie sind nicht so groß wie in der Beteiligung der ferritischen Masse, der Beanspruchung der Gemengteile, der Packung und der Beteiligung des sekundären Quarzes. Nr. 1 und 3 und Nr. 2 und 4 entsprechen sich. Auch in den Mineralkomponenten kommt der rhythmische Wechsel der Sedimente zum Ausdruck. In den ferritreichen, echten sm_3 -Sandsteinen sind Feldspat und besonders Glimmer

neben Quarz reichliche Gemengteile, während sie in den eingekieselten Sandsteinen gegenüber dem vorherrschenden Quarz stark zurücktreten. Der Rhythmus in den Ablagerungen vereinigt damit die 2 Hauptgruppen des sm_3 -Materials.

Sandsteine der Stufe sm_4 , Grobkörnige Sandsteine mit dem Kugelhorizont des Mittleren Buntsandsteins.

Die Stufe sm_4 wird durch grob- oder mittelkörnige, feste, eingekieselte Sandsteine gekennzeichnet, ferner durch das Vorkommen von bis haselnußgroßen Geröllen regellos in 2 Geröllhorizonten und durch Kugelbildungen in Sandsteinen des Kugelhorizontes. Zu den herrschenden, groben, eingekieselten Sandsteinen treten klein- bis mittelkörnige, ferritische Sandsteine der Ausbildung sm_1 — sm_2 und dünne Lettenbänke können bisweilen eingeschaltet sein.

Der bezeichnende grobkörnige sm_4 -Sandstein (Taf. 6, Fig. 3) besteht nur aus Quarzgemengteilen, das ferritische Bindemittel tritt zurück oder fehlt ganz. Dafür ist er weitgehend eingekieselt. Zur Schichtbildung ist es meist nicht gekommen. Die klein- bis mittelkörnigen Sandsteine der Art sm_1 — sm_2 unterscheiden sich von dem typischen Material scharf durch Art der Gemengteile und deren geringere Beanspruchung, stärkere Beteiligung der ferritischen Masse, Zurücktreten des sekundären Quarzes und sind außerdem durch Schichtung ausgezeichnet.

In den mittel- bis grobkörnigen bezeichnenden sm_4 -Sandsteinen lassen die Gemengteile starke Beanspruchung beim Transport erkennen. Ihre Form liegt nach den 6 Typen bei II und III, d. h. sehr starke oder starke Transportbeanspruchung. Die Ecken und Kanten sind abgerundet, so daß eirunde oder auch kugelförmige Formen entstanden sind. Im Einklang steht die Größe der Mineralkomponenten. Sie erreichen 0,3—1,0 mm Durchmesser und mehr im Durchschnitt. Dabei sind Ausmaße unter 0,5 mm seltener als darüber. Es finden sich auch Bänke, die im wesentlichen aus Gemengteilen von 1—2 mm Durchmesser zusammengesetzt sind.

Die Verbandsverhältnisse sind in diesen Sandsteinen einfach. Der Verband an sich oder die Packung ist bei diesen großen und gerundeten Komponenten naturgemäß locker. Im Einklang auch mit Beobachtungen an Sandsteinen anderer Stufen ist an Sandsteinen dieses Mineralaufbaues die Beteiligung der ferritischen Masse gering. Wir finden nur eine lückenhafte Hülle oder die ferritische Masse fehlt vollständig; d. h. also, daß bei dem raschen Transport die feinsten Bestandteile vollkommen ausgewaschen wurden.

Treten somit Packung und Bindemittel 1. Art zur Verbindung der Gemengteile zum Sandstein ganz zurück, so erhält das Bindemittel 2. Art die Hauptbedeutung zur Verfestigung. Zunächst ist aber in diesem Zusammenhang auf das vorhandene, jetzt ausgelaugte karbonatische Bindemittel hinzuweisen. In dem stratigraphischen Teil wurden die Karbonatsandsteine und die Kugelbildungen bereits beschrieben. Der Zeitpunkt der Karbonatauslaugung ist bestimmend für die Entwicklung von Hohlkugeln, in denen nach erfolgter Fortführung des Karbonates keine Kieselsäurezufuhr erfolgte, das Sandmaterial nur losen Zusammenhalt hat und an den betreffenden Stellen herausfällt, daß Hohlkugeln entstehen, oder ob nach der Karbonatfortführung bei noch er-

haltenen Kugelt Texturen Kieselsäure zuwanderte, so daß nach dem Einkieselungsvorgang die Kugeln sich erhalten konnten.

Auch innerhalb der Gruppe dieser Sandsteine sind wieder ausgezeichnete Beispiele der Abhängigkeit der sekundären strukturellen Erscheinungen, besonders der Einkieselung, von den vorhandenen primären Strukturen zu beobachten. Durch die lose Packung, das Zurücktreten der ferritischen Masse, blieben reichlich Hohlräume zum Ansatz der sekundären Kieselsäure. So wurde z. B. in einem Sandstein von Zell ein Ansatz sekundären Quarzes von 0,18 mm gemessen. Durch die reichliche Einkieselung ist der sm_4 -Sandstein außerordentlich fest. Trotzdem finden sich wenige Brüche in sm_4 , da der reine Quarzsandstein kaum eine Bearbeitung zuläßt.

Als Gemengteile dieser Sandsteine finden wir fast ausschließlich Quarz. Feldspat ist recht selten und dann handelt es sich nur um Orthoklas. Glimmer war ebenfalls nur sehr selten zu beobachten und dann handelte es sich stets nur um hellen Glimmer, der oft verbogen und gekrümmt den anderen Gemengteilen eingeklemmt ist.

Ein Sandstein des Kugelhorizontes verdient noch besondere Beschreibung, da hier außer Quarz auch Chalcedon als Bindemittel 2. Art zu beobachten war. Der Sandstein stammt von Rothenberg. Auffallend ist die wechselvolle Form und Größe der Gemengteile. Die Schichtung ist nur unklar durch die Lager angedeutet. Die Formen wechseln von wenig bis zu sehr starker Beanspruchung, wobei sich in den groben Lagern die stärker beanspruchten Komponenten sammeln. Die Größenausmaße liegen in den groben Lagern bei 0,2—0,7 mm, in den feinen bei 0,1—0,36 mm und darunter. Die Packung ist im groben Lager lose, im feinen mäßig. Ferritische Masse als Bindemittel 1. Art sitzt den gröberen Gemengteilen nur als lückenhafte Hülle an; in den feinen Lagern kann sich die Ferritmasse wenigstens in den Zwickeln bis zur Stützfülle anreichern. Authigener Quarz ist in den groben Lagern reichlich entwickelt. An einigen Stellen wurde auch Chalcedon beobachtet, der direkt den Gemengteilen ansitzt oder bei Entwicklung einer ferritischen Hülle dann dieser. Das Vorkommen des Chalcedons leitet sich wohl von späteren Kieselsäurezuwanderungen ab, denn es konnte einmal der Ansatz des Chalcedons an den sekundären Quarz beobachtet werden. Zu Quarz als weitaus vorherrschenden Gemengteil gesellen sich einige Feldspäte, Muskovitfasern und noch seltener auch Biotit. Von den Übergemengteilen ließ sich nur Zirkon erkennen.

Ein Kugelsandstein von Bammenthal entspricht weitgehend dem soeben beschriebenen. Die Gemengteile wurden beim Transport stark beansprucht. Packung und Bindemittel 1. Art sind wie in den groben Lagern des Rothenberger Sandsteins entwickelt. Authigener Quarz ist reichlich vorhanden; Chalcedon fehlt. Die Gemengteile sind die gleichen (Taf. 6, Fig. 4).

Die mikroskopische Untersuchung einer Kugel aus dem Kugelhorizont vom Geiersberg bei Oberschönmattenweg zeigte folgendes: Die Beanspruchung der Gemengteile liegt bei den Typen III—V. Die Größe ist wechselnd und schwankt zwischen $0,18 \times 0,24$ mm oder 0,08 bis 0,36 mm. Die Packung ist lose, wie sie sonst nur in dieser Art an Gemengteilen der Formen I oder II auftritt, nicht aber wie sie sonst den vorhandenen Typen III—V zukommt. Diese lose Packung ist wohl nur zu erklären, daß früher die Zwischenräume von Karbonat erfüllt waren. Das Karbonat stellte damit das hauptsächlichste

Bindemittel der 1. Verfestigung dar, denn auch die ferritische Masse als lückenhafte Hülle kann ebensowenig wie die lose Packung die Verfestigung zum Sandstein durchgeführt haben. Nach der Karbonatfortführung entstand ein sehr poröser, lockerer Sandstein, in dem reichlich Kieselsäure zuwandern konnte. Der sekundäre Quarz setzte sich im Einkieselungsvorgang in gleicher Entwicklung wie in den eingekieselten Sandsteinen an. Läge eine Verkieselung vor, dann hätten wir ein anderes Bild, z. B. wie in den Karneol führenden Sandsteinen. Hier zeigt der sekundäre Quarz die gleiche optische Orientierung wie die Quarzkomponenten, denen er ansitzt, während bei einer Verkieselung, gemäß den Beobachtungen in Karneol führenden Sandsteinen, ein körniges Aggregat entstand oder auch in erheblichem Maße sich Chaledon gebildet hätte. Aus den Beobachtungen geht also mit Sicherheit hervor, daß zunächst das Karbonat fortgeführt wurde und daran schloß sich eine Einkieselung. In den Kugeln liegt also nicht, wie man nach dem früheren karbonatischen Bindemittel annehmen könnte, eine Verkieselung, sondern eine Einkieselung vor. Als Gemengteile führt die Kugel hauptsächlich Quarz. Selten sind Feldspat und Glimmer. Je einmal ließen sich Zirkon und Turmalin beobachten.

Von diesen bezeichnenden sm_4 -Sandsteinen sind die Sandsteine der Ausbildung sm_1 — sm_3 scharf unterschieden. Im Schliiff zeigt sich bei diesen Gesteinen die Schichtung durch die Anordnung der Gemengteile und der ferritischen Masse an. Die Form der Mineralkomponenten liegt bei III—V, wenige bis starke Beanspruchung, die Größe in der Hauptsache bei 0,2—0,4 mm, wobei aber die kleineren Komponenten überwiegen. Die Packung ist i. a. gut, besonders in den feinen Lagern. Ferritische Masse als Bindemittel 1. Art tritt auf als Hülle und in den feinen Lagern als Stützfülle. Sekundärer Quarz als Bindemittel 2. Art ist selten zu beobachten und dann durchweg auf die groben Lager beschränkt. Hauptgemengteil ist nur Quarz, niemals Feldspat, wie bei manchen sm_1 — sm_3 -Sandsteinen. Damit unterscheidet sich dieses Material auch von sm_1 — sm_3 -Sandsteinen und reiht sich wenigstens bezüglich seiner Mineralführung ganz den sm_4 -Sandsteinen ein. Der selten vorkommende Feldspat ist stets weitgehend zersetzt. Glimmer tritt ebenfalls stark zurück. Von den Übergemengteilen fanden sich sehr vereinzelt Zirkon und Turmalin, nur einmal Apatit.

Ein Sandstein, der sich den typischen sm_4 -Sandsteinen bei Zell einschaltet, erinnert vollständig an die feinkörnigen, festen, eingekieselten Sandsteine von sm_3 , z. B. von Dorf Erbach. Die Gemengteile sind stark beansprucht, erreichen 0,1—0,3 mm, sind mäßig gepackt und die ferritische Masse tritt als Hülle oder in den Zwickeln als Stützfülle auf. Verhältnismäßig reichlich erscheint sekundäre Kieselsäure. Die Gemengteile sind Quarz, zurücktretend Feldspat und Glimmer, ferner vereinzelt Zirkon, Turmalin und Erzkörner mit brauner Verwitterungsrinde.

*Sandsteine der Stufe sm_5 , Obere oder Hauptgeröllstufe
des Mittleren Buntsandsteins.*

Die Stufe sm_5 baut sich aus grobkörnigen, stark eingekieselten Sandsteinen auf, die helle, bis haselnußgroße Quarzgerölle führen. In einem Horizont finden sich Kugelbildungen, ähnlich wie in sm_4 , wodurch die Beteiligung von Karbonaten beim Absatz sich anzeigt. Die Sandsteine sind gleichförmig. Einschaltungen anderer Sandsteine, wie z. B. des sm_1 — sm_3 -Materials in sm_4 , fehlen.

Als Typus eines sm_5 -Sandsteins soll ein Beispiel von Schönen beschrieben werden. Lager sind nicht entwickelt, Schichtung durch Größe und Form der Gemengteile nur schwach angedeutet. Die Mineralkomponenten erreichen im Durchschnitt 0,5—0,7 mm, auch bis 1 mm und mehr. Ihre Formen sind meist eirund oder die Ecken weit abgeschliffen. Die Packung muß naturgemäß bei solchen Gemengteilen sehr lose sein; für den Zusammenhalt kommt sie nicht in Frage. Auch die sehr lückenhafte oder fehlende ferritische Masse spielt für die Verfestigung der Komponenten nur eine geringe Rolle. Dagegen tritt sekundärer Quarz sehr verbreitet auf. Durch die weitgehende Einkieselung sind die Sandsteine sehr fest und lassen sich nur schwer bearbeiten. Darin liegt der Grund, daß das so wetterfeste Material, wie in sm_4 , nicht abgebaut wird. Als Gemengteile finden wir nur Quarz. Auffallend als Gemengteil ist ein kleines Konglomerat, Quarz durch ferritische Masse verfestigt. Dadurch erweist sich das Stück als aufgearbeiteter und wieder abgesetzter Buntsandstein. Bei der genetischen Auswertung der Beobachtungen ist hierauf noch zurückzukommen.

Ein weniger grober Sandstein als der soeben beschriebene findet sich im oberen Haberich. Die Gemengteile sind stark oder sehr stark beansprucht, erreichen im Durchschnitt 0,3—0,5 mm, größere bis 0,7 mm, kleinere bis 0,15 mm. Trotz der verschiedenen großen und geformten Gemengteile ist die Packung auch hier lose; ebenso tritt in gleicher Weise die ferritische Masse zurück. Die Verfestigung wird daher fast nur durch den sekundären Quarz vorgenommen. Starke Beanspruchung der Gemengteile, lose Packung, Zurücktreten der ferritischen Masse, dadurch weitgehende Einkieselung sind auf Grund der mikroskopischen Untersuchung die bezeichnendsten Merkmale der sm_5 -Sandsteine. In dem Sandstein des oberen Haberich ist Hauptgemengteil nur Quarz mit kohligen Einschlüssen, Eisenglanzschüppchen, Glimmern u. a. Selten ist Quarzit als Gemengteil. Zu beobachten waren noch in dem Schliff 2 Turmaline, 1 Rutil und 5 kleine Zirkonkörner.

Sandsteine der Stufe so_1 , die Zwischenschichten des Oberen Buntsandsteins.

Der Obere Buntsandstein wird in die Stufen der Zwischenschichten und des Röt gegliedert. Die Zwischenschichten erfahren von oben nach unten folgende Einteilung:

Chirotherienstein
Oberer Dolomithorizont
Plattensandstein
Basisschichten und Karneolbank.

1. Basisschichten und Karneolbank.¹⁾

Die Sandsteine der Basisschichten sind wenig fest, gebleicht, gelblich oder schwach rötlich. Die Gemengteile besitzen verschiedene Form und Größe, sie sind beim Transport gering beansprucht und erreichen in der Hauptsache 0,2—0,4 mm. Die ferritische Masse erscheint als Hülle bis Stützfülle. Entweder ist sie frei von Eisenverbindungen oder Spuren davon treten flockenartig

¹⁾ Die Karneolsandsteine und der Karneol werden in einem später folgenden Abschnitt behandelt.

auf. Trotz der verschiedenen Formen der Gemengteile ist die Packung lose, wie in den meisten so_1 -Sandsteinen. Wenn Gemengteile, die ihrer Form nach eng gepackt sein könnten, sich nur lose aneinander legen, so ist auf Absatz in rasch fließendem Wasser zu schließen. Bei loser Packung und an Stellen der Entwicklung einer ferritischen Hülle, nicht Stützfülle, erfolgte weitgehende Einkieselung. Das Verhältnis Quarz:Feldspat beträgt (8—10):1. Glimmer ist selten. Als Übergemengteil wurde einmal Zirkon beobachtet.

2. Plattensandstein.

In dieser Zone sammelt sich petrographisch sehr verschiedenes Material. Überwiegend finden wir die namengebenden Plattensandsteine, mattrot, violettrot, wenig fest, fein- bis mittelkörnig, reich an Glimmer in den Schichtflächen. Daneben treffen wir festere, braunrote, i. a. mittelkörnige und oft sekundär eingekieselte Sandsteine mit nur wenig Glimmer. Mit dieser Umschreibung sind nur die beiden extremen Glieder zu erfassen. Es bestehen weitgehende Abweichungen von diesen beiden Typen und so wurde in der Stratigraphie von den Gruppen dieser Sandsteine gesprochen. Die außerordentliche Mannigfaltigkeit dieses Horizontes wird noch deutlicher durch die Anführung der weiteren Ausbildungen, Sandsteine mit Kugelbildungen, Gerölle führende Sandsteine und solche mit sekundären Brauneisen- und Manganzinfiltrationen.

Die eigentlichen Plattensandsteine (Taf. 6, Fig. 5, 6). Die sehr deutliche Schichtung beruht auf der reichlichen Einlagerung hellen Glimmers in den Schichtflächen, wodurch auch die dünnplattige Spaltbarkeit bedingt wird. Während die Glimmerlamellen parallel orientiert sind, liegen außerhalb der Schichtflächen die verschieden großen, länglichen, vieleckigen Gemengteile wirt durcheinander. Die wirre Lagerung der verschieden großen und wechselnd geformten Mineralkomponenten ist eine bezeichnende Erscheinung der so_1 -Sandsteine und kann sich danach auch in gut gleichsinnig-horizontale geschichteten Sandsteinen finden. Auffallend ist auch die verschieden starke Beteiligung der ferritischen Masse. Zur Ausbildung von Lagern ist es nicht oder unvollkommen oder sehr selten gekommen. Aus diesen Erscheinungen wird auf einen Absatz in wechselnd stark, stets aber rasch fließendem Wasser geschlossen. Verschiedene, in der Stratigraphie bereits mitgeteilte Beobachtungen führten zu der gleichen Folgerung.

Die Formen der Gemengteile sind wechselnd, länglich, vieleckig, wenig beansprucht (Typ. V), z. T. auch ziemlich stark (IV) oder nicht beansprucht (VI). In einem typischen Plattensandstein zeigten sich bezüglich der Größe der Gemengteile beträchtliche Unterschiede. In den unscharf angedeuteten groben Lagern herrschen die Größen $0,2-0,35 \text{ mm} \times 0,15-0,2 \text{ mm}$, in den feinen Lagern $0,1-0,2 \text{ mm}$. Auch in anderen Sandsteinen wurden gleiche Messungen gemacht. Die Packung oder der Verband an sich ist wechselnd. Es ist aber bemerkenswert, daß die Packung nicht so eng ist, wie sie nach Form und Größe der Gemengteile zu erwarten wäre. Auch diese Beobachtung spricht doch, wie andere, für wechselnde Umstände bei der Sedimentation in einem rasch fließenden Wasser. Die Ferritmasse als Bindemittel 1. Art erscheint als Hülle und als Stützfülle. Soweit es die primären Strukturverhältnisse zulassen, finden wir vereinzelt in den gröberen Sandsteinen sekundären Quarz als Bindemittel 2. Art. Wesentlichster Gemengteil ist Quarz. Nächst

Quarz ist Glimmer am häufigsten vorhanden, und zwar in den meisten Fällen als heller Glimmer. Feldspat tritt durchweg nur selten auf. Er ist verschieden weit umgewandelt, an Neubildungen finden sich tonige Substanzen, Glimmer, Kaolin. Klarer Mikroclin erscheint selten. Gelegentlich enthalten die Schliffe Zirkon, noch seltener Turmalin oder gar Rutil.

Nach dem makroskopischen Bild erscheinen die echten Plattensandsteine gleichförmig ausgebildet. Unter dem Mikroskop lassen sich aber doch gewisse Abweichungen erkennen. Bei der 2. Gruppe der Sandsteine dieser Zone, der glimmerärmeren, festeren Sandsteine, drängte schon die Feldbeobachtung den Eindruck großer Mannigfaltigkeit auf. Unter dem Mikroskop verstärkt sich dieser Eindruck noch mehr. Die Gemengteile sind wirr gelagert, die Schichtung deutet sich nur schwach durch die wenigen Glimmer und bisweilen auch durch die Verteilung der ferritischen Masse an. Neben undeutlich geschichteten Sandsteinen finden sich solche ohne jedes Anzeichen einer Schichtung. Die Form der Gemengteile liegt bei IV und V, d. h. ziemlich starke oder geringe Beanspruchung. Die relativ hohen Größenunterschiede der Komponenten eines Schliffes bewegen sich zwischen 0,05—0,3 mm Durchmesser. Vereinzelt werden auch Maße bis 0,5 mm erreicht. Die Packung wechselt, i. a., ist sie aber lose. Die ferritische Masse tritt auf als Hülle, stellenweise, wie bei kleineren Gemengteilen, auch als Stützfülle. Manche Komponenten sind gänzlich frei von einem ferritischen Ansatz; überhaupt erscheint sie gemäß den Beobachtungen in so recht wechselnd. Auch hierin liegt wieder ein Anzeichen der wechselvollen Sedimentationsumstände. Im paläogeographischen Endabschnitt sind hier die in gleichem Sinne liegenden Feldbeobachtungen mit zu verwerten. Sekundärer Quarz als Bindemittel 2. Art ist recht verbreitet und viel häufiger als in den eigentlichen Plattensandsteinen. Wesentlichster Gemengteil ist Quarz. Entgegen der Ausbildung bei den Plattensandsteinen folgt dann zahlenmäßig Feldspat, während Glimmer selten auftritt. Bei den Feldspäten fällt die Neubildung von Chlorit auf, die hier häufiger ist als in anderen Stufen. Als Übergemengteile wurden kleine Zirkonkörnchen und noch seltener Turmalin beobachtet.

Sandsteine mit sekundären Erzinfiltrationen sind in dieser Stufe oft zu beobachten, z. B. bei Steinbach, am Kirchbuckel bei Hetzbach, an der Straße Hetzbach—Beerfelden u. a. O. An einem Sandstein von Steinbach ist zu beobachten, daß die erzhaltige Lösung in den beim Transport gestauchten und gespalteten Glimmer eindrang. Die Altersbeziehungen der primären Bindemittel, des sekundären Quarzes und der Erzinfiltrationen läßt ein Schliff vom Kirchbuckel bei Hetzbach beobachten. Die Gemengteile besitzen noch eckige Formen, sind verschieden groß, zwischen 0,15—0,35 mm, und lose gepackt. Die primäre Ferrithülle erscheint sehr lückenhaft; viele Gemengteile sind frei von ihr. Durch Packung und Art des Auftretens der ferritischen Masse war eine weitgehende Einkieselung möglich, allerdings blieben manche Stellen trotz geeigneter Raumverhältnisse davon frei. Als weiteres Bindemittel 2. Art erscheint in der Infiltrationszone Brauneisen. Es verkrustete die ferritische Masse, drang in gespaltete Glimmer und Feldspäte ein und setzte sich dem sekundären Quarz auf. Die Altersbeziehungen sind also die gleichen wie in anderen Stufen. Gleiche Beobachtungen wurden an einem Schliff von dem Aufschluß an der Straße Hetzbach—Beerfelden angestellt. Hier ist noch zu bemerken, daß die Brauneisenkruste an dünnen Stellen durchscheint und

konzentrisch-schaligen Aufbau besitzt. Der sekundäre Quarz weist hier auffallend oft hexagonalen Umriß auf.

Aus dem Geröllhorizont in so_1 liegt zur Untersuchung ein Sandstein vom Viadukt Hetzbach vor. Es sind Lager ausgebildet, die besonders auf verschiedenen Formen der Gemengteile beruhen. Die Gemengteile wurden beim Transport stark beansprucht, sie erreichen 0,4—0,6 mm, sind lose gepackt und tragen nur eine lückenhafte ferritische Hülle. Daher konnte eine weitgehende sekundäre Einkieselung stattfinden. Es ist das Bild eines grobkörnigen sm_5 -Sandsteins. In den feinen Lagern herrschen aber andere Ausbildungen. Die Packung ist enger, die Ferritmase tritt stärker hervor und damit der sekundäre Quarz zurück. Die Gemengteile erreichen 0,2—0,5 mm. Der Sandstein besteht fast nur aus Quarz, selten ist Feldspat und nur einmal ließ sich ein Glimmerblättchen beobachten.

Schließlich sei noch als Material dieses Horizontes der Sandstein eines Calamiten von Wald-Auerbach beschrieben. Die Gemengteile sind eckig, länglich, trotzdem schlecht gepackt, was wohl auf Absatz in rasch fließendem Wasser hinweist. Ferritmase als Feinstes des Absatzes tritt fast nur als Hülle auf. Auch das weist bei den vorhandenen Formen auf diese Absatzverhältnisse hin. Die sekundäre Einkieselung tritt zurück und ist ganz von den primären Strukturverhältnissen abhängig. Als Gemengteile sind zu beobachten Quarz, etwas Feldspat, wenig Glimmer, vereinzelt Zirkon, Turmalin und in einem Schliff Titanit. Bei der genetischen Auswertung ist noch zu berücksichtigen, daß die Pflanzenreste stets in der Schichtung liegend auftreten, während die gleichzeitig mit vorkommenden Sandsteinkegel senkrecht zur Schichtung stehen.

3. Die Sandsteine des Oberen Dolomithorizontes.

Die Sandsteine sind wenig fest, besitzen rote, violette oder bläuliche Farbe, führen reichlich Glimmer und feinstes, klastisches Material und leiten zu den Schiefertönen über. Karbonat ist in ihnen nicht mehr erhalten. In kaffeebraunen Sandknauern können sie heute noch schwach karbonathaltig sein. SCHOTTLER führt in den Erläuterungen zu Bl. Sensbach an, daß er im Dolomithorizont ein 5 cm mächtiges Sandsteinbänkchen mit dolomitischem Bindemittel fand. Bei Steinbach ließen sich petrographische Reihen feststellen. Ein roter Sandstein geht in einen mürben, blaugrauen über, der in Nestern in weiches, violettrotes Material überleitet. Die violettroten Nester zerfallen in kaffeebraunes sandiges Material. (Vgl. hierzu die Analysen im folgenden Abschnitt.)

Aus dem Dolomithorizont von Wald-Auerbach liegt der Dünnschliff eines grauen, glimmerreichen, stark tonigen und ferritischen Sandsteines vor. Als auffallende Erscheinung läßt sich in dem Schliff unregelmäßig wellige Schichtung beobachten, die in dem später folgenden Kapitel über Schichtung behandelt wird. Die Gemengteile wurden beim Transport kaum beansprucht; sie sind wechselnd groß, hauptsächlich 0,15 mm bis 0,3 mm oder auch bis 0,5 mm. Die Packung ist eng. Wegen der zum Teil starken Beteiligung der ferritischen Masse kommt sie aber zur Verfestigung kaum in Betracht. Die ferritische Masse tritt auf als lückenhafte Hülle, als Hülle, meist als Stützfülle. Die Abhängigkeit der sekundären Einkieselung von den bestehenden primären Strukturerscheinungen kann auch hier wieder verfolgt

werden. Schalten sich, wie in einigen Lagen, bis 0,5 mm große Gemengteile ein, dann ist die Packung lose und sekundärer Quarz konnte sich ansetzen. Die Ferritmasse ist in dünnen Überzügen hellgrau gefärbt, sonst graugrün, schmutziggrün wie sich zersetzender Biotit. Unter +N zeigt sich auch, daß sie hier hauptsächlich aus Glimmerfasern sich zusammensetzt. Karbonat war nicht zu beobachten. Als Gemengteile finden sich Quarz, reichlich Glimmer, selten Feldspat; sehr selten ist Zirkon. Außerdem wurde ein Turmalin beobachtet. Hervorzuheben ist hier die fast ausschließlich aus Glimmer sich zusammensetzende bindende ferritische Masse.

Sandsteine aus den Lagen Nr. 3 und 5 des Profils I von Steinbach (Vergleich Stratigraphie, S. 78) interessieren wegen ihrer Strukturen. Es sind mattrote bis violette Sandsteine von kleinem Korn und mit reichlichem Muskovitbelag auf den Schichtflächen. Die Packung der Sandsteine ist lose. Eine primäre ferritische Hülle, lückenhaft oder allseitig, ist vorhanden. Stellenweise verbreitert sie sich zur Stützfülle oder zum Basalzement. Teilweise zeigt sie die gewöhnliche Zusammensetzung, an anderen Stellen treten die färbenden Eisenverbindungen zurück und es zeigt sich, daß helle oder schmutziggrüne Glimmerfasern als Hauptbestandteile vorhanden sind. Wieder an anderen Stellen ist sie dunkelbraun oder schwarz verkrustet. Dazu treten in solchen Lagen in Form von kleinen Tropfen oder Schnüren sekundäre Brauneisenausscheidungen. Ferner finden wir hier auch die „Füllmasse“, wie sie bereits von Sandsteinen anderer Stufen beschrieben wurde. Sie setzt sich aus dem Material der ferritischen Masse und aus anderen, feinen klastischen Beimengungen zusammen. Auch die Füllmasse wurde stellenweise durch die Erzinfiltrationen verkrustet und außerdem schließt sie Perlen von Brauneisen ein. Die Gemengteile sind Quarz, weniger Feldspat, vereinzelt frischer Mikroklin und häufig Glimmer. Turmalin wurde häufiger als in allen anderen Sandsteinen festgestellt. Während die anderen Mineralkomponenten kaum Transportbeanspruchung zeigen, ist der Turmalin stets eirund. Gelegentlich trägt er eine lückenhafte ferritische Hülle. Als Übergemengteile sind ferner Zirkon und einmal Rutil zu beobachten.

Eine andere Art der Erzabscheidung zeigt ein weiterer Sandstein von Steinbach aus einer tieferen Lage des gleichen Profils. Der Sandstein ist grau oder graublau gefärbt. Die Gemengteile sind kaum beansprucht und erreichen bis 0,25 mm Durchmesser. Auch hier setzt sich die Bindemasse fast nur aus feinen Glimmerfasern zusammen. In der Bindemasse finden sich kleine, schwarzbraune Körnchen von Eisenoxyd oder Eisenoxydhydrat, die sich von den eingedrungenen eisenhaltigen Lösungen ableiten und in Form kleiner Körnchen sich ausschieden.

4. Der Chirotheriensandstein.

Die Sandsteine dieser Zone sind feste, mittelkörnige, lichtviolette Gesteine. Die Gemengteile weisen verschiedene Transportbeanspruchung auf (Formen III, IV, V). Ihre Größe schwankt von 0,25—0,6 mm; kleinere Gemengteile als 0,25 mm sind vorhanden. Die Packung ist meist locker. Die Bindemasse erscheint als Hülle, auch als Stützfülle. Da sie meist entfärbt ist, lassen sich ihre Bestandteile, vorherrschend Glimmer, ferner Kaolin und tonige Substanzen erkennen. Von sekundären Bindemitteln finden wir Quarz in wechselnder Be-

teilung, ferner gelegentlich Brauneisen. Das Brauneisen tritt ähnlich wie in Sandsteinen des oberen Dolomithorizontes auf. Selten kam es zu einer Verkrustung der Bindemasse, meist schieden sich die Eisenverbindungen in Form kleiner Körnchen in der Bindemasse oder auf den Gemengteilen an den Rändern ab. Das Auftreten der Erzkörnchen in der gebleichten Bindemasse ermöglicht eine Festlegung des Alters der Bleichung. Zunächst beweisen braune Flecken in der Stützfülle, daß die Bindemasse mit den färbenden Eisenverbindungen zum Absatz kam und nicht eine Bindemasse ohne Eisenhydroxyd. Die Bleichung wird vor der Erzinfiltation stattgefunden haben, da die Brauneisenkörner davon keine Spuren erkennen lassen. Als Gemengteile finden wir in den Chirotheriensandsteinen Quarz, wenig Feldspat, zum Teil viel Glimmer. Als Übergemengteile treten Turmalin, hier in schärferen Formen, und Zirkon auf.

5. Chemische Verhältnisse.

Unterer Buntsandstein. Stufe der Schieferletten, su₁.

Die analysierten Schieferletten stammen aus der Tongrube am Moosberg bei Vierstöck. Probe 1 wurde der oberen Tonschicht entnommen, Probe 2 hinten in der Grube, Probe 3 vorn.

	1.	2.	3.
SiO ₂	61,85	59,01	56,36
Al ₂ O ₃	18,06	18,66	19,58
Fe ₂ O ₃	7,11	8,15	8,71
FeO	0,30	0,17	0,25
MnO	0,02	0,03	0,02
MgO	1,71	1,82	1,83
CaO	0,20	0,25	0,25
Na ₂ O	0,42	0,56	0,40
K ₂ O	4,38	5,68	5,80
H ₂ O +	3,89	3,89	4,38
H ₂ O —	0,70	1,12	1,24
CO ₂	0,11	0,05	0,07
TiO ₂	0,98	0,90	0,83
P ₂ O ₅	0,36	0,29	0,47
SO ₃	0,11	0,10	0,20
	100,19%	100,68%	100,39%

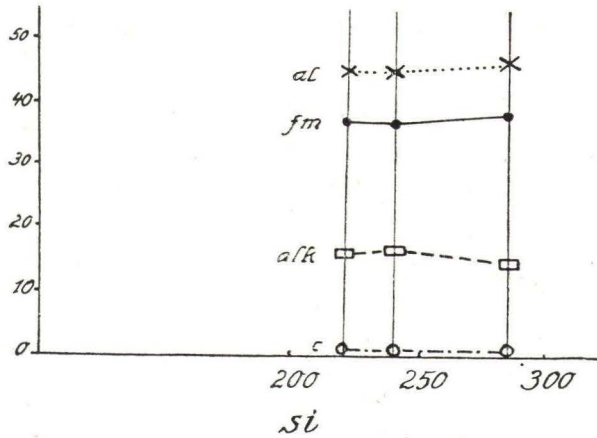
Analysen der Hessischen Chemischen Prüfungsstation für die Gewerbe in Darmstadt, Leitung Dr. L. WALTER.

Molekularwerte nach NIGGLI:

	1.	2.	3.
si	284	241	221
al	46,5	44,9	45,4
fm	37,7	36,9	37,4
c	1,1	1,2	1,2
alk	14,7	17,0	16,0
h	59,5	53,1	56,3
ti	3,3	2,7	2,4
p	0,7	0,5	0,8
mg	0,31	0,30	0,29
k	0,87	0,87	0,90

Die Werte für *si* sind sehr niedrig und liegen weit unter denen der Sandsteine. Der *al*-Wert entspricht ungefähr denen der Sandsteine, während Al_2O_3 in Gewichtsprozenten hier bedeutend höher ist. Die *fm*-Zahlen schwanken bei den Sandsteinen beträchtlich. Hier kommen sie *fm* des ferritischen Tigersandsteins am nächsten. *c* ist niedrig. Der Tonerde-Überschuß errechnet sich aus den 3 Analysen im Durchschnitt zu 28,5. Bei den Sandsteinen beträgt er: su_2 — 18,0; sm_2 — 2,4; sm_3 — 20,3; sm_4 — 19,3; so_1 — 9,2.

Diagramm der chemischen Beziehungen zwischen den Schieferletten, su_1 .



Unterer Buntsandstein, Stufe der Tigersandsteine, su_2 .

Analyse aus den Erl. Bl. Heidelberg, 2. Aufl. 1909, S. 39. Anal. THÜRACH. Der Sandstein entstammt der Kellerquelle beim Wolfsbrunnen bei Heidelberg. THÜRACH beschreibt ihn als einen schwach tonigen Sandstein.

		Molekularwerte nach NIGGLI
SiO_2	79,66	<i>si</i> 641
Al_2O_3	9,21	<i>al</i> 43,7
Fe_2O_3	3,57	<i>fm</i> 30,6
FeO	0,08	<i>c</i> 1,0
MnO	Spur	<i>alk</i> 24,7
MgO	0,67	<i>p</i> —
CaO	0,10	<i>mg</i> 0,27
Na_2O	0,22	<i>k</i> 0,93
K_2O	4,49	
Glühverlust	1,84	
P_2O_5	0,02	
	99,86%	

Die *si*-Zahl ist die niedrigste aller analysierten Sandsteine. Der *al*-Wert entspricht ungefähr dem von sm_2 und so_1 , während Al_2O_3 in Gewichtsprozenten hier den höchsten Wert erreicht. Sehr hoch ist die *fm*-Zahl. Mit der Ton-

zunahme ging eine Zunahme von Fe_2O_3 und auch von K_2O vor sich. Die hohen Werte für Fe_2O_3 und Al_2O_3 beruhen im wesentlichen auf der gegenüber den anderen Sandsteinen stärkeren Beteiligung des tonig-ferritischen Bindemittels. Die mikroskopische Untersuchung zeigte, daß in den Tigersandsteinen das Bindemittel als breite Stützfülle auftritt. Die Tigersandsteine enthalten viel feinstes klastisches Material, das bei der Sedimentation nicht ausgeschlämmt wurde. Die alk-Zahl ist niedrig, der Tonerdeüberschuß hoch. Im Vergleich mit anderen Sandsteinen fällt hier noch der hohe Gehalt an K_2O auf, der auf den starken Gehalt an Feldspäten sich zurückführt. Das Verhältnis Quarz:Feldspat wurde in den Tigersandsteinen im Durchschnitt mit (8—10):1 geschätzt. Aus der chemischen Untersuchung geht also auch hervor, daß die Verwitterung noch nicht so weit fortgeschritten ist, wie in höheren Stufen. Feinstes Material gelangt reichlich mit zum Absatz und die Feldspäte sind noch nicht so stark zersetzt, so daß sie stärker an der Zusammensetzung beteiligt sind. Der Vergleich der Analysen läßt somit einen Fortgang der Verwitterung im Buntsandstein folgern. Allerdings sind bei dieser Auswertung noch die verschiedenen Sedimentationsumstände zu berücksichtigen.

Mittlerer Buntsandstein, Stufe des Pseudomorphosensandsteins, sm₂.

Analyse eines Pseudomorphosensandsteins aus dem Steinbruch hinter der Molkenkur bei Heidelberg. (Erl. Bl. Heidelberg, 2. Aufl., 1909, S. 39.) Anal. THÜRACH. Nach THÜRACH handelt es sich um einen rotbraunen, festen Sandstein mit deutlich erkennbaren Kaolinkörnchen zwischen den Quarzkörnchen und einzelnen Löchern, die mit Manganoxiden ausgekleidet waren. Nach dieser Beschreibung und der Analyse liegt ein Sandstein der 1. Gruppe in sm₂ vor, d. h. ein rotbrauner, fester Sandstein mit weitgehender sekundärer Einkieselsäure, dessen Hauptgemengteil allein Quarz ist und in dem das ferritische Bindemittel nur als Hülle oder lückenhafte Hülle erscheint. Die Hauptverfestigung erfolgt durch den sekundären Kieselsäureansatz.

SiO_2	90,72
Al_2O_3	4,64
Fe_2O_3	0,36
FeO	0,10
MnO	0,046
MgO	0,11
CaO	0,11
Na_2O	0,49
K_2O	2,84
$\text{TiO}_2 + \text{ZrO}_2$	0,203
P_2O_5	0,083
BaSO_4	0,015
Glühverlust	0,42

100,137%

Hiervon ab die mit den
Sesquioxiden gewogene
Phosphorsäure

0,083

100,045%

Molekularwerte

nach NIGGLI	
si	1600
al	47,9
fm	9,6
c	2,1
alk	40,4
p	0,6
mg	0,29
k	0,79

Die si-Zahl ist sehr hoch und wird nur von si des sehr stark eingekieselten, fast nur aus Quarz sich zusammensetzenden sm_4 -Sandsteins übertroffen. Die überwiegende Beteiligung des Quarzes gegenüber Feldspat und die sekundäre Einkieselung kommen deutlich zum Ausdruck. Der Gehalt an Al_2O_3 ist der niedrigste aller Analysen, wieder mit Ausnahme von sm_4 ; ebenso verhält sich die fm-Zahl. Die bereits bei der mikroskopischen Untersuchung beobachtete geringe Entwicklung des ferritischen Bindemittels tritt demnach auch hier deutlich in Erscheinung. Sehr hoch ist alk; der Tonerdeüberschuß beträgt nur 2,4. Das Material ist das am besten sedimentierte. Nur in den feinen Lagern stellt sich feinstes klastisches Material mit den Bestandteilen der sog. ferritischen Masse noch relativ häufig ein.

Mittlerer Buntsandstein, Stufe der Feinkörnigen Sandsteine sm_3 .

Die Analyse wurde den Erl. zu Bl. König entnommen (S. 33, Analyse der Hessischen Chemischen Prüfungsstation für die Gewerbe in Darmstadt, Leitung Dr. SONNE). Eine Beschreibung des Sandsteins ist nicht beigegeben. Nach der Analyse ist aber zu entnehmen, daß es sich nicht um den bezeichnenden sm_3 -Sandstein handelt, sondern um eine andere Entwicklung mit weniger ferritischer Bindemasse, Vorherrschen des Quarzes vor Feldspat und geringer sekundärer Einkieselung. Das Material würde daher der 2. Gruppe der sm_3 -Sandsteine einzureihen sein. (S. Stratigraphie S. 57.) — Der analysierte Sandstein stammt aus dem Bruch nördlich Seckmauern.

		Molekularwerte
		nach NIGGLI
SiO ₂	86,90	si 1127
Al ₂ O ₃	6,62	al 50,8
Fe ₂ O ₃	1,35	fm 18,7
MnO	0,00	c —
MgO	0,30	alk 30,5
CaO	0,00	h 30,5
Na ₂ O	0,21	mg 0,29
K ₂ O	3,40	k 0,92
H ₂ O +	0,72	
H ₂ O —	0,25	
<hr/>		
99,75%		

Die si-Zahl ist höher als die des Tigersandsteins su_2 und der Plattensandsteine so_1 , liegt aber unter dem si-Wert der Sandsteine sm_2 und sm_4 . Auffallend hoch ist hier der al-Wert, der über alle Vergleichszahlen weit hinausgeht. Kalk fehlt, Eisen und Magnesium treten sehr zurück. Die Entwicklung der ferritischen Masse ist gering. Der alk-Wert entspricht ungefähr dem der Plattensandsteine, wie auch die anderen Werte sich am meisten diesen Zahlen nähern.

Mittlerer Buntsandstein, Stufe der Grobkörnigen Sandsteine, sm_4 .

Der analysierte Sandstein entstammt dem Konradsbuckel bei Vierstöck und wird als stark verkieselt bezeichnet (Erl. Bl. König, S. 33, Analyse der Hessischen Chemischen Prüfungsstation für die Gewerbe in Darmstadt, Leitung

Dr. SONNE.) Danach handelt es sich um einen typischen sm_4 -Sandstein. Als Gemengteil tritt fast nur Quarz auf. Das feinste klastische Material ist meist bei der Sedimentation weitgehend ausgewaschen und erscheint nur als Hülle. In manchen Sandsteinen dieser Art, anscheinend auch hier, findet sich in den Zwickeln „Füllmasse“, die sich nach der mikroskopischen Untersuchung aus Tonsubstanzen, hellen Glimmerfasern, etwas Kaolin und Eisenverbindungen zusammensetzt. Auf diese Füllmasse beziehen sich jedenfalls hier die Werte für Al_2O_3 , FeO_3 , MnO und K_2O in erster Linie.

		Molekularwerte	
SiO_2	94,46	nach NIGGLI	
Al_2O_3	1,85	si	2754
Fe_2O_3	2,00	al	31,6
MnO	0,19	fm	56,1
MgO	0,17	c	3,5
CaO	0,14	alk	8,8
Na_2O	0,16	h	22,8
K_2O	0,23	mg	0,12
$H_2O +$	0,24	k	0,40
$H_2O -$	0,73		
	100,17%		

Der Sandstein hebt sich durch seine hohe si-Zahl von allen anderen heraus. Im Vergleich mit den anderen Analysen sind die Werte für al und alk die niedrigsten. Der Tonerdeüberschuß ist aber mit 19,3 ziemlich hoch.

*Oberer Buntsandstein, Horizont der Plattensandsteine
in den Zwischenschichten, so_1 .*

Es sind 2 Analysen von Plattensandsteinen vorhanden. (Analysen der Hessischen Chemischen Prüfungsstation für die Gewerbe in Darmstadt, Leitung Dr. WALTER.) Das Material stammt von Steinbach bei Michelstadt. Analyse Nr. 1 ist die eines typischen Plattensandsteins, der nur äußerst gering eingekieselt wurde. Nr. 2 ist ein stark eingekieselter Plattensandstein. Beide Sandsteine entstammen einer Bank. Der eingekieselte Sandstein wurde von der Dachfläche der Bank entnommen. An den Bankfugen erfolgte stets die stärkste Einkieselung. Sie nimmt nach dem Bankinnern ab und etwa bereits nach 15 cm wies das Material des Restes der Bank den gleichen Einkieselungsgrad auf. Der Sandstein für Analyse 1 wurde daher 15 cm unter der Dachfläche entnommen. Die Anfertigung der Analysen erfolgte, um einen Anhalt über den Grad der Kieselsäurezufuhr zu erhalten. Der Vergleich ist zwar wegen der Möglichkeit der Verschiedenheit beider Sandsteine nur bedingt durchführbar. Die mikroskopische Untersuchung zeigte aber, daß sich beide Sandsteine weitgehend entsprechen. Der normale Plattensandstein ist glimmerreich. Er besitzt dunkelrote Farbe, kleines Korn, die Beteiligung der ferritischen Masse liegt zwischen Hülle und Stützfülle. Schichtung und Lagerentwicklung sind vollkommen. Hauptgemengteil ist Quarz, dann folgt als noch häufiger Gemengteil Glimmer, während Feldspat zurücktritt. Die Einkieselung ist sehr gering. Der stark eingekieselte, feste Sandstein der Dachfläche der gleichen Bank (Nr. 2) ist ober-

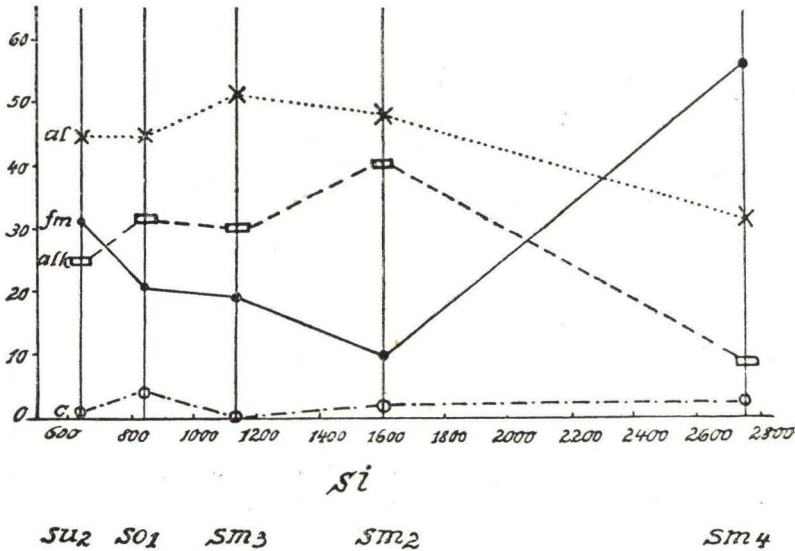
flächlich graugrün gefärbt, im Innern wird er grau und etwa 5—10 cm unter der Dachfläche geht die graue Farbe über graurot in die des normalen Plattensandsteins über.

Plattensandstein Molekularwerte nach NIGGLI			Stark eingekieselter Plattensandstein	Molekularwerte nach NIGGLI
SiO ₂	83,84	si 837	84,63	si 981
Al ₂ O ₃	7,40	al 43,4	6,54	al 44,7
Fe ₂ O ₃	1,52	fm 20,5	1,21	fm 21,7
FeO	0,31	c 4,2	0,11	c 1,4
MnO	Spuren	alk 31,9	Spuren	alk 32,2
MgO	0,43		0,57	
CaO	0,37	h 33,7	0,13	h 33,2
Na ₂ O	0,73	ti 3,6	0,70	ti 3,5
K ₂ O	3,83	p 0,4	3,31	p 2,1
H ₂ O+	1,01	mg 0,31	0,82	mg 0,46
H ₂ O—	0,09	k 0,78	0,24	h 0,76
CO ₂	0,20		0,20	
TiO ₂	0,46		0,43	
P ₂ O ₅	0,07		0,40	
SO ₃	0,12		0,24	
	<u>100,38%</u>		<u>99,53%</u>	

Die si-Zahlen liegen zwischen denen des Tigersandsteins und des eingekieselten Pseudomorphosensandsteins. Auch die Werte für al und alk halten die Mitte zwischen den anderen Sandsteinen. Der Plattensandstein kommt aber dem Tigersandstein am nächsten. Im stratigraphischen Teil konnte bereits dargestellt werden, daß mit Beginn des oberen Buntsandsteins neue Sedimentationsumstände nach dem mittleren Buntsandstein einsetzen. Anstatt der nur Quarz führenden sm₄- und sm₅-Sandsteine erscheinen wieder, ähnlich wie zu Beginn, bindemittelreichere Sandsteine mit Quarz, Feldspat und Glimmer.

Mit diesen mitgeteilten Analysen sind die wesentlichsten Sandsteine erfaßt. In su₂ ist das Material ziemlich gleichmäßig. In sm₁ und sm₂ heben sich die 2 Gruppen der mehr oder weniger eingekieselten, bindemittelarmen Sandsteine (Gruppe 1) und der kaum oder nicht eingekieselten, bindemittelreicheren Sandsteine heraus (Gruppe 2). Die mitgeteilte Analyse entspricht einem Sandstein der Gruppe 1 in sm₂. Aus sm₃ ist allerdings nicht die typische Ausbildung analysiert. Die Sandsteine sm₄ und sm₅ kommen sich in ihrer Hauptausbildung recht nahe. Mit der Analyse des sm₄-Sandsteins sind die chemischen Verhältnisse damit in der wesentlichen Entwicklung erfaßt. Aus so₁ stellt die Analyse 1 des kaum eingekieselten Sandsteins die eines typischen Vertreters dieser Zone dar. Zu weitergehenden Vergleichen und Folgerungen reicht dieses Analysenmaterial bei dem Wechsel in der Zusammensetzung der Sandsteine allerdings noch nicht aus. — Die chemischen Beziehungen dieser Sandsteine kommen in dem folgenden Diagramm am schärfsten zum Ausdruck.

Diagramm der chemischen Beziehungen zwischen: Tiger- sandstein su_2 ; Pseudomorphosensandstein sm_2 ; Feinkörniger Sandstein sm_3 ; Grobkörniger Sandstein sm_4 ; Plattensandstein (normale Ausbildung), so_1 .



Oberer Buntsandstein; Sandsteine und Sand des oberen Dolomithorizontes in den Zwischenschichten, so_1 .

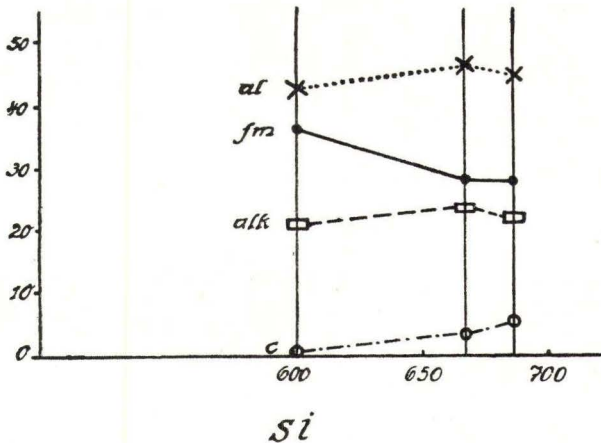
Das Analysenmaterial entstammt dem Profil IV von Steinbach (Stratigraphie, S. 80). Nr. 1 (3a des Profils) ist ein feinkörniger, tonig-ferritischer, mürber Sandstein in gleichsinniger oder schwach welliger Schichtung, glimmerreich und von leichtvioletter oder blauer Farbe. Nr. 2 (3c des Profils) ist ein rötlicher, sonst gleich ausgebildeter Sandstein mit einigen dunkleren blauen Flecken. (Mikroskopische Beschreibung solcher Sandsteine des Oberen Dolomithorizontes S. 88). Analyse Nr. 3 (3d des Profils) wurde von kaffeebraunem Sand angefertigt, der in Knauern des rötlichen oder bläulichen Sandsteins enthalten ist. Nach den Feldbeobachtungen konnte angenommen werden, daß das verschiedene Material Glieder einer Verwitterungsreihe darstellt. Die Analysen haben diese Annahme aber nicht bestätigt, vielmehr liegt von vornherein verschiedenes Material vor. Nur der Zerfall des Sandsteins in den kaffeebraunen Sand kann angenommen werden. Der Zerfall erfolgte jedenfalls durch die Karbonatauslaugung. Während der Sandstein noch etwas karbonathaltig ist, ist der Sand frei an Kalk. Magnesiumkarbonat enthält aber auch noch der Sand. Analysen der Hessischen Prüfungsstation für die Gewerbe in Darmstadt, Leitung Dr. WALTER.

1. Bläulicher Sandstein.
2. Rötlicher Sandstein.
3. Kaffeebrauner Sand.

				Molekularwerte nach NIGGLI			
	1.	2.	3.	1.	2.	3.	
SiO ₂	79,87	79,55	78,02	si	686	666	605
Al ₂ O ₃	8,84	9,31	9,30	al	44,6	46	42,5
Fe ₂ O ₃	2,71	2,47	2,89				
FeO	0,11	0,21	—				
MnO	Spuren	Spuren	0,72	fm	28	27,8	36,5
MgO	0,75	0,79	1,28				
CaO	0,56	0,31	—	c	5,2	3	—
Na ₂ O	0,45	0,53	0,24				
K ₂ O	3,42	3,54	3,91	alk	22,2	23,2	21
H ₂ O +	1,65	1,74	1,66	h	47,7	49	42,9
H ₂ O —	0,77	0,63	0,78	ti	2,6	3	2,3
CO ₂	0,11	0,14	0,49	p	1	1	0,9
TiO ₂	0,41	0,46	0,38	mg	0,33	0,36	0,41
P ₂ O ₅	0,26	0,22	0,27	k	0,83	0,82	0,91
SO ₃	0,34	0,60	0,09				
	100,25%	100,50%	100,03%				

Die si-Zahl ist niedrig und liegt nahe bei der des Tigersandsteins. Der al-Wert weicht von dem der meisten Sandsteine nicht wesentlich ab. Dagegen ist der fm-Wert sehr hoch und erreicht im kaffeebraunen Sand die höchste Zahl. Der Wert für alk kommt auch dem Tigersandstein nahe. Der Tonerdeüberschuß beträgt beim bläulichen Sandstein 17,2; beim rötlichen Sandstein 19,8; beim Sand 21,5. Er geht noch über den des Tigersandsteins hinaus und nähert sich den Schieferletten in su₁. Die chemischen Beziehungen zu den Schieferletten und den anderen Sandsteinen kommen am schärfsten im Vergleich der Diagramme zum Ausdruck.

Diagramm der chemischen Beziehungen zwischen dem bläulichen Sandstein, dem rötlichen Sandstein und dem kaffeebraunen Sand.



Sand Rötfl. = Bläul. Sandstein

Umrechnung der Analysen nach STREMME auf $Al_2O_3 = 1$.¹⁾

Die Umrechnung der Analysen dient zur Verwendung der Bauschanalysen zu stratigraphisch-geologischen Zwecken und soll einen besseren Vergleich der Analysen ermöglichen, besonders um Schlüsse auf die Bildungsumstände der Gesteine zuzulassen. STREMME führt die genetische Auswertung für den Buntsandstein durch, sodaß mir Vergleichsangaben zur Verfügung standen. Bei dem Mangel an Buntsandstein-Analysen ist das Vergleichsmaterial noch recht klein. Folgerungen für die Entstehung des Buntsandsteins können daher zunächst nur in Verbindung mit den Ergebnissen anderer Arbeitsmethoden weiter ausgewertet werden.

Die Schieferletten des Unteren Buntsandsteins, su_1 .

	1.		2.		3.	
SiO ₂	61,85	5,81	59,01	5,36	56,33	4,88
Al ₂ O ₃	18,06	1	18,66	1	19,58	1
MgO	1,71	0,24	1,82	0,25	1,83	0,25
CaO	0,20	0,02	0,25	0,02	0,25	0,02
Na ₂ O	0,42	0,04	0,56	0,05	0,40	0,03
K ₂ O	4,38	0,26	5,68	0,33	5,80	0,33
H ₂ O	4,59	1,44	5,01	1,52	5,62	1,58

Die Kieselsäurezahl entspricht am besten den Werten von Flußtrüben und Nilschlickern und ist ähnlich manchen Meerestonen. Danach ist das Material hier gut sedimentiert. Die MgO-Zahl ist die wichtigste und läßt am stärksten begründbare Folgerungen zu. Die Zahl hier ist niedrig wie bei Flußschlamm. Die Zahl für CaO ist ohne Kennzeichen. Die Werte für Na₂O und H₂O erscheinen niedriger als bei dem von STREMME angegebenen Vergleichsmaterial. Aus dem Wert für K₂O kann nach STREMME auf ein Klima mit schwacher Auslaugung gefolgert werden. Bei den Werten ist aber noch zu berücksichtigen, daß die Analysen von Schieferletten angefertigt wurden, die dem Anstehenden entnommen worden sind. Das Material kann ausgelaugt und etwas verwittert sein, was nicht ohne Einfluß auf die Werte für Na₂O und MgO sein würde. Die Werte der Schieferletten des Odenwaldes entsprechen weitgehend den Durchschnittswerten, die STREMME von anderen Buntsandsteinen anführt.

Die Sandsteine des Unteren, Mittleren und Oberen Buntsandsteins.

Die Umrechnungen erfolgten an den Analysen des Tigersandsteins su_2 ; des Pseudomorphosensandsteins sm_2 ; des Feinkörnigen Sandsteins sm_3 ; des Grobkörnigen Sandsteins sm_4 ; des Plattensandsteins so_1 .

¹⁾ H. STREMME, Die Verwendung der Bauschanalysen klastischer Gesteine zu geologischen Vergleichen unter besonderer Berücksichtigung des Buntsandsteins. Z. D. G. G. 1922, M. B., S. 276. — Die Verwendung der Bauschanalysen klastischer Gesteine zu geologischen Vergleichen. Abb. der Naturforsch. Gesellschaft zu Danzig, 1. Band, 1923, S. 26.

	su ₂		sm ₂		sm ₃		sm ₄		so ₁		so ₁ eingekieselt	
SiO ₂	79,66	14,66	90,72	33,13	86,90	22,24	94,46	87,22	83,84	19,20	84,63	21,92
Al ₂ O ₃	9,21	1	4,64	1	6,62	1	1,85	1	7,40	1	6,54	1
MgO	0,67	0,18	0,11	0,06	0,30	0,11	0,17	0,22	0,43	0,15	0,57	0,22
CaO	0,10	0,02	0,11	0,04	—	—	0,14	0,11	0,37	0,09	0,13	0,04
Na ₂ O	0,22	0,04	0,49	0,17	0,21	0,05	0,16	0,17	0,73	0,16	0,70	0,18
K ₂ O	4,49	0,53	2,84	0,66	3,40	0,56	0,23	0,11	3,83	0,56	3,31	0,55
H ₂ O					0,72	0,60	0,24	0,72	1,10	0,84	1,06	0,92

Nach STREMME ist für Sande und Sandsteine die SiO₂-Zahl die wichtigste. STREMME führt den Durchschnittswert der Flußsande mit 15,97 an, oder ohne Berücksichtigung eines Isarsandes mit 4,45, dann mit 16,93. Es finden sich bei Flußsanden aber auch höhere Werte. Die SiO₂-Zahlen für Binnendünen schwanken zwischen 21,96 und 54,47. Wüstensande zeigen z. T. noch höhere Zahlen. Die SiO₂-Werte des Odenwald-Buntsandsteins mit su₂ — 14,66; sm₂ — 33,13; sm₃ — 22,24; sm₄ — 87,22; so₁ — 19,20 und 21,92 entsprechen mit Ausnahme von sm₄ von allen Vergleichszahlen am besten denen der Flußsande. Die hohe Zahl für den sekundär stark eingekieselten sm₄-Sandstein fällt vollständig aus diesen Rahmen heraus. Auch bei den Zahlen des Pseudomorphosensandsteins sm₂, in geringerem Maße bei den sm₃- und so₁-Sandsteinen ist zu berücksichtigen, daß hier sekundär Kieselsäurezuwanderung erfolgte, wodurch die Folgerungen für die Bildungsverhältnisse der Sandsteine sich noch einschränken müssen. Die Zahlen der Odenwald-Buntsandsteine liegen nahe den Durchschnittswerten, die STREMME von anderen Buntsandsteinen Deutschlands angibt. Für die Sandsteine des Buntsandsteins folgert STREMME mäßige Aufbereitung, z. T. chemischer Natur und das Fehlen von Salzwasseranzeichen auf Grund der niederen Werte für MgO und Na₂O.

6. Zusammenfassung.¹⁾

1. Die Gemengteile der Sandsteine sind Quarz, Feldspat, Glimmer, im wechselnden Mengeverhältnis, ferner zurücktretend Augit, Hornblende, Zirkon, Turmalin, Rutil, Apatit, Kalkspat, Gesteinsfragmente, Erzkörner, Karneol. Die Darstellung des Quarzes behandelt in erster Linie seine Einschlüsse. Der Feldspat tritt als Orthoklas auf, seltener als Plagioklas oder Mikroklin, oder seine Zersetzung macht eine Bestimmung unmöglich. Die Verwitterung ist eine Kaolinisierung oder Muskovitisierung oder es erfolgen Neubildungen von Tonsubstanzen, seltener von Kalkspat, Chlorit, Epidot. Der Glimmer liegt meist als heller Glimmer vor, weniger als \pm umgewandelter Biotit. Das Verhältnis Quarz:Feldspat in den Sandsteinen der einzelnen Stufen und das Vorkommen des Glimmers sind in einer Übersichtstabelle S. 61 zusammengestellt. S. 56—61.

¹⁾ Bei der Art des behandelten Objektes und der Darstellung ist nicht eine Wiedergabe, sondern nur ein Hinweis auf die hauptsächlichsten Ergebnisse möglich.

2. Form und Größe der Gemengteile. Auf Grund der Beobachtungen am Quarz werden 6 Formentypen nach dem Grad der Transportbeanspruchung aufgestellt. Für die einzelnen Stufen erfahren die hauptsächlich vorkommenden Formentypen kurze Erörterung. Die übersichtliche Darstellung von Form und Größe der Gemengteile in den Sandsteinen der einzelnen Stufen erfolgt in der Tabelle S. 65. Das betreffende Kapitel S. 62—65.

3. Die Gesteine der einzelnen Stufen. Nur die Dünnschliffbeobachtungen sind angeführt. Wegen der makroskopischen Beschaffenheit wird auf den Teil „Stratigraphie“ dieser Beiträge verwiesen. Die Untersuchung erfolgte unter dem Binokular und dem Mikroskop. Die Untersuchung mit dem Binokular gibt Anhalt zur Beurteilung der räumlichen Anordnung der Gemengteile, Auftreten der Bleichung, Erzimprägnationen und der ferritischen Masse. Die mikroskopische Untersuchung erstreckt sich auf Einzelbeobachtungen über Schichtung, Lagerausbildung, Form und Größe, Verhältnis der Gemengteile untereinander, Strukturen und Verbandsverhältnisse, Einzelbeschreibung der Gemengteile und sekundärer Erscheinungen.

Stufe su_1 . Beschrieben werden Grundkonglomerate, Karbonate und die verschiedenen Sandsteine. Die Sandsteine besitzen karbonatisches oder ferritisches Bindemittel und leiten z. T. durch Führung von Grus des Untergrundes zu den Grundkonglomeraten. S. 66—71.

Stufe su_2 . Von den Tigersandsteinen wird Schichtung, Form und Größe der Gemengteile behandelt. Die Packung ist eng, die ferritische Masse erscheint als Stützfülle, wodurch die sekundäre Einkieselung sehr gering ist. Sekundäre Brauneisenimprägnationen sind vorhanden. Als Gemengteile treten auf bestimmend Quarz und Feldspat oder nur Quarz; Glimmer ist relativ häufig, selten dagegen Zirkon, Turmalin, Apat. S. 71—73.

Stufe sm_1 . Die mittel- bis grobkörnigen Sandsteine, wie die der 2. Gruppe, der fein- bis kleinkörnigen, werden nach Schichtung, Form und Größe der Gemengteile behandelt. Zwischen beiden Gruppen bestehen alle Übergänge. Nach der mikroskopischen Untersuchung ist für die mittel- bis grobkörnigen Sandsteine bezeichnend: Packung lose, auffallende Unterschiede in Form und Größe der Gemengteile, ferritische Masse als Hülle, Auftreten von Füllmasse, weitgehende sekundäre Einkieselung, selten als Bindemittel 2. Art Chalcedon, Gemengteile vorherrschend Quarz, zurücktretend Feldspat, Glimmer, selten Zirkon, Turmalin, Rutil, Erzkörner, Apatit. Für die fein- bis kleinkörnigen Sandsteine ist bezeichnend: Packung eng, Form der Gemengteile wechselnd, Größenunterschiede gering, ferritische Masse als Stützfülle, sekundäre Einkieselung gering, dabei einmal Quarzin beobachtet. Unter den Gemengteilen tritt gegenüber der Ausbildung der 1. Gruppe neben Quarz Feldspat häufiger auf, ebenso Glimmer, selten sind Zirkon, Turmalin, Apatit, Hornblende, Augit. Sekundäre Brauneiseninfiltrationen erfolgten oft in sm_1 . Dabei ging der Ansatz des Brauneisens nach der Einkieselung vor sich. S. 73—77.

Stufe sm_2 . Die beiden Sandsteingruppen treten nicht so scharf hervor wie in sm_1 . In ihren extremen Gliedern schließen sie sich aber ganz an die betreffenden sm_1 -Sandsteine an. Als Bindemittel 1. Art wurde zweimal Dolomit beobachtet, als Bindemittel 2. Art einmal Chalcedon. S. 77—79.

Stufe sm_3 . Die typischen, fein- bis kleinkörnigen sm_3 -Sandsteine werden gekennzeichnet durch weitgehende Lagerentwicklung, enge Packung, ferritische Masse als Hülle und Stützfülle, Vorhandensein einer Füllmasse und

zurücktretendem sekundären Quarz; gelegentlich als Bindemittel 2. Art war Chalcedon zu beobachten. Hauptgemengteile sind Quarz und Feldspat oder nur Quarz; häufiger tritt Glimmer auf, während Zirkon, Turmalin, Rutil, Erzkörnchen sehr selten sind. Ihnen schalten sich Sandsteine der Ausbildung sm_1 — sm_2 ein und andere sm_3 -Sandsteine, die als wesentlichsten Unterschied der typischen Stufenausbildung weitgehende Einkieselung zeigen können. S. 79—82.

Stufe sm_4 . Bezeichnend sind grobkörnige Sandsteine mit starker Beanspruchung der Gemengteile, loser Packung, Auftreten der Ferritmasse als lückenhafte Hülle, dafür sehr vollkommene Einkieselung. Als Gemengteil tritt fast nur Quarz auf, selten sind Feldspat und Glimmer. Andere sm_4 -Sandsteine, besonders aus dem Kugelhorizont, der Ausbildung sm_1 — sm_2 und eine Kugel werden beschrieben. S. 82—84.

Stufe sm_5 . Die grobkörnigen sm_5 -Sandsteine schließen sich ganz an das entsprechende sm_4 -Material an. S. 84—85.

Stufe so_1 . Die Sandsteine der Basisschichten erfahren kurze Darstellung. Die Zone der Plattensandsteine ist durch Wechsel des Materials ausgezeichnet. Die bezeichnenden Plattensandsteine besitzen deutliche Schichtung, selten Lagerausbildung, Wechsel der Form und Größe der Gemengteile, wechselnde Packung, Ferritmasse als Hülle oder Stützfülle, selten Einkieselung. Die Gemengteile sind Quarz und Glimmer, etwas weniger Feldspat, ferner Zirkon, Turmalin, Rutil. Weitere Sandsteine sind glimmerärmer und fester. Die Schichtung tritt zurück, es besteht Wechsel in Form und Größe der Gemengteile und der Packung, die ferritische Masse tritt meist als Hülle auf, dadurch erfolgte stärkere Einkieselung. Wesentlicher Gemengteil ist Quarz, dann folgt Feldspat, während der Glimmer sehr zurücktritt. Ferner werden Sandsteine mit Erzinfiltrationen und aus dem Geröllhorizont, sowie des Oberen Dolomithorizontes und des Chirotheriensandstein-Horizontes nach gleichen Gesichtspunkten beschrieben. S. 85—90.

4. Chemische Verhältnisse. Analysen sind vorhanden von Schieferletten, su_1 ; von einem Tigersandstein, su_2 ; von einem Pseudomorphosensandstein, sm_2 ; von einem feinkörnigen Sandstein der Stufe sm_3 ; von einem grobkörnigen Sandstein der Stufe sm_4 ; von 2 Plattensandsteinen aus den Zwischenschichten, so_1 und von 2 Sandsteinen und Sand des Oberen Dolomithorizontes der Zwischenschichten, so_1 . Die Analysen wurden auf die Molekularwerte nach NIGGLI umgerechnet. Ferner erfolgte die Umrechnung nach STREMMER auf $Al_2O_3 = 1$ zur Auswertung der chemischen Zusammensetzung für die paläogeographischen Verhältnisse des Buntsandsteins.

Abgeschlossen im Februar 1928.

Erklärung der Tafeln.

Herrn HAUSSMANN-Jena möchte ich für die Hilfe bei den Mikro-Aufnahmen auch hier meinen Dank aussprechen.

Tafel 4.

- Fig. 1. Grundkonglomerat. Basis der Stufe su_1 der Schieferletten des Unteren Buntsandsteins. Karbonatisch-ferritische Grundmasse mit verschiedenen großen, scharfeckigen Fragmenten von Quarz, Quarz—Feldspat, Feldspat, Granit u. a. Eichskopftunnel bei Frau Nauses. Vgr. 19:1. (Vergl. Stratigraphie S. 13.) S. 66.
- Fig. 2. Konglomeratischer Sandstein mit scharfeckigen Grundgebirgsfragmenten in einer karbonatischen oder ferritischen Grundmasse. Basis der Stufe su_1 der Schieferletten. Kehrmich bei Heubach. Vgr. 30:1. (Material der Zone 2 des Profils I bei Kehrmich; Stratigraphie S. 11.) S. 67.
- Fig. 3. Sandstein mit karbonatischem Bindemittel. Stufe su_1 . Die beim Transport mäßig beanspruchten Gemengteile Quarz, selten Feldspat, tragen eine ferritische Hülle und liegen in einer karbonatischen Grundmasse, die als Stützfülle oder Basalzement entwickelt ist. Malheckenweg bei Ober-Klingen. + N. Vgr. 50:1. S. 68.
- Fig. 4. Sandstein (Tigersandstein). Stufe su_2 der Tigersandsteine des Unteren Buntsandsteins. Die Gemengteile Quarz, weniger Feldspat und heller Glimmer, erfuhren kaum Transportbeanspruchung. Die Packung ist wenig dicht. Als Bindemittel (1. Art) wirkt nur ferritische Masse als Hülle oder Stützfülle. Übergang des ungeblichen zum geblichen Sandstein. Ober-Kainsbach. Vgr. 50:1. S. 71.
- Fig. 5. Sandstein (Tigersandstein). Stufe su_2 . Erklärung wie bei Fig. 4. Hainstadt. + N. Vgr. 50:1. S. 71.
- Fig. 6. Sandstein. Stufe sm_1 . Untere Geröllstufe (ECK'sches Konglomerat) des Mittleren Buntsandsteins. Beispiel der Gruppe 1 der sm_1 -, sm_2 -Sandsteine. Die Gemengteile wurden beim Transport ziemlich stark oder stark beansprucht. (Formen IV und III.) Als Bindemittel 1. Art ist eine z. T. lückenhafte ferritische Hülle entwickelt. Durch die enge Packung erfolgte an der aufgenommenen Stelle nur in sehr geringem Maße sekundäre Einkieselung. Gemengteile Quarz, selten Feldspat. Frau Nauses. Vgr. 50:1. S. 73.

Tafel 5.

- Fig. 1. Sandstein. Stufe sm_1 . Die Gemengteile zeigen ziemlich starke oder kaum Transportbeanspruchung. (Formen IV und V.) Die Packung ist eng. Ferritische Masse tritt meist nur als Hülle auf. Durch die enge Packung wurde nur selten sekundäre Einkieselung ermöglicht. Wesentliche Gemengteile Quarz, weniger Feldspat, selten Glimmer. Hoher Berg bei Höchst. + N. Vgr. 50:1. S. 75.
- Fig. 2. Sandstein. Stufe sm_2 . Pseudomorphosensandstein des Mittleren Buntsandsteins. Deutliche Lagerentwicklung durch 2 grobe und 1 feines Lager. In den groben Lagern sind die Gemengteile stark oder ziemlich stark beansprucht (III, IV), in dem feinen nicht oder kaum (V, VI). Die Packung ist in beiden Lagern eng. Als Bindemittel ist nur ferritische Masse entwickelt und zwar in den groben Lagern als Hülle oder lückenhafte Hülle, in dem feinen als Hülle oder Stützfülle. Gemengteile Quarz, weniger Feldspat, selten Glimmer in dem feinen Lager, in den groben fehlend, ferner vereinzelt Zirkon. Pleutersbach a. N. Vgr. 50:1. S. 77.

- Fig. 3. Sandstein. Stufe sm_2 . Pseudomorphosensandstein. Beispiel der 2. Gruppe der sm_1 -, sm_2 -Sandsteine. Aufnahme eines etwas mächtigeren feinen Lagers. Gemengteile kaum beansprucht (V). Packung ziemlich eng, als Bindemittel nur ferritische Masse und zwar als Hülle oder Stützfülle. Bei den vorhandenen primären Strukturverhältnissen ist eine sekundäre Einkieselung nicht möglich. Gemengteile Quarz, zurücktretend Feldspat, selten heller Glimmer, ganz vereinzelt Zirkon, Rutil, Turmalin. Eselsberg bei Hainstadt. + N. Vgr. 50:1. S. 77.
- Fig. 4. Sandstein. Stufe sm_2 . Pseudomorphosensandstein. Beispiel der Gruppe 2 der sm_1 -, sm_2 -Sandsteine. Aufnahme einer fast vollständig gebleichten Stelle. Gemengteile stark oder ziemlich stark beansprucht (IV, V), Packung mäßig, gebleichte „ferritische Bindemasse“ als Hülle, meist als Stützfülle oder in Zwickeln als „Füllmasse“. Bindemittel 2. Art fehlen. Durch die Bleichung der Bindemasse sind, besonders unter + N, ihre Bestandteile Glimmer, Kaolin und tonige Substanzen zu erkennen. Gemengteile Quarz, weniger Feldspat, vereinzelt heller Glimmer. Litzelbach. + N. Vgr. 50:1. S. 77.
- Fig. 5. Sandstein. Stufe sm_2 . Sandstein mit Manganerz, das in Form durchgehender Bänder oder einzelner runder Körper auftritt. Wechselnde Größe der Gemengteile, im wesentlichen ziemlich stark oder kaum beansprucht (IV, V), Packung mäßig. Als Bindemittel 1. Art ist die ferritische Masse als Stützfülle oder Hülle entwickelt. An einigen Stellen, z. B. rechts des eckengerundeten, großen, rissigen Turmalins, ist es zur Bildung von Chalcedon als Bindemittel 2. Art gekommen. Die Erzimpregnation erfolgte nach der Kieselsäurezuwanderung. Gemengteile Quarz, weniger Feldspat, ganz zurücktretend Glimmer, vereinzelt Turmalin und Zirkon. Pleutersbach a. N. Vgr. 50:1. S. 78.
- Fig. 6. Sandstein. Stufe sm_3 . Feinkörnige Sandsteine. Beispiel des typischen feinkörnigen sm_3 -Sandsteins. Gemengteile kaum oder nicht beim Transport beansprucht (VI, V). Packung eng, ferritische Masse (Bindemittel 1. Art) als Hülle, Stützfülle oder in Zwickeln als Füllmasse. Die primären Strukturverhältnisse, besonders die Entwicklung der ferritischen Masse als Stützfülle und der enge Verband verhinderten den Ansatz eines sekundären Bindemittels. An einigen Stellen ist der Sandstein gebleicht. Gemengteile Quarz, weniger Feldspat, etwas Glimmer. Mittelberg bei König. Vgr. 50:1. S. 80.

Tafel 6.

- Fig. 1. Sandstein. Stufe sm_3 . Feinkörnige Sandsteine. Im groben Lager zeigen die Gemengteile stark oder ziemlich stark beanspruchte Formen (IV, V), im feinen kaum oder nicht beanspruchte Formen (V, VI). Verband im groben Lager: Packung mäßig, ferritische Masse (Bindemittel 1. Art) als Hülle oder in Zwickeln als Stützfülle, an einzelnen Stellen geringe Entwicklung von Chalcedon (Bindemittel 2. Art). Verband im feinen Lager: Packung wechselnd, ferritische Masse als Hülle, Stützfülle oder im Übergang zum Basalzement, ein Bindemittel 2. Art fehlt. Diese Lagerausbildung ist für die meisten feinkörnigen Sandsteine in sm_3 bezeichnend. Durch die teilweise Fortführung der färbenden Eisenverbindungen in der Bindemasse ist das Strukturbild unklar geworden. Gras-Ellenbach. Vgr. 50:1. S. 79.
- Fig. 2. Sandstein. Stufe sm_3 . Feinkörnige Sandsteine. Grobes und feines Lager. Das grobe Lager ist gebleicht, das feine durch engere Packung und stärkere Beteiligung der ferritischen Masse ungebleicht. Im groben Lager auffallender Wechsel von Form und Größe der Gemengteile. Packung wechselnd, meist mäßig, ferritische Masse als lückenhafte Hülle, Hülle oder als Stützfülle. Ein Bindemittel 2. Art fehlt. Im feinen Lager gleiche Formen und Größen der Gemengteile, Packung eng, ferritische Masse meist als Stützfülle. Gemengteile Quarz, zurücktretend Feldspat, noch weniger heller und dunkler Glimmer. Finken-Gesäß. + N. Vgr. 50:1. S. 79.
- Fig. 3. Sandstein. Stufe sm_4 . Grobkörniger Sandstein. Typischer, grobkörniger, stark eingekieselter sm_4 -Sandstein. Gemengteile stark oder sehr stark beansprucht, ferritische Masse (Bindemittel 1. Art) fehlend oder als lückenhafte Hülle. An Stellen loser Packung Einkieselung (Bindemittel 2. Art). Der sekundäre Quarzansatz ist gut an dem großen, stark gerundeten Quarz zu beobachten. Verfestigung fast nur durch die Einkieselung. Zell. + N. Vgr. 36:1. S. 82.
- Fig. 4. Sandstein. Stufe sm_4 . Beispiel sehr starker sekundärer Einkieselung. Das Bestreben, beim Einkieselungsvorgang die ursprüngliche hexagonale Quarzform wieder herzustellen, ist deutlich. Stark eingekieselter grobkörniger Sandstein aus dem Kugelhorizont von Bammenthal. + N. Vgr. 50:1. S. 83.

- Fig. 5. Sandstein. Stufe so_1 . Horizont der Plattensandsteine der Zwischenschichten. Vollständig gebleicht. Gemengteile kaum beansprucht, mäßig dicht gepackt, als Bindemittel 1. Art ist nur „ferritische Bindemasse“ als Hülle oder Stützfülle entwickelt. Durch Bleichung heben sich ihre wesentlichsten Bestandteile, feine helle Glimmerfasern, deutlich heraus. Gemengteile Quarz, weniger Feldspat, selten Glimmer, vereinzelt Zirkon. Steinbach. + N. Vgr. 50:1. S. 86.
- Fig. 6. Sandstein. Stufe so_1 . Plattensandstein der Zwischenschichten. Gemengteile in wirrer Lagerung, nicht oder kaum beim Transport beansprucht, Packung wechselnd dicht, ferritische Masse als Hülle, Stützfülle oder Basalzement. Starke Beteiligung der reichlich glimmerführenden ferritischen Bindemasse wie sie in den glimmerreichen Plattensandsteinen zu beobachten ist. Gemengteile Quarz, weniger Glimmer, selten Feldspat. Steinbach. Vgr. 50:1. S. 86.

Ueber *Carcharodon praemegalodon* n. sp. aus dem Alttertiär.

Von WILHELM WEILER (Worms).

Mit 3 Abbildungen im Text.

In meiner Arbeit vom Jahre 1922 habe ich aus dem Meeressand des Mainzer Beckens (S. 24, Taf. II, Fig. 24) einen Zahn beschrieben und abgebildet, den ich glaubte mit *Carcharodon megalodon* AG. indentifizieren zu

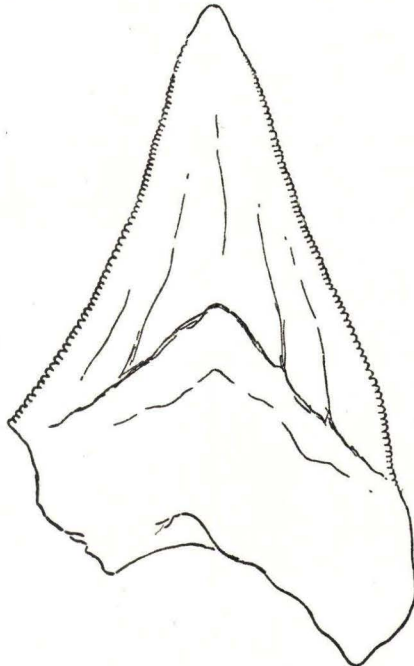


Fig. 1. *Carcharodon praemegalodon* n. sp. Unterer Lateralzahn von innen. Nat. Größe.

können. Ein brieflicher Gedankenaustausch mit Herrn Prof. Dr. v. JHERING über sein Buch: Die Geschichte des Atlantischen Ozeans¹⁾, besonders aber über seine letzthin erschienene Abhandlung über die Selachier der schwäbischen Molasse²⁾, wurde für mich der Anlaß, die *Carcharodon*-Zähne des Mainzer Beckens nochmals einer gründlichen Nachprüfung zu unterziehen.

¹⁾ Jena 1927.

²⁾ 1927.

Außer dem bereits beschriebenen Zahn besitzen das Landesmuseum und die Technische Hochschule Darmstadt noch weitere Zähne von *megalodon*-artigem Aussehen. Ihrer Form nach lassen sie sich in zwei Gruppen zerlegen. Der in Fig. 1 wiedergegebene Zahn hat eine hohe, nicht sonderlich verdickte und leider nur zur Hälfte erhaltene Wurzel mit senkrecht darauf sich erhebender Krone. Letztere ist auf der Innenseite leicht gewölbt, die Außenseite flach, nur basal etwas verdickt. Während die Krone oben sehr schlank und zugespitzt ist, verbreitert sie sich ungefähr von der Mitte ab ziemlich rasch nach unten zu. Die Ränder sind wie bei *C. megalodon* fein und ziemlich regelmäßig gezähnt, und zwar besitzt jede Kante gegen 70 Zähnchen. Eine genaue Angabe ihrer Gesamtzahl ist unmöglich infolge leichter Beschädigung der Kronenspitze. Sogenannte Nebenzacken fehlen.

Zur zweiten Zahnform gehört außer dem bereits früher (1922) beschriebenen auch der vollständiger erhaltene und in Fig. 2, 3 dargestellte Zahn. Er ist breiter als der soeben beschriebene, und seine beiden Wurzelhälften bilden einen stumpfen Winkel. Die schief nach rückwärts geneigte Krone verbreitert sich nach unten zu ganz allmählich. Ihre Kanten sind ebenfalls gleichmäßig fein gezähnt. An dem allein vollständig erhaltenen Hinterrand zählt man rund 80 Zähnchen. Nebenzacken fehlen, an ihrer Stelle ist (in Fig. 2 durch ein * gekennzeichnet) lediglich eine flache, gröber gezähnelte Ausbuchtung vorhanden.

Die beschriebenen Zähne gehören zweifellos zu ein und derselben Art, und zwar stammt der in Fig. 1 abgebildete seinem Aussehen nach aus dem Unterkiefer, während Fig. 2, 3 ebenso wie Fig. 24 (1922, Taf. II) einen Zahn aus dem Oberkiefer darstellen. In beiden Fällen handelt es sich um vordere Lateralzähne.

Was den Zähnen eine besondere Bedeutung verleiht, ist der Umstand, daß sie Beziehungen zu *Carcharodon turgidus* (LERICHE 1910), aber auch zu *Carcharodon megalodon*¹⁾ aufweisen, ohne daß man sie der einen oder anderen Art bestimmt zuweisen könnte. Von *turgidus* unterscheiden sie sich, trotzdem sie ihm in der allgemeinen Form sehr ähneln, scharf durch beträchtlichere Größe und Breite der Zahnkrone, sowie durch das Fehlen der bei *turgidus* immer deutlich entwickelten Nebenzähnchen. (Vergl. LERICHE 1910, Taf. XVIII). In beiden Punkten nähern sie sich dagegen *C. megalodon*, besonders die oberen lateralen, aber ihre Kronenbasis ist weniger stark verbreitert, außerdem bleiben sie in ihrem Ausmaß hinter den entsprechenden Zähnen von *megalodon* zurück. Sie stellen demnach eine Form vor, die zu *megalodon* überleitet, aber artlich davon abgetrennt werden muß. Als Name sei *Carcharodon praemegalodon* vorgeschlagen. Sehr wahrscheinlich gehören zu dieser Art auch die von AGASSIZ (Bd. 3, S. 251) erwähnten, aber weder beschriebenen noch abgebildeten Zähne aus der Gegend von Alzey und dem Rheintal, die er zu seinem *Carcharodon productus* stellte, eine Art, die später von WOODWARD mit *C. megalodon* vereinigt wurde (1889, S. 417).

Carcharodon praemegalodon war im Alttertiär weit verbreitet, wird aber überall mit *megalodon* verwechselt. Aus dem Rupélien Norditaliens beschreibt D'ERASMO unter der letztgenannten Bezeichnung einen Zahn (1922, S. 43, Fig. 18 non Fig. 17), der in Form und Größe völlig mit dem von mir in

1) LERICHE 1926.

Fig. 1 abgebildeten übereinstimmt und artlich nicht von ihm getrennt werden kann. Zu *C. praemegalodon* gehören weiterhin die von DAVIS (1888, S. 12, Taf. II, Fig. 2,3) und CHAPMAN (1918, Taf. II, Fig. 2,3) als *C. megalodon* beschriebenen Zähne aus dem Danien (Paläozän?) und Eozän von Neu-Seeland. Besonders der in Fig. 2 wiedergegebene obere Lateralzahn gleicht unserem in Fig. 2, 3 dargestellten völlig in Form und Größe. Auch der Taf. II, Fig. 3 abgebildete Zahn, vermutlich ein Vorderzahn, ist bedeutend kleiner als die entsprechenden Zähne von *C. megalodon*, seine Krone außerdem relativ viel zu schlank. Wie in Europa treten bezeichnender Weise auch in Neu-Seeland die typisch ausgebildeten großen und breitkronigen Zähne von *megalodon* erst im Miozän ((Oamarouformation) auf.

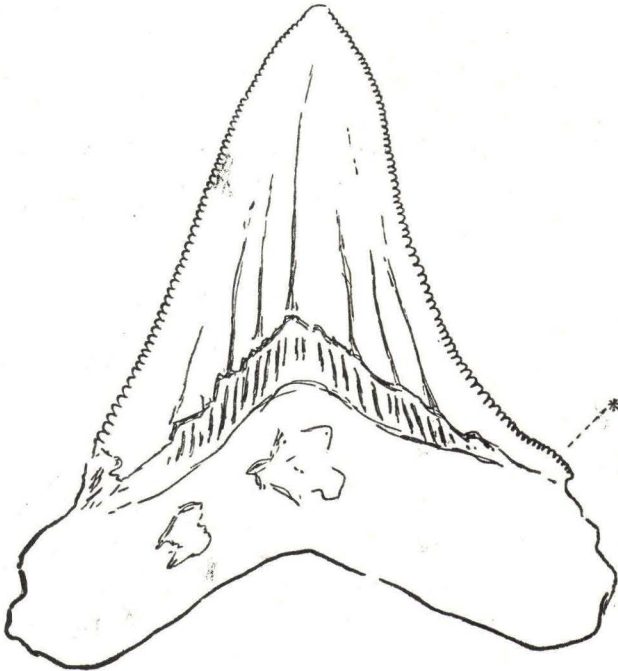


Fig. 2. *Carcharodon praemegalodon* n. sp.
Oberer Lateralzahn von innen. Nat. Größe.

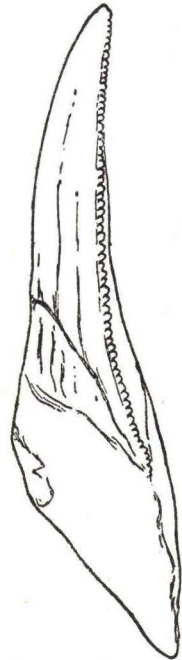


Fig. 3. Derselbe Zahn wie Fig. 2,
von vorn gesehen. Nat. Größe.

Aus dem Eozän Patagoniens kennt man bis jetzt durch AMEGHINO (1906, S. 181, Fig. 48, 49; Taf. II, Fig. 21; 1908, S. 481) nur verhältnismäßig kleine, *praemegalodon* sehr ähnliche Zähne, die LERICHE (1907) als eine Variation von *C. megalodon* auffaßt (*C. megalodon* var. *chubutensis*). Von unserem *C. praemegalodon* unterscheiden sie sich wesentlich durch recht stark angedeutete Nebenzähnen. In welcher Beziehung diese patagonische Form zu *praemegalodon* und damit auch zu *megalodon* steht, bedarf noch weiterer Klärung. Bemerkenswert ist auf jeden Fall, daß die Zähne von *C. praemegalodon* aus dem Eozän Neu-Seelands in bezug auf ihre Nebenzähnen völlig den oligozänen gleichen. Die patagonische Form kann daher nicht als ein Vorfahre von *megalodon* angesehen werden, bei dem die Nebenzacken gerade im Begriff sind sich zurückzubilden, um so mehr, als *C. mega-*

lodon var. *chubutensis* nach LERICHE (1927, S. 80, Taf. 12, 13, Fig. 1—3) auch in der Schweizer Molasse (Burdigalien, Vindobonien) vorkommt.

Weniger klar liegen die Verhältnisse in Nordamerika, wo nach GIBBES (1848) *C. megalodon* angeblich bereits im Eozän existierte. Unter dem von ihm abgebildeten Material befinden sich neben Zähnen, die z. T. sehr gut zu unserem *praemegalodon* passen (Fig. 3, 4 z. B.), auch solche, die einwandfrei zu *megalodon* gehören (Fig. 1, 2). Aber GIBBES schreibt: „I have various specimens from the Eocene of South Carolina and Miocene of Virginia and Maryland“ (1848, S. 143). Es ist deshalb nicht ausgeschlossen, daß die beiden großen Zähne, die bestimmt zu *megalodon* gehören (Fig. 1, 2), miozänen, die andern dagegen z. T. eozänen Alters sind.

Aus diesen Darlegungen ergibt sich, daß *C. megalodon*, soweit gesicherte Tatsachen vorliegen, erst im Neogen auftritt, während er im Alttertiär durch eine ihm schon sehr nahe stehende Form vertreten wird.

In seiner Untersuchung über die Fischreste der schwäbischen Molasse schreibt v. JHERING, daß die miozäne Selachierfauna Schwabens durch das plötzliche Auftreten amerikanischer Formen ihr wesentliches Gepräge erhalten habe. Von Westindien her sollen im Miozän einige bereits im Eozän Nordamerikas existierende Selachier-Arten teils nach Südamerika (Entrerios-Schichten), teils den Resten der Archhelenis entlang nach Europa gelangt sein. Als derart bei uns eingewanderte Formen sieht er folgende an:

Odontaspis reticulata (vergl. v. JHERING 1927, S. 469).

Oxyrhina hastalis

Carcharodon megalodon

Carcharias commersoni similis

Galeocерdo aduncus

Hemipristis serra

Sphyrna prisca.

Für *C. megalodon* ist nach den obigen Ausführungen v. JHERINGS Annahme ziemlich zweifelhaft. *Odontaspis reticulata* liegt nach v. JHERINGS eigenen Worten auf der Entwicklungslinie von *Od. acutissima*, einer im Alttertiär schon europäischen Art, braucht also nicht erst im Miozän von außerhalb zugewandert zu sein. Die Gattung *Hemipristis* ist mit *H. curvatus* bereits aus dem Mitteleozän Ägyptens (STROMER 1905) und mit artlich unbestimmbaren Zähnen aus dem Oligozän des Mainzer Beckens (WITTICH 1897, S. 47, Taf. 5, Fig. 4) und Steiermarks (KRAMBERGER 1880, S. 570, Taf. 8, Fig. 5) bekannt. Zieht man außerdem in Betracht, daß v. JHERING *Carcharias commersoni similis* nur mutmaßlich als amerikanischen Einwanderer ansieht, so bleiben von seinen sieben westlichen Arten, die der miozänen Selachierfauna Schwabens ihr wesentliches Gepräge aufdrücken sollen, nur drei übrig.

Nach allem, was v. JHERING zur Kenntnis der Fische des schwäbischen Miozäns selbst beiträgt, zu schließen, steht diese Fauna in recht engem Zusammenhang mit der mitteloligozänen des Mainzer Beckens, haben doch beide Ablagerungen bei vorsichtigster Einschätzung unter den Selachiern mindestens 13% gemeinsame Arten, d. h. wir dürfen sie ihrem Kern nach ruhig als die Fortsetzung der alttertiären europäischen Faunen ansehen.

Schriftenverzeichnis:

1. AGASSIZ, Recherches sur les Poissons fossiles. Neuchâtel 1833—43. Bd. 3.
2. AMEGHINO, Les formations sédimentaires de la Patagonie. Buenos Aires 1906.
3. AMEGHINO, Notes sur les Poissons du Patagonie. Anales del Museo Nacional de Buenos Aires, Bd. 16. Buenos Aires 1908.
4. CHAPMAN, Descriptions and revisions of the cretaceous and tertiary fish-remains of New Zealand. New Zealand Department of mines. Geological Survey Branch. Palaeontological Bulletin No. 7. Wellington 1918.
5. DAVIS, On fossil Fish-remains from the tertiary and cretaceo-tertiary formations of New Zealand. The Sc. Trans. Roy. Dublin Soc. Bd. 4. Dublin 1888.
6. D'ÉRASMO, Catalogo dei pesci fossili delle Tre Venezie. Memorie dell' Istituto geol. d. R. Università di Padova. Bd. 6. Padova 1922.
7. GIBBES, Monograph of the fossil Squalidae of the U.S. Journal of the Academy of Nat. Sci. of Philadelphia. Philadelphia 1848.
8. v. JHERING, Geschichte des Atlantischen Ozeans. Jena 1927.
9. v. JHERING, Die miozäne Selachierfauna von Schwaben und ihre Beziehungen zu anderen Tertiärfaunen. N. Jahrb. f. Min. etc. Beilage-Bd. 57, Abt. B. 1927.
10. KRAMBERGER, Die fossilen Fische von Wurzenegg bei Praßberg in Steiermark. Jahrb. k. k. Ak. Wiss. m. n. Cl. Bd. 30. Wien 1880.
11. LERICHE, Observations sur les Poissons du Patagonie récemment signalés par M. L. AMEGHINO. Ann. Soc. Géol. du Nord. Bd. 36, 1907.
12. LERICHE, Les Poissons oligocènes de la Belgique. Mémoires du Musée Roy. d'Hist. nat. de Belgique. Bd. 5, 1910.
13. LERICHE, Les Poissons néogènes de la Belgique. Mémoires du Musée Roy. d'Hist. nat. de Belgique. Mém. No. 32. Gand 1926.
14. LERICHE, Les Poissons de la Molasse suisse. Mémoires de la Société Paléontologique suisse, Bd. 46/47. Genf 1927.
15. v. STROMER, Die Fischreste des mittleren und oberen Eozäns von Ägypten. I. Teil: Selachi. Beiträge zur Paläontologie und Geologie Österreich-Ungarns und des Orients. Bd. 18. Wien und Leipzig 1905.
16. WEILER, Beiträge zur Kenntnis der tertiären Fische des Mainzer Beckens. I. Abh. Geol. Landesanst. zu Darmstadt. Bd. 6. Darmstadt 1922.
17. WITTICH, Über neue Fische aus dem mitteloligozänen Meeressand des Mainzer Beckens. Notizblatt Ver. Erdk. Darmstadt. Darmstadt 1897.
18. WOODWARD, Catalogue of the fossil Fishes in the British Museum. Bd. 3. London 1889.

Ein Vogelei aus jungdiluvialem Sandlöß bei Mainz.

Von OTTO SCHMIDTGEN, Mainz.

Mit Tafel 13.

Zu den größten Seltenheiten gehören Vogeleier aus diluvialen Schichten. Dies ist wohl hauptsächlich darauf zurückzuführen, daß die Erhaltungsmöglichkeit in diesen Schichten bei der leichten Zerbrechlichkeit der Objekte außerordentlich gering ist. Nur ganz besondere Umstände können die Erhaltung bedingen, so wie etwa in Taubach-Ehringsdorf bei Weimar, von wo verschiedene Vogeleier bekannt geworden sind.¹⁾ Dort wurden sie von dem Kalksinter überkrustet und sind auf diese Weise erhalten geblieben.

Kürzlich erhielt das Naturhistorische Museum der Stadt Mainz die Reste eines Vogeleies aus dem Sandlöß. Der Fund wurde gemacht an der Basis einer etwa 2 m mächtigen Schicht jüngsten Lößes. Diese tiefste Lage besteht aus Sandlöß, der seinerseits auf Sanden der Mosbacher Stufe auflagert. Die Reste ließen sich zusammensetzen und bewiesen durch ihre frischen scharfen Bruchränder, daß die Eischale, soweit sie gefunden wurde, erst beim Herausgraben, d. h. beim Anschneiden der Sandlößschicht, in der sie lag, zerstört worden ist.

Das Ei ist nicht vollständig erhalten, an dem einen Ende fehlen größere Stücke. Es hat das Aussehen eines Eies, aus welchem der junge Vogel ausgeschlüpft ist, genau so sind die Verletzungen an der Eischale. Es dürfte eine Länge von 66—68 mm und einen größten Querdurchmesser von 48—50 mm gehabt haben. Seiner Form nach handelt es sich um ein Entenei.

Die Farbe ist schmutzig gelb, genau so wie die der Schneckenschalen aus den gleichen Schichten. Die Oberfläche ist auf der einen Längshälfte glatt, auf der anderen ist sie rauh, sie zeigt hier deutlich die Spuren der Zerstörung durch feine Haarwürzelchen, die sich ihr angelegt haben. An dieser Seite kleben auch an einigen Stellen der Schale feine Sandlößteilchen sehr fest, genau so wie man es an Knochenresten aus diesen Schichten beobachtet. Mit der glatten Seite hat das Ei wohl aufgelegt, während die obere Seite von den Haarwürzelchen der Steppengräser oder anderer Pflanzen erreicht wurde.

Welche günstigen Umstände bedingten die Erhaltung dieses Eies. Es ist anzunehmen, daß es nicht auf der Erdoberfläche lag, sondern in einer Erdhöhle, denn hier ist die Gefahr der sofortigen oder zum mindesten baldigen

¹⁾ SÖRGEL, W., *Elephas trogontherii* POHL. und *Elephas antiquus* FALC. in: Palaeontographica, Bd. LX, pag. 57, Stuttgart 1912.

Zerstörung nicht so groß. Es war auch sicher nicht mehr intakt, sondern am einen Ende, wohl durch das Ausschlüpfen des jungen Vogels, zerstört, d. h. geöffnet. Die Erdhöhle wurde mit feinem Sandlöß zugeschwemmt, an der defekten Stelle konnte der Sandlöß auch sofort in das Innere des Eies eindringen, die Schale erhielt so von Innen und Außen denselben Druck und aus diesem Grunde war die Erhaltungsmöglichkeit vorhanden. Ich gestehe selbstverständlich zu, daß auch unter Annahme all dieser günstigen Umstände die Erhaltung ein ganz besonderer Ausnahmefall ist, vielleicht auch noch durch andere Umstände begünstigt, die wir z. Zt. noch nicht kennen.

Aus der gleichen Schicht stammt das kürzlich gefundene, zum größeren Teil erhaltene Skelett eines gracil gebauten Panthers¹⁾, außerdem wurden in demselben Aufschlusse im Sandlöß Reste von *Arctomys bobac* und *Spermophilus rufescens* gefunden. In nächster Nähe, in einer anderen Sandgrube, fanden wir vor 2 Jahren im Sandlöß und z. T. bis in die oberste Lage des Mosbacher Sandes hineinreichend, den Winterbau eines Steppenmurmeltieres mit drei zum großen Teil erhaltenen Skeletten dieses Tieres. Es ist also, wie auch nicht anders zu erwarten und wie an vielen anderen Stellen bei uns auch beobachtet, eine Steppenfauna, die sich in dem Sandlöß findet, mit welcher zusammen auch der Vogel lebte.

Die Frage, welchem Vogel das Ei zuzusprechen wäre, ist nicht ganz einfach zu beantworten. Es ist da meines Erachtens vor allem anderen an die Rostgans (*Casarca Casarca* L.) zu denken. Sie lebt²⁾ heute in allen östlichen Steppengebieten, im Winter ist sie in Indien sowie in Nordafrika häufig. Auch heute noch werden vereinzelt Exemplare von Rostgänsen in Mitteldeutschland beobachtet. Sie lebt hauptsächlich von pflanzlicher Nahrung, wenn sie auch tierische nicht verschmäht. Die Rostgans brütet fast stets in Erdhöhlen, gern benutzt sie den verlassenen Bau vom Fuchs, Dachs oder Steppenmurmeltier, auch erweitern sie die Wohnung irgend eines anderen kleinen Raub- oder Nagetiers. Die Eier haben durchschnittlich einen Längendurchmesser von 66 mm und einen Querdurchmesser von etwa 46 mm.

Alle diese Angaben sprechen dafür, daß wir es im vorliegenden Falle möglicherweise mit dem Ei einer Rostgans zu tun haben, die in der Steppenzeit bei uns lebte und ihre Bruthöhle in dem Bau eines Steppenmurmeltieres oder eines Steppenbiesels aufgeschlagen hatte.

Von diluvialen Vogeleiern sind aus Taubach-Ehringsdorf beschrieben¹⁾: *Anas boschas*, Stockente; *Cinclus aquaticus*, Wasseramsel; *Podiceps minor*, Haubensteißfuß; *Totanus calidris*, Wasserläufer. Von diesen kommen die drei letzten z. T. wegen ihrer Kleinheit, z. T. wegen ihrer anderen Form nicht in Frage. Die Stockente scheidet meiner Ansicht nach aber auch aus, einmal, weil ihre Eier kleiner sind, dann aber auch, weil unter den Verhältnissen der Steppenzeit an der Fundstelle die Erhaltung von an der Erdoberfläche abgelegten Eiern fast unmöglich erscheint.

Es dürfte also bei uns die Rostgans der Steppenfauna der letzten Eiszeit gezählt werden.

¹⁾ Das Skelett wird demnächst veröffentlicht.

²⁾ Die Angaben sind entnommen: Brehm's Tierleben, 4. Aufl., Bd. VI, p. 245 f. — MEERWARTH, H., und SOFFEL, K., Lebensbilder aus der Tierwelt, Bd. VI, p. 608 f.

¹⁾ SÖRGEN I. c.

Die tertiäre Kieselgur und Braunkohle von Beuern im Vogelsberg und ihre Flora.

I. Teil.

Geologische Untersuchungen der Kieselgur und Braunkohle von Beuern und ihre Mikroflora.

Von H. L. HECK.

Mit Tafel 7, 2 Abb. im Text und 1 Tabelle.

I. Allgemeines und geologische Verhältnisse.

Die Kieselgurlagerstätten des Vogelsberges haben in der Literatur des öfteren bereits ihre Würdigung gefunden (10, 15, 17, 27, 29, 53). In geologischer und palaeobotanischer Hinsicht sind nur einige von ihnen spezieller untersucht worden, aber nie war das floristische Bild ein vollständiges, da ausschließlich die Makroflora Berücksichtigung gefunden hatte. In neuerer Zeit hat HUMMEL (27) ausführlicher das Vorkommen im Pfarrwäldchen bei Beuern behandelt und gibt auf Grund der 1921 von der Gewerkschaft niedergebrachten Bohrungen zur Klärung der geologischen Position einige Profile durch das Lager. Jedoch an der Bearbeitung der Flora fehlte es hier noch.

Einerseits die Aufsammlung reichlichen Pflanzenmaterials, andererseits die Ergebnisse früherer Untersuchungen auf Pollen in fossilen Sedimenten (24, 25), die auch in der Beuerner Kieselgur vielversprechend schienen, gaben Veranlassung zur vorliegenden Untersuchung. Es sollte hiermit der Versuch gemacht werden, ein möglichst vollständiges Lebensbild damaliger Flora zu gewinnen, das wiederum einen Teil zur Deutung des geologischen Alters der Ablagerung beitragen könne. Makroskopische und mikroskopische Flora sollen einander ergänzen. Zu prüfen, inwieweit sie das tun, das war die Grundidee für meine Untersuchungen.

Zu diesem Zwecke hat Verfasser seit Mai 1927 in dem Aufschluß des Tagebaues der Kieselgurlagerstätte des Pfarrwäldchens nordwestlich Beuern im Vogelsberg (den „Süddeutschen Isolierwerken, Mannheim“ angehörend) jegliches Pflanzenmaterial gesammelt und genaue Profile der Schichtfolge aufgenommen. Für die vielfache Unterstützung und die gütige Erlaubnis, ständig

in der Grube Material sammeln zu dürfen, sage ich auch an dieser Stelle der Gewerkschaft und besonders Herrn Direktor LANG (Mannheim) meinen aufrichtigen Dank.

Die Verhältnisse bei Beuern sind folgendermaßen:

Bedeckt von Lehm, Ton und feinkörnigem Basalttuff, bildet ein bis nahezu 2 m anschwellendes Braunkohlenflöz das Hangende der Kieselgur, die in ihrer größten Mächtigkeit 16 m beträgt. Das Liegende ist ein Tuff mit groben Bomben. Am Pfarrwäldchen, einem flachen, ehemals bewaldeten Hügel, wurde schon vor längerer Zeit Bergbau auf Kieselgur getrieben, der aber bald wegen mangelnder Absatzmöglichkeit für die Kieselgur zum Erliegen kam. Während der Kriegsjahre baute man die Braunkohle z. T. ab und 1921 wurde der Betrieb in der alten Kieselgurgrube von neuem aufgenommen. Auf Grund der Bohrungen hat sich ergeben, daß man es mit einem kleinen, rundlichen bis ovalen Becken zu tun hat, das in seinem größten Durchmesser etwa 150 m beträgt. (27, p. 69). Die Westwand des derzeitigen Aufschlusses zeigt ein Einfallen der Kieselgurschichten von 43°. Zum Beckentiefsten hin nimmt das Fallen ab, so daß die Schichten dort — wie ein Stollen ergeben hat — nahezu horizontal lagern. Im allgemeinen schwankt das Einfallen am Beckenrande zwischen 25 und einigen 40°. Die Braunkohle keilt nach den Seiten noch innerhalb des Kieselgurbereiches aus.

Im Aufschluß des Tagebaues wurden Profile aufgenommen, von denen nachstehend zwei (A und B) wiedergegeben sind. (Abb. 1.)

Neben Kieselsäureanhydridkonkretionen, in denen häufig Fossilien stecken, enthält die Kieselgur Koprolithe, Sphärolithe von Markasit, Knöllchen von Vivianit und gelegentlich Retinit. Dazu kommen sekundäre, gallertartige weiße Ausscheidungen von reiner Kieselsäure. Auf den ersten Blick hin ist die untere Kieselgur als dunklere, bituminöse Partie von der oberen helleren Kieselgur zu unterscheiden. Bis jetzt fanden sich folgende Tierfossilien:

Knochen und Koprolithe von Krokodilen.

Mehrere Abdrücke von zu *Rana* gehörenden Fröschen, darunter *Rana meriani* H. v. MEYER u. a.

Abdruck eines *Palaeobatrachus*.

Abdrücke größerer Molche.

Molch- und Froschlarven.

Zahlreiche Fische, vorwiegend der Gattung *Cyprinus* angehörend (auch andere Cypriniden).

Kieselnadeln von *Spongilla*.

In den untersten Schichten haben wir wohl einen sapropelartigen Anfang der Beckenausfüllung vor uns. Nach oben verarmt die Fauna, nur gelegentlich finden sich noch Fische. Die Pflanzen sind im allgemeinen gleichmäßig in der Kieselgur verteilt. Man beobachtet jedoch, daß auf eine, wenn auch nur dünne Lage mit reichlichen Blattresten, stets eine fossilärmere, durchschnittlich etwas mächtigere Schicht folgt, die, wie weiter unten hervorgehoben wird, „Frühjahr-Sommer-, und Herbst-Winterschichten“ repräsentieren. Dunklere Schichten, die nur wenig Blattreste führen, wechseln mit helleren, aus fast reiner Kieselgur bestehenden, pflanzenreichen Schichten ab. Da diese Schichten in zahllose papierdünne Schichtchen unterteilt sind (im allgemeinen kann man etwa 20—50 solch kleiner Schichtchen innerhalb der größeren Einheit wahrnehmen) könnte man geneigt sein, diese kleinere Einheit als „jahreszeitliche“

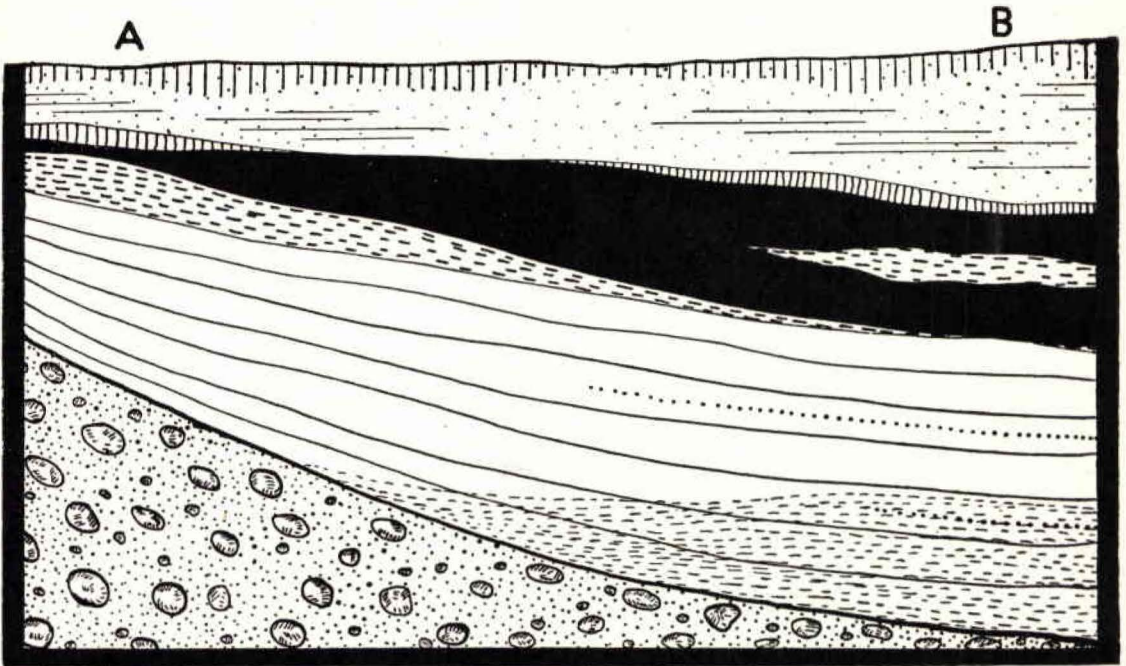


Abb. 1.

Schichtenfolge der Kieselgur-Braunkohlenlagerstätte bei Beuern.

(Westwand des Tagebauaufschlusses im Jahre 1927.)

Eingetragen sind die Entnahmestellen der Profile A und B.

Profil A.

0,4 m Schutt und Verlehmungszone.

1,0 m grünlicher bis bräunlicher, geschichteter Tuff (Tuffit) mit kleineren Geröllen.

0,2 m stellenweise dunkler, zäher Ton.

0,1 m auskeilendes Braunkohlenlager.

0,30 m lehmige bis tonige, oft blätterkohlenartige Schichten.

3,0 m wohlgeschichtete, helle (OSTWALD's 13 ec) Kieselgur, oben als Wurzelboden der Braunkohle ausgebildet.

Liegendes: Grünlicher Basalttuff, mit groben Bomben, undeutlich geschichtet.

Profil B.

2,5 m Alluvionen und lehmartig zersetzter, geschichteter, feinkörniger Tuff.

0,10 m dunkler, zäher Ton.

2,0 m Braunkohle mit vielen Holzresten, und häufig kleineren Glanzkohlenstückchen, mit eingeschaltetem 0,30 m mächtigen Dysodil.

0,20 m „Blätterkohle“.

4,5 m Kieselgur, im oberen Teil hell (OSTWALD's 13 ec), fast bitumenfrei, im unteren Teil dunkel und bitumenreich (OSTWALD's 13 li). Darin eingeschaltet zwei 0,02 m mächtige Tuffbänkchen.

Liegendes: Grünlicher Basalttuff, mit groben Bomben.

Produkte zu betrachten. Es zeigt sich aber, daß diejenigen Fossilien, die nicht flach auf den Schieferflächen zur Einbettung gelangt sind, innerhalb einer größeren Anzahl dünnster Schichtchen liegen. Man kann wohl schlecht annehmen, daß sich die organische Substanz bis zu ihrer Fossilisation 20 Jahre und mehr gehalten hat; die Blätter haben ihre zarteste Nervatur bewahrt, die doch sicherlich sonst — auch unter submersen Verhältnissen — hätte zerstört werden müssen. Die Untersuchungen auf Pollen bestätigen, daß nur die größeren Einheiten, deren Mächtigkeit zwischen einigen Zentimetern und Bruchteilen von Zentimetern schwankt, dem jahreszeitlichen Wechsel entsprechen können. Wie oft sich dieser Wechsel genau wiederholt, ließ sich bislang leider des derzeitigen Erhaltungszustandes des Aufschlusses wegen nicht ermitteln.

II. Die Methode und ihre Ergebnisse.

Der Bestimmung der makroskopischen Flora, die freundlicherweise Herr KIRCHHEIMER in die Hand genommen hat, ging, da unabhängig voneinander zu arbeiten zweckmäßig war, die mikroskopische Untersuchung voraus.

Soweit es sich möglich machen ließ, wurden die Fossilien horizontmäßig gesammelt. Die Proben für die mikroskopische Untersuchung wurden bei peinlichster Sauberkeit aus dem Anstehenden etwas tiefer entnommen und sogleich unter Glas verschlossen. Um nicht der Gefahr irgendwelcher Verunreinigung durch rezentes Material ausgesetzt zu sein, wurde nur der innerste Teil der mitgenommenen Proben der Untersuchung unterzogen. Die Proben wurden dann mit $\frac{1}{10}$ normal Kalilauge aufgeköcht und in verkorkten Gefäßen sich selbst überlassen. Wie mich frühere Erfahrungen gelehrt haben, zeigte sich auch hierbei wieder, daß es zweckmäßig ist, die Präparate so aufzubewahren, daß ihr unterer Teil im Dunkeln steht, die Oberfläche jedoch vom Tageslicht bestrahlt wird. Auf diese Weise erschien schon nach wenigen Tagen an der Oberfläche der Kalilauge eine dünne irisierende Haut, die fast nur aus Pollenkörnern bestand. Diese Haut, deren Stärke nach der jeweiligen Menge der in der Substanz vorhandenen Pollen schwankt, wurde auf einen Objektträger gebracht und nach der durch von POST ausgearbeiteten, von ERDTMAN (11, p. 15) mitgeteilten Methode unter dem Mikroskop untersucht.

In geringen Abständen wurden die Schichten auf ihren Polleninhalt geprüft; analysiert indessen wurden, da sich eine gewisse Gleichmäßigkeit innerhalb der Kieselgur zeigte, im Profil A vier, im Profil B sechs Horizonte. So ergaben sich durch Pollen bezw. Sporen 33 Pflanzengattungen, die in der nachstehenden Tabelle zusammengestellt und nach ihrer Häufigkeit angeordnet sind.

Wie schon oben erwähnt, soll durch diese Arbeit einmal geprüft werden, inwieweit eine Übereinstimmung zwischen mikroskopischer und makroskopischer Flora erkenntlich ist, und wir wollen daher erörtern, welche Bedenken gegen eine solche Methode bestehen und bis zu welchem Grade sie schließlich doch zulässig ist.

Zunächst liegt der Gedanke nahe, daß rezente Pollen in die poröse Kieselgur und Braunkohle gelangt sind, die durch Tageswässer entlang Klüften hinuntergespült werden, sich mit dem fossilen Material vermengen und zu einem falschen Ergebnis führen. Selbst schon fossilisierte Pollenkörner könnten vermittelt zirkulierender Lösungen innerhalb der Sedimente wandern. Obwohl ERDTMAN (11, p. 40 u. f.) im Gegensatz zu MALMSTROEM (41) das

Herunterspülen von Pollen in jungen Mooren Schwedens ablehnt, glaube ich, daß sich mit der Zunahme des Alters und der Porösität bzw. Zerklüftung von Sedimenten die Gefahr des Herabgespültwerdens steigert und unter Umständen doch zu falschen Bildern führen kann. In unserem Aufschluß aber ist eine solche Gefahr kaum vorhanden. Die Braunkohle ist von mehrere Meter mächtigem, tonigen Tuff und stellenweise sogar von dunklem, pollenleeren Ton überlagert, die beide Tageswässer nur in beschränktem Maße durchlassen. Bei der Kieselgur ist kaum mehr die Befürchtung rezenten Pollengehaltes zu hegen, einmal weil sie im frischen Anschnitt nur wenig zerklüftet ist und dünne tonige Lagen eine raschere Zirkulation von oben eindringender Wässer verhindern; dann aber sind in ihrer oberen Partie, in dem Wurzelboden dicht unter der Braunkohle, keine Pollen vorhanden, und da im Liegenden hiervon, wo die ersten Pollen auftreten, der in der Braunkohle so reichlich vorhandene Taxuspollen gänzlich fehlt, so ist diese Tatsache direkt ein Beweis gegen die Annahme des Heruntergespültwerdens.

Die verschieden lange Schwimmfähigkeit der einzelnen Pollenarten ist auch als Einwand gegen die Brauchbarkeit der pollenanalytischen Methode erhoben worden. Der Laubpollen sinkt rasch gegenüber den mit Luftsäcken versehenen Picea- und Pinus-Pollenkörnern, wobei eine gewisse Menge der Vernichtung anheimfiele (40). Da sich aber in den Sedimenten Schwedens übereinstimmende Minima und Maxima des Nadelbaum-Pollens finden, so glaubt ERDTMAN (11, p. 45) nicht annehmen zu können, „daß die verschiedene Schwimmfähigkeit einen besonders merkbaren Einfluß auf die fossile Pollenflora ausübt“. Die Pollenflora unserer Kieselgur gestattet keine dahingehende Entscheidung, aber es finden sich auch keine Argumente, die zu einer anderen Annahme als der von ERDTMAN Anlaß gäben.

Als eine weitere Fehlerquelle in der Methode könnte man die verschiedene Angreifbarkeit der Pollen durch äußere Agentien erblicken. Es sind eine ganze Anzahl Abhandlungen darüber geschrieben worden (33, 34, 45, 47), jedoch eine systematische Untersuchung der Konservierungsbedingungen des Pollens in Sedimenten liegt noch nicht vor. Soweit aber Pollen in der Kieselgur gefunden wurden, sind sie in durchaus gutem Zustande erhalten, waren nicht korrodiert und zeigten keinerlei Beschädigung. Jedoch scheint das Fehlen, bzw. geringe Auftreten der Pollen gewisser Arten (vor allem von Populus, vergl. auch 11, p. 12) auf Vernichtung hinzudeuten.

Schließlich sei noch des Ferntransportes der Pollen gedacht. RUDOLF und FIRBAS geben an, daß der Pollen über 1000 m hoch und bis 10 km weit durch den Wind befördert werden könne, ERDTMAN definiert „ferntransportierte“ Pollen als solche, die mindestens 150—200 km von ihrer Erzeugungsstelle weggeführt worden sind. In welchem Maße weither transportierte Pollen in unserem Material eine Rolle spielen, wird weiter unten hervorgehen.

Es bleibt jetzt nur noch zu erörtern übrig, wie weit man die fossilen Pollenarten mit rezenten identifizieren darf. Verschiedenartige, fossile Pollen aus älteren Formationen sind ja schon mehrfach beschrieben und abgebildet worden (z. B. 5, 6, 17, 24, 35, 56). Die jungtertiäre Flora, unter der bekanntlich zahlreiche, heute lebende Arten vorkommen, gestattet m. E. ebensogut wie die makroskopische Übereinstimmung mit rezenten Vertretern, eine bei gleichen Größenverhältnissen und sonstigen Eigenschaften gewisser Pollen, ebenfalls eine mikroskopische Identifikation. Das ist ja auch schon mehrfach

geschehen, und wir kennen somit von einer ganzen Anzahl fossiler Pflanzen das zugehörige Pollenmaterial. Die Übereinstimmung der Pollen aus der Kieselgur und der Braunkohle von Beuern mit rezentem Material ist so verblüffend und ihr Erhaltungszustand so gut, daß ich somit keine Bedenken bei der Bestimmung der Gattungen hatte. Aus der Tabelle gehen nun die ermittelten Pflanzen hervor.

(Tabelle siehe nächste Seite.)

Man ersieht aus der Tabelle, daß wir es mit Pflanzen zu tun haben, die

1. mikroskopisch und makroskopisch,
2. nur makroskopisch,
3. nur mikroskopisch

nachgewiesen worden sind.

Die erste Gruppe, die im Sinne dieser Arbeit die wesentlichste ist, liefert uns die Übereinstimmungen beider Untersuchungen.

Quercus ist nach der Pollenzahl in der gesamten Ablagerung (also Kieselgur + Braunkohle) die am häufigsten vorhandene Gattung, die durch ihre drei Arten *Quercus elaeana* UNG., *Qu. drymeja* UNG. und *Qu. mediterrana* UNG. stark in den Vordergrund tritt. Sie ist in allen untersuchten Proben vorhanden. Der Pollen ist dem der rezenten *Quercus* ähnlich und ebenfalls vielgestaltig.

Salix gibt nächst *Quercus* der Flora ihr Gepräge durch ihre den anderen Pflanzenvertretern gegenüber hervorstechende Häufigkeit. Als wasserliebende Pflanze stand *Salix Brauni* EGH. am Uferstrand, und Blätter sowie Pollen gelangten leicht in das Sediment. Es findet sich der *Salix*-Pollen in allen untersuchten Horizonten in erheblicher Menge.

Juglans zeigt ebenfalls Übereinstimmung zwischen den Verhältnissen der Pollen und gefundenen Blätter. Doch ist die Pollenzahl nicht mehr so erheblich und verteilt sich auf die beiden Arten *Juglans Ungerii* HEER. und *Juglans bilinica* UNG. Gleich im tiefsten Teil der Kieselgur tritt *Juglans* in größerem Prozentsatz auf, wandert dann aber aus und erst später finden sich Pollen und Blätter wieder.

Magnolia hingegen geht durch die ganze Ablagerung; ihre Pollen gehören zwei makroskopisch nachgewiesenen Arten an, von denen *Magnolia diana* UNG. sichergestellt ist; durch Pollen jedoch lassen sie sich nicht unterscheiden.

Acer ist in der ganzen Kieselgur vorhanden. In der unteren Braunkohle wurden seine Pollen nicht nachgewiesen. Erst in deren oberer Partie treten sie wieder auf. Offenbar handelt es sich in beiden Sedimenten um *Acer trilobatum* STBG.

Abies glaube ich Pollen zuschreiben zu müssen, die den Größenverhältnissen und dem Habitus des Pollens der rezenten Tanne durchaus entsprechen. Die beiden Luftsäcke ragen über die zentralen, von einem breiten Kamm begrenzten Teile des Pollenkornes ein Stück hinaus. Von einem kleinen Blütenkätzchen, das in der Kieselgur gefunden wurde, konnte ich elf Pollen dieser Art direkt entnehmen. Durch die ganze Ablagerung hindurch fand sich in allen pollenführenden Proben dieser Pollen in größerer Häufigkeit. Von makroskopischen Resten ist außer dem kleinen Blütenkätzchen nichts weiter gefunden,

eine Unstetigkeit zwischen Mikro- und Makroflora, die sich aber leicht durch Annahme eines weiter entfernten Standortes der Tanne deuten läßt.

Populus zeigt offenbar auch keine rechte Übereinstimmung beider Untersuchungen. Zwar sind ihre Pollen in manchen Proben gefunden worden, da aber die prozentuale Zahl der Blätter von *Populus mutabilis* HEER. bedeutend überwiegt, so fällt das Mißverhältnis auf. Indes ist dieses, da sich die Pappel vorwiegend durch Wurzelsprößlinge und weniger durch Pollen vermehrt, erklärbar. Auch soll der *Populus*-Pollen sich schlecht konservieren (ERDTMAN, 11).

Corylus hingegen lieferte eine erfreuliche Übereinstimmung. Durch die ganze Kieselgur hindurch sind Pollen und Blätter in entsprechenden Mengen gefunden worden. Nur in der unteren Braunkohle fehlen sie. Die Pollen variieren etwas in ihrem äußeren Habitus. (Vielleicht stecken unter ihnen zum Teil die von *Myrica*, die sich nicht immer sicher von denen der *Corylus* unterscheiden lassen. ERDTMAN, 12, p. 7.)

Phragmites macht sich durch Pollen erst mit dem Beginn der Braunkohle bemerkbar. Obgleich in der Kieselgur Blätter, die in die Verwandtschaft dieser Gräser gehören, gefunden worden sind, so fehlt es hier an Pollen.

Betula ist nur durch eine geringe Zahl Pollen und Blätter von *Betula Salzhausenensis* GÖPP. (FRESENIUS, 17) vertreten. In der Verteilung aber verhält sie sich wie *Acer* und *Corylus*; auch sie ist in der ganzen Kieselgur vorhanden, fehlt in der unteren Braunkohle und tritt erst weiter oben wieder auf.

Myrica ist in ihren makroskopischen Repräsentanten häufiger. Die Blätter lassen die beiden Arten *Myrica banksiaefolia* UNG. und *Myrica lignitum* UNG. erkennen. Zwar sind Pollen in einigen Proben nachgewiesen, doch sind sie von denen der *Corylus* nicht sicher zu unterscheiden. Außerdem soll sich der *Myrica*-Pollen schlecht erhalten (MEINKE, 42, p. 380).

Taxodium (*Glyptostrobus*) endlich ist makroskopisch und mikroskopisch nachgewiesen, wenn auch nur spärlich. Die Verhältniszahlen stimmen gut überein.

Von *Planera* und *Pterocarya*, die nur makroskopisch bestimmt wurden, wäre zu bemerken, daß die Pollen ersterer wegen großer Ähnlichkeit und Verwandtschaft zum Teil vielleicht unter *Ulmus*, die Pollen letzterer zum Teil unter *Juglans* stecken.

Rhamnus hingegen ist mikroskopisch nicht nachgewiesen worden.

Die zweite Gruppe umfaßt diejenigen Arten, welche nur makroskopisch vorhanden sind. Es handelt sich dabei vorwiegend um Vertreter, die gar keine Pollen liefern können, die für die Flora aber ganz charakteristisch sind, wie *Ficus* und *Cinnamomum*. Wir kennen sie nur aus der Kieselgur.

Die dritte Gruppe endlich besteht aus den Pflanzen, die nur durch Pollen nachgewiesen sind. Sagen sie uns zwar auch nichts genaueres über ihren Standort, als daß sie eben weiter vom Fundort entfernt gedeihen, so tragen sie doch sehr zur Vervollständigung des Florenbildes bei, und wir wissen wenigstens, daß sie überhaupt zu der Zeit da waren.

Im großen und ganzen können wir somit, abgesehen von den von Haus aus sowieso leicht zerstörbaren und daher in den Analysen zurücktretenden Pollen, von einer befriedigenden Übereinstimmung

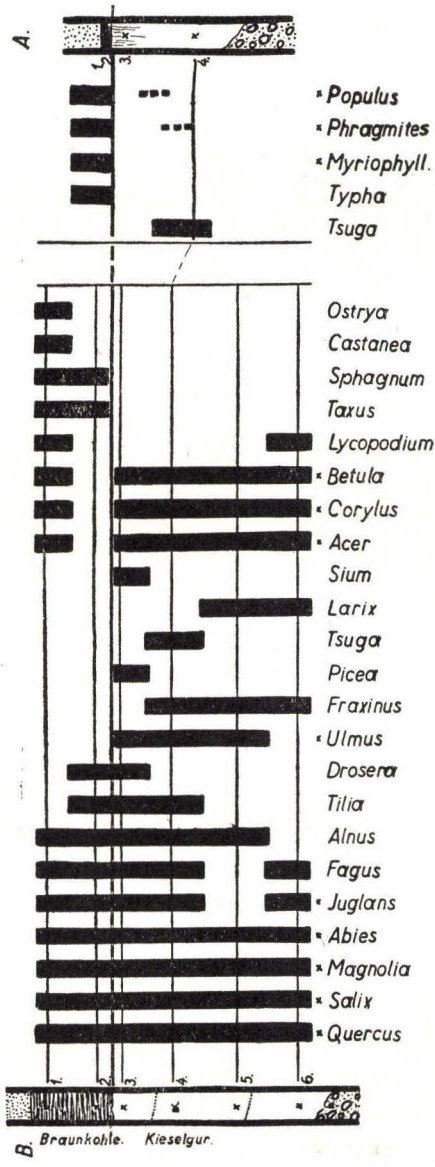


Abb. 2.

der Mikro- und Makroflora pollenliefernder Pflanzengattungen sprechen.

Versuchen wir nun einmal die Ergebnisse der Pollenuntersuchung im Bilde zu veranschaulichen, so soll das Diagramm der Tafel 7 die Entwicklung der pollenliefernden Waldbäume zeigen. Abbildung 2 hingegen gibt die Zusammenstellung der Pflanzen in Kombination mit den beiden Profilen A und B.

Das Diagramm spricht für sich. Dicht an der Basis der Ablagerung (in B 6) treten die Pollen bereits in hohem Prozentsatz auf. Im großen und ganzen bleibt das Pflanzenbild in der Kieselgur gleich, wenn auch kleinere Variationen in der prozentualen Verteilung eintreten und für eine Zeit z. B. *Fagus* verschwindet, um später wieder aufzutauchen, und in den jüngeren Kieselgurschichten neue Vertreter sich zu den älteren hinzugesellen. Anders wird das Bild erst an der Grenze zur Braunkohle, wo eine Anzahl Arten aus dem Profil herauswandert und sich die Prozentsätze der übrigen stark ändern. *Acer* und *Betula* stellen sich dann im oberen Teil der Braunkohle wieder ein.

Noch deutlicher tritt uns der Artenwechsel in der Darstellung der Abbildung 2 vor Augen. Wir haben Gattungen wie *Quercus*, *Salix*, *Magnolia*, *Abies*, *Juglans*, *Fagus*, *Alnus* und *Tilia*, welche die Kieselgur-Braunkohलगrenze ohne Unterbrechung passieren. Auffallen muß das zeitweise Fehlen mancher Arten. *Juglans* und *Fagus* z. B. verschwinden gleichzeitig und treten auch gleichzeitig wieder auf. Sie konnten in den zwischen B 4 und B 6 lagernden Kieselgurschichten nicht nachgewiesen werden. Ob ein Aussterben oder nur ein zeitweiliges Auswandern einsetzte, möge dahingestellt bleiben. An Vernichtung der Pollen gerade innerhalb dieser Schichtserie ist kaum zu denken, sind sie doch in sämtlichen übrigen Proben vorhanden. Vielleicht spielen für das Verschwinden irgendwelche Grundwasserhebungen bzw. -senkungen eine Rolle.

Von Interesse ist in der Darstellung ferner der augenscheinliche Zusammenhang im Auftreten und Verschwinden zwischen *Fraxinus* — *Picea* und *Tsuga* — *Larix*. Es wäre denkbar, daß eine Gattung die andere verdrängte.

Nicht ganz erklärbar erscheint mir auch das Verhalten von *Acer*, *Corylus* und *Betula*. Mit dem Beginn der Braunkohlenbildung verschwinden sie gänzlich; ihre Pollen konnten nicht nachgewiesen werden, erst später setzen sie wieder ein.

Das Aussterben mancher Arten vor der Braunkohlenbildung ist schon eher verständlich. Offenbar trat ein Klimawechsel ein, dem gewisse Pflanzen nicht standhielten; mit ihm treten neue Arten auf, unter denen *Taxus* für die Braunkohle charakteristisch ist.

Es besteht also ein immerhin verhältnismäßig scharfer Schnitt im Florenbild zwischen der Kieselgur- und der Braunkohlenflora: Manche Arten setzen zeitweise aus, mehrere verschwinden gänzlich und neue Arten treten auf.

Das Profil B hat eine lückenlose Pollenflora geliefert, im Gegensatz zu Profil A, wo Pollen in der oberen Kieselgur vollkommen fehlen (z. B. in A 3). Fragt man nach der Identifizierung beider Profile, so hat man die Punkte A 4 und B 4 als zu derselben Schichtserie gehörig anzusehen. Sie sind die einzigen Proben in der ganzen Kieselgurablagerung, in denen Pollen von *Tsuga* vorhanden ist. Die im Profil B auftretenden Tuffbänkchen eignen sich leider nicht zu Leithorizonten, da sie in A fehlen. Aus dem tiefsten Teil der unteren Braun-

kohle ergibt sich, da *Phragmites*, *Myriophyllum*, *Typha* und *Sphagnum* neu auftreten, daß ein Zuwachsen des Kieselgurbeckens einsetzte und zwar vom Rande her. Auf der Oberfläche entstand ein Schwimmrasen unter dem die Kieselgur¹⁾ noch weiter fort abgesetzt wurde. In sie konnten keine Pollen hineingelangen, da ihnen von obenher der Weg durch die Schwimmrasendecke versperrt war. Es ist somit der obere Teil der Kieselgur gleichaltrig mit dem unteren Teil der Braunkohle. In der Mitte des Beckens war indes noch offenes Wasser; hier finden wir die Pollen bis dicht unter die Braunkohle.

III. Entwicklungs- und Lebensbild.

Nach unseren Ergebnissen gelangen wir zu folgendem Entwicklungs- und Lebensbild der Ablagerung:

In einem im Basalttuff entstandenen, wohl zunächst flachen Becken²⁾ sammelten sich Tageswässer, in die tonige Substanzen gelangt sind und zu einer faulschlammartigen bituminösen Ablagerung führten, dem untersten dunklen Teil der Kieselgur. Frösche, Molche, Fische und vereinzelt Krokodile lebten in diesem Tümpel, und ihre zahlreichen Leichen, unter denen keine Formen bedeutend überwiegen, deuten auf trübe Beschaffenheit des Wassers. Jedoch wucherten alsbald die Diatomeen entsprechend der Klärung des Gewässers in ungezählten Mengen. Sie dienten der Tierwelt als Nahrung, und ihre Kieselskelette lagerten sich Schicht für Schicht ab. Eingeschaltete Tuffbänkchen zeugen von entfernterer vulkanischer Tätigkeit. Immer spärlicher wurde die Tierwelt, aber desto üppiger gediehen die Algen, so daß wir in den oberen Schichten eine fast reine Kieselgur vor uns haben. Wassergewächse wie *Salvinia*, *Sium*, *Phragmites* lebten in dem Tümpel, während an dessen Ufern typische Feuchtigkeit liebende Pflanzen wie *Salix*, *Populus*, *Ulmus*, *Juglans*, *Acer*, *Glyptostrobos* und *Corylus* wuchsen. Etwas weiter entfernt gediehen *Betula*, *Carpinus*, *Magnolia*, *Cinnamomum*, *Ficus* und *Quercus*, und in der weiteren Umgebung endlich hatten *Alnus*, *Fraxinus*, *Fagus* ihren Standort, woran sich Wälder von *Abies*, *Pinus* und *Picea* mit vereinzelt *Juniperus* anschlossen.

Der Wandel der Flora spiegelt sich in der Kieselgur wieder, die allmählich das wohl stets im langsamen Sinken befindliche, mit flachem kieselsäurereichen Wasser (52) erfüllte Becken aufsedimentierte, bis schließlich vom Rande her eine Verlandung einsetzte. Während Wassergewächse einen Schwimmrasen bildeten, war in der Mitte des Beckens noch klares Wasser, und die Diatomeen lebten hier und selbst unter der Schwimmrasendecke noch einige Zeit fort. Die Verlandung führte zu einem Flachmoor, an dessen Flora *Quercus*, *Betula* und *Taxus* ihren Hauptanteil hatten. Durch erneute Eruptionen geförderte Basalttuffe deckten dann die ganze Ablagerung zu.

Ein gewiß buntes Pflanzenbild damaliger Zeit tut sich hier vor unseren Augen auf. Tropische, subtropische und gemäßigte Formen lebten nebeneinander, die einen als Relikte schwindenden Klimas, die anderen als Vorboten neuer Zeit. Aber dennoch muß das Klima immerhin feucht und warm gewesen sein, überwiegend warm wohl zur Zeit der Kieselgurablagerung, mehr feucht

¹⁾ Siehe KIRCHHEIMER, S. 144 *Pleurosigma* u. a.

²⁾ HUMMEL (27, p. 79) möchte in dem Vorkommen eine Maarausfüllung erblicken.

zur Braunkohlenbildung. Beide Ablagerungen folgen zeitlich ohne Unterbrechung aufeinander, an ihrer Grenze sind sie sogar bis zu gewissem Grade gleichaltrig. Ein Klimaumschlag kann sich nur langsam vollzogen haben.

Wirft man die Frage nach der stratigraphischen Stellung der Ablagerung auf, so würden alle Umstände für Miozän sprechen. Als solche ist die Ablagerung auch schon von SCHOTTLER (50) und letzthin von HUMMEL (27) gedeutet worden. Da an der Flora aber bereits eine große Zahl Vertreter gemäßigten Klimas teilnehmen, so ist die Ablagerung wohl in das Obermiozän zu stellen. Flora und Klima verlangen das, und die geologische Position spricht zum mindesten nicht dagegen. Dahingestellt bleiben muß allerdings noch, ob die Ablagerung dem Torton oder Sarmaticum angehört. Jedenfalls lassen sich ihre Beziehungen zu SCHOTTLER's Basaltphasen noch nicht eingehend klären.

Zum Schluß endlich sei noch der Frage nach der absoluten Zeitdauer der Kieselgurbildung gedacht. Wie oben (p. 114) hervorgehoben, bestehen die Schichten aus größeren und kleineren Einheiten. Die größere Einheit der Schichten beträgt in ihrem Mittelwert höchstens 1,5 cm. (Sie schwankt in ihren Extremen zwischen 4 cm und 0,5 cm.) Die durchschnittliche „Jahresproduktion“ würde daher 3 cm Kieselgur (Sommer- + Winterschichten) ausmachen. Um die vorhandenen 16 m Kieselgur abzusetzen wäre also eine Zeit von mindestens rund 500 Jahren erforderlich.

Berechnet man auf Grund der kleineren Schichteinheiten, die im Mittel höchstens 0,03 cm (20—50 pro cm!) stark sind, so käme man zu einer Bildungszeit der Kieselgur von rund 25 000 Jahren im Minimum. Diese Zahl ist absurd. Der Wirklichkeit kommt die Zeit von 500 Jahren wohl näher, obwohl sie für den Florenwechsel als etwas kurz erscheint. Aber was weiß man über die Länge damaliger „Jahre“? Genauere Daten lassen sich vielleicht einmal dann ermitteln, wenn sich die Aufschlußverhältnisse gebessert haben.

IV. Zusammenfassung.

Die verhältnismäßig reiche Flora der Kieselgur- und Braunkohlenablagerung am Pfarrwäldchen nordwestlich Beuern im Vogelsberg (Kreis Gießen), gab Verfasser Veranlassung zu näherer Untersuchung. Dabei war die Leitidee, einmal zu prüfen, inwieweit die Pollenflora mit der Makroflora im Einklang steht. Mikro- und Makroflora wurden daher zweckmäßig getrennt bearbeitet. Durch Untersuchungen auf Pollen wurden 33 Gattungen, durch die Makroflora 40 Arten nachgewiesen, von denen ein Teil beiden Ergebnissen gemeinsam ist. Es wurde geprüft, inwieweit Übereinstimmung zwischen Mikro- und Makroflora besteht. Beide Untersuchungen ergänzen einander und geben uns daher ein nahezu vollständiges Florenbild, das den Schluß auf ein wohl obermiozänes Alter der Kieselgur-Braunkohlenablagerung von Beuern zuläßt.

Literaturverzeichnis.

1. v. BÜLOW, K.: Methoden, Erfolge und Möglichkeiten der modernen Alluvialgeologie, bes. in Norddeutschland. Sitzungsberichte der Preuß. Geol. Landesanstalt, H. 2. Berlin 1927.
2. DINGLER, H.: Die Bewegung pflanzlicher Flugorgane. München 1889.
3. DOKTUROWSKY: Die pollenanalytische Methode und Pollenatlas der mitteleuropäischen Baumarten. Mitt. d. wissensch.-exp. Torfinstitut Moskau 1923.

4. DOKTUROWSKY u. KUDRJASCHEW: Schlüssel zur Bestimmung der Baumpollen im Torf. Geol. Archiv 1924, Heft 3/4.
5. DUISBURG, H. VON: Beitrag zur Bernstein-Fauna. Schriften der phys.-ök. Ges. zu Königsberg. 1863.
6. EHRENBERG, C. G.: Beobachtungen über neue Lager fossiler Infusorien und das Vorkommen von Fichtenblütenstaub neben deutlichem Fichtenholz, Haifischzähnen, Echinoiden und Infusorien in volhynischen Feuersteinen der Kreide. Monatsber. Berl. Acad. 1838.
7. ENGELHARDT, H.: Fossile Pflanzen von Wieseck. Abh. d. Senck. Nat. Ges., Bd. 29, 1911.
8. ENGELHARDT, H.: Flora von Himmelsberg bei Fulda. Abh. d. Nat. Ges., Bd. 20, Heft 1, 1911.
9. ENGELHARDT, H.: Über tertiäre Pflanzenreste von Flörsheim a. M. Abh. d. Senck. Nat. Ges., Bd. 29, 1911.
10. ENGELHARDT u. SCHOTTLER: Das Kieselgurlager von Altenschlirf. Abh. d. Großh. hess. geol. Landesanstalt, Bd. V, H. 4, 1914.
11. ERDTMAN: Pollenanalytische Untersuchungen von Torfmooren und marinen Sedimenten in Südwest-Schweden. Arkiv för Botanik. Bd. 17, No. 10, 1921.
12. ERDTMAN: Beitrag zur Kenntnis der Mikrofossilien in Torf und Sedimenten. Arkiv för Botanik 18, 1923.
13. ERDTMAN: Notes on Pollen-Statistics. Svensk Botanisk Tidskrift. Bd. 21, Heft 1, 1927.
14. ERDTMAN: Literature on Pollen-Statistics. Published before 1927. Reprinted from Geologiska Föreningna I. Stockholm. Förhandlingar Mars-April 1927.
15. ETTINGHAUSEN, C. v.: Flora der älteren Braunkohlenformation der Wetterau. Sitzungsber. d. Kais. Akad. d. Wissensch. Math.-Naturk., Bd. 57, Wien 1868.
16. FISCHER, H.: Beiträge zur vergleichenden Morphologie der Pollenkörner. Diss. Breslau 1890.
17. FRESENIUS, G.: Über Phelonites lignitum, Phelonites strabilina und Betula Salzhausenensis. Palaeontographica 8. 1860.
18. FRITZSCHE: Beiträge zur Kenntnis des Pollen. Berlin 1832.
19. FRITZSCHE: De plantarum polline. Diss. inaug. Berlin 1833.
20. FRITZSCHE: Über den Pollen. Petersburg 1837.
21. GAMS, H.: Untersuchung von Torf und anderen Ablagerungen auf Pollen. Mitt. Märk. Mikrobiol. Ver. 1922.
22. GAMS, H.: Die Ergebnisse der pollenanalytischen Forschung in bezug auf die Geschichte der Vegetation und des Klimas von Europa (abgeschlossen Ende Febr. 1927). Ztschr. f. Gletscherkunde XV. 3. Juli 1927.
23. GAMS, H. u. ROLF NORDHAGEN: Postglaciale Klimaänderungen und Erdkrustenbewegungen in Mitteleuropa. Landeskundliche Forschungen München 1923, Heft 25.
24. HECK, H. L.: Beiträge zur Talgeschichte der oberen Leine. Diss. Göttingen 1927. Jb. d. Preuß. geol. L. A. 1928.
25. HECK, H. L.: Mesolithische (?) Hirschhornhacken aus Leinekiesen. Prähistorische Ztschr. 1928.
26. HUMMEL, K. u. WENZ: Eine Maarausfüllung mit obermiozäner Schneckenfauna bei Homberg a. d. Ohm. Not. Bl. d. Ver. f. Erdk. u. d. Hess. Geol. L. A. Darmstadt 1923, V. Folge. Heft 6.
27. HUMMEL, K.: Über einige Braunkohlen und Dysodillagerstätten des Vogelsberges. Ztschr. f. „Braunkohle“ 22, 1923. Nr. 4, 5 u. 7.
28. HUMMEL, K.: Vulkanisch bedingte Braunkohlenbildung. Ztschr. „Braunkohle“ 23, 1924, H. 17.
29. HUMMEL, K.: Neue Beobachtungen und Erörterungen über das gangförmige Auftreten von Glanzkohle in der Braunkohle von Salzhausen im Vogelsberg. Ztschr. „Braunkohle“ 24, 1925, Nr. 2.
30. HUMMEL, K.: Hessische Ölschieferlagerstätten. Petroleum 1927. XXIII. Nr. 26.
31. KNUTH, P.: Handbuch der Blütenbiologie, Bd. I, II. Leipzig 1898—99.
32. LAGERHEIM, N. G.: Metoder för pollenundersökning. Bot. Notiser 1902.
33. LIDFORSS, B.: Zur Biologie des Pollens. Jahrb. f. wiss. Botanik. Bd. 29. 1896.
34. LIDFORSS, B.: Weitere Beiträge zur Biologie des Pollens. Jahrb. f. wiss. Botanik. Bd. 33. 1899.
35. LÜCK, HUGO: Beitrag zur Kenntnis des älteren Salzgebirges im Berlepsch-Bergwerk bei Staßfurt nebst Bemerkungen über die Pollenführung des Salztones. Inaug.-Diss. Leipzig 1913.

36. LUDWIG, R.: Fossile Pflanzen aus der jüngsten Wetterauer Braunkohle. *Palaeontographica* 5. 1857.
37. LUDWIG, R.: Fossile Pflanzen aus der mittleren Etage der Wetterau. *Palaeontographica* V. 1858.
38. LUDWIG, R.: Die fossilen Pflanzen in der Wetterauer Tertiärformation. *Ber. d. Oberhess. Ges. f. Nat. u. Heilk.* Bd. VII. 1859.
39. LUDWIG, R.: Fossile Pflanzen aus der ältesten Abteilung der Rheinisch-Wetterauer Tertiärformation. *Palaeontographica*, Bd. VIII. Cassel 1859.
40. LUNDQVIST, G.: En metod för mikroskopiska sedimentanalyser. *GFF.* 48, 1926.
41. MALMSTROEM, C.: Om den pollenanalytiska metoden för aldersbestämning av torfmoss-lager och dess biologiska förnäsningar (före drag). *Geol. Fören. Förhandl.* Bd. 42. 1920. (Stockholm 1921.)
42. MEINKE, H.: Atlas und Bestimmungsschlüssel zur Pollenanalytik. *Botan. Archiv* 1927.
43. MOHL: Über den Bau und die Formen der Pollenkörner. Bern 1834.
44. OLUFSEN: Anleitung zum Studium fossiler Pollenkörner. *Mikrokosmos* 1924/25, Heft 9.
45. PFEUDT, M.: Der Einfluß der Luftfeuchtigkeit auf die Lebensdauer des Blütenstaubes. *Jahrb. f. wiss. Botanik.* 47, 1910.
46. PURKINJE: De cellulis antherarum fibroris nec non de granorum pollinarum formis commentatis phytotomica. Breslau 1830.
47. RITTINGHAUS: Über die Widerstandsfähigkeit des Pollens gegen äußere Einflüsse. *Verh. d. naturw. Ver. d. Rheinl.* 43. 1886.
48. SCHACHT: Über den Bau einiger Pollenkörner. 1860. Bd. II der Pringsheimschen Jahrbücher.
49. SCHMIDT, W.: Die Verbreitung von Samen und Blütenstaub durch die Luftbewegung. *Österreich. bot. Zeitg.* Jahrg. LXVII. 1918.
50. SCHOTTLER, W.: Blatt Allendorf 1: 25 000. Erläuterungen zur Geol. Karte d. Großh. Hessen. 1913.
51. SCHOTTLER, W.: Beiträge zur Kenntnis des Tertiärs und der Basalte am Nord- und Westrand des Vogelsberges. *Notizbl. d. Vereins f. Erdkunde u. d. Hess. Geol. Landesanstalt, Darmstadt* 1923.
52. STOLLER, J.: Die Kieselgur, ihre Entstehung und ihre Lagerstätten. *Festschr. d. Ver. Deutscher Kieselgurwerke G.m.b.H., Hannover* 1925.
53. STOLLER, J. (v. H. Heiden †): Die Bacillarien der wichtigsten Kieselgurlager Deutschlands. *Festschr. d. Verein. Deutscher Kieselgurwerke G.m.b.H., Hannover* 1925.
54. STRENG: Über die basaltischen Kraterbildungen nördlich und nordöstlich von Gießen. *Ber. d. Oberhessischen Ges. f. Natur- u. Heilkunde* 29. 1893.
55. WEBER: Niederrheinische Braunkohlen. *Paläontographica.* II.
56. WEBER, C. A.: Über eine fröhdiluviale und vorglaziale Flora bei Lüneburg. *Abh. d. Preuß. Geol. Landesanst. N.F., Heft* 40.

II. Teil.

Die fossile Makroflora der Kieselgur von Beuern und ihre Stellung innerhalb der Tertiärfloren des Vogelsberges.

Von F. KIRCHHEIMER.

Mit Tafel 8—11.

Die Kieselgur von Beuern (Kreis Gießen), deren Lagerungsverhältnisse von HUMMEL genau untersucht worden sind, schließt neben tierischen Fossilien¹⁾ zahlreiche Pflanzenreste ein. Während man auf die tierischen schon bald nach Eröffnung der Grube aufmerksam wurde, beachtete man die Pflanzenreste bis vor kurzem überhaupt nicht.

Der stiefmütterlich behandelten Beuerner Pflanzenreste nahm sich erstmalig Herr Dr. H. L. HECK an, und ich möchte nicht verfehlen, ihm an dieser Stelle meinen herzlichen Dank für die gütige Erlaubnis, das gesammelte Material zur Bearbeitung benutzen zu dürfen, auszusprechen. Großen Dank schulde ich noch Herrn Professor Dr. HARRASSOWITZ in Gießen, der mir in liebenswürdigster Weise die Einrichtungen des hiesigen geologisch-palaeontologischen Institutes zu benutzen erlaubte, sowie Herrn Professor Dr. HUMMEL-Gießen, der mir mit Rat und Tat des öfteren zur Seite stand. Beiden Herren sei an dieser Stelle mein Dank zum Ausdruck gebracht.

Zur Bestimmung lag nicht gerade viel Material vor, da Herr Dr. H. L. HECK erst seit Sommer 1927 sammelte. Daraus erklärt sich teilweise die im Vergleich zu den meisten tertiären Vogelsbergfloren geringe Artenzahl. Daß wir uns trotzdem zur Bearbeitung der Flora entschließen mußten, hat verschiedene Gründe. Die Veranlassung zur Untersuchung gab in erster Linie die pollenanalytische Arbeit des Herrn Dr. HECK, die eine Bearbeitung der Beuerner Flora wünschenswert machte. Ferner erforderte die geringe Haltbarkeit der Pflanzenreste eine möglichst schnelle Bestimmung. Die an sich leicht zum Aufblättern neigende, mehligte Kieselgur war schon auf dem Transport Zerstörungen aller Art leicht ausgesetzt, so daß nur selten ein größeres vollständiges Blatt in meine Hände gelangte. Die Präparation der Pflanzenreste gestaltete sich ziemlich schwierig und eine in ihren Resultaten völlig befriedigende Präparationsmethode ist trotz großer Bemühungen nicht gefunden worden. Bei vorsichtigem und langsamem Austrocknen hielten sich die Reste für die erste Zeit

¹⁾ Mitteilungen über die Fauna der Kieselgur siehe die demnächst in den Berichten der Senckenbergischen Naturforschenden Gesellschaft erscheinende kleine Arbeit des Verfassers.

vorzüglich. Bald trat aber bei den meisten Stücken ein eigentümlicher mehligter Zerfall der Blattoberfläche ein, der besonders die feinere Nervatur zerstörte und das betreffende Stück zur genauen Bestimmung unbrauchbar machte. Die üblichen Präparationsmethoden versagten fast vollständig. Als sehr brauchbar dagegen erwies sich bei einem Teil der Reste (vorzüglich solchen die aus bitumenreichen Schichten stammen) die Imprägnation mit einer Lösung von Zelluloid in Aceton, welche die lockere Kieselgur zu einer etwas festeren Masse verband. Trotz diesen an und für sich ungünstigen Verhältnissen sind von vorliegender Untersuchung sicherlich wenigstens die häufigeren Arten betroffen, und wir glauben nicht, daß künftige Funde darin wesentliche Änderungen vorbringen.²⁾ Die Reste zeigen die pflanzliche Substanz durch Kieselgur verdrängt und ließen daher über Umriß, Nervatur und Dickenverhältnisse kaum einen Zweifel aufkommen. Nur selten fanden sich in einigen Schichten der Kieselgur, wie in den unteren Lagen und in rundlichen Konkretionen des Kieselsäureanhydrids (SiO_2), teilweise inkohlte Blattreste, die dann meist gut erhalten, aber schwer zu gewinnen sind. In der Farbe erscheinen die Reste braun in allen Abstufungen und heben sich daher gut von ihrer meist helleren Umgebung ab. Die Ursache der Braunfärbung der Kieselgur mag wohl in der chemischen Einwirkung der Blätter auf das Versteinerungsmaterial liegen. Einige Reste wurden gefunden, die die vollständig erhaltene Blattschubsubstanz zeigten.³⁾ Diese lag als braunes papierdünnes, leicht abhebbares Häutchen auf der fast ganz unveränderten Kieselgur. Leider gelang es nicht einen Blattrest dieser Art zu bergen, da beim Spalten der Kieselgur die zarten Häutchen herausfielen und zerbrachen.

Die Pflanzenreste finden sich in allen Schichten der Kieselgur. In ihrer Verteilung auf die einzelnen Lagen scheint wenigstens in einigen Horizonten des Lagers eine gewisse Regelmäßigkeit zu bestehen. Dünne helle, meist etwas tonige Lagen von großem Reichtum an gut erhaltenen Pflanzenresten wechselagern mit braungelben pflanzenärmeren Schichten, die sich von den Hauptpflanzenlagen schon allein durch den Farbunterschied deutlich unterscheiden. Abgesehen von den dünnen und regelmäßig wiederkehrenden pflanzenführenden Schichtchen, finden wir auch sonst stärkere pflanzenreiche Lagen in die Kieselgur eingeschaltet.

In diesen Schichten fanden sich die Reste mit allen deutlichen Anzeichen, daß sie keinem langen und zerstörend wirkenden Transport unterlegen waren, vielmehr direkt aus der nächsten Umgebung des Fundortes stammten.

Die Vegetation muß bis unmittelbar an den Rand des Teiches herangetreten sein, da alle Blätter (abgesehen von nachträglichen Zerstörungen) unversehrt sind und gelegentlich sogar beblätterte Zweige vorkommen, die nur von unmittelbar am Rande wachsenden Pflanzen in den Teich gefallen sein können.

Den Spiegel des von unzähligen Diatomeen (s. unten) belebten Teiches bedeckte der kleine Wasserfarn *Salvinia Mildeana* mit seinen grünlichen Schwimmbläthern, während sich im seichten Wasser nahe dem Rande die hohen schlanken Halme von *Phragmites oeningensis* erhoben. Innerhalb der etwas moorigen Uferzone wucherte das Gebüsch der *Myricen*, an die sich auf den noch stärker durchfeuchteten Stellen ein üppiger Uferwald mit *Salix*, *Acer*,

²⁾ Sowie neues Material aufgesammelt ist, wird eine Ergänzung zu diesen Untersuchungen erscheinen, in der die sich noch etwa findenden Arten besonders behandelt werden.

³⁾ Auch in der Kieselgur von Altenschlirf (siehe unten) kommen gleichgeartete Reste vor. ENGELHARDT dagegen beschreibt nur Blätter, deren Substanz in Kieselgur umgewandelt ist.

Juglans, *Planera*, *Rhamnus*, *Glyptostrobus* usw. anschloß. Der weniger feuchte, tiefgründige und sehr fruchtbare basaltische Verwitterungsboden der weiteren Umgebung des Teiches wurde von *Ulmus*, immergrünen Eichen und Laurineen bewohnt, während sich an ganz trockenen Stellen zwischen kahlen Basaltblöcken die Proteacee *Hakea Dryandroides* und die Papilionacee *Cassia pseudoglandulosa* nebst anderen Trockengewächsen ansiedelte.

Es gelang bis jetzt (ohne Diatomeen) 42 Arten nachzuweisen, die in 31 Gattungen und 23 Familien eingeordnet werden konnten. Dies bezieht sich nur auf die makroskopischen Pflanzen. Als besonders arten- und z. T. auch individuenreich erwiesen sich die Laurineen, Juglandeem, Moreen und Cupuliferen.

Nach der Anzahl der gefundenen Blätter ragten an Menge in der nächsten Umgebung des Teiches *Quercus*, *Salix*, *Ficus*, *Populus*, *Magnolia*, *Myrica*, *Acer*, *Cinnamomum*, *Juglans* und *Planera* hervor.

Das Alter der Beurner Kieselgurflora und ihre Stellung innerhalb der basaltischen Vogelsbergfloreem.

Mit den meisten Tertiärfloren und besonders mit solchen, die aus Schichten miozänen Alters bekannt sind, hat die fossile Flora von Beuern gemein, daß sie eine Mischung von Pflanzentypen verschiedener Wärmegürtel und Erdteile vorstellt.

In den oligozänen Floren treten die subtropischen Pflanzen stark in den Vordergrund, während die im Eozän vorherrschenden tropischen Formen zurückerreten. Zu den subtropischen Gewächsen gesellen sich im Verlaufe des Miozän immer mehr solche der gemäßigten Zone, bis endlich im Unterpliozän ein Gleichgewichtszustand der beiden Florenelemente eingetreten ist. Unsere Beurner Kieselgurflora kann man als Mischflora von noch vorherrschenden subtropischen Pflanzen mit ausgeprägt lederartigen Blättern (läßt auf feucht-warmes, gleichmäßiges Klima schließen) und schon zahlreichen gemäßigten Pflanzenformen ansprechen. Da der größere Teil der Beurner Pflanzen bisher nur aus Schichten oligozänen oder miozänen Alters bekannt ist und sich eine Anzahl typischer Miozänpflanzen (*Aspidium meyeri* u. a.) fand, müssen wir die Flora dem Miozän zuweisen. Wegen des starken gemäßigten Florenelementes erscheint es mir wohl richtig, die Flora und damit die ganze Ablagerung (einschließlich Braunkohlen) in das Obermiozän zu stellen.

Große Schwierigkeiten stehen der Festlegung ihrer Stellung innerhalb der tertiären basaltischen Vogelsbergfloreem im Wege. Wir kennen zwar eine ganze Anzahl Floren, die wie die unsrige zwischen den Basaltdecken und Tuffen des Vogelsberges liegen („basaltische Vogelsbergfloreem“, z. B. Garbenteich, Altenschlirf, Salzhausen, Hessenbrücker Hammer bei Laubach u. a. im Gegensatz zu den älteren „vorbasaltischen Floren“, wie Wieseck, Münzenberg u. a.). Doch sind wir über ihre zeitliche Folge leider fast ganz im Unklaren.

Die basaltischen Vogelsbergfloreem zeigen große Übereinstimmung. In allen treffen wir vorwiegend dieselben typischen Arten an. Diese auf den ersten Blick hin sehr merkwürdige Erscheinung ist nicht schwer zu erklären. Alle die Pflanzen, deren Reste wir aus der Seekreide von Garbenteich, der Kieselgur von

Altenschlirf sowie den Braunkohlen von Salzhausen und Hessenbrücken und anderen Orten kennen, wuchsen sämtlich auf ähnlich beschaffenen basaltischen Verwitterungsböden in der durchfeuchteten Nachbarschaft kleinerer Tümpel und Teiche. Daß die an den verschiedenen Orten fast gleichen Lebensbedingungen das Entstehen eines ähnlichen Pflanzenbildes begünstigten, wenn nicht erforderten, liegt auf der Hand. Noch heute treffen wir in der Nachbarschaft solcher Gewässer selbst unter den verschiedenartigsten klimatischen Gegebenheiten im wesentlichen dieselben Gattungen an, zu denen auch die Pflanzen aus der Nachbarschaft unserer tertiären Vogelsbergteiche gestellt werden.

Dazu kommt, daß es sich bei den Pflanzen unserer Floren meist um langlebige Arten handelt, die vom Oligozän durch das ganze Miozän lebten, ja vielfach erst im Unterpliozän verschwanden.

Die langlebigen Pflanzen konnten daher in den verschiedenen Floren auftreten, wenn diese auch zeitlich durch kürzere oder längere Zwischenräume getrennt waren.

Nach alledem ist es wohl nur sehr schwer, wenn nicht vorläufig unmöglich, die zeitliche Folge (nicht das Alter einzelner der Floren) der basaltischen Vogelsbergfloren festzulegen.

Über die Stellung unserer Flora können wir daher auch nichts aussagen und müssen uns deshalb auf den Vergleich mit derjenigen der Floren beschränken, die von allen die größte Übereinstimmung mit der unsrigen zeigt.

Unter der Rubrik „Vorkommen“ sind die basaltischen Vogelsbergfloren zitiert, in denen sich ebenfalls Reste der in Beuern beobachteten Arten fanden. Auch zwei vorbasaltische Floren (Wieseck und Münzenberg) sind zu Vergleichszwecken angeführt. Die Flora von Lauterbach¹⁾ ist ebenso wie die des Himmelsberges außer Betracht gelassen, da wir über ihre Stellung noch völlig im Unklaren sind, ja nicht einmal genau wissen, ob sie den vorbasaltischen oder basaltischen Floren zuzurechnen sind.

Wie leicht zu ersehen ist, hat unsere Beuerner Flora mit der Kieselgurflora von Altenschlirf¹⁾ ungefähr 30 Arten gemein, was eine teilweise Übereinstimmung bedeutet. Diese ist aber wohl zum größten Teil den an beiden Orten völlig gleichen Lebensbedingungen zuzuschreiben.

Die Beuerner Kieselgurflora muß etwas älter sein wie die Flora von Altenschlirf, da an ihrer Zusammensetzung einige Arten beteiligt sind, die sich in den älteren vorbasal-

4) Die Flora von Lauterbach wurde von ENGELHARDT wegen ihrer auffallenden Übereinstimmung mit der Flora von Häring in Tirol für die älteste Flora des ganzen Gebietes (älter wie die oberoligozänen Floren von Wieseck und Münzenberg) angesehen. Sie liegt zwar ebenfalls wie diese Floren nicht zwischen Basalt oder Tuff, doch ist nach einer freundlichen Mitteilung des Herrn Professor Dr. KLÜPFEL-Gießen in die pflanzenführenden Lauterbacher Schichten, unterhalb der Braunkohle mit *Sabal*, ein Tuffbänkchen eingeschaltet. Da weder aus den Wiesecker oder Münzenberger Ablagerungen, noch aus ihnen gleichaltrigen Schichten des Mainzer Beckens Tuffe bekannt sind, müssen wir die Lauterbacher Schichten für jünger als die oberoligozänen Tone und Sandsteine von Wieseck und Münzenberg halten. Die Lauterbacher Flora zeigt einen altertümlicheren Charakter als die basaltischen Vogelsbergfloren und ist wohl etwas älter als diese.

5) ENGELHARDT, H., und SCHOTTLER, W., Die tertiäre Kieselgur von Altenschlirf. Abh. d. Großh. Hess. Geolog. Landesanstalt. Band V, Heft 4, 1914.

tischen oberoligozänen Floren des Gebietes vorhanden, aber in Altenschlirf fehlen.

Wären die Floren gleichaltrig, so müßte bei den analogen Lebensbedingungen die Übereinstimmung größer sein.

Beschreibung der einzelnen Arten.

Sämtliche Belegstücke befinden sich im geologisch-paläontologischen Institut der Ludwig-Universität zu Gießen.

Acotyledonen.

Familie der Pyrenomyceten Fr.

Gattung *Sphaeria* HALL.

Sphaeria sp.

Tafel 8, Fig. 1.

Auf Blättern von *Populus mutabilis* HEER.

Beschreibung: Die dunkelbraunen Perithezien sind klein und rund. Dieser Pyrenomycet tritt auf einigen Blättern zerstreut auf, während andere einen stärkeren Befall zeigen. Die Perithezien liegen meist isoliert und bilden nur selten kleinere (3—6) Gruppen. In der Mitte vieler ist unter dem Mikroskop bei starker Vergrößerung eine sehr feine kreisförmige Öffnung zu beobachten. Sporen waren nicht nachzuweisen.

Gattung *Phacidium* FR.

Phacidium sp.

Auf Blättern verschiedener Pflanzen.

Beschreibung: Die bräunlichen Perithezien sind rundlich und abgeplattet. Die älteren zeigen in der Mitte eine helle Stelle. Die Größe dieser Pilze schwankt stark.

Familie der Aspidiaceen Metten.

Gattung *Aspidium* SW.

Aspidium meyeri HEER.

Literatur s. ENGELHARDT, Himmelsberg, S. 257.

Tafel 8, Fig. 2.

Nur ein Fiederbruchstück.

Beschreibung des Restes: Die einzelnen Lappen des Fieders sind genähert, ganzrandig, oval-lanzettförmig, an der Spitze zugerundet. Die einfachen Tertiärnerven sind zart.

Vorkommen: Münzenberg; Salzhausen.

Analoge jetztweltliche Art: *Aspidium molle* Sw. (Mittelamerika).

Zeitliche Verbreitung: Nur Miozän.

Familie der Salviniaceen Bartl.Gattung *Salvinia* MICH.*Salvinia Mildeana* GÖPP.

Literatur s. ENGELHARDT, Himmelsberg, S. 257.

Es fanden sich zahlreiche, jedoch meist unvollständig erhaltene oder zerrissene Luftblätter.

Beschreibung der Reste: Die Luftblätter sind klein (Größe sehr schwankend), oval, an der Basis schwach herzförmig, an der Spitze stumpf, reihenweise mit Papillen besetzt. Der Mittelnerv ist zart, aber deutlich wahrzunehmen, die Seitennerven außerordentlich fein und ungeteilt.

Vorkommen: Münzenberg (neuerdings nachgewiesen); Altenschlirf.

Analoge jetztweltliche Art: *Salvinia natans* L. (Europa, Nordamerika, Asien).

Zeitliche Verbreitung: Oligozän, Miozän.

Monocotyledonen.**Familie der Gramineen R. Br.**Gattung *Phragmites* TOURN.*Phragmites oeningensis* AL. BR.

Literatur s. PILAR, Fl. sused., S. 11.

Halm- und Blattreste sind ziemlich häufig.

Beschreibung der Reste: Die Halme sind lang, die Blätter breit und vielnervig.

Vorkommen: Münzenberg; Garbenteich; Salzhausen.

Analoge jetztweltliche Art: *Phragmites communis* TRIN. (Nördliche gemäßigste Zone.)

Zeitliche Verbreitung: Eozän, Oligozän, Miozän, Pliozän.

Gattung *Poacites* BRONGN.

Blattreste und Halme von *Poacites*-Arten sind in allen Horizonten des Lagers häufig zu beobachten.

Poacites lepidus HEER.

Literatur s. ENGELHARDT, Dux, S. 147.

Beschreibung der Reste: Die Blätter sind etwa $\frac{1}{4}$ — $\frac{3}{4}$ cm breit, linealisch, vorn lang zugespitzt, von 4 Hauptnerven und mehreren äußerst zarten Zwischenerven durchlaufen.

Vorkommen: Altenschlirf.

Zeitliche Verbreitung: Oligozän, Miozän.

Poacites laevis AL. BR.

Literatur s. ENGELHARDT, Himmelsberg, S. 258.

Tafel 8, Fig. 7.

Beschreibung der Reste: Die Blätter sind 4—8 mm breit, mit 6—12 ebenen Längsnerven versehen. Zwischenerven nicht sichtbar. Die Halme sind bis 1 cm breit.

Vorkommen: Münzenberg.

Zeitliche Verbreitung: Oligozän, Miozän.

Gymnospermen.

Familie der Abietineen Rich.

Gattung *Abies* JUSS.

Abies sp.

Es fand sich nur ein kleines Bruchstück eines entblätterten Zweiges mit einem männlichen, endständigen Blütenkätzchen, der zur Gattung *Abies* zu stellen war. Eine dem Kätzchen entnommene Probe zeigte bei der pollenanalytischen Untersuchung zahlreiche typische Abiespollen, so daß der Rest wohl unzweifelhaft dieser Gattung angehört.

Familie der Taxodineen Schenk.

Gattung *Glyptostrobus* ENDL.

Glyptostrobus europaeus BRONGN. sp.

Literatur s. ENGELHARDT, Himmelsberg, S. 260.

Tafel 8, Fig. 4.

Außer Zweigfragmenten fand sich nur ein prachtvoll erhaltener kleiner Zweig mit 3 Zapfen.

Beschreibung des Restes: Die schuppenförmigen Blätter sind spitz, ange-drückt, von feinen Mittelnerven durchlaufen. Die Zapfen sind kugelig, ihre Schuppen verholzt, die Schuppenspitzen halbkreisförmig, mit mehreren Kerbzähnen versehen.

Vorkommen: Münzenberg (nach R. LUDWIG); Altenschlirf, Salzhausen, Hessenbrücker Hammer, ? Annerod (nach R. LUDWIG).

Analoge jetztweltliche Art: *Glyptostrobus heterophyllus* ENDL. (China).

Zeitliche Verbreitung: Eozän, Oligozän, Miozän, Pliozän.

Dicotyledonen.

Familie der Betulaceen Bartl.

Gattung *Betula* TOURN.

Betula salzhausemensis GÖPP. sp.

Literatur s. ETTINGSHAUSEN, Fl. d. ält. Braunkohlenf. d. Wetterau, S. 831.

Nur ein kleines Blatt.

Beschreibung des Restes: Das wenig lederige Blatt ist spitz-oval, langgestielt, an der runden Basis ganzrandig, an der Spitze einfach gezähnt. Der Hauptnerv ist gerade, die Seitennerven randläufig.

Vorkommen: Fand sich bisher nur in Salzhausen.

Zeitliche Verbreitung: Miozän.

Gattung *Corylus* TOURN.

Corylus Mac Quarrii HEER.

Literatur s. MENZEL, Posener Ton, S. 178.

Tafel 8, Fig. 3.

Nur ein Bruchstück eines kleineren Blattes.

Beschreibung des Restes: Das Blatt ist doppeltgesägt und ungelappt. Die deutlichen Seitennerven entspringen unter spitzen Winkeln und sind nur wenig gebogen.

Vorkommen: Altenschlirf.

Analoge jetztweltliche Art: *Corylus avellana* L. (Europa, Kaukasus).

Zeitliche Verbreitung: Oligozän, Miozän.

Familie der Myricaceen Rich.

Gattung *Myrica* L.

Myrica banksiaefolia UNG.

Literatur s. ENGELHARDT, Himmelsberg, S. 263.

Nur ein wohlerhaltenes Blatt.

Beschreibung des Restes: Das steife, derblederige Blatt ist lineal-lanzettförmig, in den langen Stiel verschmälert, entfernt gekerbt-gesägt. Der Mittelnerv ist kräftig, die unter nahezu rechten Winkeln entspringenden sehr feinen Seitennerven sind zahlreich und stehen genähert.

Vorkommen: Altenschlirf, Salzhausen.

Verwandte jetztweltliche Arten: *Myrica esculenta* DON. (Nepal), *Myrica cerifera* L. (Nordamerika), *Myrica californica* CHAN. (Kalifornien).

Zeitliche Verbreitung: Eozän, Oligozän, Miozän.

Myrica lignitum UNG. sp.

Literatur s. ENGELHARDT, Himmelsberg, S. 263.

Tafel 8, Fig. 9 u. 10.

Mehrere guterhaltene Blätter.

Beschreibung der Reste: Die derblederigen Blätter sind lanzettförmig bis elliptisch-lanzettförmig, langgestielt, in den Stiel verschmälert, zugespitzt, entfernt gezähnt bis fast ganzrandig. Der Mittelnerv ist kräftig, nach der Spitze allmählich dünner werdend, die unter ziemlich rechtem Winkel entspringenden Seitennerven stehen genähert und sind meist undeutlich.

Vorkommen: Salzhausen.

Analoge jetztweltliche Arten: *Myrica pennsylvanica* LAM. (Nordamerika).

Zeitliche Verbreitung: Eozän, Oligozän, Miozän, Pliozän.

Familie der Cupuliferen Endl.

Gattung *Quercus* L.

A. Art mit ganzrandigen Blättern.

Quercus elaena UNG.

Literatur s. STAUB, Zsilthal, S. 274.

Tafel 8, Fig. 8.

Nur ein Blatt mit ausgezeichnet erhaltener Nervatur.

Beschreibung des Restes: Das lederige Blatt ist in den kurzen Stiel verschmälert, länglich-lanzettförmig, ganzrandig. Der Mittelnerv ist kräftig, die bogenläufigen Seitennerven entspringen unter spitzen Winkeln.

Vorkommen: Altenschlirf.

Verwandte jetztweltliche Arten: Die mexikanischen Arten *Quercus mexicana* HB., *Q. confertifolia* H. B., *Q. lanceolata* HB., *Q. oleoies* SCHLECHT. und *Q. cinerea* MICHX. (Louisiana), *Q. virens* AIT. (Nordamerika).

Zeitliche Verbreitung: Oligozän, Miozän.

B. Arten mit gezackten Blättern.

Quercus drymeja UNG.

Literatur s. ENGELHARDT, Himmelsberg, S. 267.

Tafel 8, Fig. 6.

Es fand sich eine große Anzahl Blätter.

Beschreibung der Reste: Die lederigen Blätter sind länglich-lanzettförmig, lang zugespitzt, fein gespitzt-gesägt. Die Seitennerven waren nur bei wenigen Blättern gut erkennbar, randläufig, zahlreich und einfach.

Die zahlreichen aus den Vogelsberg- und Wetteraufloren als *Quercus lonchitis* UNG. beschriebenen Blätter sind wohl zum größten Teil mit der vorliegenden Art zu vereinigen.

Verbreitung: Münzenberg; Garbenteich, Altenschlirf, Salzhausen, ? Hessenbrücker Hammer.

Analoge jetztweltliche Art: *Quercus lancifolia* SCHL. (Südmexiko).

Zeitliche Verbreitung: Eozän, Oligozän, Miozän.

Quercus mediterranea UNG.

Literatur s. ENGELHARDT, Dolnja Tuzla, S. 18.

Tafel 8, Fig. 5.

Nur ein kleineres, aber in seiner Nervatur gut erhaltenes Blatt.

Beschreibung des Restes: Das lederige Blatt ist länglich-eiförmig, an der Spitze stumpf, in den Grund verschmälert, scharf gesägt, am Grunde ganzrandig. Die Seitennerven sind randläufig und einfach.

Vorkommen: Wieseck; ? Salzhausen, ? Hessenbrücker Hammer.

Analoge jetztweltliche Art: *Quercus pseudococcifera* DESF. (Orient).

Zeitliche Verbreitung: Oligozän, Miozän.

Familie der Ulmaceen Ag.

Gattung *Ulmus* L.

Ulmus longifolia UNG., Form *minuta* GÖPP.

Literatur s. ENGELHARDT, Zenica Sarajevo, S. 10.

Tafel 10, Fig. 4.

Es fand sich nur ein kleines, sehr gut erhaltenes Blatt.

Beschreibung des Restes: Das Blatt ist gestielt, ei-lanzettförmig, zugespitzt, am Rande einfach gezähnt, am Grunde gerundet, etwas unsymmetrisch. Der Mittelnerv ist kräftig, in die Spitzen auslaufend, die parallelen Seitennerven enden in den Blättzähnen. Das Nervillennetz ist fein.

Vorkommen: Altenschlirf, Salzhausen, Hessenbrücker Hammer.

Analoge jetztweltliche Art: *Ulmus campestris* L. (Europa).

Zeitliche Verbreitung: Eozän, Oligozän, Miozän, Pliozän.

Ulmus plurinervia UNG.

Literatur s. ETTINGSHAUSEN, Fl. d. ält. wett. Braunkohlenf., S. 840.

Nur ein jüngerer Blatt.

Beschreibung des Restes: Das Blatt ist kurz gestielt, oval-lanzettförmig, am Grunde ungleich. Der Mittelnerv ist ziemlich gerade, die zahlreichen Seitennerven verlaufen parallel in die Zähne.

Vorkommen: Münzenberg; Salzhausen, Hessenbrücker Hammer.
 Verwandte jetztweltliche Art: *Ulmus ciliata* EHRH. (Europa, Kaukasus).
 Zeitliche Verbreitung: Miozän, Pliozän.

Gattung *Planera* (*Zelkova*) WILLD.

Planera (*Zelkova*) *Ungeri* KÓV. sp.

Literatur s. ENGELHARDT, Sulloditz, S. 155.

Einige jüngere Blätter.

Beschreibung der Reste: Die Blätter sind kurz gestielt, am Grunde ungleich, oval, am Rande gesägt, die einzelnen Zähne groß. Die Seitennerven gehen unter spitzen Winkeln aus und enden in den Blattzähnen.

Vorkommen: Münzenberg; Garbenteich, Altenschlirf, Salzhausen, Hessenbrücker Hammer.

Analoge jetztweltliche Arten: *Planera Richardi* MICH. (Kaukasus, Südufer des Kaspisees, Nordpersien), *Planera crenata* SPACH. (ebd.).

Zeitliche Verbreitung: Oligozän, Miozän, Pliozän.

Familie der Moreen Endl.

Gattung *Ficus* TOURN.

A. Art mit handnervigen Blättern.

Ficus tiliaefolia AL. BR. sp.

Literatur s. MESCHINELLI et SQUINABOL, Fl. tert. ital., S. 288.

Tafel 9, Fig. 4.

Es fand sich nur ein Teil eines sehr großen Blattes, das große Ähnlichkeit mit dem von ENGELHARDT, Pflanzenreste von Altenschlirf auf Tafel VII, Fig. 5 abgebildeten Blattrest dieser Art zeigt.

Beschreibung des Restes: Das Blatt ist gestielt, ganzrandig, herzförmig, rundlich, am Grunde ungleichseitig, bezüglich der 7 starken Hauptnerven handförmig. Die etwas bogenläufigen Seitennerven sind stark, untereinander verbunden, die Nervillen teils durchgehend, teils gebrochen.

Das abgebildete Blatt stammt aus den untersten Schichten und ist durch Inkohlung der Blattsubstanz in manchen feineren Einzelheiten vorzüglich erhalten.

Vorkommen: Münzenberg; Altenschlirf, Salzhausen, Hessenbrücker Hammer.
 Analoge jetztweltliche Art: *Ficus nymphaefolia* L. (Tropisches Amerika).
 Zeitliche Verbreitung: Eozän, Oligozän, Miozän, Pliozän.

B. Arten mit fiedernervigen Blättern.

Ficus lanceolata HEER.

Literatur s. PILAR, Fl. sused., S. 50.

Tafel 9, Fig. 1 und 2.

Eine größere Anzahl wohlerhaltener Blätter.

Beschreibung der Reste: Die lederigen Blätter sind lanzettförmig oder eilanzettförmig, ganzrandig, in den Blattstiel verschmälert. Der Mittelnerv ist stark, die unter spitzen Winkeln ausgehenden Seitennerven sind bogenläufig.

Bei dem auf Tafel 8, Fig. 1 abgebildeten Blatt gelang es, Reste der Blattsubstanz (s. o.) nachzuweisen. Durch die Mazeration mit SCHULZE'scher Lösung

($\text{KClO}_3 + \text{HNO}_3$) erhielt ich zahlreiche Bruchstücke der Kutikula, welche die Oberflächenstruktur der Epidermis in z. T. recht guter Weise zeigten.

Vorkommen: Wieseck; Altenschlirf.

Analoge jetztweltliche Art: *Ficus princeps* KTH. (Brasilien).

Zeitliche Verbreitung: Eozän, Oligozän, Miozän.

Ficus multinervis HEER.

Literatur s. PILAR, Fl. sused., S. 50.

Tafel 9, Fig. 3.

Es fanden sich einige gut erhaltene Blätter.

Beschreibung der Reste: Die lederigen Blätter sind lanzettförmig, ganzrandig, zugespitzt, am Grunde verschmälert. Der Mittelnerv ist kräftig, die unter wenig spitzen Winkeln entspringenden Seitennerven sind zahlreich, sehr fein, verlaufen parallel und verbinden sich am Rande.

Vorkommen: Altenschlirf.

Verwandte jetztweltliche Arten: Die ostindischen Arten *Ficus Benjaminea* LINK., *F. elastica* ROXB., *F. parasitica* SCHOTT., *F. pulchella* SCHOTT.

Zeitliche Verbreitung: Eozän, Oligozän, Miozän.

Familie der Salicineen Bartl.

Gattung *Salix* L.

Salix Brauni EGH.

Literatur s. ENGELHARDT, Flörsheim, S. 344.

Tafel 10, Fig. 2 und 3.

Unter diesem Namen faßt ENGELHARDT mehrere ganzrandige, nur ganz geringfügige Unterschiede zeigende Arten (*Salix tenera* AL. BR., *S. media* AL. BR., *S. longa* AL. BR., *S. elongata* WEB., *S. angusta* AL. BR., *S. angustissima* AL. BR., *S. angustifolia* AL. BR.) zusammen.

Wohlerhaltene Blätter sind außerordentlich häufig. Die lineal-lanzettlichen Formen wiegen vor.

Beschreibung der Reste: Die Blätter sind lanzettförmig bis lineal-lanzettförmig, ganzrandig, an der Spitze verschmälert, manchmal zugespitzt, am Grunde stumpflich oder verschmälert. Der Mittelnerv ist von verschiedener Stärke, die Seitennerven fein, meist verwischt.

Vorkommen: Wieseck, Münzenberg; Altenschlirf, Salzhausen.

Analoge jetztweltliche Art: *Salix viminalis* L. (Europa, Asien).

Zeitliche Verbreitung: Oligozän, Miozän, Pliozän.

Gattung *Populus* L.

Populus mutabilis HEER.

Literatur s. PILAR, Fl. sused., S. 57.

Tafel 9, Fig. 5 und 6; Tafel 10, Fig. 5.

Eine größere Anzahl meist guterhaltener Blätter, öfters mit den Peritheciën des Pyrenomyceten *Sphaeria* sp. (s. Tafel 8, Fig. 1).

Beschreibung der Reste: Die lederigen Blätter sind häufig langgestielt, ziemlich kreisrund bis oval, manchmal lanzettlich, fast immer ganzrandig, handnervig. Der Mittelnerv ist stark, nach der Spitze zu verdünnt, die seitlichen Hauptnerven entspringen am unteren Teil des Grundes.

Populus mutabilis trat an unserem Fundort vorwiegend in einer Form mit eirund-elliptischen Blättern auf.

Vorkommen: Wieseck, Münzenberg; Garbenteich, Altenschlirf, Salzhausen, Hessenbrücker Hammer.

Analoge jetztweltliche Art: *Populus euphratica* OLIV. (Türkei, Mittelasien).

Zeitliche Verbreitung: Eozän, Oligozän, Miozän, Pliozän.

Familie der Laurineen Juss.

Gattung *Laurus* L.

Laurus primigenia UNG.

Literatur s. ENGELHARDT, Dolnja Tuzla, S. 25.

Tafel 10, Fig. 9.

Nur ein Blattrest.

Beschreibung des Restes: Das lederige Blatt ist lanzettförmig, ganzrandig, am Grunde in den Blattstiel verschmälert. Der Mittelnerv ist stark, die zarten unter spitzen Winkeln entspringenden Seitennerven sind bogenläufig und verbinden sich am Rande miteinander.

Vorkommen: Wieseck, Münzenberg; Altenschlirf, Salzhausen, Hessenbrücker Hammer.

Analoge jetztweltliche Art: *Laurus canariensis* WEB. (Azoren, Kanarische Inseln).

Zeitliche Verbreitung: Eozän, Oligozän, Miozän.

Laurus sp.

Es fand sich ein lederiger Blattrest mit typischer Laurineennervatur. Wegen seiner unvollständigen Erhaltung kann man ihn keiner Art zuweisen, doch gehört er unzweifelhaft zu *Laurus*.

Gattung *Cinnamomum* BURM.

Cinnamomum Scheuchzeri HEER.

Literatur s. STAUB, Zsilthal, S. 313.

Tafel 10, Fig. 6 und 7.

Wenige gut erhaltene Blätter.

Beschreibung der Reste: Die lederigen Blätter sind länglich oder elliptisch, gestielt, glatt, dreifachnervig. Die unteren Seitennerven laufen mit dem Rande parallel, erreichen die Spitze nicht, entspringen etwas über dem Blattgrunde; der Mittelnerv nimmt nach der Spitze zu an Stärke ab, die Nervillen gehen unter spitzen Winkeln aus; im oberen Blatteil, nahe der Spitze gehen noch mehrere schwache, sich in flachen Bogen verbindende Seitennerven vom Hauptnerven aus.

Vorkommen: Münzenberg; Garbenteich, Altenschlirf, Salzhausen, Hessenbrücker Hammer.

Analoge jetztweltliche Art: *Cinnamomum pedunculatum* NEES AB ESENB. (Japan).

Zeitliche Verbreitung: Eozän, Oligozän, Miozän.

Cinnamomum polymorphum AL. BR. sp.

Literatur s. STAUB, Zsilthal, S. 327.

Es fand sich nur 1 Blatt.

Beschreibung des Restes: Das Blatt ist gestielt, lederig, am Grund kaum verschmälert, zugespitzt, dreifachnervig. Die seitlichen Hauptnerven laufen mit dem Rande nicht parallel und sind unvollkommene Spitzläufer.

Vorkommen: Wieseck, Münzenberg; Salzhausen, Hessenbrücker Hammer.

Analoge jetztweltliche Art: *Cinnamomum camphora* NEES AB ESENB. (Japan).

Zeitliche Verbreitung: Eozän, Oligozän, Miozän.

Familie der Proteaceen Lindl.

Gattung *Hakea* SCHRAD.

Hakea Dryandroides ETT.

Literatur s. ETTINGSHAUSEN, Fl. d. ält. Braunkohlenf. d. Wett., S. 855.

Tafel 10, Fig. 11—13.

Einige sehr guterhaltene Blätter.

Beschreibung der Reste: Die steifen, lederigen Blätter sind lineal-lanzettförmig, zugespitzt, am Grunde etwas gerundet, in der oberen Hälfte dornig gezähnt. Der Mittelnerv ist stark, nach oben dünner werdend, die feinen Seitennerven kaum sichtbar.

Die von LUDWIG (Palaeontographica VIII, S. 113, Tafel 44, Fig. 8—10) als *Hakea Gaudini* HEER aus der Braunkohle von Salzhausen abgebildeten und beschriebenen Blätter sind auf jeden Fall mit unserer Art zu vereinigen.

Es ist vielleicht richtig, auf Grund der Polymorphie rezenter wie fossiler Hakeablätter, sämtliche aus den verschiedensten tertiären Vogelsberg- und Wetteraufloren als *Hakea Dryandroides* ETT., *H. exulata* HEER, *H. Gaudini* HEER, *H. myrsinites* ETT., *H. wetteravica* ETT. usw. beschriebenen Blattreste, die alle ziemlich große Übereinstimmung zeigen, als Variationsformen einer einzigen weitverbreiteten Art, sei es von *Hakea* oder *Myrica*, zu betrachten.

Vorkommen: Salzhausen.

Verwandte jetztweltliche Art: *Hakea florida* R. BR. (Australien).

Zeitliche Verbreitung: Oligozän, Miozän.

Familie der Elaeagneen Rich.

Gattung *Elaeagnus* L.

Elaeagnus acuminata WEB.

Literatur s. ENGELHARDT, Grasseth., S. 305.

Tafel 10, Fig. 1.

Nur 1 ziemlich guterhaltenes Blatt.

Beschreibung des Restes: Das Blatt ist gestielt, ei-lanzettförmig, zugespitzt, am Grunde gerundet. Der Mittelnerv ist schlank, die bogenläufigen Seitennerven etwas verästelt.

Vorkommen: Altenschlirf.

Verwandte jetztweltliche Art: *Elaeagnus angustifolia* L. (Südeuropa, Orient).

Zeitliche Verbreitung: Eozän, Oligozän, Miozän.

Familie der Apocynaceen Lindl.Gattung *Apocynophyllum* UNG.

Die systematische Stellung der zu dieser Gattung gehörenden Formen ist äußerst unsicher.

Apocynophyllum lanceolatum UNG.

Tafel 11, Fig. 3.

Nur 1 prachtvoll erhaltenes Blatt.

Beschreibung des Restes: Das lederige Blatt ist lanzettförmig, in den langen Blattstiel allmählich verschmälert, zugespitzt. Der Hauptnerv ist sehr kräftig, die wenig bogenläufigen Seitennerven sind deutlich, stehen unregelmäßig gefiedert und sind netzförmig am Blattrande verbunden.

Vorkommen: ? Münzenberg; ? Salzhausen.

Zeitliche Verbreitung: Oligozän, Miozän.

Familie der Magnoliaceen D. C.Gattung *Magnolia* L.*Magnolia diana* UNG.

Literatur s. ENGELHARDT, Leitm. Mittelgeb., S. 408.

Mehrere Blattreste.

Beschreibung der Reste: Die etwas lederigen Blätter sind breit elliptisch, ganzrandig. Der Mittelnerv ist stark, die geraden Seitennerven ungeteilt. Die Tertiärnerven sind kaum sichtbar.

Vorkommen: Altenschlirf.

Verwandte jetztweltliche Art: *Magnolia grandiflora* L. (Nordamerika).

Zeitliche Verbreitung: Eozän, Oligozän, Miozän.

Magnolia sp.

Tafel III, Fig. 10.

Es fand sich ein kleiner, zerdrückter, glänzend brauner, herzförmiger Fruchtkern, der wohl einer *Magnolia* angehört.

Familie der Acerineen D. C.Gattung *Acer* L.*Acer trilobatum* STBG. sp.

Literatur s. ENGELHARDT, Himmelsberg, S. 285.

Mehrere guterhaltene Blätter.

Beschreibung der Reste: Die Blätter sind langgestielt, derb bis häutig, drei- oder fünflappig, der Mittellappen länger und breiter wie die Seitenlappen. Der Rand ist einfach oder doppelt eingeschnitten-gezähnt, die Spitzen der einzelnen Lappen ziemlich lang zugespitzt; die Seitenlappen stehen von dem Mittellappen unter rechtem Winkel ab, oder sind gegen ihn unter einem spitzen aufgerichtet.

An unserem Fundort tritt *Acer trilobatum* hauptsächlich in zwei Formen auf, die sich durch mehrere Eigentümlichkeiten deutlich unterscheiden.

A. *Acer trilobatum* STBG. sp. var. *Buranum* nov. var.

Tafel 11, Fig. 5.

Die Blätter sind langgestielt (Stiel sehr dünn!), häutig, dreilappig; der mittlere Lappen ist länger und breiter, die Seitenlappen gleich, von der Mitte an

entfernt gezähnt. Die drei Hauptnerven, die vom Grunde ausgehen, bilden einen spitzen Winkel; der Buchtenwinkel beträgt ca. 90°.

Es ist nicht ausgeschlossen, daß diese Varietät als eigene Art von *Acer trilobatum* zu trennen ist. Wir wählten als Varietätsbezeichnung „Buranum“ (latinisiert „die von Beuern“), da sich diese Varietät bis jetzt nur in Beuern fand.

B. *Acer trilobatum* STBG. sp. var. *tricuspidatum* AL. BR.

Tafel 11, Fig. 6.

Die Blätter sind derber, drei, seltener fünfnervig; der Mittellappen kaum oder nur wenig länger als die Seitenlappen. Alle Lappen sind lang zugespitzt; ihre Buchtenwinkel ca. 90°.

Vorkommen: Münzenberg; Altenschlirf, Salzhausen.

Analoge jetztweltliche Art: *Acer rubrum* L. (Nordamerika).

Zeitliche Verbreitung: Oligozän, Miozän, Pliozän.

Familie der Sapindaceen Juss.

Gattung *Sapindus* L.

Sapindus falcifolius AL. BR.

Literatur s. ENGELHARDT, Himmelsberg, S. 286.

Tafel 11, Fig. 7.

Einige Blättchen.

Beschreibung der Reste: Die Blättchen sind häutig, ziemlich langgestielt, ganzrandig, etwas sichelförmig gebogen, am Grunde ungleichseitig und gegen den Blattstiel verschmälert. Der Mittelnerv ist kräftig, die zarten und zahlreichen Seitennerven sind bogenläufig.

Vorkommen: Wieseck; Altenschlirf, Salzhausen.

Analoge jetztweltliche Arten: *Sapindus frutescens* AUBL. (Guayana), *S. surinamensis* POIR. (Guayana).

Zeitliche Verbreitung: Eozän, Oligozän, Miozän, Pliozän.

Familie der Celastrineen R. Br.

Gattung *Celastrus* L.

Celastrus ligniticus ETT.

Literatur s. ETTINGSHAUSEN, Fl. d. ält. Wett. Braunkohlenf., S. 879.

Tafel 10, Fig. 8.

Einige guterhaltene Blätter.

Beschreibung der Reste: Die derben, lederigen Blätter sind oval-lanzettförmig, ganzrandig, lang zugespitzt, am Grunde schnell zusammengezogen und in den Blattstiel verschmälert. Der Mittelnerv ist kräftig, nach oben rasch dünner werdend, die Seitennerven kaum sichtbar.

Vorkommen: Münzenberg.

Verwandte jetztweltliche Arten: *Celastrus ovatus* ECKL. (Kapland), *Pterocelastrus stenopterus* WALP. (Kapland).

Familie der Rhamneen R. Br.Gattung *Rhamnus* L.*Rhamnus rectinervis* HEER.

Literatur s. LESQUEREUX, Tert. Fl., S. 279.

Tafel 11, Fig. 4.

1 Blatt.

Beschreibung des Restes: Das Blatt ist elliptisch, ganzrandig. Der Mittelnerv ist ziemlich kräftig, die Seitennerven gehen unter spitzen Winkeln aus und verbinden sich am Rande; die feinen Nervillen laufen ziemlich parallel.

Vorkommen: Wieseck; Altenschlirf, Salzhausen.

Zeitliche Verbreitung: Oligozän, Miozän.

Familie der Juglandeen D. C.Gattung *Juglans* L.*Juglans Unger* HEER.

Literatur s. FRIEDRICH, Prov. Sachsen, S. 65.

Tafel 11, Fig. 1.

Nur 1 guterhaltenes Blättchen.

Beschreibung des Restes: Das Blättchen ist groß, elliptisch, ganzrandig. Der Mittelnerv ist dick, die unter spitzen Winkeln ausgehenden Seitennerven sind stark, gebogen und verbinden sich am Rande in Bogen.

Verwandte jetztweltliche Art: *Juglans regia* L.

Zeitliche Verbreitung: Bisher nur Eozän, Oligozän.

Juglans bilinica UNG.

Literatur s. ENGELHARDT, Himmelsberg, S. 291.

1 Blättchen.

Beschreibung des Restes: Das Blättchen ist ei-lanzettförmig, gestielt, zugespitzt, unregelmäßig fein gezähnt. Der Mittelnerv ist stark, die zahlreichen unter spitzen Winkeln entspringenden Seitennerven sind bogenläufig.

Vorkommen: Wieseck; Garbenteich, Altenschlirf, ? Salzhausen.

Verwandte jetztweltliche Art: *Juglans nigra* L. (Nordamerika).

Zeitliche Verbreitung: Eozän, Oligozän, Miozän, Pliozän.

Gattung *Pterocarya* KNTH.*Pterocarya denticulata* WEB. sp.

Literatur s. ENGELHARDT, Himmelsberg, S. 293.

Tafel 11, Fig. 2.

1 guterhaltenes Blättchen.

Beschreibung des Restes: Das Blättchen ist kurz gestielt, etwas sichelförmig gebogen, lanzettlich, zugespitzt, scharf gesägt, die Zähne dichtstehend. Der Mittelnerv ist ziemlich kräftig, die unter spitzen Winkeln entspringenden Seitennerven sind zahlreich, stehen genähert und verbinden sich vor dem Rande in Bogen.

Vorkommen: Wieseck; Altenschlirf, Salzhäusen.

Analoge jetztweltliche Art: *Pterocarya caucasia* MEYER (Transkaukasien, Nordpersien).

Zeitliche Verbreitung: Eozän, Oligozän, Miozän, Pliozän.

Gattung *Engelhardtia* (*Palaeocarya*) LESCH.

Engelhardtia (*Palaeocarya*) *Brongniartii* SAP.

Literatur s. ENGELHARDT, Leitmeritzer Mittelgeb., S. 291.

Tafel III, Fig. 14.

Eine prachtvoll erhaltene Frucht mit Hülle.

Beschreibung des Restes: Die von einer vierteiligen Hülle umgebene Frucht ist linsenartig, kugelförmig, die Zipfel der Hülle ganzrandig, an der Spitze gerundet, der hintere verkrüppelt bzw. fehlend; der mittlere Zipfel ist bedeutend länger wie die beiden seitlichen, die unter rechtem Winkel von ihm absteigen. Der Mittelnerv ist zart, die feinen Seitennerven entspringen unter spitzen Winkeln.

Ähnliche Reste wurden von manchen Autoren (WESSEL u. a.) zu *Carpinus* gestellt.

Unser Exemplar zeigt größere Ähnlichkeit mit WESSEL's *Carpinus platycarpa* (*Palaeontographica* IV, S. 135, Taf. 22, Fig. 1), die wie schon ENGELHARDT (Flora von Messel, Abh. der hess. geol. Landesanst., Bd. VII, Heft 4, S. 104) richtig erkannt hat, vermutlich mit *Engelhardtia Brongniartii* zu vereinigen ist. Von *Carpinus platycarpa* WESS. unterscheidet sich unser Exemplar durch die viel längeren und schmälere Zipfel der Hülle, in welcher Hinsicht es sich mehr dem ENGELHARDT'schen Stück von Messel (s. oben), abgebildet auf Tafel 34, Figur 10, nähert.

Reste von *Engelhardtia Brongniartii* fanden sich im Vogelsberge nur im Tone von Lauterbach.

Verwandte jetztweltliche Art: *Engelhardtia philippensis* D. C. (Philippinen).

Zeitliche Verbreitung: Eozän, Oligozän, Miozän.

Familie der Papilionaceen Endl.

Gattung *Cassia* L.

Cassia pseudoglandulosa ETT.

Literatur s. ENGELHARDT, Leoben, S. 400.

1 Blättchen.

Beschreibung des Restes: Das Blättchen ist häutig, lanzettförmig, an der Spitze zugespitzt, am Grunde lang zugespitzt, ganzrandig. Der Mittelnerv ist sehr fein, die Seitennerven unsichtbar.

Verwandte jetztweltliche Art: *Cassia glandulosa* D. C. (Australien).

Zeitliche Verbreitung: Eozän, Oligozän, Miozän.

Sonstige Pflanzenreste.

Diatomeen.

Die Beuerner Kieselgur besteht fast nur aus den Kieselpanzern zweier Bacillarien aus der Unterfamilie der Melosiraceen:

Melosira (Gallionella) distanz KTZ.

und *Melosira (Gallionella) varians* KTZ.

In einigen Schichten der Kieselgur sind die feinen Panzer dieser Diatomeen offenbar zerstört worden, in anderen dagegen gut erhalten. Aus den oberen Schichten (besonders dem Wurzelboden) konnten zerbrochene Skelette von ? Pleurosigma sowie einer Navicula nachgewiesen werden.

Früchte.

Früchte finden sich häufig in allen Schichten der Kieselgur. Doch waren die bisher gesammelten meistens stark verkohlt und beschädigt, so daß von einer Bestimmung Abstand genommen werden mußte. Von der Beschreibung aller Fruchtreste glauben wir absehen zu können.

Wurzelgebilde.

Die Wurzelgebilde, welche ENGELHARDT aus der Kieselgur von Altenschlirf auf Tafel XVIII, Fig. 9 abbildet, fanden sich in einer Schicht der Kieselgur, die direkt unter einem dünnen Braunkohlenflöz lag. Auch in Beuern finden sich solche Gebilde in den oberen Lagen der Kieselgur, unmittelbar unter dem Braunkohlenflöz. Sie sind nicht von den Altenschlirfer Wurzelgebilden zu unterscheiden.

In beiden Fällen handelt es sich um Wurzeln von Pflanzen, die an der Braunkohlenbildung in hervorragender Weise beteiligt waren.

Retinit.

Dieses fossile Harz kommt in einigen Lagen der Kieselgur ziemlich häufig vor. Es bildet kleine, leichte gelbliche Bröckchen, die auf den ersten Blick hin von der umgebenden Kieselgur kaum zu unterscheiden sind. Auch in der Braunkohle finden sich Schichtchen und Nester von Retinit.

Braunkohle.

In der Kieselgur finden sich gelegentlich Aststücke, die in lignitische Braunkohle umgewandelt sind. In der hangenden Braunkohle⁶⁾ sind außer Ligniten (vorwiegend Quercus, Taxus und Betulastämme), die die Hauptmasse der Kohle bilden, nur ganz fragmentarische Blattreste in einer etwas tonigen Zwischenlage beobachtet worden.

⁶⁾ Aus dem Braunkohlenflöz im Hangenden der Altenschlirfer Kieselgur sind bis jetzt noch keine Pflanzen bekannt geworden. Es finden sich aber in den blättrigen Partien der Kohle zahlreiche wohlerhaltene Blattreste, die in ihrer Erhaltung an solche aus der Blätterkohle vom Hessenbrücker Hammer bei Laubach erinnern. Augenscheinlich handelt es sich dabei um dieselben Pflanzen wie in der Kieselgur (vorherrschend typische Sumpf- und Moorpflanzen, wie Glyptostrobus, Myrica, Rhamnus usw.), was die Gleichaltrigkeit beider Bildungen dokumentiert. Die Braunkohlen im Hangenden der Kieselgurlager von Beuern und Altenschlirf sind als analoge durch Verlandung der Kieselgurteiche bedingte Bildungen anzusprechen.

Alphabetisches Verzeichnis.

A

Abies sp.
Acer trilobatum
Apocynophyllum lanceolatum
Aspidium meyeri

B

Betulasalzhausenensis

C

Cassia pseudoglandulosa
Celastrus ligniticus
Cinnamomum polymorphum
Cinnamomum Scheuchzeri
Corylus Mac Quarrii

E

Elaeagnus acuminata
Engelhardtia Brongniartii

F

Ficus lanceolata
Ficus multinervis
Ficus tiliaefolia

G

Glyptostrobus europaeus

H

Hakea Dryandroides

J

Juglans bilinica
Juglans Ungerii

L

Laurus primigenia
Laurus sp.

M

Magnolia diana
Magnolia sp.
Melosira distans
Melosira varians
Myrica banksiaefolia
Myrica lignitum

P

Phacidium sp.
Phragmites oeningensis
Planera Ungerii
Poacites laevis
Poacites lepidus
Populus mutabilis

Q

Quercus drymeja
Quercus elaena
Quercus mediterranea

R

Rhamnus rectinervis

S

Salix Brauni
Salvinia Mildeana
Sapindus falcifolius
Sphaeria sp.

U

Ulmus longifolia
Ulmus plurinervia

Die Pflanzenwelt des Bergsträßer Sandgebietes.

Von L. SPILGER in Darmstadt.

Die ältesten Nachrichten über die Pflanzenwelt des Bergsträßer Sandgebietes, so bezeichne ich kurz das Sandgebiet, das sich von Alsbach bis Darmstadt der Bergstraße entlang unmittelbar vor den Höhen des Odenwaldes ausbreitet, finden wir an einer Stelle, wo wir sie kaum vermuten, nämlich in DILLENIIUS, *Catalogus plantarum sponte circa Gissam nascentium* 1719. Unter den außerhalb Gießens von ihm beobachteten Pflanzen führt er den gelben Augentrost (*Euphrasia lutea*) an, den er „an der Bergstraß locis tenui gramine vestitis“ gefunden hat. Auch das Pinetum „inter Darmstadtium et Bentzheimium“ erwähnt er, die großen Kiefernwälder, in denen er das doldige Wintergrün (*Pirola umbellata*) festgestellt hat. Von dem Zwerggras (*Chamaegrostis minima*), von dem er angibt, daß es „in vervactis arenosis circa Darmstadtium copiose nascitur“, hat er sogar eine recht gute Abbildung selbst in Kupfer gestochen, die erste, die von dieser Pflanze in der Literatur vorliegt. Außerdem erwähnt er aus dem Gebiet *Linum silvestre coeruleum* (sicherlich *Linum perenne*), sowie „*Jacea montana candidissima stoebes foliis*“, eine Pflanze, die wohl als *Jurinea cyanoides* zu deuten ist. Ich lasse es dahingestellt, ob wir entweder in „*Tithymalus foliis Pini*“ oder in „*Tithymalus linifolius*“ unsere *Euphorbia Gerardiana* zu erblicken haben, und ob sein „*Chenopodium annuum humifusum*“ *Polycnemum arvense* oder *Kochia arenaria*¹⁾ darstellt. Aus dem Sandgebiet zwischen Darmstadt und Frankfurt, der Fortsetzung unsres Gebietes nach Norden, führt DILLENIIUS noch *Ornithopus perpusillus*, *Helichrysum arenarium*, *Artemisia campestris*, *Oenothera biennis*, *Cytisus sagittalis*, *Silene Otites* und *Anemone silvestris* an. Berücksichtigen wir, daß DILLENIIUS ja keine vollständige Flora des Gebietes bringt, so ergibt sich aus der Tatsache, daß die von ihm erwähnten Gewächse auch heute noch das Sandgebiet gut kennzeichnen, daß die

¹⁾ Bei der Deutung von DILLENIIUS' „*Jacea montana*“ könnte man auch an *Centaurea maculosa* denken. *Kochia arenaria* erwähnt RUPP in seiner Flora Jenensis 1726 (Seite 273 *Camphorata hirsuta* C. B. 5 ist häufig in sabulosis an der Bergstraße). *Foeniculum minimum patulum* DILLENIIUS, S. 19 ist *Trinia vulgaris*, eine Pflanze, die für den Mainzer Sand bezeichnend ist, aber an der Bergstraße später nie aufgefunden wurde. Es wäre von hohem Interesse, wenn sie noch nachzuweisen wäre. Vielleicht beruht die Angabe D. auf einer Verwechslung mit *Seseli annuum*. — Ich bediene mich der lateinischen Pflanzennamen von DOSCH und SCRIBA, Exkursionsflora des Großherzogtums Hessen. Gießen 1888.

Pflanzen „eine weitaus größere Standortsstenacität besitzen, als man allgemein anzunehmen geneigt ist“, daß also die Pflanzenwelt unsres Gebietes vor zweihundert Jahren im wesentlichen die gleiche war wie heute.^{1a)}

Um die weitere Erforschung der Blütenpflanzen unsres Gebietes haben sich im 18. Jahrhundert noch POLLICH²⁾ und BORKHAUSEN³⁾, im 19. Jahrhundert GMELIN⁴⁾, FRESENIUS⁵⁾ und SCHNITTSPAHN⁶⁾ verdient gemacht. Von den Angaben dieser Forscher ist bemerkenswert, daß BORKHAUSEN die Bergpetersilie (*Peucedanum Oreoselinum*) als eine auf „sandigten Feldern sehr gemeine, dem Landmann oft sehr verhaßte Pflanze“ schildert. Heute trifft diese Angabe nicht mehr zu, wahrscheinlich darum, weil man die Brachwirtschaft aufgegeben hat und alle Felder heute intensiv bewirtschaftet. Sehr auffallend ist es, daß *Helianthemum Fumana*, die heute besonders auf freien Sandflächen recht häufig und zumal wenn sie blüht, gar nicht zu übersehen ist, weder von DILLENIUS noch von RUPP, POLLICH und BORKHAUSEN angeführt wird, sondern zuerst von GMELIN und zwar als eine ganz seltene Pflanze. Wenn nicht die Schafe und Ziegen, mit denen man sicher damals die unbewaldeten Sandflächen ausgiebig beweidete, eine besondere Vorliebe für diese Pflanze gehabt und sie überall weggefressen haben⁷⁾, müssen wir annehmen, daß sie sich seit etwa 1800 besonders ausgebreitet hat. Unbewaldete Sandflächen gab es damals eher mehr als heute; nach LAUTERBORN⁸⁾ befanden sich diese bis in die ersten Jahrzehnte des 19. Jahrhunderts im Zustande des wirklich losen Flugsandes. Mit den Sporenpflanzen hat sich BAUER⁹⁾ mit den Laubmoosen vor allem RÖLL¹⁰⁾ näher befaßt. Die Aufmerksamkeit weiterer Kreise wurde auf die Pflanzenwelt des Gebietes durch die klassische pflanzengeographische Studie JÄNNIKES¹¹⁾ hingelenkt. Er erbrachte in ihr den Nach-

^{1a)} SCHWARZ, Flora der Umgebung von Nürnberg-Erlangen (1892), S. 160, angeführt in DIELS, Beiträge zur Kenntnis des mesophilen Sommerwaldes in Mitteleuropa. SCHRÖTER, Festschrift, (1925), S. 386. DIELS kommt beim Vergleich der Flora des Hangelsteins bei Gießen mit den Angaben DILLENIUS' zu demselben Ergebnis.

²⁾ POLLICH, J. A., Historia plantarum palatinatus. 3 Bände. 1776, 1777.

³⁾ BORKHAUSEN, B., Flora der oberen Grafschaft Catzenelnbogen. Compend. Bibl. Der Botaniker, Heft 13—15, 1795. Die erste, leider unvollständige Flora der Darmstädter Gegend, ein Teil davon auch in BORKHAUSEN, Rheinisch. Magazin, enthalten.

⁴⁾ GMELIN, C. C., Flora Badensis-Alsatica. 3 Bände. 1805—1808.

⁵⁾ FRESENIUS, Taschenbuch zum Gebrauch auf bot. Exk. in der Umgebung von Frankfurt a. M. 1832.

⁶⁾ SCHNITTSPAHN, Flora d. phanerog. Gewächse d. Großh. Hessen. 1839.

⁷⁾ Ich halte dies für durchaus möglich, wird doch auch auf den Alpenmatten durch die Weidetiere eine Auslese unter den Pflanzen bewirkt. Eine Fundgrube für Angaben, welche Pflanzen bei uns von Weidetieren gefressen werden, ist GAERTNER, MEYER, SCHERBIUS, Flora der Wetterau, 4 Bde., 1802. Dort heißt es z. B. von *Helianthemum Chamaecistus*: „Das Rindvieh, die Schaaf, Ziegen und Pferde fressen sie, aber die Schweine nicht“; von *Delphinium Consolida*: „Schaaf, Ziegen und Pferde fressen sie, aber Rindvieh und Schweine nicht.“ — Auch *Plantago arenaria* wird erst spät erwähnt.

⁸⁾ LAUTERBORN, Die geogr. und biol. Gliederung des Rheinstroms. Ber. d. Heidelb. Akad. d. Wissensch., Math.-Nat. Klasse, 1916—18. LAUTERBORN behandelt auch die Tierwelt des Gebietes.

⁹⁾ BAUER, Übersicht der Leber- und Laubmoose und Farn im Großh. Hessen. 6. Ber. Oberhess. Ges. Gießen 1857. BAUER, Übersicht der im Großh. Hessen beob. Flechten. 7. Bericht Oberh. Ges. 1859. Nachträge hierzu 13. Bericht Oberh. Ges. 1869.

¹⁰⁾ RÖLL, Die Torfmoose und Laubmoose d. Odenwaldes u. ihre geogr. Verbreitung. 16. Band d. Abhandl. d. Naturw. Vereins Bremen 1926/27.

¹¹⁾ JÄNNIKE, W., Die Sandflora von Mainz. Flora, 47. Jahrg. 1889.

weis, daß es pontische und südeuropäische Pflanzen sind, die im Mainzer und Bergsträßer Sandgebiet eine Zufluchtstätte gefunden haben und der Vegetation den eigentümlichen Steppencharakter aufprägen. In neuerer Zeit haben SCHENK, G. HEYL¹²⁾ und LAUTERBORN¹³⁾ sich durch ausgezeichnete Schilderungen der Pflanzenwelt unsres Sandgebietes verdient gemacht.

Was mich veranlaßte, mich mit der Pflanzenwelt des Bergsträßer Sandgebietes näher zu befassen, war die Tatsache, daß es den Geologen in den letzten Jahren gelungen ist, in dem das ganze Gebiet bedeckenden Sand, der früher als ein gleichförmiger Boden betrachtet wurde, Unterschiede aufzufinden, deren Einwirkung auf die Pflanzenwelt nachzugehen mir eine lohnende Arbeit erschien.

Es war SCHOTTLER¹⁴⁾, der bei der geologischen Neuaufnahme des Blattes Darmstadt als erster erkannt hat, daß sich der Sand scharf in einen älteren und einen jüngeren gliedern läßt. Der ältere Sand ist stark kalkhaltig, hat aber (an den meisten Stellen) durch Verwitterung seinen Kalkgehalt bis zu wechselnder, manchmal über 2 m betragender Tiefe verloren. Er wird überlagert von dem jüngeren Sand, der stets kalkhaltig und höchstens oberflächlich auf geringe Tiefe entkalkt ist. Die Entdeckung SCHOTTLER's hat dann DIEHL auf dem Blatt Zwingenberg bestätigt und durch weitere Beobachtungen ergänzt. Es liegen also im Bergsträßer Sandgebiet Flächen kalkhaltigen älteren, kalkfreien älteren und kalkhaltigen jüngeren Sandes unmittelbar nebeneinander.

Ich erfuhr hiervon durch Herrn Prof. Dr. DIEHL, den ich im letzten Jahre öfter auf seinen geologischen Wanderungen begleiten durfte, und erbat mir, da die geologischen Neuaufnahmen der Blätter Darmstadt und Zwingenberg noch nicht veröffentlicht sind, von ihm wie von Herrn Direktor Dr. SCHOTTLER Kartenpausen über die Verbreitung des kalkfreien Sandes auf beiden Blättern, um bei meinen Ausflügen den Einfluß des Kalkes auf die Pflanzenwelt des Bergsträßer Sandgebietes beachten zu können. Beiden Herren danke ich verbindlichst für ihr Entgegenkommen, wie für die wertvollen Anregungen und geologischen Belehrungen, mit denen sie mich stets unterstützt haben. Beide haben auch bereits in ihren Veröffentlichungen die Beziehungen zur Pflanzenwelt berührt, SCHOTTLER, indem er den Einfluß des Bodenprofils auf die Waldbäume untersuchte, DIEHL¹⁵⁾ durch Aufstellung einer Liste von Pflanzen, die im Gebiet nur auf Kalksand vorkommen.

Der Boden.

Im Bergsträßer Sandgebiet (Meereshöhe etwa 100—150 m) bildet der Sand teils ebene oder schwach geneigte Flächen, teils ist er zu stattlichen Dünen aufgehäuft. Soweit er nicht von Waldungen, hauptsächlich Kiefernwäldern, eingenommen ist, wird er landwirtschaftlich benutzt (Äcker, Weinberge,

¹²⁾ SCHENK, H. und HEYL, G., Zur Botanik. Im Odenwaldführer von Windhaus-Anthes HEYL, G., Floristisches a. d. Umgebung von Darmstadt. Südd. Apoth.-Zeitung 1902.

¹³⁾ a. a. O.

¹⁴⁾ SCHOTTLER, Der Einfluß des Bodenprofils im Flugsand d. Umgebung v. Darmstadt auf d. Gedeihen d. Waldbäume. Notizblatt d. Ver. f. Erdkunde Darmstadt, IV. Folge, Heft 34, 1913. SCHOTTLER, Die quartären Sandablagerungen d. Umgegend von Darmstadt und ihre Bodenprofile. Ebenda V. Folge, 8. Heft, 1926.

¹⁵⁾ DIEHL, O., Über die Sandböden entlang der Bergstraße. Allgem. Forst- und Jagdzeitung 1927.

Gärten, Spargelpflanzungen) und nur an wenigen und stets kleinräumigen Stellen trägt er außerhalb der Wälder eine vom Menschen ziemlich unberührte Pflanzenwelt, die den Boden fast vollkommen bedeckt. Das Grundwasser steht mit Ausnahme des nördlichsten Teiles in ihm fast überall so tief, daß es für die Pflanzen vielleicht mit einziger Ausnahme der Kiefer nicht in Betracht kommt. Quellen fehlen vollkommen. Der Alsbacher und Seeheimer Bach, sowie kleinere vom Odenwald kommende Wasserläufe versickern restlos im Sand und nur der Modau und dem Bickenbacher Bach ist der Durchbruch durch die Sandmassen gelungen. Im Westen reicht das Sandgebiet bis zu den alten vermoorten Neckarbetten.¹⁶⁾

Was die physikalischen Eigenschaften der einzelnen Sandarten anlangt, so gehen die Unterschiede, die zwischen ihnen bestehen, deutlich aus folgender Tabelle hervor. Die Angaben habe ich teils den Analysen SCHOTTLER'S entnommen, teils entstammen sie noch unveröffentlichten Analysen DIEHL'S (d—f)

alter Sand, kalkhaltig		I.	II.	III.	IV.	V.	Summe von	
		über 0,2 mm	0,2—0,1 mm	0,1—0,05 mm	0,05—0,01 mm	unter 0,01 mm	I+II	III+IV+V
Zwischen Nieder-Ram- städterstr.u.Teichschneise	a	19,5	69,7	7,4	1,3	2,1	89,2	10,8
Dünen an der Schlagschneise	b	9,2	89,0	1,1	0,3	0,4	98,2	1,8
Griesheimer Eichwäldchen	c	7,9	63,1	24,2	0,8	4,0	71,0	29,0
nördlich Bickenbach	d	30,6	63,9	3,8	0,5	1,3	94,5	5,6
junger kalkhaltiger Sand nördlich Bickenbach	e	15,2	73,6	8,1	0,6	2,5	88,8	11,2
alter kalkfreier Sand								
bei Bickenbach	f	14,8	61,6	12,3	4,3	7,0	76,4	23,6
Fundort wie a	g	27,0	60,2	6,4	1,8	4,6	87,2	12,8
Fundort wie b	h	9,9	81,1	5,2	2,0	1,8	91,0	9,0
Fundort wie c	i	4,6	57,2	23,6	4,7	9,9	61,6	38,2
Fundort wie c	k	5,4	52,1	22,7	3,2	16,6	57,5	42,5

¹⁶⁾ Von Karten empfehle ich die vom Hessischen Vermessungsamt herausgegebenen Meßtischblätter Darmstadt und Zwingenberg 1:25 000, sowie die im Hess. Staatsverlag erschienenen geologischen Bearbeitungen dieser Blätter (mit Erläuterungen). Die ersten Auflagen dieser Blätter sind vergriffen, neue sind in Bearbeitung.

Wir ersehen hieraus, daß die kalkfreien Sande, die durch die Verwitterung aus dem alten Kalksande hervorgegangen sind und diesen überlagern, vor allem durch großen Reichtum an feinen und feinsten Teilchen ausgezeichnet sind. In der untersten Zone der kalkfreien Sande, der oft mehrere Dezimeter starken sogenannten Brandlettenschicht, aus der Probe k entstammt, ist dieser am größten. Für die Pflanzenwelt sind nun gerade diese Feinteilchen von hoher Bedeutung. Sie sind es, die infolge ihrer kolloidalen Natur die Nährstoffe und das Wasser im Boden zurückhalten und in der Tat hat SCHOTTLER durch Versuche festgestellt, daß der kalkfreie Sand eine bedeutend größere wasserhaltende Kraft besitzt als der Kalksand. Die Brandlettenschicht mag an einzelnen Stellen im Gelände bei geeigneter Lagerung fast wie eine wasserundurchlässige Schicht wirken. Der alte und der junge Kalksand dürften sich physikalisch ziemlich gleich verhalten; beide stellen trockne, durchlässige Böden dar, doch gilt allgemein der junge Kalksand als ein etwas lockerer und besserer Acker- und Waldboden als der alte.

Chemisch unterscheiden sich die einzelnen Sandarten vor allem durch ihren Kalkgehalt. Im alten Kalksand hat der Kalk nicht selten Sandkörner zu krusten- oder röhrenartigen Bildungen, dem sogenannten *Beinbrech* verkittet, außerdem kommt er im alten wie im jungen Kalksand in Form von kleinen Körnchen und dünnen, über die Sandkörner gebreiteten Hüllen vor. Mit Salzsäure braust der Kalksand stark auf, der ältere mehr als der jüngere. Nach Analysen¹⁷⁾, die an der landwirtschaftlichen Versuchsstation Darmstadt ausgeführt wurden, besitzt der junge Kalksand 8,16% kohlen sauren Kalk, der alte Kalksand 10—17,3% (nach einer Analyse SCHOTTLER's sogar bis 21,3%). Dagegen enthält der kalkfreie Sand nur 0,02—0,13% CaCO_3 , er ist also praktisch als kalkfrei zu betrachten. Dies schließt natürlich nicht aus, daß er, wie DIEHL vermutet, in kolloidaler Form Kalzium in für die Pflanzen genügenden Mengen führt. Nach den Untersuchungen SCHOTTLER's sind bei der Verwitterung des alten Kalksandes, abgesehen von der Auswaschung des kohlen sauren Kalkes, sonst auffallende chemische Veränderungen nicht erfolgt. Nur ist das Eisen gelegentlich in die Tiefe gewandert und in der Brandlettenschicht des kalkfreien Sandes in Form von dunklen Zonen wieder ausgeschieden worden. Auch ist die Vermehrung der feinsten Teilchen in der Tiefe zum Teil auf Rechnung der chemischen Verwitterung zu setzen.¹⁸⁾ Vielleicht besteht aber doch ein für die Pflanzenwelt sehr wesentlicher chemischer Unterschied zwischen den kalkfreien und den kalkhaltigen Sanden. Ich vermute, daß ersterer die Nährstoffe mehr in aufgeschlossener, für die Pflanze unmittelbar verwertbarer Form enthält. Versuche darüber sind im Gange.

Da die Untersuchungen der letzten Jahrzehnte ergeben haben, daß die Pflanzenwelt in hohem Maße durch den Grad der Bodensäure beeinflusst wird, ließ ich auch einige p. H.-Bestimmungen vornehmen. Der p. H.-Wert der Kalksande ist natürlich größer als 7, sie stellen neutrale oder meist alkalische Böden dar. Der p. H.-Wert des kalkfreien Sandes schwankt (es wurden bis jetzt allerdings nur vier verschiedene Proben untersucht) zwischen 5,68 und 6,57, so

¹⁷⁾ Für die Vornahme dieser Analysen, sowie der p. H.-Bestimmungen bin ich Herrn Prof. Dr. RÖSSLER, Direktor der hessischen landwirtschaftlichen Versuchsstation Darmstadt, zu großem Danke verpflichtet.

¹⁸⁾ SCHOTTLER, Notizblatt 1913, S. 63.

daß wir in dem kalkfreien Sand also einen mäßig sauren Boden zu erblicken haben.

Der Humusgehalt des Bodens weist bedeutende Unterschiede auf. Der unbewaldete Sand ist oft ganz frei von Humus, dagegen ist im Kiefernwald auf Kalksand der Boden weithin oft einige Dezimeter tief durch neutralen Humus geschwärzt. Dieser verschwindet allerdings nach Abholzung bald vollkommen. Neutraler oder nur schwach saurer Humus findet sich auch auf kalkfreiem Sand im Kiefernwald vor, daneben kommt es hier gelegentlich zur Bildung einer dichten Rohhumusdecke, unter der der Sand durch die Humussäuren vollkommen ausgebleicht ist. Manche Waldstreifen sind auffallend humusarm. Wie mir Herr Forstrat HOFMANN in Eberstadt mitteilt, handelt es sich hierbei um Privatwäldungen, aus denen die Moos- und Streudecke regelmäßig, wenn auch nicht alljährlich entfernt wird. Solche Privatwälder finden wir überall da, wo das Wegenetz im Walde unregelmäßig ist und nicht ein regelmäßiges Schneisensystem darstellt.

Das Klima.

Was die klimatischen Bedingungen anlangt, unter denen die Pflanzen des Bergsträßer Sandgebietes leben, so werden sie durch folgende Zahlen veranschaulicht, die von benachbarten Stationen stammen und Mittelzahlen aus dem Zeitraum 1901—1920 darstellen.

	Darmstadt	Worms	Mainz	Bensheim
Jahresmittel	9,6	9,8	10,2	
Mittl. Maximum	23,2	24,2	24,0	
Absol. Maximum	36,0	36,4	37,0	
Mittl. Minimum	— 1,6	— 1,6	— 1,0	
Absol. Minimum	— 16,8	— 17,0	— 15,2	
Relat. Feuchtigkeit	79	—	76	
Bewölkung	6,5	6,7	6,6	
Mittl. Niederschlagssumme	638	534	524	714

Die mittlere Zahl der Niederschläge von $> 1,0$ mm schwankt in den Sommermonaten an allen fünf Stationen zwischen 8 und 10, die der Niederschlagstage von $> 0,1$ mm zwischen 12 und 15. Die mittlere Sonnenscheindauer bewegt sich in Darmstadt (im Mittel von 1911—1920) in den Frühlings- und Sommermonaten zwischen 140 und 233 Stunden im Monat, also zwischen

36% und 48% der möglichen Dauer (Maximum 240, Minimum 130 Monatsstunden.¹⁹⁾

Wir ersehen aus diesen Angaben, daß das Bergsträßer Sandgebiet am Rande des wärmsten und niederschlagsärmsten Teiles der oberrheinischen Tiefebene liegt. Phänologisch gehört es zur II. Zone, die IHNE²⁰⁾ unterscheidet (Frühlingseinzug vom 25.—28. April), grenzt aber unmittelbar an die erste Zone (Frühlingseinzug vom 21.—24. April) an. Dies macht es uns verständlich, daß wir hier so viele wärme- und trockenheitsliebende Pflanzen vorfinden, die in Süd- und Südosteuropa den Mittelpunkt ihrer Verbreitung besitzen. *Tragus racemosus*, ein in den Tropen und Subtropen verbreitetes Gras, hält sich auf den Sandfeldern von Eberstadt seit mehreren Jahrzehnten. An wolkenlosen windstillen Sommertagen erwärmt sich der offene Sand außerordentlich; ich maß einmal 40° C. in 2 cm Tiefe bei einer Lufttemperatur von 21°. Groß sind auch die Temperaturgegensätze zwischen Tag und Nacht auf dem offenen Sand. Im Mai 1927 erfroren die Blätter von *Oenothera* und *Juglans* an freien Stellen, während beide Pflanzen im Kiefernwald nicht unter Frost zu leiden hatten. Zwar sind die den Pflanzen zur Verfügung stehenden Regenmengen gering, doch liegen gerade in den Sommermonaten die Niederschlagssummen über dem Durchschnitt und gerade in dieser Jahreszeit spendet jeder dritte Tag ihnen Feuchtigkeit. Darum können auch so viele einjährige Pflanzen auf offenem Sandboden fortkommen, dem sie mit ihren meist nur 10—20 cm in die Tiefe gehenden, aber weit verzweigten Wurzeln das Wasser entnehmen.

Die Pflanzengesellschaften.

Zwei natürliche Pflanzengesellschaften treffen wir im Bergsträßer Sandgebiet an. Einmal die des unbewaldeten Sandes und dann die des Kiefernwaldes.

Die Gesellschaft des unbewaldeten Sandes zeigte sich bis vor etwa einem Jahrzehnt am schönsten ausgeprägt auf den Dünen bei Eberstadt²¹⁾ nördlich der Pflegeanstalt. Heute ist sie hier durch Bebauung, Verunkrautung usw. sehr beeinträchtigt. Auch die Pflanzenwelt der durch die Schilderung JÄNNIKES²²⁾ bekannt gewordenen Düne an den Pflungstädter Torfgruben (am Stallbergsgrund) hat durch Anlage von Sandgruben und Aufforstung sehr gelitten. Einigermaßen gut entwickelt zeigt sich die Gesellschaft noch auf den Dünen um Bickenbach, an den Seeheimer Weiherwiesen und westlich des Bahnhofs Hähnlein. Jedoch tritt sie selbst hier immer nur in Bruchstücken auf (Assoziationsfragmenten), so daß infolge der Kleinräumigkeit und zufälliger Umstände nirgends alle bezeich-

¹⁹⁾ Ausführliche Angaben finden sich im Anhang zum Hess. Meteorol. Jahrbuch für 1919/1920, Darmstadt 1926, und in dem Buch „Die Rheinweine Hessens, Mainz 1927. Den Hinweis hierauf verdanke ich Herrn Prof. FISCHER-Darmstadt.

²⁰⁾ IHNE, E., Phänologische Karte des Frühlingseinzugs im Großherzogtum Hessen 1911; auch abgedruckt in WALTER, H., Einführung in die allgemeine Pflanzengeographie Deutschlands. Jena 1927.

²¹⁾ WALTER, Einführung in die allgemeine Pflanzengeographie Deutschlands, Jena 1927, bringt auf Seite 66 eine Photographie der Sandflora von Eberstadt (Aufnahme H. SCHENCK).

²²⁾ JÄNNIKE, a. a. O., Seite 93 Anm. 2; auch angeführt von SCHENCK-HEYL, Zur Botanik.

nenden Arten vertreten sind. Auch haben wir es an allen Stellen wohl nicht mit ursprünglich freien Sandflächen zu tun, sondern mit ehemaligen Weiden oder mit Kulturland, das man aber seiner geringen Ergiebigkeit wegen brach liegen ließ.

Wenn man von dem gelegentlichen Vorkommen einzelner Krüppelkiefern absieht, setzt sich die Gesellschaft ganz aus lichtbedürftigen xerophytischen Zwergsträuchern, Gräsern, Kräutern (im Sinne von Dr. RIETZ²³), Moosen und Flechten zusammen. Bei der Besiedlung freier Sandflächen in Sandgruben, auf Brachäckern oder Kahlschlägen, erscheinen neben Moosen (*Thuidium abietinum*, *Bryum* sp., *Ceratodon purpureus*, *Tortula ruralis*, *Racomitrium caescens*, *Hypnum rugosum*, *Camptothecium lutescens* u. a.) verschiedene Unkräuter (*Senecio*-Arten, *Erigeron canadense*, *Convolvulus arvensis*, *Polygonum Convolvulus*), die sich aber meist nicht lange halten, und von bezeichnenden Vertretern der Gesellschaft *Sedum*, *Thymus* und *Gramineen*. Während die Moose immer ausgedehntere Polster und Filze bilden, gewinnen auch die Blütenpflanzen mehr und mehr an Boden und dazu stellen sich die Flechten (z. B. *Cornicularia aculeata*, *Cladonia alcicornis*, *cariosa*, *Peltigera rufescens*) ein. Jahrzehntlang zeigt dann die Gesellschaft die aus der Liste ersichtliche Zusammensetzung. Im Winter und im ersten Frühling wird ihr Aussehen vor allem durch die verschiedenen, oft ins Gelbe schillernden grünen Farbtöne der Moose bestimmt. Vom März bis zum Spätherbst hört das Blühen in ihr nicht auf. Am schönsten ist sie einmal, wenn das leuchtende Gold der Mauerpfefferblüten weithin strahlt und dann wenn der Quendel in Vollblüte steht und mit ihm Nachtkerze und Natterkopf, Nelken und Sommerwurzarten, am eigenartigsten, wenn die langen Grannen des Federgrases im Winde schaukeln.

Drei Schichten sind in ihr deutlich unterscheidbar. Über der aus Moosen und Flechten gebildeten Bodenschicht erhebt sich die untere Feldschicht der Zwergsträucher, Kräuter und Gräser (*Sedum*, *Thymus*, *Helianthemum*, *Festuca* usw.), die wiederum überragt wird von den Hochstauden und Hochgräsern (*Artemisia campestris*, *Euphorbia*, *Stipa*). Kann sich die Gesellschaft ungestört weiterentwickeln — dies ist allerdings nur selten der Fall, da die meisten Dünen als Spiel- oder Sportplätze oder zum Ablagern von Schutt usw. benutzt werden —, so gewinnt das Federgras immer mehr die Oberhand. Seine dichten Horste unterdrücken die Moose und Flechten ganz und lassen nur einige kräftige Stauden (*Artemisia campestris*) zwischen sich gedeihen.²⁴

Die Kiefer ist im Gebiet wohl seit der Postglazialzeit heimisch. Bereits im Jahre 917 ist im Codex Lauresheimensis²⁵) aus der Gegend von Viernheim ein „piceum nemus“ erwähnt.²⁶) Es kann sich hierbei nur um ein Kieferngehölz handeln, sicherlich bildete die Kiefer schon damals auch in unsrem Gebiete Waldungen. Heute bedecken diese weitaus den größten Teil

²³) DU RIETZ, Zur methodologischen Grundlage der modernen Pflanzensoziologie, Upsala 1921; angeführt in E. KAISER, Die Pflanzenwelt d. Henneberg-Fränkischen Muschelkalkgebiets, Dahlem 1926.

²⁴) Photographien der Gesellschaft (allerdings aus dem Mainzer Sand) in dem schönen Aufsatz von E. MANNHEIMER, Ein rheinisches Steppengebiet. Natur XII, 5 u. 6 (1920).

²⁵) Codex Lauresheimensis Nr. 65, Seite 115.

²⁶) In einem alten Moorprofil aus der Gegend von Mannheim, das dem Anfang der Kiefernperiode zuzurechnen ist, hat PETER STARK (Berichte der Deutschen Bot. Ges. 1926, Heft 4, Seite 373) die Kiefer als vorherrschenden Baum nachgewiesen. Ob sich die Kiefer auch in der folgenden feuchten atlantischen Phase hier gehalten hat, darüber ist noch

des Gebietes, soweit es nicht landwirtschaftlich benutzt wird. Zwischen Bickenbach und Eberstadt dehnt sich die Bickenbacher Tanne aus, nördlich hiervon, durch einen zum Teil sehr schmalen waldlosen Streifen an der Modau davon getrennt die Eberstädter und Darmstädter Tanne. Einige kleinere Kiefernbestände finden sich südlich von Bickenbach (Höhsand, Hufelandsches Wäldchen, Rother Bildstock). In der Gegend von Darmstadt hat man die Kiefer, um bessere Humusverhältnisse zu erzielen, vielfach mit Laubhölzern, besonders Rotbuchen unterbaut, aus denen an manchen Stellen schon Mischwälder und reine Buchenbestände hervorgegangen sind. In unbedeutenden Mengen sind Fichten, ausländische Nadelhölzer, Pappeln, Ahorn, Birke, Eiche, Linde und Walnuß in den Kiefernwäldern angepflanzt, gelegentlich auch einmal wie südlich des Rothen Bildstocks die Lärche. Die Robinie trifft man oft in Randgehölzen.

Unabhängig von Anpflanzungen durch den Menschen vermag die Kiefer im Sandgebiet auch heute auf offenem Sand, besonders auf kalkfreiem Sand Gebiet zu gewinnen, wie man am Kiefernflug auf brachliegenden Äckern, Eisenbahneinschnitten usw. erkennen kann. Wesentlich ungünstiger für die Kiefer ist der Kalksand. Die Kiefernplantagen leiden hier außerordentlich unter der Trockenheit, auch trifft man auf Kalksand stets nur geringen Kiefernflug an und von alten Kiefern nur einzelne krüppelhafte Exemplare. Immerhin dürfte die Kiefer unter natürlichen Bedingungen im Laufe längerer Zeiten auch das gesamte Gebiet des Kalksandes zu erobern imstande sein.

Unsre Kiefernwälder sind als einförmig verschrien. Bis zu einem gewissen Grad mag das zugestanden werden, trotzdem fehlt es nicht an abwechslungsreichen und zum Teil ganz reizvollen Bildern in ihnen. Schon der Wechsel der verschieden alten Kiefernschläge von der Jungpflanzung bis zum mächtigen Hochwald bietet des Interessanten genug. Von eigenartiger, weiten Kreisen ganz unbekannter Schönheit sind die Kiefernwälder in dem Dünengebiet der Bickenbacher Tanne östlich des Bahnwärterhauses am Jungenheimer Weg. Reich und mannigfaltig ist auch der Unterwuchs in den Kiefernwäldern. Hier bedeckt der Adlerfarn mit seinen meterhohen Wedeln große Flächen, dort breitet sich das Heidekraut in ganzen Beständen aus, dort die Brombeere oder das Waldschilf und nördlich von Eberstadt kommt dann noch der Besenstrauch mit seinen goldnen Blütensträuchern hinzu. Wo sich ein dichter Moosteppeich im Kiefernwald ausbreitet, sind eine Reihe anmutiger Pflanzengestalten, Orchideen und Wintergrünarten, in ihn eingestreut. Leider werden einige unter diesen, vor allem das doldige Wintergrün und das rote Waldvögelein geschäftsmäßig ausgebeutet. Gerade die letzte Pflanze kommt in Darmstadt in solchen Mengen in den Handel, daß ein Verbot des Pflückens und des Verkaufs unbedingt notwendig ist, wenn nicht unsre Kiefernwälder an einer ihrer schönsten Zierden verarmen sollen.

nichts bekannt, da den dieser Zeit entstammenden Mannheimer Schichten bestimmbar pflanzliche Überreste fehlen und weitere Mooruntersuchungen in unserer Gegend noch nicht vorgenommen wurden. Wenn EBERTS in seinem Aufsatz „Anbau der Kiefer in Hessen (Zeitschr. f. Forst- u. Jagdwesen 1901) aus der Tatsache, daß man in diluvialen Tonen der Mainebene in 2 m Tiefe Kiefernzapfen gefunden hat, den Schluß zieht, daß die Kiefer hier seit undenklichen Zeiten heimisch gewesen sei, so beweist der Fund, so bemerkenswert er auch ist, so lange nichts, als die Altersverhältnisse der Tone nicht genau festgestellt sind.

Die Pflanzengesellschaften und der Kalk.

Um festzustellen, in welcher Weise der Kalkgehalt des Sandes auf die Ausbildung beider Formationen einwirkt, habe ich im letzten Sommer den Pflanzenbestand in beiden Gesellschaften an zahlreichen Stellen auf Kalksand und kalkfreiem Sand öfter aufgenommen. Auf freiem Sand habe ich auf verschiedenen Dünen mehrere (womöglich zehn) Einheitsflächen von je 1 qm untersucht, indem ich dabei stets auch den Deckungsgrad nach der HULT-SERNANDER'schen Skala²⁷⁾ vermerkte. Im Kiefernwald wählte ich größere Flächen von je nach dem Bestand wechselndem Umfang und begnügte mich auch öfter mit bloßen Schätzungen. Aus den Listen ist ohne weiteres zu ersehen, welche Arten auf Kalksand und kalkfreiem Sand vorkommen, welche die eine der beiden Bodenarten bevorzugen oder auf sie beschränkt sind. Die Listen beruhen ganz auf eignen Beobachtungen, die zum Teil aus früheren Jahren, in der Hauptsache aber aus dem vergangenen Jahre stammen. Ich habe versucht, die Angaben in der Literatur und die des Darmstädter Herbars zur Ergänzung heranzuziehen, doch erwies sich dies als unmöglich, da die Fundorte nirgends genau genug angegeben sind. Arten, die in der Literatur als bei uns kalkstete oder kalkholde Pflanzen gelten, diese Begriffe sind ja sehr schwankend, sind mit K bezeichnet, Kalkflüchter mit O. Ich stützte mich dabei besonders auf die ausgezeichnete Flora von HEGI, habe daneben aber auch noch andere Werke herangezogen.²⁸⁾

In bezug auf die Pflanzen des ersten Frühlings sind die Listen unvollständig, auch sind schwierige Gattungen (*Carex*, *Viola*, *Hieracium*) noch nicht darin enthalten und ebensowenig die niederen Sporenpflanzen. Ich bin mir bewußt, daß es in unserem Gelände unmöglich ist, die Beziehungen der einzelnen Arten zum Kalk rein zu erfassen, da Kalkfreiheit bei uns immer mit günstigeren Wasserverhältnissen, Kalk mit Bodentrockenheit gekoppelt ist, da ferner im Kiefernwald die wechselnde Humusdecke störend einwirkt. Es kam mir zunächst im wesentlichen darauf an, die Tatsachen, so wie sie in der Natur gegeben sind, zu sammeln, um festzustellen, ob und in welcher Weise die Gesellschaften in Untertypen sich gliedern und ob sich sichere Weiser für Kalksand und kalkfreien Sand gewinnen lassen. Von der eingehenden Schilderung ökologischer Verhältnisse sehe ich in dieser vorläufigen Mitteilung ab.

a) Die Gesellschaft des unbewaldeten Sandes.

Die Aufnahmen A—I der folgenden Liste zeigen die Zusammensetzung der Gesellschaft auf Kalksand. Sie entstammen von folgenden Stellen: A: Stallberggrund an den Pfungstädter Torfgruben. B: Hähnlein, Südrand des Hufelandschen Wäldchens. C: Hähnlein, Nordrand des Hardtgrundes. D: Ebenda, Südrand. E: Bickenbach, Leichtböhl am Bahnhof Alsbach. F: Bickenbach, zwischen Dorf und Wald an der Straße nach Eberstadt.

²⁷⁾ V bedeutet, daß die Art $\frac{1}{2}$ —1 der Untersuchungsfläche bedeckt; IV: $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{2}$; III: $\frac{1}{8}$ — $\frac{1}{4}$; II: $\frac{1}{16}$ — $\frac{1}{8}$; I < $\frac{1}{16}$; vereinzelt Vorkommen sind durch ein Pluszeichen (+) angedeutet.

²⁸⁾ z. B. HALLIER, Flora von Deutschland; v. LINSTOW, Die natürliche Anreicherung von Metallsalzen, Dahlem 1924; WALTER, Einführung in die allgemeine Pflanzengeographie Deutschlands, Jena 1927; EICHINGER, Die Unkrautpflanzen des kalkarmen Bodens, Berlin 1927 u. a.

G: Hähnlein, westlich des Seebchens. H: Eberstadt, nördlich der Pflegeanstalt. I: Seeheim, Weiherwiese westlich des Dorfes.

Von kalkfreiem Sand stammen die Aufnahmen K 1—6 (westlicher Waldrand der Bickenbacher Tanne). K 7 ist zum Vergleich beigegeben und entstammt dem Weiterstädter Exerzierplatz. Die Aufnahmen K bedürfen der Ergänzung durch Aufnahmen aus der Gegend von Lorsch, Lampertheim oder nördlich von Darmstadt. Im Gebiet steht der kalkfreie Sand, wo er unbewaldet ist, stets unter Kultur und nur an den wenigen Stellen, von denen die Aufnahmen stammen, lassen sich Bruchstücke der natürlichen Gesellschaft feststellen.

Die arabischen Ziffern von A—E geben an, in wieviel von 10 Quadraten (je 1 qm) die Art vorkam. Von F—K besitze ich weniger Quadrataufnahmen, ein Pluszeichen (+) gibt das Vorkommen der Art an der betreffenden Stelle an. Die römischen Ziffern bezeichnen den Deckungsgrad.

Die für die Ausbildung der Gesellschaft auf Kalksand und kalkfreiem Sand maßgebenden Arten²⁹⁾ sind in den auf I und K 7 folgenden Säulen der Liste angegeben. Die Arten, die in mindestens der Hälfte aller Aufnahmen vorkommen, die Konstanten BROCKMANN'S, sind mit k bezeichnet, die, welche noch in mindestens einem Viertel der Aufnahmen vorkommen, die Akzessorischen, mit a.

(Tabelle siehe nächste Seite.)

Gelegentlich kommen noch vor:

1. Auf Kalksand wie auf kalkfreiem Sand: *Achillea millefolium*, *Asparagus officinalis*, K *Carlina vulgaris*, *Calamagrostis Epigeios*, O *Calamintha acinos*, *Cerastium arvense*, *triviale*, *semidecandrum*, *Convolvulus arvensis*, *Cynodon dactylon*, *Draba verna*, *Erigeron acre*, *Erodium Cicutarium*, O *Herniaria glabra*, O *Myosotis stricta*, *Phleum Böhmeri*, *Potentilla incana*, K *Saxifraga tridactylites*, *Sedum maximum*, *Setaria viridis*, *Veronica praecox*, *Verbascum div. sp.*, *Avena pubescens*.

2. Nur auf Kalksand: *Allium sphaerocephalum*, K *Ajuga chamaepitys*, *Asperula cynanchica*, *Brachypodium pinnatum*, *Crepis virens*, K *Poa compressa*, K *Salvia pratensis*, K *Scabiosa suaveolens*, *Viola arenaria*.³⁰⁾

3. Nur auf kalkfreiem Sand: O *Aira caryophyllea*, O *Armeria vulgaris*, O *Berteroa incana*, *Campanula rotundifolia*, O *Chamaegrostis minima*, *Daucus Carota*, K *Malva Alcea*, *Melandrium album*, *Polygonum convolvulus*, O *Scleranthus annuus*, O *Senecio viscosus*, *Silene inflata*, *Stenactis annua*, O *Trifolium procumbens*, O *Teesdalia nudicaulis*.

Hierbei sind nur Arten angeführt, die ich mehrfach festgestellt habe. Von Seltenheiten kommen *Alsine Jacquini*, K *Anemone Pulsatilla*, *Aristolochia Clematitis*, K *Euphrasia lutea*, K *Linum perenne* nur auf Kalksand vor.

Das Bild, das wir durch die Aufnahmen von der Gesellschaft des unbewaldeten Sandes bekommen, wird zwar sicherlich durch weitere Beobachtungen

²⁹⁾ Siehe E. RÜBEL, Geobotanische Untersuchungsmethoden, Berlin 1922, Seite 222.

³⁰⁾ Hinzukommt sicher noch *Stipa pennata*, die im Gebiete vorkommt, die ich aber selbst noch nicht beobachtet habe. Nach HANSTEIN, Verbreitung und Wachstum der Pflanzen 1859, ist die Pflanze nicht selten, es wird ihr aber von der Bevölkerung sehr nachgestellt („Jungferngras“).

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	K								
										1	2	3	4	5	6	7		
<i>Cladonia</i> sp.	10 II	7 I	5 I		3 I		+	+	+	k	II	V						a
<i>Cetraria</i> u. <i>Parmelia</i> sp.	7 I	8 I	2 I	6 II	1 I		+I		+II	k								
Laubmoose	9 III	10 III	10 III	8 II	9 III	+III	+	+III	+III	k	IV	IV					III	a
<i>Helianthemum vulgare</i>	1 I						+I	+	+II	a	+							
K <i>H. Fumana</i>		2 I	2 I	8 I	4 I	+I		+	+	k								
K <i>Ononis repens</i>		1 I	6 I	2 I	3 I		+I			k								
<i>Stipa capillata</i>	7 I				3 I		+II		+I	a	+						+	a
K <i>Poa badensis</i>	7 I	5 I	7 I	10 I	9 I		+I	+	+I	k								
<i>Koeleria glauca</i>	5 I	10 I	9 I	10 I	8 I	+I	+II	+I	+	k							+	
<i>Bromus tectorum</i>	4 I	8 I	8 I	8 I	5 I	+I	+I	+	+	k			+					
<i>Festuca ovina</i>	6 I		7 I		3 I		+I	+II	+	k				+	+			a
<i>Weingärtner. canescens</i>	3 I	9 I	6 I	5 I	5 I	+I	+I	+I	+	k	III		+	+			III	k
<i>Agrostis vulgaris</i>											+						+	a
<i>Dactylis glomerata</i>												+					+	a
O <i>Jasione montana</i>												+	+	+			+	a
<i>Hieracium pilosella</i>											II	III	+		+			k
<i>Artemisia campestris</i>	1 I		7 II	6 I	7 I	+I	+I		+I	k	+			+	+		+	k
<i>Jurinea cyanoides</i>	2 I		2 I	+	3 I	+		+I	+	k								
O <i>Helichrysum arenarium</i>	1 I		2 I		2 I		+II	+II	+	k	+	+	+	+			II	k
<i>Erigeron canadense</i>		3							+	a				+			+	a
<i>Thymus Serpyllum</i>	9 II	9 II	6 II		7 II	+I	+	+II	+III	k	III	+	+	+	+		+	k
K <i>Stachys recta</i>			1	+		+		+	+	k								
<i>Orobanch</i> div. sp.			3	3	3	+		+	+	k								
<i>Echium vulgare</i>	1 I	1 I	3 I	1 I				+	+	k	+				+			a
<i>Oenothera biennis</i>	3 I	7 I	3 I	2 I			+I		+	k	+	+		+		+		k
<i>Salsola Kali</i>				1	2 I			+	+	a								
<i>Plantago arenaria</i>					1			+		a								
O <i>Calluna vulgaris</i>												+	+					a
O <i>Scleranthus perennis</i>											+	+		+		+		k
<i>Kochia arenaria</i>	+			1 I	7	+		+		k								
O <i>Rumex acetosella</i>		4	1 I					+		a	+		IV	+	+			k
<i>Dianthus Carthusian.</i>	3 I				1 I			+	+I	a					+		+	a
<i>Dianthus prolifer</i>				1 I	1		+			a	+						+	a
<i>Silene Otites</i>	2 I		2 I	2 I	1 I	+I	+I	+	+	k			+					
<i>Silene conica</i>			1		3	+		+	+	k								
<i>Arenaria serpyllifolia</i>	5	6	3	6	1	+I	+I	+	+	k			+					
<i>Holosteum umbellatum</i>		8	6		7	+				a	+							
K <i>Medicago falcata</i>	2 I		3 I	6 I	3 I		+	+	+I	k	+		+				+	a
<i>M. minima</i>		3	2 I		5	+I	+I	+	+	k								
O <i>Trifolium arvense</i>							+I	+	+	a	+	+		+		+	+	k
K <i>Euphorbia Gerardiana</i>			5 I	6 II	9 II	+	+	+I	+	k								
<i>E. Cyparissias</i>	1 I		3 I	6 I			+	+I	+	k			+		+	+	+	k
K <i>Alyssum montanum</i>	10 I		10 I	8 I	9 I	+	+	+I		k								
<i>Sedum acre</i>		9 II	3 I	2 I	2 I	+II	+	+I	+	k					+	II		a
K <i>Nigella arvensis</i>			2	+	2	+		+		k								
<i>Hypericum perforatum</i>	1 I	6	2	+				+	+	k			+	+	+	+	+	k
O <i>Potentilla argentea</i>											+	+			+	+		k
O <i>Ornithopus perpusillus</i>												+			+			a

in Einzelheiten wesentliche Änderungen erfahren, doch zeigt es sich klar, daß sich zwei Untertypen der Gesellschaft deutlich unterscheiden lassen, einmal der des Kalksand und dann der des kalkfreien Sandes. In beiden Typen treten folgende Blütenpflanzen als maßgebende Arten auf: *Stipa capillata* (nur akzessorisch, bei natürlicher Entwicklung der Gesellschaft aber sicher konstant), *Festuca ovina*, *Weingärtneria canescens*, *Artemisia campestris*, O *Helichrysum arenarium*, *Thymus Serpyllum*, *Echium vulgare*, *Oenothera biennis*, O *Rumex acetosella*, *Dianthus Carthusianorum*, *Dianthus prolifer*, *Silene Otites*, K *Medicago falcata*, O *Trifolium arvense*, *Euphorbia Cyparissias*, *Sedum acre*, *Hyperium perforatum*, wozu noch einige der unter 1 angeführten Arten kommen dürften. Auffallend ist dabei, daß die als Kalkflüchter geltenden Arten (*Helichrysum*, *Rumex*, *Trifolium*) sich so häufig auch auf Kalksand finden, wenn sie auch bei uns den kalkfreien Sand entschieden bevorzugen, während die Kalkpflanze *Medicago falcata* auch auf kalkfreiem Sand wenn auch nur akzessorisch auftritt.³¹⁾ Mediterran-pontisch sind nur *Stipa capillata*, *Dianthus prolifer* und *Helichrysum arenarium*.

Der Untertyp des Kalksand ist vor allem durch eine größere Zahl pontisch-mediterraner Elemente, meistens sind es kalkliebende Arten, gut gekennzeichnet. Sie treten entweder als maßgebende Arten in ihm auf, die, wenn sie nicht auf ihn beschränkt sind, ihn doch stark bevorzugen oder es sind seltene, aber diesem Typ getreue Arten. Es sind dies K *Helianthemum Fumana*, *Jurinea cyanoides*, K *Stachys recta*, *Orobanche* sp., *Kochia arenaria*, *Silene conica*, *Medicago minima*, *Euphorbia Gerardiana*, K *Nigella arvensis*, K *Linum perenne*, K *Euphrasia lutea*, K *Alyssum montanum*, K *Anemone Pulsatilla*, *Alsine Jacquini*, *Koeleria glauca*, *Scabiosa suaveolens*. Der Untertyp ist mit der die Odenwaldhänge besiedelnden Steppenheide nahe verwandt. *Stachys recta*, *Euphrasia lutea*, *Anemone Pulsatilla*, *Scabiosa suaveolens* sind beiden Gesellschaften gemeinsam. *Linum perenne* wird in der Steppenheide durch *Linum tenuifolium* ersetzt.

Unter den für den Untertyp des kalkfreien Sandes allein maßgebender Arten befindet sich keine einzige pontisch-mediterrane Pflanze, dagegen sind die subatlantischen Elemente *Chamaegrostis minima* und *Ornithopus perpusillus* auf diesen Untertyp beschränkt, wozu sich noch eine Anzahl kalkflüchtender Pflanzen gesellen (*Jasione*, *Scleranthus*, *Potentilla argentea* usw.). Der Untertyp des kalkfreien Sandes zeigt nahe Verwandtschaft zur Weingärtneria-Heide GRAEBNER's.³²⁾

Als gute Bodenweiser sind für den unbewaldeten Sand folgende Pflanzen geeignet:

a) Für Kalksand: Die Berg-Steinkresse (*Alyssum montanum*³³⁾, die Gerards-Wolfsmilch (*Euphorbia Gerardiana*), das badische Rispengras (*Poa badensis*). Alle drei Pflanzen sind auch im Winter leicht kenntlich, die erste an den immergrünen, grauen Blättern, die zweite an den abgestorbenen Teilen, die dritte an den relativ breiten, knorpeligen, auch im Winter grünen Blättern.

b) Für kalkfreien Sand: Das Silber-Fingerkraut (*Potentilla argentea*), die Knauelarten (*Scleranthus*), das Heilkraut (*Jasione montana*).

31) Ähnliche Feststellungen hat u. a. KRAUS in der Gegend von Würzburg gemacht.

32) GRAEBNER, P., Die Heide Norddeutschlands, Leipzig 1901, Seite 261.

33) Bereits von DIEHL angegeben (a. a. O., Seite 397).

b) Die Kieferngesellschaft.

Die Kieferngesellschaft habe ich auf Kalksand wie auf kalkfreiem Sand je an zwölf verschiedenen Stellen aufgenommen. Da sie aber durch den in den verschiedenen Schlägen herrschenden Belichtungsgrad in ihrer Ausbildung derartig beeinflusst wird, daß sie nur selten in schöner Entwicklung erscheint, begnüge ich mich damit, aus den Aufnahmen die maßgebenden Arten zusammenzustellen. Die Zahl der Aufnahmen ist zu gering, um alle maßgebenden Arten zu erfassen, insbesondere ist auch ihre Gliederung in Konstante und Akzessorische nur als eine ganz vorläufige zu betrachten, sie genügt aber, um zu zeigen, daß auch die Kieferngesellschaft in die beiden Untertypen des Kalksand und des kalkfreien Sandes zerfällt.

1. In beiden Typen treten folgende Pflanzen als maßgebende Arten auf. Die Zahlen geben an, in wieviel von zwölf Aufnahmen jede festgestellt ist, wobei die erste Zahl für den Untertyp auf Kalksand, die zweite für den auf kalkfreiem Sand gilt: *Calamagrostis Epigeios* 5/9, *Campanula rotundifolia* 3/9, *Euphorbia Cyparissias* 5/9, *Fragaria vesca* 3/5, *Hieracium pilosella* 4/9, *Pimpinella Saxifraga* 3/4, *Rubus* sp. 3/5, *Thymus Serpyllum* 6/6.

2. Öfter auftretende Glieder der Kieferngesellschaft auf Kalksand wie auf kalkfreiem Sand sind noch die folgenden Pflanzen³⁴⁾: *Achillea millefolium*, *Agrimonia Eupatorium*, *Ajuga genevensis*, *Arrhenaterum elatius*, *Anthoxanthum odoratum*, *Artemisia campestris*, *Asparagus officinalis*, *Berberis vulgaris*, *Carduus nutans*, *Carlina vulgaris*, *Crataegus* sp., *Clinopodium vulgare*, *Centaurea Scabiosa* und *maculosa*, *Convallaria majalis*, *Cynoglossum vulgare*, *Cornus sanguinea*, *Dianthus Carthusianorum*, *Echium vulgare*, *Equisetum ramosissimum*, *Erigeron acre*, *Evonymus europaeus*, *Festuca ovina*, *Galium verum* und *silvaticum*, *Genista pilosa*, *Gnaphalium silvaticum*, *Helichrysum arenarium*, *Helianthemum vulgare*, *Hypericum perforatum*, *Hypochoeris radicata*, *Leontodon autumnalis*, *Luzula campestris*, *Melandrium album*, *Monotropa Hypopitys*, *Pastinaca sativa*, *Peucedanum Oreoselinum*, *Phleum Boehmeri*, *Picris hieracioides*, *Poa trivialis*, *Polygala vulgaris*, *Polygonatum officinale*, *Sambucus nigra*, *Sedum acre*, *Senecio Jacobaea*, *Silene inflata*, *nutans*, *Otites*, *Solidago virga aurea*, *Stipa capillata*, *Taraxacum glaucescens*, *Trifolium medium*, *Tragopogon* sp., *Verbascum* div. sp., *Veronica officinalis*, *chamaedrys*, *prostrata*, *Weingärtneria canescens*, *Avena pubescens*.

Unter diesen zählen wahrscheinlich *Festuca ovina*, *Hypericum perforatum*, *Galium verum*, *Monotropa Hypopitys*, *Luzula campestris*, *Picris hieracioides*, *Asparagus officinalis* und *Echium vulgare* zu den maßgebenden Arten.

Den Kalksand scheinen zu bevorzugen: *Stipa*, *Peucedanum*, *Convallaria*, *Centaurea maculosa*; den kalkfreien Sand *Genista pilosa* und *Anthoxanthum*.

3. Für den Kalksand allein sind maßgebend: K *Anemone silvestris* 5, K *Astragalus glycyphyllos* 5, K *Berberis vulgaris* 4, *Brachypodium pinnatum* 6, K *Carlina vulgaris* 5, *Cephalanthera rubra* 7, K *Coronilla varia* 3, *Crataegus* sp. 3, *Epipactis rubiginosa* 9, K *Gentiana cruciata* 3, *Geranium sanguineum* 3, *Gnaphalium dioicum* 3, *Hypericum perforatum* 3, *Juniperus communis* 6, K *Ligustrum vulgare* 4, *Picris hieracioides* 3, K *Pirola chlorantha* 5, K se-

³⁴⁾ Nur einmal beobachtete Arten sind in den Listen nicht aufgenommen. Von Moosen, die im Kiefernwald in dichten Filzen und Polstern auftreten, sind *Hypnum Schreberi* und *purum*, *Hylocomium splendens*, *Dicranum* und *Polytrichum*-Arten zu nennen.

cunda 4, *umbellata* 5, *uniflora* 6, K *Poterium Sanguisorba* 4, K *Prunella grandiflora* 5, *Solidago virga aurea* 4, K *Scabiosa suaveolens* 4, K *Trifolium alpestre* 3.

4. Auf Kalksand beschränkt sind folgende Arten: K *Anemone Pulsatilla*, K *Anthyllis vulneraria*, K *Anthericum ramosum*, K *Asperula cynanchica*, K *Betonica officinalis*, *Calamintha Acinos*, *Cirsium acaule*, *Cotoneaster vulgaris*, *Cynanchum Vincetoxicum*, *Euphrasia officinalis*, *Galium silvestre*, K *Gentiana ciliata*³⁵⁾, *Goodyera repens*, K *Gymnadenia conopea*, K *Hippocrepis comosa*, K *Inula Conyza*, K *Jurinea cyanoides*, *Linaria vulgaris*, *Linum catharticum*, K *Lonicera Xylosteum*, *Lotus corniculatus*, K *Melica nutans*, *Platanthera bifolia*, *Potentilla* sp., K *Rubus saxatilis*, *Salvia pratensis*, *Sedum reflexum*, K *Teucrium Botrys*.

5. Auf kalkfreiem Sand treten als maßgebende Arten auf: O *Aira flexuosa* 9, *Agrostis vulgaris* 7, *Anthoxanthum odoratum* 7, O *Calluna vulgaris* 9, *Festuca ovina* 4, *Galium verum* 5, *Holcus lanatus* 5, *Jasione montana* 4, *Sarothamnus vulgaris* 4, *Teucrium Scorodonia* 7.

6. Außerdem kommen nur auf kalkfreiem Sand vor: *Aspidium filix mas* und *spinulosum*, *Brachypodium silvaticum*, *Briza media*, *Bromus asper*, *Campanula persicifolia*, *Cytisus sagittalis*, O *Dianthus deltoides*, *Epilobium angustifolium*, *Eryngium campestre*, *Molinia coerulea*, *Majanthemum bifolium*, O *Ornithopus perpusillus*, O *Orobus tuberosus*, *Polygonum Convolvulus*, *Polypodium vulgare*, *Rubus Idaeus*, *Scrofularia nodosa*, O *Teesdalia nudicaulis*, O *Trifolium procumbens*, *Triodia decumbens*, *Tussilago Farfara*, O *Vaccinium Myrtillus*³⁶⁾, *Valeriana officinalis*, *Viola tricolor forma*.³⁷⁾

Vorstehende Listen zeigen, daß sich an der Zusammensetzung der Kiefernwaldgesellschaft einmal zahlreiche Arten der Gesellschaft des offenen Sandes beteiligen und dann eine Reihe von Pflanzen, die ich vorläufig als Kiefernbegleiter zusammenfasse. Während erstere besonders am Waldrande und an lichten Waldstellen wachsen, lieben die Kiefernbegleiter neben dem Humus gerade das durch das Schirmdach der Kiefer gedämpfte Licht. Selten wagen sich einige unter ihnen (*Campanula rotundifolia*, *Silene inflata*, *Calamagrostis Epigeios*³⁸⁾ *Hieracium Pilosella* usw.) auch aus dem Walde heraus, besiedeln

³⁵⁾ Es ist demnach nicht richtig, wenn HEGI von *Gentiana ciliata* bemerkt: Auf sandigen Böden fehlt die Art gänzlich.

³⁶⁾ Die Heidelbeere kommt auffallend selten im Gebiete vor. Von Moosen ist *Leucobryum glaucum* auf kalkfreiem Sand beschränkt, vielleicht auch bestimmte *Dicranum*-Arten.

³⁷⁾ Von den Pflanzen, die JÄNNIKE (a. a. O. Seite 96 u. f.) von Bickenbach anführt, und anderen seltenen Pflanzen der Bickenbacher Tanne habe ich *Fragaria collina*, *Thalictrum Schultzii* und *galioides* (DOSCH und SCRIBA, Flora von Hessen, S. 492), *Laserpitium pruthenicum* (S. 396), *Lycopodium complanatum* (ebenda S. 27) bis jetzt nicht gefunden. *Sedum reflexum* ist im Sandgebiet nicht häufig, *Centaurea maculosa* ist zwar nicht selten, aber doch nicht gerade „massenhaft“ wie JÄNNIKE angibt. *Aster Amellus* kam nach einer freundlichen Mitteilung des Herrn Geheimrat HEYL früher bei Darmstadt und Eberstadt im Sandgebiet vor, scheint aber jetzt hier ausgerottet zu sein. An den Odenwaldhängen kommt die Pflanze heute noch zusammen mit den gleichfalls pontischen *Aster Linosyris*, *Inula hirta* und *Asperula galioides* nicht selten vor. BORCKHAUSEN gibt die heute auf Rheinhessen beschränkte *Adonis vernalis* auch von den Weinbergen der Bergstraße an (BORCKHAUSEN, S. 23). Von Pilzen scheint der Steinpilz (*Boletus edulis*) den kalkfreien Sand zu bevorzugen.

³⁸⁾ Das „Waldschilf“ bildet besonders in Jungpflanzungen und Lichtungen große Bestände. Der Ausbreitung dieses unangenehmen Waldunkrautes sucht man durch Anbau von Kartoffeln zwischen den jungen Kiefern und öfteres Behacken des Bodens entgegenzuarbeiten. Es verschwindet erst im Schatten des Kiefernstangenholzes.

dann aber vorzüglich den feuchten kalkfreien Sand. Bemerkenswert ist auch, daß das Heidekraut sowie *Juniperus* bei uns sich ebenso wie in den trocknen Gebieten Nord-Ost-Deutschlands in den Schatten der Bäume flüchtet und den offenen Sand meidet.

Die beiden Untertypen der Kiefernwaldgesellschaft sind nun nicht nur dadurch gekennzeichnet, daß aus den entsprechenden Untertypen des unbewaldeten Sandes bezeichnende Arten in die Waldgesellschaft übertreten, sondern auch dadurch, daß bestimmte Kiefernbegleiter die eine der beiden Bodenarten bevorzugen oder ganz auf sie beschränkt sind. So ist der Untertyp des Kalksandess durch die pontisch-sarmatischen Elemente (*Pirola umbellata* und *chlorantha*, *Scabiosa suaveolens*, *Anemone Pulsatilla*) ausgezeichnet und außerdem durch eine Gruppe kontinentaler Kalk- und Wärmepflanzen (*Epipactis rubiginosa*, *Cephalanthera rubra*, *Gentiana cruciata* und *ciliata*, *Prunella grandiflora*, *Anemone silvestris*, *Cotoneaster vulgaris*, *Hippocrepis comosa*, *Astragalus glycyphyllus*, *Coronilla varia* u. a.). Die einzige pontische Pflanze, die auch auf den kalkfreien Sand übergeht, aber doch den Kalksand bevorzugt, ist *Peucedanum Oreoselinum*, die einzige, die ganz auf den Untertyp des kalkfreien Sandes beschränkt ist, ist *Eryngium campestre*. Andererseits ist dieser durch eine Gruppe subatlantischer Arten (*O Sarothamnus vulgaris*, *O Ornithopus perpusillus*, *O Teucrium Scorodonia*) bestimmt, zu denen sich noch als kalkmeidende Pflanzen *O Calluna vulgaris*, *O Pteris aquilina*, *O Aira flexuosa*, *O Jasione montana* und *Cytisus sagittalis* hinzugesellen.

Im ganzen zeigt der Untertyp des Kalksandess an allen Stellen eine einheitliche Zusammensetzung. Die Abänderungen, die durch den wechselnden Humusgehalt des Waldbodens hervorgerufen werden, bewegen sich ganz im Rahmen der zeitlichen Gesellschaftsfolgen (Sukzessionen), da der Humusgehalt mit dem Alter des Waldes zunimmt. Die Kiefernwälder auf Kalksand zeigen nahe Verwandtschaft zu denen des Bodenseegebietes, die BARTSCH³⁹⁾ aufgenommen hat. Befremdend wirkt dabei nur das jedenfalls durch kalkfreie Bodenstellen hervorgerufene Auftreten von *Pteris aquilina* im Bodenseewald.

Dagegen weist der Untertyp des kalkfreien Sandes nicht die gleiche Einheitlichkeit auf. Zum Teil sind die auffallenden Verschiedenheiten, die in seiner Ausbildung im Gebiete sich zeigen, wohl als Sukzessionen aufzufassen. So treffen wir in lichten Schlägen, in denen der Boden von Natur oder durch Streunutzung fast humuslos ist, nichts anderes als *Flechten*, *Dicranum* und *Polytrichum*-Arten. In gleich lichten Waldteilen, wo der Sand mit Humus durchsetzt ist, ohne aber eine geschlossene Rohhumusdecke zu tragen, findet sich eine Facies, die durch massenhaftes Auftreten von *Holcus lanatus*, durch *Jasione montana* und eine besondere Form von *Viola tricolor* gut gekennzeichnet ist (Bickenbach, in der Lauth; Hähnlein, Hufelandsches Wäldchen). Bildet sich schließlich eine geschlossene Rohhumusdecke aus, wie an verschiedenen Stellen der Bickenbacher Tanne zu sehen ist, so erscheint eine Facies, die an GRAEBNER'S⁴⁰⁾ Facies 'e (Kiefernwald mit Vorherrschen von Gräsern) erinnert, in der neben *Calluna* vor allem *Aira flexuosa* tonangebend

³⁹⁾ Nach den Angaben in WALTERS Pflanzengeographie, Seite 395.

⁴⁰⁾ GRAEBNER, Die Heide Norddeutschlands, Seite 240. Ein Vergleich mit weiteren Kiefernwäldern ist mir zurzeit nicht möglich, da mir die hierzu nötige Literatur nicht zur Verfügung steht.

auftritt. Dagegen sind die Stellen mit GRAEBNER's Facies e (Kiefernwald mit Vorherrschen von Rubusarten) in der Eberstädter und Darmstädter Tanne sowie die Massenbestände von *Sarothamnus vulgaris*⁴¹⁾, die man ebenda bemerkt, wohl darauf zurückzuführen, daß entweder das Grundwasser hier höher steht als in der Bickenbacher Tanne oder daß die Brandlettschicht hier wie eine wasserundurchlässige Schicht wirkt. Während in diesen Formen des Untertyps Pflanzen vorherrschen, die eines sauren Bodens zum Gedeihen bedürfen, kommt es in manchen Dünentälern der Bickenbacher Tanne gelegentlich zur Ausbildung einer Facies, die im wesentlichen aus feuchtigkeitsliebenden Arten gebildet wird (*Bromus asper*, *Valeriana officinalis*, *Aspidium filix mas* und *spinulosum*). Diese Facies kann natürlich auch auf den Kalksand übergehen, an Stellen, wo er genügend durchfeuchtet ist. Auf andere Faciesbildungen, die offenbar durch Anreicherung des Stickstoffs im Boden hervorgerufen sind, gehe ich vorläufig nicht ein.

Als zuverlässige Bodenweiser kommen im Kiefernwald vor allem folgende Pflanzen in Betracht:

1. Für Kalksand: Die Küchenschelle (*Anemone Pulsatilla*), die große Anemone (*Anemone silvestris*), Enzianarten (*Gentiana ciliata* und *cruciata*), Knabenkrautarten wie das rote Waldvögelein (*Cephalanthera rubra*) und die Sumpfwurz (*Epipactis rubiginosa*), die Wintergrünarten (*Pirola* sp.)⁴²⁾ Bei den Orchideen und Wintergrünarten sind Massenvorkommen immer für Kalksand bezeichnend, vereinzelt finden sie sich gelegentlich auch auf humusreichem kalkfreiem Sande.

2. Für kalkfreien Sand: Das Heidekraut (*Calluna vulgaris*), der Gamander (*Teucrium Scorodonia*), der Besenstrauch (*Sarothamnus vulgaris*). Da diese Pflanzen auch im Winter leicht kenntlich sind, stellen sie die bequemsten Weiser für kalkfreien Sand im Walde dar. Der Adlerfarn (*Pteris aquilina*) ist ebenfalls ein guter Weiser, doch kommt es vor, daß seine Wurzelstöcke, wenn sie im kalkfreien Sand weiterwachsen, auch an Stellen, wo dieser von Kalksand überlagert wird, durch diesen hindurch Wedel treiben. Zur Abgrenzung kalkfreier Stellen ist er darum nur mit Vorsicht zu benutzen. Ferner weisen die Schmiele (*Aira flexuosa*), das Heilkraut (*Jasione montana*) sowie das Auftreten von *Farnen* im Bergsträßer Sandgebiet auf kalkfreiem Boden hin.

⁴¹⁾ In der Bickenbacher Tanne scheint die Pflanze vollkommen zu fehlen.

⁴²⁾ Teilweise schon von DIEHL (Seite 397) angeführt.

Obermiozän und Unterpliozän bei Okarben.

Von W. WENZ.

Nachdem einmal obermiozäne Süßwasserablagerungen im östlichen Teile des Mainzer Beckens bei Frankfurt a. M. bekannt geworden waren, zeigte es sich bald, daß die untere Abteilung, die Landschneckenmergel in ihrer typischen Ausbildung als gelbe, graue oder grünliche Mergel mit Ostracoden und zahlreichen Landschnecken, unter denen Vertiginiden bei weitem vorherrschten, während Süßwassermollusken in ihnen äußerst selten waren, sowie Algenkalkstöcken bzw. harten Plattenkalken im wesentlichen auf die nähere Umgebung Frankfurts beschränkt waren, während die obere, mehr fluviatile Abteilung, die Schichten mit *Melania escheri* ein ausgedehnteres Verbreitungsgebiet besaßen und durch die Wetterau, am Ostrande des Vogelsberges bis in die Rhön verfolgt werden konnten.¹⁾

Wohl wurden auch am Westrande und Nordrande des Vogelsberges obermiozäne landschneckenführende Schichten beobachtet; doch wichen sie in ihrer Ausbildung und z. T. auch in ihrer Faunenzusammensetzung von der bei Frankfurt mehr oder weniger ab.

Das Vorkommen von Streitberg bei Treis a. d. Lumda²⁾ war wohl ursprünglich eine Ablagerung nach Art der Wiesenkalke, die unter dem Einfluß warmer, kieselsäurereicher Quellen in Hornstein umgewandelt wurden, während in der Nähe bei Ilschhausen ihre ursprüngliche Ausbildung bewahrt blieb.³⁾ Die Fauna dieser Vorkommen ist indes artenarm und mäßig in der Erhaltung, so daß sie wohl zur Altersbestimmung genügt, aber weitergehende Vergleiche kaum gestattet. Soviel war indes sicher, daß hier eine Anzahl Arten auftreten, die bei Frankfurt nicht beobachtet wurden.

Wesentlich reicher und besser erhalten war die Fauna der ebenfalls obermiozänen Braunkohlentone von Homberg a. d. Ohm.⁴⁾ Sie zeigte als interessantes Ergebnis eine wesentlich größere Übereinstimmung mit der der faziell gleichartigen Braunkohlentone von Undorf bei Regensburg als mit der Fauna der Landschneckenmergel.

¹⁾ WENZ, W., Das jüngere Tertiär des Mainzer Beckens und seiner Nachbargebiete. — Notizblatt d. Ver. f. Erdk. u. d. Großh. Hess. Geol. Landesanstalt zu Darmstadt, V. F. 2 (1916), 1918, S. 49—71.

²⁾ WENZ, W., Das Tertiär im Vogelsberg und seine Beziehungen zu dem der Wetterau und zu anderen Tertiärablagerungen. — Ber. d. Wetterau. Ges. f. d. ges. Naturk. zu Hanau 1909—22, S. 1—76, vergl. S. 47—51.

³⁾ KAYSER, E., und PAECKELMANN, W., Erläuterungen zur geol. Karte von Preußen. Blatt Niederwalgern, S. 45—46.

⁴⁾ HUMMEL, K., und WENZ, W., Eine Maarausfüllung mit obermiozäner Schneckenfauna bei Homberg a. d. Ohm im nördlichen Vogelsberg. — Notizbl. d. Ver. f. Erdk. u. d. Hess. Geol. Landesanstalt zu Darmstadt, V. F. 6 (1923), 1924, S. 285—298.

Mit einiger Spannung konnte man daher der Auffindung verbindender Ablagerungen in der Wetterau und der Zusammensetzung ihrer Fauna entgegensehen. Eine solche Ablagerung gelang es mir im vergangenen Jahre bei Okarben gelegentlich geologischer Aufnahmen auf Blatt Rodheim nachzuweisen.

Der Ostrand des Niddatales zeigt hier einen etwas komplizierten Bau, insofern die ungefähr N-S streichende Verwerfung, die das ältere Tertiär (Cyrenenmergel, Cerithien- und Corbiculaschichten) von dem jüngeren (Obermiozän und Unterpliozän) trennt, nicht mit dem Talrand zusammenfällt, sondern teils östlich, teils westlich davon verläuft. So zeigt der Hang südlich Kloppenheim, wo das Tertiär unter der Löß- und Terrassendecke freiliegt, Vlbeler Sande und Schotter, Cerithiensand und -kalk sowie Corbiculakalk, während nordwestlich Okarben mehrere Gruben am Hang die unterpliozänen Sande aufschließen. Hier bei Okarben gelang es mir zu Anfang des Jahres 1927 auch das Liegende, die Landschneckenmergel und Algenkalke nachzuweisen und eine kleine Fauna auszubeuten.

In der Gemarkung „Am Wingert“ sind am Hang übereinander mehrere Sandgruben angelegt, welche die Schichten des Hanges verhältnismäßig gut aufschließen.

Die tiefste Grube liegt unmittelbar an dem ersten der Landstraße nach Niederwöllstadt parallelen Feldweg in etwa 135 m NN, d. h. etwa 20 m über der Talsohle. Dem Umstande, daß hier die pliozänen Sande nur noch eine geringe Mächtigkeit haben, verdanken wir es, daß in dieser kleinen Grube auch noch der Untergrund vorübergehend in etwa 1 m Mächtigkeit angeschnitten wurde. Es ist ein aus feinen bis nußgroßen, lockeren Bröckchen bestehender Kalkgrus, der ganz an die Ausbildung erinnert, wie ich sie am Palmengarten in Frankfurt a. M. und bei Ginnheim besonders in den obersten Lagen des Obermiozäns beobachten konnte, wo der Grus aus kleinen Bröckchen von Algen- und Sinterkalk bestand. Auch bei Okarben führen die Schichten Landschnecken. Ganze Stücke, besonders der größeren Arten sind indes sehr selten, häufig dagegen Bruchstücke, die einzeln eingebettet sind. Diese Tatsache in Verbindung mit dem petrographischen Charakter der Ablagerung zeigt, daß eine mechanische Aufbereitung stattgefunden hat und die grusige Ausbildung nicht oder zum mindesten nicht allein der lösenden Wirkung des Wassers zuzuschreiben ist. Doch braucht nicht angenommen zu werden, daß diese Aufbereitung sehr lange nach der Ablagerung der Schichten stattfand; sie kann sich vielmehr sehr wohl unmittelbar darnach vollzogen haben, vielleicht zur Zeit der Bildung der fluviatilen Schichten mit Mellescheri, die ich hier nicht nachweisen konnte. Diese oft nur wenige cm bis einige m mächtigen grünen Mergel scheinen hier also zu fehlen, während sie z. B. im Eisenbahneinschnitt bei Erbstadt-Kaichen, nur wenig außerhalb des Ostrandes des Blattes Rodheim als wenig mächtige Schicht mit der Leitform ausgebildet sind, ohne scharfe Abgrenzung von den Landschneckenmergeln, denen hier Algenkalkeinlagerungen fehlen.

Über dem Kalkgrus folgt, wie erwähnt, in der tiefsten Grube bei Okarben noch etwa $\frac{1}{2}$ m unterpliozäner Sand. Die Fortsetzung des Profils bietet die nächste Grube, deren Sohle nur wenig höher liegt. Hier ist das Obermiozän nicht mehr angeschnitten. Die etwa 4 m tiefe Grube zeigt helle, etwas gebänderte, feine, scharfe Sande, die von mehreren kleinen Verwerfungen durchsetzt sind. Ob etwa zwischen dem ersten und zweiten Aufschluß eine parallel

zum Talrand verlaufende Verwerfung liegt, ließ sich bisher nicht feststellen. Es kann daher auch nicht mit Sicherheit gesagt werden, wie tief hier die Untergrenze der Sande liegt. Den Sanden ist ein etwa 20 cm mächtiger Geröllhorizont eingeschaltet, der unter Voraussetzung normaler Lagerungsverhältnisse etwa 3 m über der unteren Grenze der Sande liegen dürfte. Die Sande selbst werden von einem Rest der diluvialen Terrasse überlagert.

Das gleiche Bild zeigt im wesentlichen auch die größere und tiefere Grube zwischen dem zweiten und dritten Feldweg parallel zur Landstraße. Der Geröllhorizont ist auch hier gut ausgebildet und etwa 20 cm mächtig. Er führt unten grobe, bis faustgroße Geschiebe aus Taunusquarzit, sowie viel Milchquarzgerölle von Nußgröße, die nach oben feiner werden. Die Sande zeigen oben gelegentlich Reste eines tiefroten tertiären Verwitterungsbodens und werden auch hier vom Terrassenschotter bedeckt. Höher hinauf am Hang verhindert Löß von zunehmender Mächtigkeit den Einblick. Der Abschluß des Unterpliozäns durch die Trappdecke, der sonst im Nachbargebiete häufig zu beobachten ist, tritt infolgedessen nicht in Erscheinung. Erst jenseits der Höhe, auf den Feldern am Süden des Waldrandes, deuten ausgewitterte Hornsteine das Vorkommen von Trapp an, der hier wohl infolge von Störungen etwas tiefer liegt als zu erwarten wäre.

Auffallend ist die rein sandige Entwicklung des Unterpliozäns, während im benachbarten Tal des Erlenbaches zwischen Nieder- und Obererlenbach die tonige Ausbildung durchaus vorherrscht. Die den Sanden eingelagerten Geschiebe lassen jedenfalls deutlich den fluviatilen Charakter der Ablagerungen erkennen.

Während die Sande des Unterpliozäns völlig fossillos sind, haben die Obermiozänschichten, wie bereits erwähnt, eine kleine Fauna ergeben, die sich aus folgenden Arten zusammensetzt:

Oxychilus (Gyalina) circumscisum francofurtanum (WENZ).

1922 *Oxychilus (Gyalina) circumscisum francofurtanum*, WENZ, Senckenbergiana IV, p. 6.

1923 *Oxychilus (Gyalina) circumscisum francofurtanum*, WENZ, Fossilium Catalogus I, 17, p. 289. Dort auch die weitere Literatur.

Ein vollständiges Stück, das gut mit solchen aus den Landschneckenmergeln von Frankfurt a. M. übereinstimmt, wo die Subspezies bisher allein beobachtet wurde, während die typische Form in den sarmatischen Süßwasserschichten von Steinheim a. Albuch vorkommt.

Gonyodiscus (Gonyodiscus) pleuradra pleuradra (BOURGUIGNAT).

1881 *Helix pleuradra*, BOURGUIGNAT, Hist. malacologique de la colline de Sansan, p. 53, Taf. III, Fig. 67—72.

1923 *Gonyodiscus (Gonyodiscus) pleuradra pleuradra*, WENZ, Fossilium Catalogus I, 17, p. 341. Dort auch die weitere Literatur.

Nicht selten in Okarben. In den Landschneckenmergeln von Frankfurt a. M. wurde diese Art nicht beobachtet, während sie dagegen in den Braunkohlentonen von Homberg a. d. Ohm häufig ist. Sie ist eine der häufigeren und weitverbreiteten Arten der tortonisch-sarmatischen Süßwasserablagerungen

Frankreichs, Süddeutschlands, der Schweiz usw. und reicht noch bis ins Pont (Leobersdorf).

Trichia (Leucochroopsis) kleini francofurtana (WENZ).

1919 *Fruticicola (Leucochroopsis) kleini francofurtana*, WENZ, Senckenbergiana I, p. 240.

1923 *Trichia (Leucochroopsis) kleini francofurtana*, WENZ, Fossilium Catalogus I, 18, p. 434. Dort auch die weitere Literatur.

Liegt in einem guten Stück von Okarben vor, das dem Typus nähersteht als die Frankfurter Stücke. Auch von Erbstadt-Kaichen liegt *T. (L.) kleini kleini* vor.

Klikia (Klikia) giengensis giengensis (KLEIN).

1846 *Helix Giengensis*, KLEIN, Jahresh. d. Ver. f. vaterl. Naturk. in Württemberg, II, p. 68, Taf. I, Fig. 9.

1923 *Klikia (Klikia) giengensis giengensis*, WENZ, Fossilium Catalogus I, 18, p. 539. Dort auch die weitere Literatur.

Drei Stücke von Okarben, von denen eines vollständig ist. In den Frankfurter Landschneckenmergeln ist diese wichtige Leitform des Torton ziemlich selten.

Tropidomphalus (Pseudochloritis) incrassatum hassiacum (WENZ).

1924 *Tropidomphalus (Pseudochloritis) incrassatum hassiacum*, WENZ, Notizbl. d. Ver. f. Erdk. u. d. Hess. Geol. Landesanst. zu Darmstadt, V. F. 6, p. 291.

Nicht selten in Okarben, aber meist nur in Bruchstücken. Die äußerst charakteristischen Mündungsbruchstücke und ein fast vollkommenes Stück zeigen, daß die bisher nur in den Braunkohlentonen von Homberg a. d. Ohm bekannte Subspezies dieser ebenfalls für das Torton leitenden und weitverbreiteten Art vorliegt. Ob die Stücke vom Streitberg bei Treis a. d. Lumda zum Typus oder zur vorliegenden Subspezies gehören, läßt sich bei dem mäßigen Erhaltungszustand dieser Stücke nicht mit Sicherheit entscheiden.

Cepaea kinkelini (BOETTGER).

1884 *Helix (Coryda) Kinkelini*, O. BOETTGER, Ber. d. Senckenbergischen Naturf. Ges. in Frankfurt a. M. 1884, p. 261, 264, Taf. IV, Fig. 2—4.

1923 *Cepaea kinkelini*, WENZ, Fossilium Catalogus I, 18, p. 629. Dort auch die weitere Literatur.

Die häufigste Landschnecke in Okarben; doch fast immer zerbrochen. Auch in den Frankfurter Landschneckenmergeln unter den größeren Arten die häufigste.

Cepaea grammorhappe (BOETTGER).

1884 *Helix (Coryda) grammorhappe*, O. BOETTGER, Ber. d. Senckenbergischen Naturf. Gesellsch. in Frankfurt a. M. 1884, p. 263, Taf. IV, Fig. 5a—c

1923 *Cepaea grammorhappe*, WENZ, Fossilium Catalogus I, 18, p. 626. Dort auch die weitere Literatur.

Seltener als die vorige, aber bei der kräftigeren Schale und dem festeren Mundsaum besser erhalten. Wie die vorige wurde sie bisher nur in den Landschneckenmergeln beobachtet.

Vallonia subcyclophorella subcyclophorella (GOTTSCHICK).

1911 *Helix (Vallonia) subcyclophorella*, GOTTSCHICK, Jahresh. d. Ver. f. vaterl. Naturk. in Württemberg, LXVII, p. 503, 533, Taf. VII, Fig. 2.

1923 *Vallonia subcyclophorella subcyclophorella*, WENZ, Fossilium Catalogus I, 20, p. 912. Dort auch die weitere Literatur.

Bei Okarben nur ein Stück dieser bisher aus den Landschneckenmergeln und den Süßwasserablagerungen von Steinheim a. Albuch bekannten Art.

Außer diesen Landschnecken fanden sich noch spärlich Säugetierreste, besonders Zähnen eines kleinen Nagers, ferner Ostracodenschalen, meist stark verkalkt, darunter wohl:

Cypridopsis kinkelini (LNKL.).

Als einziges pflanzliches Fossil wurde ein Früchtchen von:

Grewia crenata (UNGER)

beobachtet.

Somit zeigt es sich, daß die kleine Landschneckenfauna sich eng an die Fauna der Frankfurter Landschneckenmergel anschließt, mit der 6 von den 8 Arten übereinstimmen, während die restlichen zwei: *Gonyodiscus pleuradra pleuradra* (BGT.) und *Tropidomphalus (Pseudochloritis) incrassatum hassiacum* (WENZ) in den Braunkohlentonen von Homberg a. d. Ohm angetroffen wurden; letztere kommt möglicherweise auch bei Treis a. d. Lumda vor. Das Okarbener Vorkommen vermittelt also hierin zwischen dem Frankfurter Obermiozän und dem des nördlichen Vogelsberges. Auffallend ist das Fehlen der Vertiginiden bei Okarben, die sowohl in Frankfurt als auch in Homberg a. d. Ohm eine bedeutende Rolle spielen; doch treten sie auch in den Frankfurter Ablagerungen häufig dort zurück, wo größere Landschnecken vorkommen, und es bleibt ferner zu beachten, daß die der Untersuchung zugängliche Schicht bei Okarben nur wenig mächtig war und wohl nur einen kleinen Teil des gesamten Obermiozäns darstellt.

Zur Planorbis-Zone von Angersbach.

Von HANS JÜNGST, Darmstadt.

Mit Tafel 12.

Als Verfasser in dem Beitrag zur POMPECKJ-Festschrift über die Ergebnisse der ersten Schürfungen im Lias des Lauterbacher Grabens berichtete, erschien die endgültige Feststellung der *Planorbis*-Zone direkt bevorstehend. Es war zu hoffen, sie noch vor Abschluß der Revision einfügen zu können.

Deshalb hat Verfasser auch, mit dem Vorbehalt der bloßen Wahrscheinlichkeit, an Hand der Literatur und eigener Untersuchungen sich veranlaßt gesehen, den RÜGER'schen paläogeographischen Rekonstruktionen des Planorbis-meeres entgegenzutreten. Der Landbarre zwischen Nord- und Süddeutschland bei RÜGER stellte er die unbehinderte Meeresverbindung zwischen beiden Gebieten in der ganzen Psiloceraten-Zeit gegenüber.

Aber der Beweis ließ sich in der erhofften Zeit nicht bringen. Wie vorgesehen, begannen Ende Oktober 1926 auf der Buchwaldswiese („Buchwiese“ JÜNGST 1927, DIEHL 1927) neue Grabungen in der Gegend der erwähnten Quellfassung. Hier lag das 1904 von KLEMM gesammelte verdächtige Material. Um überhaupt einen Einblick in die Schichtenreihe und ihre Lage zu erhalten, mußte hangabwärts gegangen werden. Weiter aufwärts verhinderten miozäne Basalttuffe (z. T. mit reicher Pflanzenführung) diese Möglichkeit. Der Anfang des Schürfgrabens geriet ins Rät und ergab nun allerdings ein sehr wertvolles Oberrätprofil. Geradezu verblüffend ist dessen Ähnlichkeit mit dem des Mittellandkanals in der Hildesheimer Gegend (vergl. DIEHL 1927 und JÜNGST, „Das Rät in den Profilen bei Angersbach“, ersch. später). Die Witterschwierigkeiten wurden von Tag zu Tag größer, Anfang November eroff der Graben vorläufig, ohne daß der Lias erreicht war.

Mit dem freundlichen Beistand von Herrn Forstrat Dr. ZENTGRAF in Lauterbach, dem auch hier bestens gedankt sei, konnte im April 1927 der Schurf wieder aufgenommen werden. Erneut schlechtes Wetter zwang zur mehrfachen Aufgabe der Arbeit, der Graben stand metertief unter Wasser. Endlich, am Tag vor Ablauf der Grabungszeit konnte der Vorarbeiter KONRAD BOSS aus Angersbach die Auffindung festerer, schwärzlicher Schiefertone in fast drei Meter Tiefe (alles Höhere war verwittert oder durch Quellfassungsarbeiten zerwühlt) mit Ammoniten melden. Schon am Tage vorher waren *Johnstoni*-Schichten gefunden, die neue Bank lag zwischen diesen und dem Oberrät; es war die *Planorbis*-Zone.

Schön läßt sich das gewonnene Material nicht nennen; der erzielte Erfolg ist aber wertvoll als Bestätigung der seinerzeit geäußerten Überzeugung. Das entworfene paläogeographische Bild erscheint sicherer, die Basis für ein Weiterschreiten der Rekonstruktion gegeben.

Die Auffassung der im Profil geschilderten Bank als *Planorbis*-Zone ist mit Folgendem begründet. Das Liegende ist ein typisches Oberrätprofil, das in vieler Hinsicht nördlicheren gleicht. Im Hangenden folgen jurassische Tone mit teilweise \pm plastisch, aber ohne Schale und Sutura erhaltenen Ammoniten, die völlig *Psiloceras Johnstoni* SOW und *Ps. Helmstedtense* JÜNGST gleichen, also typische *Johnstoni*-Schichten. Das Gestein erinnert in seiner Fazies stark an die weitverbreiteten *Planorbis*-Sandschiefer („Ölschiefer“ KOERT). Diese sind u. a. aus der Hildesheimer Gegend, von der Egge, vom Niederrhein bekannt. Nur ist das Gestein von Angersbach-Buchwaldswiese fast noch feinkörniger als die meisten übrigen Vorkommen.

Das kennzeichnendste Fossil dieser Fazies ist *Inoceramus pinnaeformis* DKR. Bei Angersbach tritt er massenhaft auf. Die oft hohe Zahl der Seeigelstacheln, die bisweilen fast gesteinsbildend sind, fällt auf der Buchwaldswiese gegenüber anderen Vorkommen stark ab, wohl mit der feinkörnigeren Ausbildung zusammenhängend. Relativ häufiger sind Coronabruchstücke von Echiniden, deren 4 Stück beobachtet wurden.

Die Ammoniten sind natürlich das theoretisch wichtigste Faunenelement. Aber mehr als bereits in der „Meeresverbindung“ läßt sich kaum angeben. Doch wurden immerhin zirka 50 Exemplare beobachtet, die bei einem Durchmesser bis zu 6 cm sicheren verdrückten *planorbis* aus dem Mittellandkanal u. a. m. gleichen und keinerlei Berippung zeigen. Daneben treten einzelne Formen mit geringer Berippung auf, die man zu *Ps. plicatum* POMP. stellen dürfte.

Sehr selten sind weitere Lamellibranchiaten, nur zwei *Pecten* sp. wurden gefunden. Einzelne Fischschuppen und ein *Hybodus*-Zähnnchen vervollständigen das Bild, in dem die Mikrofauna durch spätere Vernichtung leider ausfällt.

Profil Buchwaldswiese:

6. 1,10 m Ton, grauviolett, sehr fett, mit kleinen Toneisengeoden.
5. 0,30 m Ton, schokoladenbraun.
4. 0,80 m Ton, grau, mit gänzlich verwitterten Geodenlagen.
Ammonitenbrut.
3. 0,20 m Ton, tief-dunkelgrau.
2. 0,30 m Ton, hellgrau.
1. 0,60 m Ton, dunkelgrau.

cf. *Psiloceras Johnstoni* SOW.; cf. *Ps. Helmstedtense* JÜNGST.

jlualb

jluala 0,35 m Mergelschiefer, jetzt entkalkt, dunkelgrau bis schwarz, schwach bituminös, \pm glimmerig. Unterer Teil etwas stärker glimmerführend.

cf. *Psiloceras planorbis* SOW., 55 Ex.; cf. *Ps. plicatum* POMP., 6 Ex.; *Inoceramus pinnaeformis* DKR., 160 Ex.; *Pecten* sp. 2 Ex.; Seeigelcoronen, 4 Fragm.; Echinidenstacheln; *Hybodus* sp., 1 Zahnfragm.; Ganoidenschuppen.

koy 13,50 m Ton, blaugrau bis gelblichgrau mit Toneisengeoden.
0,35 m Ton, rötlich bis braun, kurzbrüchig.
5,50 m \pm Ton-Schieferton, dunkelgrau bis schwarz. Dünne feinkörnige Sandsteinbänkchen.

Avicula contorta PORTL.; *Protocardia Ewaldi* BORNEM; *P. ractica* MER.; *P. praecursor* SCHLBCH. u. a. m.

So dürfte trotz der schlecht erhaltenen Ammoniten nach Lage der Schicht im Profil, Fazies und Fauna die Auffassung als *Planorbis*-Zone mit vollem Recht zu vertreten sein. Damit ist eine wichtigste Lücke im paläogeographischen Bild der *Planorbis*-zeit ausgefüllt.

In diesem Zusammenhang erscheint es verlockend, einmal nach Möglichkeit unser Gesamtbild vom nord- und mitteleuropäischen *Planorbis*-meer zu rekapitulieren. Es ist erstaunlich, wie wenig durchgearbeitete Profile dann in diesem großen Gebiet verbleiben. Eine Anzahl von Aufschlüssen des Unterlias reicht nicht so weit hinab, andere sind von der Bearbeitung nicht oder doch nur ungenügend erfaßt. Angaben der älteren Literatur sind nicht stichhaltig, reichen für modernere Anschauungen nicht mehr aus, oder das Belegmaterial bei unsicheren Autoren fehlt. In vielen Fällen sind fehlende oder lückenhafte Bohrkerne Ursachen halber Angaben, wie z. B. KOERT die Mächtigkeiten seiner Unterlias-Schichten offen lassen mußte.

Während in einzelnen Gebieten eine Häufung immerhin brauchbarer Profile statthat, besonders im Osten, fehlen in anderen Gegenden, z. B. im Weser-gebirge, auf lange Erstreckung fast alle Unterlagen.

Bevor man von einer Paläogeographie des *Planorbis*-meeres reden darf, muß kurz ein Blick auf die Verbreitung rätischen Meeres und Landes geworfen werden. Es ist zu erörtern, ob das *Planorbis*-meer — wie das noch BRANDES wollte — einen erneuten Meeresvorstoß gegenüber einem regredierten Spät-rät¹⁾ darstellt, oder im Wesentlichen die gleichen Verbreitungsverhältnisse von Meer und Land vorliegen, unter Veränderung der Fauna durch Schaffung neuer Zugangswege im fernerem Westen.

Das Gebiet der Rät-Lias-Grenzsichten, d. h. der Schichten, die zwischen dem Protocardienrät PFLÜCKER's und der Bank mit *Psiloceras planorbis* liegen, ist in seiner ganzen Erstreckung von Thüringen bis ins Harzvorland und nach Bielefeld fast unbearbeitet geblieben. Über den weitverbreiteten Oberrät-Schiefertonen und Sandsteinen, die *Avicula contorta* und sonstige marine Fossilien bergen (PFLÜCKER's Protocardienrät, wahrscheinlich RÜGER's Mittelrät im Kraichgau), folgen, oft unter Einschaltung roter Tone, sehr fossilarme, ± graue Tone mit Geoden und Sandsteinbänkchen (zahlreiche Profile des Harzvorlandes wie Langelsheim, Salzgitter, Velpke, Mittellandkanal und bei Hildesheim, bei Gotha und Angersbach, auch in westlicheren Profilen). Sie nehmen

¹⁾ Die Verwirrung in den Anschauungen über Gliederung und Paläogeographie des Rät ist beängstigend. Nachdem z. B. RÜGER 1924 eine Dreigliederung des Rät (Unter-, Mittel-, Ober-Rät) aufgestellt und begründet hat, kennt BRINKMANN 1926 nur ein „Unter-“ und „Ober-Rät“. Nach RÜGER fehlt sein Unterrät in der Schweiz, im Dinkelberggebiet, dem Donaurheinzug und Württemberg, während Kraichgau und Lauterbacher Gegend vom Meer erreicht wurden, das von Norden kam, Norddeutschland ± bedeckte. Zwei Jahre später gibt BRINKMANN folgendes Schema:

	Norden	Süden
Oberrät:	marin	kontinental
Unterrät:	kontinental	marin.

Damit kehrt er die RÜGER'sche Auffassung vollkommen um, aber eine Begründung dieser Anschauung bringt er ebensowenig wie eine solche der Nomenclatur. RÜGER hat doch immerhin direkt zuvor eine Gliederung zu begründen versucht, die widerlegt oder zum Mindesten angezweifelt werden muß, ehe man mit zum Teil gleichlautenden Begriffen ganz andere Anschauungen verbindet. Wahrscheinlich sind beide Gliederungen auf die Dauer nicht haltbar;

allmählich an Kalkgehalt zu und führen zuoberst eine selten beobachtete Fauna (Bielefeld [LANGE], Rinteln [NAUMANN], Hildesheim [JÜNGST], Mittellandkanal [ders.], Göttingen [Bearbeitung durch Verf. im Gange]). Sie ist fast ausschließlich aus Lamellibranchiaten und Echiniden zusammengesetzt und dürfte weit öfter vorhanden sein, sich aber meist der Beobachtung entzogen haben.

Diese Schichten sind von LANGE und Verfasser jeweils dort, wo Fossilführung der oben erwähnten Art (*Ostrea sublamellosa*, *Lima gigantea*, *L. pectinoides*, *Cardinia cf. Listeri*, *Anomia striatula*, *Inoceramus pinnaeformis* u. a. m.) vorlag, zur Planorbis-Zone hinzugezogen. Verf. hat darauf hingewiesen, daß sie wahrscheinlich noch vielfach in hangendsten Teilen von Oberrätprofilen vorliegen. Es erscheint daher zweckmäßig, für paläogeographische Zwecke sogar notwendig, die Rät-Liasgrenze überall unbeschadet dieser Faunen direkt unter die erste Schicht, die Ammoniten führt, zu legen. Man könnte ja diese Schichten nach dem vielfachen Vorgange QUENSTEDT's als „Zwischenschichten“ bezeichnen, wenn man ihnen einen Namen geben will (NAUMANN nennt einen Teil davon „Grenzsichten“).

Für nord- und mitteldeutsche Verhältnisse darf man sagen, daß die marine Bedeckung seit Beginn der randlichen, erneuten Transgression des Oberrät (vergl. JÜNGST, l. c.) in mehr-minder gleicher Ausdehnung, vielleicht sogar etwas erweitert, bis zu dieser Übergangsschicht anhält. In den roten Tonen sind vereinzelt marine Fossilien beobachtet (Kaulentich bei Braunschweig), aus den folgenden grauen konnte letzthin vom Verfasser wenig marines Leben nachgewiesen werden (Mittellandkanal, unveröffentlicht). Auch ist ihr Übergang in die Zwischenschichten so unmerklich, ihre Ausbildung diesen so völlig gleich, daß ein Zweifel an der Marinentstehung kaum bleibt, ganz abgesehen von der gewaltigen Verbreitung.

In diesem Zusammenhang mag die Frage der Oberrätbonebeds gestreift werden. Während in Württemberg rätoliassische Grenzbonebeds bekannt sind — anscheinend besonders an Stellen, wo nicht Planorbisschichten, sondern höhere¹⁾ Psiloceratenstufen dem Rät aufliegen (Pfrondorf, Hägnach bei Lustnau) —, finden sich die norddeutschen Oberrätbonebeds u. W. sämtlich an dessen Basis gegen das Mittelrät oder nahe derselben (Schnde, Hildesheim [Mastberg bei Steuerwald,

die RÜGER's ist teilweise auf weiterreichende Gebiete nicht anzuwenden, die BRINKMANN's für Norddeutschland falsch. Das wird an anderer Stelle genauer ausgeführt werden.

Auf Grund eigener Arbeit im Harzvorland ist Verfasser zu einer abweichenden, größere Einheiten umfassenden Dreigliederung gekommen, die wohl oder übel auch als Unter-, Mittel- und Oberrät (koa, koß, koy) bezeichnet werden mußte, aber nicht der RÜGER'schen entspricht, auch nicht zu BRINKMANN's ungenügend definierten Stufen in Beziehung gesetzt werden soll. Die Gültigkeit ist bis jetzt nachgewiesen für das Harzvorland bis in die Gegend von Hildesheim und Lehrte, für Wietze?, Göttingen, Gotha, Angersbach und wahrscheinlich für die Mehrzahl der nordwestlichen Vorkommen, wenn auch örtlich mit einer anderen geographischen Verhältnissen entsprechenden Modifikation (vergl. JÜNGST: Rät, Pylonoten- und Schlotheimien-Schichten im nördlichen Harzvorland, GUSTAV FISCHER, Jena 1928). Weiter nach Süden sind Anhaltspunkte gegeben, aber Klarheit fehlt, voraussichtlich für längere Zeit.

Hier kann nur kurz gesagt werden, daß das Oberrät (koy JÜNGST, nicht RÜGER, nicht BRINKMANN) dem Protocardienrät PFLÜCKER's und den hangenden Schichten bis zur Planorbis-Zone, dem „Bonebed über dem Quader“ SCHLÖNBACH's entspricht.

1) Aus zahlreichen Gründen kann ich die Ansichten VOLLRATH's nicht teilen, die Erörterung würde zu weit führen.

Krählah, Brauns'sche Tongrube, Ochtersum], Salzgitter, Deitersen, Göttingen, Angersbach, eine Reihe nordwestlicher Fundpunkte). Nachweisbar ist ein Grenzbonebed an der Planorbisunterkante in Nord- und Mitteldeutschland noch nicht gewesen, während in den höheren Psiloceratenschichten Bonebeds vorkommen. Also auch dieses Merkmal vorhergehender Bewegung und Trockenlegung fehlt.

Zu den „Zwischenschichten“ bestehen in England bei Bristol, Cardiff usw. (Literatur: BRODIE, BUCKMAN, REYNOLDS, RICHARDSON, THOMAS, TRUEMAN, TUTCHER, VAUGHAN, WILLS, WILSON u. a. m.) die schönsten Parallelen: graue Tone mit eingeschalteten Kalkbänken (Landscape-marble, Cotham-marble, Sunbed usf.), in denen sich in gleicher Weise eine \pm „liasische“ Lamellibranchiatenfauna einstellt. Ammoniten fehlen hier wieder. Dann treten sie auch in England unvermittelt mit den Planorbisbänken auf. Es handelt sich um den White Lias, die Pleuromya- und Ostrea-Beds der englischen Autoren. Örtliche Bewegungen scheinen das Bild des Oberen Rät hier stärker zu beleben als in Norddeutschland, sie führen zur Bildung des „false Cotham-marble“ und des Sudbury-Cliff-Konglomerats.

Das Bild dieser Übergangsperiode ist nur spärlich aufzuhellen. In den Profilen von Mackendorf und Wormsdorf nahe dem Flechtinger Höhenzug sind ihre Sedimente wenig typisch ausgebildet, es fehlen bislang Fossilien, sandiger Einschlag ist in starkem Maße vorhanden. Etwas sandärmer, zugleich leichter abtrennbar sind schiefrige Tone bei Velpke unweit Oebisfelde, hier ebenso wenig wie im mächtigeren Schöppenstedt erschließbar und deshalb ohne bekannte Fauna. Bei Halberstadt scheinen hier feinkörnige Sandsteine zu liegen, die Bohrkerne reichen mangels Teufenangabe nicht zu weiteren Aussagen.

Bei Langelsheim handelt es sich um sehr sandige, bei Salzgitter um sandige Tone mit Toneisengeodenlagen und dort mächtigen, hier schon abnehmenden Sandsteinbänken. Leichter Kalkgehalt macht sich hier wie dort im Ton und Sandstein bemerkbar. Bei Groß-Düngen und in den Tongruben bei Hildesheim sind die „Zwischenschichten“ erneut, wiederum sandärmer aufgeschlossen. Hier fehlt die genaue Untersuchung auf Fauna, die etwas weiter nördlich, im Mittellandkanal vom Verfasser besser beobachtet wurde. Zugleich treten die Sande weiter zurück, \pm reine Kalke (Nagelkalke) kommen häufiger vor.

So läßt sich nördlich des Harzes eine gewisse Abhängigkeit von den Leitlinien des subhercynen Beckens erkennen; gröber klastische Ablagerungen nahe dem Flechtinger Höhenzug und dem Harze, feinkörnige weiter entfernt in der Beckenmitte und seiner westlichen Verlängerung. Im einzelnen hier genaue Parallelen zu ziehen, ist bei dem Mangel an Aufschlüssen und Fossilführung, dem starken Fazieswechsel besonders im Osten nicht angängig. Es sind Abhängigkeiten, die im wesentlichen schon seit dem Unterrät bestehen, im Mittelrät modifiziert werden, sich im unteren Oberrät abgeschwächt erhalten und im oberen, den „Zwischenschichten“, gering verstärkt wieder auftreten.

Im Leinetal ist nur im Süden, bei Göttingen, der hangendste Teil der „Zwischenschichten“ mit mäßiger Sandführung bekannt, den liegenden unterschlägt eine Verwerfung. Abnahme der Sande macht sich bei Angersbach, ohne erhaltene Fauna, bemerkbar.

Aus der Gegend von Rinteln und Vlotho werden durch NAUMANN in den Erläuterungen die „Übergangsschichten“ in schönen Profilen bekannt gegeben.

Sie und die hangenden Bänke, welche zwar „liassische“ Lamellibranchiaten, aber keine Ammoniten enthalten, zudem unter der Planorbisbank liegen (bei Bögerhof u. a. m.), gehören hierher. Was im Mittellandkanal schon angedeutet war, wird hier zur typischen und auffallenden Erscheinung, neben Kalksandsteinen kommen auch Kalke vor. Auf dem westlicheren Blatt Vlotho ist die Ausbildung dieser Schichten schon sandiger. Vielleicht ist es doch beachtenswert, daß gerade in der gleichen Gegend eine Häufung chemischen Sediments (nicht nur Muscheltrümmerkalk) in den „Zwischenschichten“ eintritt, in der bei Exten der Lias alpha eine im allgemeinen besonders landferne Ausbildung zeigt. Doch ist hier noch vieles zu klären.

Auf Blatt Schwalenberg im Falkenhagener Liasgraben werden während des Druckes durch GRUPE von ihm zu den Pylonotenschichten gerechnete feinkörnige Kalksandsteine mit Lamellibranchiaten bekannt, die zu den „Zwischenschichten“ gehören dürften.

Weiter im Westen, im Gebiet der Egge und des Teutoburger Waldes, sind die Verhältnisse noch reichlich unklar. Bei Detmold gehören hierher wahrscheinlich *Ostrea sublamellosa* führende Sandsteine unter der Liasbasis. Auch auf den Blättern Herford-Ost und -West ist neben gleichzeitigem Kalkgehalt die Sandzunahme beträchtlich, bei Bielefeld, wo nur die obersten Schichten von LANGE bearbeitet wurden, liegt weiter vermehrter Sandgehalt und darüber eine kleine Fauna. Wie sich hier im einzelnen das rheinische Massiv geltend gemacht hat, ob nicht etwa noch nördlichere Sedimentlieferanten vorhanden waren, darüber wissen wir nichts, bzw. im Wesergebirge fehlt jegliche Kenntnis. Zum mindesten im Südwesten müssen Sedimentlieferanten gelegen haben, darauf weist die deutliche Sandzunahme in dieser Richtung.

Über die „Zwischenschichten“ bei Bentheim und bei Wesel¹⁾ ist noch nichts bekannt. Hier liegen ferner Sonderverhältnisse vor, die durch das allmähliche Einbrechen immer neuer Schollen des variskischen Untergrundes und ein schrittweises Vordringen immer anderer Stufen des Rät-(Oberrät?)-Lias bedingt werden.

Es bahnt sich also von England bis Obisfelde, Salzgitter und Angersbach ein allmählicher Übergang zur liassischen Sedimentation an. Schlagartig dringt in dies Gebiet aus noch unbekannter Richtung, aber sicher nicht aus Süddeutschland, die Ammonitenfauna ein, die im Tethys-Gebiet entstanden sein mag. Welche neuen Zugangswege sich geöffnet haben, läßt sich in Deutschland und England nicht feststellen, vielleicht in Frankreich. In Deutschland wird die Erkenntnis und Deutung des obersten Rät und seiner Verbreitung, die Bearbeitung seiner vielfach nur erschlämmbaren Fauna noch Mühe und Zeit genug erfordern.

Zur Paläogeographie der Planorbiszeit kann nur die eigentliche, Ammoniten führende Planorbisbank benutzt werden. Nur in seltensten Fällen ist eine Zweiteilung der Bank mit *planorbis* im behandelten Gebiet nachweisbar. Fast überall scheinen in den hangenden Gesteinen bereits Ammoniten der Johnsoni-zone aufzutreten. Es muß doch nachdrücklichst betont werden, daß sich bis jetzt in Nord- und Mitteldeutschland in allen sorgfältig bearbeiteten Profilen die LANGE'sche Gliederung in \pm streng geschiedene Ammonitenzonen bestätigt hat. Der südlichste Punkt, Angersbach, erwies es aufs neue. Für die endgültige

¹⁾ Die KOERT'schen Bohrkernne scheinen hierhergehörige Kalke zu enthalten. Fossilführung!

Austragung der Meinungsverschiedenheiten zwischen LANGE und VOLLRATH bleibt nur der Weg übrig, in systematischer Profilaufnahme über Angersbach hinaus nach Süden vorzudringen. Bis dahin fehlt der einen Seite die nötige Häufung durchgearbeiteter Profile im umkämpften Raum, wie der anderen die paläontologische Durchdringung abgeht.

In Norddeutschland liegen u. E. die Verhältnisse klarer; für den durch *planorbis* gekennzeichneten Ausschnitt darf ungefähre Gleichzeitigkeit angenommen werden. Die Rekonstruktion an Hand nur der einen Ammoniten führenden Bank hat natürlich ihre Schwächen, aber Mächtigkeit, Gesteins- und Fossilfazies ergeben ein ungefähres Bild.

Für BRANDES existieren 1911 als Sediment liefernde Landfesten „im fernen Südosten das böhmisch-vindelizische Land“ und im Norden Fenno-Scandia. Die Bedeutung der Harzgegend und der Ardenneninsel werden von ihm erstmalig herausgearbeitet. Schon SCHMIERER nimmt bei Betrachtung des subhercynen Gebiets ein östliches Land an, THOMAS muß das gleiche vermuten und Verfasser konnte letzthin nähere Beiträge zu seiner Konfiguration liefern. Der Zusammenhang dieses Hochgebietes mit den beiden großen östlichen Bezirken Fenno-Scandias und Tschecho-Vindeliziens als östlicher Vorsprung einer gewaltigen Landmasse erscheint paläogeographisch sicher. Ungeachtet dessen wird letztere von tektonisch verschiedensten Elementen zusammengesetzt.

Der Einfluß dieser östlichen und westlichen Landfeste wäre also zu schildern und zu untersuchen, wie er sich in Sediment und Fauna bemerkbar macht.

Zurzeit wohl am besten bekannt ist das Harzvorland. Zwei Faziesgebiete berühren sich hier, ein grobkörniges im Süden und Osten, ein feinkörniges im Westen. In den Aufschlüssen und Funden von Wormsdorf, Göhringsdorf, Quedlinburg, Harzburg und Oker liegt ein kalkgebundener Sandstein vor. Er zeigt in dem einzigen guten Profil von Wormsdorf große Mächtigkeit (1,80 m). Sie wird noch überschritten in dem grobkörnigsten, aber \pm ammonitenfreien Gestein, das bei Helmstedt dieser Zone angehört. Starke Verbreitung von Ostreen ist überall zu beobachten. Eine reiche Fauna an Schnecken und Muscheln findet sich in diesen Produkten stärker bewegten Wassers. Echinodermenreste sind nicht selten. Das Charakterfossil dieser Fazies ist die bei Quedlinburg massenhafte, sonst häufige *Pseudomonotis Kurri* OPP. Landpflanzen und grober Pflanzenhäcksel sind \pm verbreitet.

Nördlich bezw. westlich anschließend liegen bei Langelsheim 0,80 m, bei Mackendorf sogar 2,50 m mächtige, sehr sandreiche Mergelschiefer. Das Korn der Quarze ist etwas herabgegangen, ein geringer Bitumengehalt ist bemerkbar. Das Bindemittel ist kalkig. *Inoceramus pinnaeformis* herrscht vor, *Ps. Kurri* tritt zurück oder fehlt. Halberstadt mit schon feinkörniger Ausbildung schließt sich an.

Schöppenstedt enthält einen äußerst feinkörnigen Sand-schiefer, begleitet von Nagelkalken. Diese und ähnlich feinkörnige Kalke, denen die vorwiegende Entstehung als organischer Trümmerkalk nicht anzusehen ist, seien in der Karte und weiter unten kurz „Präcipitat“kalke genannt. Dabei mögen Organismen wesentlich an der Fällung beteiligt sein.

Bei Salzgitter, Steinlah und Oelber liegt die Fazies von Sand-schiefern vor mit nach Norden abnehmendem Korn und geringerer Zahl der Quarze. Die Gesteine sind schwach bituminös, reich

an Seeigelstacheln. Weitere Verfeinerung des Korns findet sich im Mittellandkanal, von Lühnde im Süden nach Sehnde im Norden sich verstärkend. Überall ist die Mächtigkeit gering.

Trotz der Bitumenführung, die sehr gering bleibt, muß hier wie bei den nachfolgenden Gebieten doch eine bis zum Meeresboden reichende Strömung und damit Durchlüftung der unteren Wasserschichten angenommen werden. Die massenhaften Echinidenstacheln sind derart grob (s. a. BRANDES 1911: „Das Gestein ist in einzelnen Teilen geradezu gespickt mit 0,5—2 mm dicken Seeigelstacheln“), daß eine schwebende Lebensweise wie bei den Echiniden der Arieten- und Posidonienölschiefer mit ihren langen und feinen Stacheln nicht in Frage kommt. Wir müssen in ihnen Formen des vagilen Benthos sehen. Deutliche Richtung dieser Stacheln zeigt das Vorhandensein von Bodenströmungen.

Unter im allgemeinen gleichbleibender Entwicklung schaltet sich den Sandschiefern bei Hildesheim, Groß-Düngen, Sillium und Mahlum Kalk ein. Es sind schwach sandige Kalke, an deren Bildung Muscheltrümmer in den Schliffen von Hildesheim nur in sehr geringem Maße, in den südlichen etwas mehr erkennbar beteiligt sind. Echiniden spielen eine große Rolle. Die Einheitlichkeit als geschlossene Kalkplatte oder das Auftreten als einzelne Kalklinsen ist unentscheidbar. In Kalken und sie umschließenden Schiefertönen nimmt der Sand wieder von Süden nach Norden ab. Landpflanzen sind nicht selten.

Aus dem Vorgesagten schält sich eine Gruppe östlicher und südlicher, dem Harz und dem Flechtinger Höhenzug benachbarter, klastischer Sedimente stärker bewegten Wassers heraus, die nicht weit über Quedlinburg und Meiendorf hinaus nach Osten gereicht haben dürften. Sie sind deutlich von den genannten variskischen Gebieten abhängig. Deren Einfluß verliert sich allmählich nach dem Westen des subhercynen Beckens in eine universellere Sandschiefer- und Schieferfazies mit eigener Fauna. Sie gehört einem immer noch flachen und durchlüfteten Meere an.

Die Westseite des Harzes entbehrt im Hils- und Sackwald am Kahleberg, bei Markoldendorf und Northeim aller durchgearbeiteten Profile. Unser Wissen über die Bedeutung des nordwestlichen Harzes hat deshalb hier eine große Lücke. Nur selten sind feinkörnige Sandschiefer mit *pinnaeformis*-Fazies bekannt.

Dank neuer Aufschlüsse ist die Planorbiszone bei Göttingen besser bekannt geworden. Zähnen, bituminösen Schiefertönen, die unten eine Mischfauna *Kurri/pinnaeformis*, oben typische *pinnaeformis*-Fauna enthalten, schalten sich sandige, \pm schiefrige Kalke ein (80 cm). Etwas mächtiger ist die Zone bei Eichenberg, hier mit vermehrtem Sandgehalt. Es herrscht ausgesprochen *pinnaeformis* mit zahlreichen, \pm gerichteten Echinidenstacheln. Bei Göttingen hat man den Eindruck ungefährender fazieller Gleichwertigkeit mit Langelsheim bis Sillium, unter geringer Zunahme der Landferne im Lauf der Planorbiszeit. Der etwas vermehrte Sandgehalt von Eichenberg läßt erwägen, ob nicht das alte Gebirge unweit Witzenhausen a. W. hier eine Rolle als Untiefe gespielt hat.

Eisenach und Gotha bleiben noch offen, über die Bedeutung der Bucht zwischen Harz und Thüringer Wald und des Thüringer Waldes wissen wir

nichts. Daß auch dieses variskische Hochgebiet Festland war, erscheint im Vergleich mit dem Rät bei Gotha, Eisenach und auf der Südseite sicher. Es ist nur fraglich, wie weit das Meer seine Küsten vorschieben konnte.

Zur Coburger Gegend sei auf die „Meeresverbindung“ verwiesen.

Der Fund von Angersbach zeigt eine typische, *Kurri*-freie *pinnaeformis*-Fauna. Zugleich ist das Gestein ganz besonders feinkörnig. Der Bitumengehalt ist gegenüber allen bisher genannten Punkten erhöht. Und in diesem besonders bituminösen Gestein von größter Feinkörnigkeit sind die Echinidenstacheln nicht in der gleichen Häufigkeit wie sonst. Bei allen Funden hat man den Eindruck, die Stacheln seien besonders zart und relativ langgestreckt. Ihre Träger mögen demnach Schwebeformen gewesen sein. Absätze eines tieferen Wassers finden wir in der Planorbiszone von Falkenhagen mit ähnlicher Fauna wieder. Leider ist vom Fundpunkt Kassel¹⁾ kein Material erhältlich gewesen. Exten verhält sich ähnlich, doch tritt hier auffallender Weise in dem seinerzeit von HOYER gesammelten Material etwas mehr Sand hervor. Das widerspricht dem späteren Verhalten der Extener Gegend, die sich durch Sedimente küstentferneren Wassers auszeichnet.

BRANDES erkennt in den Pylonotenkalken entlang der Egge, denen noch Berge beim Homberg zugesellen ist, das klastische Gestein. Er denkt es sich entstanden aus durch Gezeitenströmungen in das Lebensbereich der unzerbrochenen Fauna hinzugeführten, \pm strandnahen Organismenfragmenten. In letzter Zeit wird vielfach die Bedeutung der Muscheln usw. knackenden Bodenfaua klarer erkannt als damals. Doch auch bei Zuziehung dieser Annahme macht sich die Herbeiführung strandnaher bzw. terrestrer Materialien im Hinzutransport von Sanden bemerkbar. Der hierdurch geschaffene festere Untergrund erleichtert zahlreichen Austern der *sublamellosa-irregularis*-Gruppe das Leben. Eingeschaltet sind diese Kalke bituminösen, vereinzelt sogar recht bituminösen Mergelschiefeln und Schiefertönen mit *pinnaeformis*-Fauna. Zu einer nennenswerten Beteiligung der *Kurri*-Fauna reicht scheinbar die Wasserbewegung nicht aus. In dem nur wenig nördlicher gelegenen Grevenhagen-Langelander-Gebiet sind die Sandschiefer nach dem makroskopischen Befund etwas feinkörniger, die Kalke, abgesehen von starker Ammonitenführung, eher als Präzipitatkalke zu bezeichnen, in denen der Sandgehalt vielfach auf ein Minimum zurückgeht. Hier wurde erstmalig der Name Ölschiefer für bituminöse Gesteine der Pylonotenschichten von SCHLÜTER geprägt.

BRANDES nahm als Lieferanten der Sande die Ardenneninsel, als Entstehungsort des kalkbildenden Trümmersmaterials deren Küste an. Dabei zeichnet er mit sicherem Vorgefühl nördlich des zu seiner Zeit bekannten Rheinischen Schiefergebirges eine hypothetische nördliche Verlängerung über Paderborn hinaus bis nahe an Bielefeld heran, nördlich Münster vorbei. Aus gleichen Überlegungen übernahmen LANGE und Verfasser eine ähnliche Ausdehnung des Hochgebiets in ihren paläogeographischen Rekonstruktionen. Es geschah dieses trotz des Widerspruchs zum angenommenen, viel südlicheren westfälischen Hauptabbruch noch in STILLE'S Karte der saxonischen Gebirgsbildung. Erst 1927 erweist sich durch neue Untersuchungen STILLE'S, daß die Überlegungen berechtigt waren; die Lage

¹⁾ In der Kartenskizze ist hier versehentlich zuviel angegeben.

des westfälischen Hauptabbruchs wird auf die Linie der zugehörigen Kartenskizze verschoben. Damit finden die faziellen Verhältnisse, die vielfach deutliche Nähe der Küste ihre Erklärung in älteren Konfigurationen. Auch das andere Ergebnis von Bohrungen, besonders der neuen bei Lippspringe, daß die Kreide direkt auf dem alten Gebirge ohne Einschaltung von Perm, Trias und Jura liegt, deutet auf wahrscheinlich geringes Hinaufreichen des Lias und damit des Planorbis-meeres auf den Nordosten des Rheinischen Massivs.

Bei Bielefeld hat LANGE die Planorbiszone untersucht. Schwachsandigem, austernreichem Kalk sind Ölschiefer eingelagert. Die *pinnaeformis*-Fauna herrscht vor. Unebene Schichtung deutet auf Bewegung des Bodengewässers in gleicher Weise wie das sessile und vagile Benthos. Die neuen STILLE'schen Ergebnisse erleichtern auch hier das Verständnis.

Unübersichtlich sind nach der Literatur die Verhältnisse auf den Blättern Herford-Ost und -West und Vlotho. Nach den Erläuterungen zur Spezialkarte und dem vorliegenden Belegmaterial kommen Kalk- und Sand-schiefer mit etwas vermehrtem Sandgehalt vor. Auf dem Blatt Vlotho gesellt sich der im übrigen herrschenden *pinnaeformis*-Fauna nicht ganz vereinzelt *Kurri*.

BORN hat für die Granitgerölle im Kulm des Edergebietes, im Oberkarbon größerer Teile des Rheinischen Schiefergebirges ein nördliches Liefergebiet postuliert. Das Rät von Wietze-Steinförde und das erneute Auftreten von Polylocussandsteinen bei Hänigsen-Nienhagen ist nur erklärbar, wenn im Untergrunde des norddeutschen Flachlandes bisher unbekannte Hochgebiete liegen, die Bruchstücke variskischer und vorvariskischer Faltung sein dürften und die Sedimentation beeinflussten. Die Rät-sandsteine, die in der Gegend Braunschweigs schon stark an Mächtigkeit verloren haben, sobald sie sich aus dem Schüttungsbereich des Flechtinger Paläozoikums entfernen, nehmen bei Wietze plötzlich an Mächtigkeit zu. Auch „Zwischenschichten“ und Unterer Lias sind \pm sandig. Die Polylocussandsteine sind ebenfalls \pm abhängig vom Magdeburger Uferstrand, ihr Auftreten bei Hänigsen bedingt ein anderes Liefergebiet. Durch ERNST und POMPECKJ ist auf die kristallinen Gerölle im Gault von Lüneburg hingewiesen und ihre Bedeutung erörtert. So sehen wir, daß, vielleicht sogar mehrere, ab und zu Sediment liefernde Hochgebiete, die dann wieder ähnlich wie Harz und Flechtinger Höhenzug untertauchen können, im Bereich des mittleren Hannover existieren. Sie mögen eine Rolle für die Sedimentation bei Herford spielen.

Das westlichste, einen eigenen Typ darstellende Gebiet des Planorbis-meeres ist die Kölner Bucht. In deren nördlichem Teil sind bei Xanten in 4 Bohrungen Planorbis-schichten angetroffen und von KOERT bearbeitet. Das Gestein verdient noch mehr als das an der Egge den Namen Ölschiefer. Sein Korn ist außerordentlich fein, die Fauna umfaßt in den vorliegenden Proben neben dem Leitammoniten nur *Inoceramus pinnaeformis* und im Kalk einzelne *Ostrea irregularis*. Die KOERT'schen *Pseudomonotis Kurri* entstammen tieferen¹⁾ und höheren Schichten, wahrscheinlich der Johnstoni-

¹⁾ Zwischenschichten?

zone. Echiniden sind selten in den Ölschiefern, ein Gesteinsbilden wie im Mittellandkanal usw. kommt nicht in Betracht. Die Kalke sind sehr feinkörnig und stark bituminös. Die Mächtigkeit scheint nach den Teufenangaben groß zu sein, ist aber unsicher.

In der nördlichsten Fortsetzung der Kölner Bucht finden sich somit Verhältnisse, die auffallend den Gebieten landferneren und tieferen Wassers mit geringerer Durchlüftung ähneln, ja, in letzterer Hinsicht wohl das Maximum in der Psiloceratenzeit darstellen. Wir wissen, daß der Südwestzipfel schon für die Buntsandsteinsedimentation und die des Muschelkalks eine Rolle spielt. Erneut — d. h. über die dazwischenliegenden Zeiten sind wir nicht genug unterrichtet — machen sich die Anzeichen eines frühen Einbruchs an dieser Stelle bemerkbar durch die Fazies des Planorbismeeres, die in \pm stagnierendem, von Strömungen unberührtem Wasser einer Bucht am besten zu erklären ist.

Das Gebiet, in dem die Verbindung zwischen Bielefeld und Niederrhein zu suchen ist, das Wesergebirge und der Teutoburger Wald westlich Bielefeld, entbehrt aller brauchbaren Literatur und, nach freundlicher Mitteilung von Herrn Dr. HAACK, wohl auch vielfach der Aufschlüsse.

Verfasser ist sich vollkommen dessen bewußt, daß die Darstellung noch lückenhaft, im Einzelnen noch manches zu korrigieren und zu ergänzen ist. Um diese Ergänzungen zu erhalten, ist es notwendig, die Fehlerquellen und die Gebiete unzureichender Kenntnis aufzuzeigen.

Jeder neue Aufschluß wird das Bild variieren und bereichern, Feinheiten der Linienführung ermöglichen.

Trotzdem schält sich doch noch ein großer durchgehender Zug heraus. Die Sedimentation der Planorbiszeit ist im großen und ganzen abhängig von den variskischen Teilstücken, die bereits eine der jetzigen weitgehend ähnliche Konfiguration zeigen. Aus den Arbeiten von EHRAT, ERNI, POMPECKJ, PRATJE, RÜGER und VOLLRATH geht für Süddeutschland eine verblüffende Abhängigkeit der Sedimentgestaltung und der Küstenführung von den jetzigen Grenzlinien variskischen Landes gleichmäßig hervor, so sehr sich die Autoren in Einzelfragen uneinig sind. Regensburger Bucht, Bodenwöhrer Bucht, Schwarzwald und Vogesen, Kraichgau und Rhein-Donau-Senke sind deutlich kenntlich und spielen im Laufe der Entwicklung eine wechselreiche Rolle. Dabei erfolgen die Bewegungen der einzelnen variskischen Teilstücke manchmal unabhängig, ja gegensätzlich zueinander. Dieses Bild beherrscht gleichermaßen Nord- und Mitteldeutschland. Die westlichen Vorposten des vindelizisch-böhmisch-russischen Landes, Thüringer Wald, Harz und Flechtinger Höhenzug im Osten, das Rheinische Schiefergebirge im Westen, getrennt durch eine weite hessische Straße, formen den Meeresraum. Es dürfte kein Zufall sein, daß die strandnahen Sedimente im Osten und Westen sich unterscheiden. Am kalkarmen Paläozoikum des Ostens finden wir in viel höherem Maße Sandsteine als in der Nachbarschaft des kalkreicheren westlichen. Mit der Entfernung von der Küste vereinfacht sich die Mannigfaltigkeit der Gesteine und der Fauna, eintönige Schiefertone herrschen. Dabei sind Feinheiten oft schon jetzt erkennbar, so gering die Zahl der Aufschlüsse noch ist. Die Kölner Bucht sei ein Beispiel dafür.

Der Wert der paläogeographischen Rekonstruktion wird am ersten erwiesen mit den Ausführungen über den Nordosten des Rheinischen Schiefergebirges. Dort sind durch die neuesten Bohrungen weite Gebiete kohlehöflich geworden, die früher von der Praxis als kohlefrei angesehen wurden. Jetzt erst zeigt es sich, daß die tatsächliche Begrenzung derjenigen entspricht, die aus paläogeographischen Gründen, auf Grund der Fazies vor Kenntnis der Bohrungen gezeichnet wurde. Eine exaktere Untersuchung der faziellen Verhältnisse im mittleren Hannover unter Heranziehung der Erdölschächte und Bohrungen bei Wietze und Hänigsen, läßt die Hoffnung zu, auch auf diesem Wege zur Auffindung der noch unbekanntem variskischen Gebiete unter dem Diluvium zu gelangen.

Verfolgen der Planorbiszone und ihrer Stratigraphie von Angersbach nach Süden bei exakter Beachtung der Paläontologie wird auch einmal den Streit LANGE/VOLLRATH lösen.

Literaturverzeichnis.

- 1a. BRINKMANN, Die rheinische Richtung im vorkimmerischen Süddeutschland. Abh. Pr. Geol. L.-A., N.F. 95. 1923—25.
- b. Derselbe, Tektonik und Sedimentation im süddeutschen Triasbecken. Z. D. Geol. Ges. 78, 52. 1926.
2. DIEHL, Der Lauterbacher Graben. Dies. Notizbl. 1926.
- 3a. JÜNGST, Die Meeresverbindung Nord-Süd-Deutschland in der Psiloceratenzeit. N. Jahrb. B.-B. 1927.
- b. Derselbe, Rät, Pylonoten- und Schlotheimien-Schichten im nördlichen Harzvorlande. Geol.-Pal. Abhdlg. 1928.
- 4a. LANGE, Zur Palaeogeographie und Ammonitenfauna des Lias α . Z. D. Geol. Ges. 77, 439. 1925.
- b. Derselbe, Über den unteren Lias. Centralbl. f. Min. etc. 1927 B.
5. RÜGER, Zur Frage der Liastransgression in Süddeutschland. Centralbl. f. Min. etc. 1926 B.
6. VOLLRATH, Zur Stratigraphie des Lias α in Süddeutschland. Centralbl. f. Min. etc. 1928 B. Die in Betracht kommenden Erläuterungen zur 25 000-Karte. Weitere Literatur in 3a, 3b, 4a.

Ueber einige Glimmergefüge.

Von BRUNO SANDER-Innsbruck mit Beiträgen von
OSKAR SCHMIDEGG und DORIS KORN.

Mit 25 Abbildungen im Text.

Einleitung.

Die vorliegende Arbeit schließt im besonderen an zwei im Druck befindliche Arbeiten an. In der einen „Über einen Fall von Kristallisationsschieferung mit Internregelung“ (Neues Jahrbuch Beilageband LVII, Abt. A, 1928) wurde unter anderem mit der Betrachtung des Wachstums von Albit und Hornblende in geregelter Gefüge begonnen; hiezu kommen in der vorliegenden Arbeit ähnliche Betrachtungen über Glimmer. In der anderen Arbeit „Über Tektonite mit Gürtelgefüge“ (Fennia 50 Nr. 14, 1928 Helsingfors) wurde eine allgemeine gefügeanalytische Kennzeichnung dieses weltweit häufigsten Typus der mit Richtungssinn fließenden Tektonite (Gürteltektonite, B-Tektonite) gegeben, welche zwischen oberflächlicher Blocktektonik und einer unteren Tiefengrenze alle stetig deformierten Rindenteile mit Gleitung im Gefüge bezeichnen und die tektonische Fließrichtung als Gleitgerade parallel zum Gürtel an translatierten Mineralen, am besten und bequemsten an Glimmer, ablesen lassen.

Diese letztere Arbeit wird von der vorliegenden insoferne fortgesetzt, als gezeigt wird, daß auch glatt schieferige Gesteine ohne sichtbare „Streckung“ unter diesen Typus fallen können und dann alle Vorteile leicht ablesbarer B-Achsen für die Tektonik bieten.

Ein Teil des hier verwendeten Gesteinsmaterials entstammt bereits meinen ausgedehnten auf Gefügefragen gerichteten Aufsammlungen bei Gelegenheit einer Bereisung deutscher kristalliner Gebiete. Zunächst die Möglichkeit solcher Aufsammlungen und der Präparatherstellung, sodann auch die Gelegenheit, mich hierbei zahlreicher unvergeßlich freundlicher Führungen durch deutsche Fachgenossen zu erfreuen, verdanke ich einer Subvention durch die *Notgemeinschaft der Deutschen Wissenschaft*. Dieser Körperschaft gegenüber beginne ich hiermit meinen Dank abzustatten. Und es ist mir auch in diesem Zusammenhange erfreulich, daß das Folgende der Ehrung eines meiner freundlichen Führer in deutschen Arbeitsgebieten dienen soll.

An der Arbeit hat sich als Gast des Institutes Fräulein D. KORN aus Heidelberg mit den bezeichneten Diagrammen beteiligt, ferner mein wissenschaftlicher Mitarbeiter Dr. Oskar Graf SCHMIDEGG durch Auszählung der Diagramme und die eigene Bearbeitung eines meiner Biotitporphyroblastenschiefer aus dem Isergebirge.

Die deutschen Gesteinsproben habe ich auf Exkursionen mit den Herren RÜGER, DRESCHER (Odenwald), BERG (Isergebirge) entnommen, deren freundlicher und lehrreicher Führung ich mich auch bei dieser Gelegenheit dankend erinnere.

Für Leser, welche sich mit den Gesichtspunkten für solche Arbeiten vertraut machen oder die untersuchungsmethodischen Grundlagen für Gefügediagramme nachsehen wollen (L 11, 13 und folgende) folgt hier ein Verzeichnis der Literatur über Gefügeregelung der Gesteine und deren Analyse, um welche sich Walter SCHMIDT durch Einführung der statistischen Methoden besonders verdient gemacht hat.

1. SANDER, Tschermaks Mineralogische und petrographische Mitteilungen, Band XXX, 1911, Seite 281—314, Wien.
2. — Jahrbuch der k. k. Geologischen Reichsanstalt in Wien 1912, Bd. 62, 2. Heft, S. 219—288.
3. — Jahrbuch der k. k. Geologischen Reichsanstalt in Wien 1914, Bd. 64, 4. Heft, S. 567—634.
4. — Tschermaks Mineralogische und petrographische Mitteilungen, Band XXXIII, 1915, Seite 103—113, Wien.
5. SCHMIDT, Mitteilungen der Geologischen Gesellschaft in Wien, Bd. VIII, 1915, S. 62—115.
6. — Sitzungsberichte der kaiserl. Akademie der Wissenschaften in Wien, Mathem.-naturwiss. Klasse, Abteilung I, 126. Band, 6. und 7. Heft, Seite 515—538.
7. — Jahrbuch der Montanistischen Hochschule Leoben 1923, Seite 1—7.
8. SANDER (mit PERNT), Jahrbuch der Geologischen Bundesanstalt in Wien, Band 74, 1923, Heft 3 und 4, Seite 183—253.
9. — Jahrbuch der Geologischen Bundesanstalt in Wien, Band 75, 1925, Heft 1 und 2, Seite 181—236.
10. SCHMIDT, Denkschriften des Naturhistorischen Museums in Wien, Band 3, 1925, S. 1—64.
11. — Tschermaks Mineralogische und petrographische Mitteilungen, Band 38, 1925, Seite 392—423, Wien.
12. SANDER, Centralblatt für Mineralogie usw., Jahrg. 1926, Abteilung B, Nr. 5, S. 168—173.
13. — (mit SCHMIDEGG), Jahrbuch der Geologischen Bundesanstalt in Wien, Band 76, 1926, Heft 3 und 4, Seite 323—404.
14. FISCHER, Neues Jahrbuch für Mineralogie usw., Beilageband LIV, Abteilung B, 1926, Seite 95—114.
15. SCHMIDT, Jahrbuch der Geologischen Bundesanstalt in Wien, Band 76, 1926, Heft 3 und 4, Seite 407—430.
16. — Verhandlungen der Geologischen Bundesanstalt in Wien, Jahrg. 1926, Nr. 9, S. 171—176.
17. SANDER, Geologisches Archiv, 4. Jahrg. 1926, 1. Heft, S. 29—35, 3. Heft, S. 141—150.
18. — Verhandlungen der Geologischen Bundesanstalt in Wien, Jahrg. 1927, Nr. 4, S. 1—4.
19. — (mit SCHMIDEGG und FELKEL), Zeitschrift für Kristallographie, Band 65, Heft 4, Leipzig, Seite 501—506.
20. SCHMIDEGG, Jahrbuch der Geologischen Bundesanstalt in Wien, Band 78, 1928, Heft 1 und 2, Seite 1—52.
21. RÜGER, Sitzungsberichte der Heidelberger Akademie der Wissenschaften, Math.-naturw. Klasse, 1927, 12. Abhandlung.

Von unpublizierten Arbeiten dieser Richtung kann ich noch anführen DRESCHER's Studien an Internregelungen, KORN's Gefügeanalysen an den Gesteinen des Böllsteiner Odenwaldes und ziemlich zahlreiche von mir seither an reinen Quarztektoniten ausgeführte Gefügeuntersuchungen. Diese letzteren haben über die eingangs erwähnten Arbeiten an B-Tektoniten hinausgeführt z. B. insoferne als ein Typus mit ausschließlicher Lage der c-Achsen $\perp B$ und zugleich $\parallel s$ (also schärfstens und ausschließlich $c \parallel xx'$) bis zu gradweisem Heraustreten der c-Achsen aus xx' in der (xz) -Ebene deutlich wurde, neben dem Typus der sich in xx' schneidenden Großkreise und dem Typus der Kleinkreisgürtel $\parallel (xz)$. Durch weitere Arbeit wird derzeit die Lösung der Frage versucht,

ob man zweierlei Scherflächensysteme (Zonenachse B und Zonenachse \perp B) annehmen darf, um eine möglichst weitgehende Rückführbarkeit der Regelungstypen auf eine Einregelung von c in die Gleitgeraden zu erhalten.

Kontaktmetamorpher Quarzphyllit.

Den bisherigen (l. c.) Beispielen von Glimmerhäuten und Schuppen in phyllonitischen und „kristallisationsschiefrigen“ Gesteinen werden nun Beispiele für neugebildete Einzelbiotite in Tektoniten angeschlossen. Wir begegnen dabei zugleich der Erklärung für zwei Arten von „Querbiotit“ und sehen, daß ein Biotit aus verschiedenen Gründen quer zu irgendeinem auffallenden s gestellt sein kann. Das Gestein ist durch granitischen Kontakt zu Andalusitbiotitphyllit gewordener Quarzphyllit. Seine B-Achse ist fast reine Umfältelungsachse des feingewebten muskowitischen Grundgewebes. Eine Schenkelschar der Muskowitfältchen ist betont und hat beginnender Scherung die Bahn vorgezeichnet wie dies bei stärkerer derartiger Scherung als „Mikrocleavage“ bezeichnet wurde. Es ist dies die einzige unvollkommene Spur von Scherung des Gesteins. Nahe dieser Spur im Diagramm \perp B liegt das Maximum E für die Lote von etwa 50 leistenförmigen Erz(Titaneisen)-Querschnitten. Dieses Erz ist alt, kommt als Einschluß im Biotit vor und ist in allen anderen Fällen die Basis für bisweilen zahlreiche aufwachsende Biotite geworden. Das sonst so spröde Erz ist oft auch als Einschluß in unversehrttem Biotit ganz weich gebogen, auch korrodiert. Es liegt rotiert um Achse B. Die Biotite sind große, mechanisch unversehrte Imprägnations-Holoplasten mit Siebstruktur und interner Reliktstruktur. Diese ist weniger gefältelt als das Grundgewebe und demselben gegenüber durch Rotation der Biotite verlegt. Es hat also Durchbewegung des bereits vererzten Schiefers stattgefunden, dann Biotitneubildung streng holoblastisch (besiedelte Erze), sowie schwache Rekristallisation der Muskowitfältchen. Spuren von Translation der großen Biotite bei ihrer Rotation läßt die stufige Zerschering der internen Reliktstruktur feststellen. Biotite und Erze liegen tautozonal rotiert um Achse B, die Erze mit einem einzigen ausgesprochenen Untermaximum, was ich nicht erklären kann. Die Biotite besetzen einen breiten Gürtel um B als Umfältelungs(nicht Scherungs)-Achse im Übersichtsdiagramm sämtlicher Biotite mit vier Untermaxima. Das genügt bei großen Biotiten durchaus, um mit Bezugnahme etwa auf die im Längsbruch \parallel B überall erscheinende Faserstruktur oder auf die Muskowitmikrocleavage das Gestein als einen Querbiotitschiefer erscheinen zu lassen, als einen jener, von welchen bei früherer Gelegenheit (L 2 Seite 284) gesagt wurde, daß die Querbiotite um die „Streckungsachse“ rotieren. Es gibt also, wie zu erwarten, Glimmergürtel \perp B ganz gleichviel, ob dieses Umfältelungsachse, Scherungsachse oder wie gewöhnlich beides ist. Die Teildiagramme der freien Biotite und der Biotite auf Erz zeigen (nach dem mikroskopischen Bilde überraschenderweise) nicht nur denselben Gürtel, sondern eine Übereinstimmung in allen Untermaxima bis auf eines. Es kann also für die Anordnung der Biotite kein Scherungsvorgang in Frage kommen, da die an Erzen aufsitzenen Biotite vom Keim an jeder scherenden Einregelung ins Gefüge entzogen waren und dennoch dasselbe Diagramm haben wie die freien Querbiotite. Die Biotite können nur im Muskowitfilz ursprünglich mitgefältete und so um B rotierte Keime gewesen

sein oder durch die Wegsamkeit des gefältelten Muskowitfilzes ausgelesene Keime. Ein Einfluß der Erze als Aufwachswand für Biotite ist im Diagramm deutlich. Die Biotite, welche, wie das bei wandständigen Biotiten vorkommt, mit (001) subnormal auf die Erzwände aufwachsen, erzeugen in ihrem Diagramm ein deutliches Untermaximum e , welches im Diagramm der Biotite ohne Erzwand zum Aufwachsen fehlt. Dieses Lot von (001) aufgewachsener Biotite ist vom Lot E auf die Erzwände selbst um 90° entfernt, also sehr gut im bemerkten Sinne deutbar.

Kristalline alpine Trias (Raiblerschichten des Tribulaun am Brenner.)

Diese Beispiele sollen Weiteres über Biotitholoblasten in Tektoniten ergeben und B-Tektonite mit einem vollkommen dominierenden s , „gutgeschieferter Gesteine“ also, mit trotzdem bestimmbarer B-Achse kennen lehren. Das erste Gestein ist ein schwarzer, sehr feinkörniger Tonschiefer mit ausgezeichneter Teilbarkeit durch feinste mechanisch noch ausgearbeitete Schichtung; mit viel Quarz, viel Muskowit (Blättchen und Häute), Biotit (Blättchen und Häute), sehr wenig Plagioklas. Die Kristallisationen bezeugen für das freie Auge nur die Querbiotite. Das Diagramm des Korn für Korn von Glimmer umschmiegt Quarzgefüges — also reinstes „Quarz in Glimmer“-Gefüge — zeigt keinen Gürtel $\perp B$. Der Flächenschliff läßt die von SCHMIDT an Sandstein beobachtete Vorzugslage der Achsen mit Minimum $\perp s$ erkennen mit einer Häufung der Achsen an den Enden der B-Achse, welche der Glimmer bestimmen läßt. Derartige Quarzdiagramme mit c subparallel s lassen sich heute noch nicht sicher genetisch deuten, da vor allem die Tracht (Gefügetracht) der Quarze nicht untersucht ist. Während uns also Quarz petrotektonisch nichts sagt, läßt sich der Gürtel und damit B und die mechanische Einspannung des Gesteins bei beiden Glimmern leicht bestimmen. Für Biotit geschah dies an dem orientiert der Natur entnommenen Flächenschliffe genau $\parallel s$ (siehe Diagramm 4) und ergab einen noch geschlossenen Gürtel. Muskowit wurde im Schliffe $\perp B$, also im Schnitt \parallel dem Biotitgürtel eingemessen und ergab einen offenen Gürtel. Beide Messungen ergeben, daß die Glimmer nicht genau in dem sehr deutlichen s der Feinschichtung liegen. Sondern ihr Maximum zeigt in beiden Diagrammen, daß die Glimmer etwas, ganz flach, aber deutlich nach SW einfallen, wenn man von ihnen wie von einer Schichte spricht. Daß die Glimmer ein s besetzen, welches mit dem Durchschnitts- s , das der Feldgeologe mißt, mit Feinschichtung, mit dem s anderer Minerale usw. (vgl. Neues Jahrb. für Mineralogie, Beilageband LVII, 1928) einen kleinen oder größeren Winkel bildet, ist eine ungemein weitverbreitete Erscheinung. Ihre zusammenfassende Bearbeitung wird erst ergeben, in welchen Fällen es sich um Einregelung der Glimmer in eine zum s , auf das wir uns beziehen, etwas geneigte Scherflächenschar s_1 handelt, in welchen Fällen um rotierte Scherflächen und in welchen Fällen die Glimmer in die Scherflächenschar s (nicht s_1) eingeregelt wurden, aber nicht genau $\parallel s$, sondern mit einem Grenzwinkel der Genauigkeit. Es fallen in diesem Falle die Glimmer mit (001) derart ein, als hätte die regelnde Scherung in s im Sinne der Relativverschiebung übereinander

folgender s , also im Sinne des Gesteinsfließens wie Wind über Halme hingestrichen, ohne sie ganz auf den Boden (s) umzulegen. In allen Fällen weist das Einfallen der Glimmer nach dem Orte, von welchem her sich tektonisch Höheres über Tieferes vorbewegte, so daß wir dem Glimmer wieder als ein petrotektonisch wertvolles Mineral begegnen, dessen man sich schon im Felde durch Einspiegeln der Glimmer, oft schon mit freiem Auge bedienen kann, was durch ganz einfache Taschen-Apparaturen verschärfbar wäre. In unserem Falle nun nehme ich in einem Gesteine, dessen Querschnitt sehr gut die Rotation der Biotite um B bei der einregelnden Scherung in s zeigt und dessen s vollkommen dominiert und ausgezeichnet mit Glimmer belegt ist, nicht eine dieses s mit etwa 15° schneidende Scherflächenschar s_1 an, von der man gar nichts sieht. Sondern ich betrachte das Gestein als ein Beispiel für die unvollkommene, gleichsinnig unvollkommene, Einregelung der Glimmer in s , aus welcher man nicht nur wie schon aus dem Glimmergürtel die Einspannung des Gesteins zwischen Kräfte in der NO—SW-Vertikalebene der Natur ablesen kann; vielmehr sogar ablesen kann, daß an der betrachteten Stelle der Tribulaubasis letztmalig Höheres über Tieferes gegen NO vorgeglitten ist. Die Querbiotite dieses Gesteins sind in vielen Fällen um B rotierte Holoblasten in gleicher Drehungsphase. Wie örtlich im Gestein nachgewiesen werden kann, erfolgte diese Rotation parakristallin, während der Kristallisation der Biotitholoblasten mit verlegtem s_1 und während der Kristallisation der Quarze, welche die Biotite hofartig umgeben. Sehr oft sind mit (001) im Gürtel, aber nicht in s liegende Biotite selbst gefaltet. Diese Faltung bzw. Biegung der Einzelbiotite wurde eigens eingemessen. Das Maximum der Faltenachsen liegt genau in B , geht also auf die Beanspruchung bei der Gürtelbildung (kurz für alle Fälle „B-Beanspruchung“) zurück. Einzelne der Biotite haben aber bis zu 45° maximal hievon abweichende Faltenachsen. Ob dies fallweise durch die Einspannung zwischen die Gefügegenossen oder durch erhöhte Biegsamkeit des Biotits im Sinne einer Translationsrichtung in (001) bedingt ist, bleibt einstweilen unentschieden. Das Fältelungsachsen-Maximum der Einzelbiotite lehrt, daß die SW—NO-Beanspruchung nachkristallin gleichsinnig anhielt. Von den Biotitholoblasten wurde eine ungünstig gelegene Auslese geknickt und zerbrochen, eine günstigliegende eingeregelt in s oder nur in den Gürtel und gefältelt. Wie im folgenden Beispiele durch Diagramme bewiesen ist, trat hier die schon andernorts allgemein erörterte (L 13 Seite 369) selektive Deformation in Wirksamkeit: die ihrer Ausgangsstellung nach besteinregelbaren Biotite, das sind die in der Zone der späteren B -Achse, werden zu phyllonitischen Häuten und scheiden als Idioblasten aus. Kommt es nicht zur Rekristallisation dieser Häute in ausgezeichnet geregelte Glimmerschüppchen, was die ausgezeichnete Schieferung manchen Glimmerschiefers bedingen dürfte, so verbleiben im Gestein als eine eigene Kornart die Biotitholoblasten, welchen eine ungünstige Ausgangsstellung gegenüber der mit Korntranslation einregelnden Beanspruchung zukam, also insbesondere auch mit (001) \perp B gelegene „Querbiotite“, womit wir eine weitere Art von Querbiotiten („Qu. \perp B “) begegnet und erklärt haben. Gesondert zu beachten ist hierbei der Fall, daß bei parakristalliner Deformation später \perp s gewachsene Querbiotite nicht mehr eingeregelt wurden, da die Deformation abbrach, oder nachher erst entstanden.

Unsere Körner „Qu. \perp B “ nun sind als überlebende Kornart bei selektiver Deformation wegen ihrer gemeinsamen Ausgangsstellung geregelt, ohne daß sie

passiv geregelt wurden. Eine solche Körnerschar nenne ich einen „Ausleserest“ mit der Regel $001 \perp B$ (im vorliegenden Falle). Die durch keine (passive) Einregelungshypothese für Einzelkörner ableitbare Regel solcher Scharen nenne ich eine „Restregel“; genetisch kann sie eine durch passive Regelung dezimierte Wachstumsregel sein. Das Auftreten solcher Restregeln wird bei andersphasiger Rekristallisation der passiv eingeregelteten Körner (also wo es sich um unstabil gewordene, namentlich um chemisch komplizierte Mineralarten handelt) (vgl. L 13) besonders bedeutsam, aber nicht nur in solchen Fällen reiner Restregel einer ganzen Mineralart zu beachten sein, sondern, wegen der Unmöglichkeit einer Rückführung der ganzen („polygenen“) Anisotropie auf einen korneinregelnden Vorgang, gerade auch in Fällen, wo Regel und Restregel noch ungeschieden die Lagenkugel besetzen. Schließlich wurde auch bei diesem Gestein die in der Arbeit N. J. I. c. schon erwähnte Methode verwendet, γ' der Muskowite mit dem gewöhnlichen Mikroskop und den Berek-Kompensator im Flächenschliff einzumessen. Sie gestattete mit vollkommen derselben Genauigkeit wie der Biotitgürtel und allerbesten Übereinstimmung beider Resultate die B-Achse des Gesteines zu bestimmen. Wenn man bedenkt, daß dies an winzigen, dem freien Auge unsichtbaren Muskowitschüppchen eines Gesteins geschah, dessen B-Achse dort wo die Biotitholoblasten fehlen, auf der glatten Schieferungsfläche nicht einmal zu erraten ist, am leichtest herstellbaren Schliff, mit einem gewöhnlichen Schülermikroskop in etwa einer Stunde; und wenn man bedenkt, was die B-Achse tektonisch aussagt, so wird man diese Methode auch Geologen empfehlen können. Damit der Leser die Genauigkeit dieser Methode mit der der Gürtelbestimmung im selben Schliff vergleiche, ist die Verteilung von γ' des Muskowits an der Peripherie von Diagramm 4 eingetragen.

Zum strengen Beleg und zur weiteren Ausführung des Gesagten betrachten wir nun die drei Diagramme 7, 8, 9, welche demselben Gesteinshorizont an anderer Stelle entnommen sind. Sie beziehen sich, wie nach unserer Untersuchung nun gleich ersichtlich ist, auf einen Schliff aus der Zone der B-Achse, \perp zum Gürtel. Der Schliff ist um 45° gegen s geneigt, die Schnittgerade zwischen dem Gürtel und s , also die „Gleitrichtung“ in s , solange sie keinen Richtungssinn enthält besser als *Gleitgerade* zu bezeichnen ($x x'$ SCHMIDT's), tritt bei x aus der Lagenkugel. Es wurden in Teildiagrammen eigens aufgenommen: 1. die großen, noch gut erhaltenen Biotitholoblasten (Diagramm 9), 2. die mechanisch stark angegriffenen Biotitfetzen, 3. die ganz dünn ausgeschmierten Biotithäute (Diagramm 8). Die Biotitfetzen und Häute bezeichnen schärfstens das Scherungs- s . Das Maximum der einrotierten wohl erhaltenen Biotite ist wie im früheren Beispiele um etwa 15° gegen s um B verdreht. Hierfür eine eigene Scherfläche anzunehmen, scheint mir gegenüber dem ausgezeichneten s der eben vollkommener eingeregelteten und zu Fetzen und Häuten gewordenen Biotite nicht erlaubt. Eine solche Scherfläche ist überdies nicht zu sehen und es müßte die Einregelung der wohl erhaltenen Biotite in dieselbe erfolgt sein, ohne daß sie wie bei der deutlichen Scherfläche mechanisch zerfetzt wurden. Das Gestein ist nur insofern noch kein typischer Phyllonit als sich die Glimmerhäute nicht lückenlos schließen wie in den typischen Phylloniten, in welchen man Durchscherung von s erst findet nach dessen gänzlicher Umfaltung in den Scharnieren (vgl. L 1).

In Anbetracht des Umstandes, daß man nicht scharf zwischen guterhaltenen Biotiten und Biotitfetzen trennen kann, sondern Übergänge begegnet, wo-

von man sich eben nicht abhalten lassen darf, Teildiagramme aufzunehmen, ist der Gegensatz in der Anordnung beider Kornarten ein sehr deutlicher (Diagramm 8 und 9). Die Biotitfetzen besetzen einen Gürtel $\perp B$ als bestes mir bisher bekanntes Beispiel für die Wirkung einer passiven Einregelung mit Korntranslation in eine Gefügescherfläche, welche über die anderen (Untermaxima im Gürtel) in B tautozonalen ganz vorherrscht und das scharfe Maximum der Korntranslationsflächen enthält. Die Biotithäute, deren sehr viele eingemessen wurden, besetzen ein so scharfes Maximum in s, daß keine Auszählung, sondern nur eine summarische Bezeichnung des (weißgelassenen) Fleckes möglich war, in welchen alle Pole fallen. Die guterhaltenen Biotite besetzen das schon erörterte Maximum etwas schief zu s, keinen Gürtel $\perp B$, aber einen Bezirk, in welchem neben dem erwähnten Maximum die Restregel der mit (001) subnormal auf B stehenden Körner besonders auffällt. Ein Gürtel in der Peripherie des Zeichenkreises erscheint dadurch vorgetäuscht. Gerade die Areale der Restregel, der nicht eingeregelten Biotite, finden wir im Gesamtdiagramm unterbesetzt. Gehen wir gedanklich von einem vollkommen unregelmäßigen Gefüge des Biotitholoblasten aus, dessen Entstehung im anisotropen Gefüge freilich schon gedanklich nicht wahrscheinlich ist (siehe später über die Wachstumsregel „(001) $\perp s$ “ der Glimmer), so würde man im Gesamtdiagramm erwarten, die Pole der Restregel dort zu finden, von wo eben wegen ihrer unangreifbaren Stellung keine Körner durch die Einregelung entnommen worden sind, also an weder unter- noch über-, sondern normalbesetzten Stellen. Da aber aus einem Biotit bei der Einregelung mehrere Fetzen (= einzeln eingemessene Körner) entstehen können, ist eine Unterbesetzung der Restregelgebiete im Gesamtdiagramm zu erwarten, wie wir sie auch sehen. Es wird nun auch verständlich, daß Querbiotite oft ganz besondere mechanische Beanspruchungen, Zerreibungen mit Ausheilung usw. zeigen, aber keine Translationen. Es sind eben für die Einregelung mit Korntranslation extrem ungünstige Kornlagen, welche andere Deformationen erleiden. An dieser Stelle im Gestein ergibt sich also: Ein Querbiotitschiefer ohne nachweisliche Einstellung der Biotitholoblasten wurde mit schärfster passiver Einregelung der Biotite phyllonitisiert. Ein vollkommen typischer Phyllonit entstand dabei nicht, weil die allzu dünn gesäten Biotitholoblasten nicht zur lückenlosen Deckung von s mit Glimmerhaut ausreichten. Ein scharfgeschieferter Glimmerschiefer wäre nur bei Rekristallisation der Phyllonithäute entstanden. Da die Biotitidioblasten im Gürtel und im scharfen Maximum fehlen, können sie nicht etwa als Rekristallisationsprodukte während oder nach der Deformationsphase aufgefaßt werden, während welcher das überaus scharfe Maximum s und der Gürtel besetzt wurde. Diese ist an dieser Stelle der metamorphen Raiblerschichten unter dem mächtigen Dolomit des Tribulaun nicht parakristallin, sondern vollkommen nachkristallin.

Biotitporphyroblastenschiefer (Isergebirge) (O. Schmidegg).

Das Gestein stammt vom Goldentraumer Stausee bei Marklissa im Isergebirge (Schlesien) von einem Aufschluß beim Jugendheim. Es entstammt also einem Gebiet, dessen geologische und petrographische Verhältnisse man in den Arbeiten BERG's grundlegend beschrieben findet und wurde hier als ein weiterer Fall für das Studium von Biotitporphyroblasten ausgewählt.

Makroskopisch ist das Gestein ein grünlich-grauer Tonschiefer, mit feinsten ebenflächiger Teilbarkeit ohne sichtbare B-Achse in s. In s und im Querbruch sind die Biotitporphyroblasten gut wahrnehmbar als dunkle Flecke bis zu Stecknadelkopfgröße. Das Gestein ähnelt also manchen Varietäten der hier beschriebenen metamorphen kristallinen Raiblerschichten des Tribulaun.

Im Schliff zeigt das Gestein zunächst ein Quarz-Glimmergefüge. Das Glimmergewebe besteht aus gut in s liegenden hellen und dunklen Glimmern, in das die Quarzkörnchen, die stellenweise undulöse Auslöschung zeigen, eingelagert sind. Der Quarz ist sehr häufig in linsenförmigen Einschaltungen angesammelt, die meist subnormal s stehende Biotite enthalten. Ferner sind noch die großen, schon erwähnten Biotitporphyroblasten vorhanden.

Es lassen sich also in diesem Gestein drei Kornarten von Biotit unterscheiden, die auch zum Teil in Teildiagrammen getrennt wurden:

1. Die nicht den Gruppen 2 und 3 angehörigen Glimmerblättchen. Sie sind nachkristallin deformiert und scharf in s eingeregelt, wie das Diagramm 10, das keinen Gürtel besitzt, zeigt.

2. Die Querbiotite in den Quarzlinsen. Diese gut ausgebildeten, unverzerrten Biotite stehen dicht geschart ungefähr senkrecht auf s in den sonst nur aus unregelmäßigen Quarzkörnern bestehenden linsenförmigen Einschaltungen. Büschelstruktur ist manchmal deutlich erkennbar. Ihre Entstehung weist demnach auf wandständiges Wachstum nach der Deformation hin. Daher könnte man erwarten, daß diese Biotite unabhängig von B, lediglich normal s geregelt wären. Wie das Diagramm 11 jedoch zeigt, weisen sie außerdem noch eine scharfe Einregelung parallel B auf, welche ja auch durch den Quarzgürtel bezeugt ist. Dies kann nun dadurch erklärt werden, daß die Regelung zwar durch aktives wandständiges Wachstum erfolgt ist, der Baugrund s jedoch während der vorangegangenen Deformationsphase eine Vorzeichnung erfuhr, etwa durch Einregelung schon vorhandener Biotitkeime. Wie man ferner aus dem Diagramm ersieht, fällt das Maximum der Biotitpole nicht in s hinein, die Querbiotite sind also aus der Stellung „(001) ⊥ s“ gleichsinnig, wie vom Wind überstrichene Halme geneigt worden. Das Maximum wurde dadurch um etwa 10° verschoben. Es erfolgte also nach Ausbildung dieser Biotite noch die erwähnte Umorientierung derselben, als welche man wohl nur geringe Gleitung in s mit der Gleitgeraden subnormal auf den Biotitblättchen annehmen kann.

Die Quarze in diesen von den Biotiten durchwachsenen Linsen zeigten (s. Diagramm 16) keine erkennbare Regelung, während sie sonst im Gestein im normalen Quarzglimmergefüge eine ausgesprochene Gürtelregel zeigen (Diagramm 17).

3. Die Biotitporphyroblasten mit einheitlicher Auslöschung und deutlich erhaltener interner Reliktstruktur, welche aus lagenweise angeordneten Quarzkörnchen besteht. Diese Biotite liegen in der Regel mit (001) in s, einige (2 von 20), und zwar gewöhnlich die größten, fallen heraus und stehen mit (001) senkrecht auf s und senkrecht auf B. Im Diagramm (12) sind sie als schwarze Punkte eingezeichnet. Im Schliff erscheinen sie in der Richtung von si gelängt und an den Enden ausgefranst, infolge ihres Wachstums nach der Richtung der besten Wegsamkeit. Schließlich zeigen sie mit Quarz verheilte Zugrisse senkrecht B und also parallel (001).

Stets besitzen die Biotitporphyroblasten gut ausgebildete Streckungshöfe, die aus Quarzkörnern bestehen. Die Achsenlagen der im Hof eines solchen Biotitporphyroblasten befindlichen Quarzkörner sind in Diagramm 15 dargestellt. Sie bilden also ebenfalls einen Gürtel um B und zeigen keine Spur einer Einstellung etwa auf (001) des Biotites. Von den Quarzen der Reliktstruktur innerhalb der Biotite konnten nur die 22 größten zur Einmessung erfaßt werden, sie fielen alle auch in diesen Quarzgürtel hinein. Eine weitere Vorzugs-lage war nicht erkennbar. Der Pol dieses Biotitporphyroblasten ist im Diagramm mit P bezeichnet.

Es wurden dann noch die Biotite eines anderen Gesteinsstückes desselben Vorkommens eingemessen, das nicht die wandständig gewachsenen Biotite aufwies, im übrigen sich jedoch ganz ebenso verhielt. Diagramm 13, nach einem Schliff senkrecht s und senkrecht B, enthält sämtliche vermessenen Biotite, also sowohl die kleinen Biotitschuppen in s, als auch die 27 Biotitholblasten, die zum größten Teil in das Hauptmaximum fallen, z. T. jedoch auch einige Nebenmaxima besetzen. Diagramm 14 (Schnitt parallel s) zeigt deutlich im Gegensatz zu Diagramm 12 das Fehlen des Biotitgürtels.

Das beschriebene Gestein besitzt also ein bereits vor dem Wachstum der si umschließenden Biotitporphyroblasten geregeltes Gürtelgefüge, wie der Quarzgürtel von si und se bezeugt. Der Biotit, welcher die Gürtelgefüge vorfand und umschloß, steht derzeit mit (001) parallel s oder als Biotit der Restregel noch mit (001) senkrecht s und senkrecht B. Die in s liegenden, si beherbergenden Biotite zeigen verlegtes si, haben also Rotation erfahren, und zwar im Sinne einer Rotation um unsere B-Achse. Sie haben diese Rotation gleichsinnig erfahren bis zu einer beinahe oder ganz vollständigen Einregelung von (001) \parallel s, also einer Rotation um 80° bis 90° , nach welcher si \perp s steht. Es wirkte also nach der Biotitbildung noch die B-Achsenbeanspruchung fort und ergriff die dafür günstig gelegenen Biotite, die anderen in Restregelstellung belassend. Was das scharfe Maximum der in s liegenden Fetzenbiotite betrifft, so ist es in unserem Falle mangels eines Gürtels oder wenigstens eines Rudimentes auf keinen Vorgang mit Sicherheit eindeutig beziehbar. Seine Regel (001) \parallel s kann auf Feinschichtung zurückgehen, ihre Ausarbeitung ist mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit dem einzigen Vorgang, den wir im Gestein näher bestimmen können, zuordenbar, nämlich ebenfalls der Scherung in s mit der Gleitgeraden senkrecht B. Der Gürtel des Diagrammes 12 besteht also aus zwei scharf getrennten Untermaxima. Das eine (am Rande) aus mit (001) senkrecht s und einem bereits vorgezeichneten s gewachsenen Biotiten, das andere (in der Mitte) aus nachweislich einrotierten Biotitholblasten mit si und aus möglicherweise ebenfalls passiv eingeregelten Biotitschüppchen.

Im Diagramm 12 ist die räumliche Orientierung des entsprechenden Schliffes gegenüber der Natur angegeben. O—W bedeutet die Streichrichtung und das kleine Viereck auf N—S den Durchstoßpunkt der Horizontalgeraden in der N—S-Richtung mit der (unteren) Lagenhalbkugel, entsprechend: Streichen O—W, 55° N, so daß hiermit die Lage im Raum vollständig bestimmt ist.

Granatglimmerschiefer von Lindenfels, Odenwald.

Dieses Gestein habe ich als ein für unser Thema interessantes einer Schieferserie mit Querglimmern in der Nähe des Bismarckturmes bei Linden-

fels entnommen. Es ist makroskopisch ein dunkelbrauner Glimmerschiefer mit größeren silberhellen Glimmerschuppen im Bruche $\parallel s$ und $\perp s$. Vollkommen teilbares, etwas körnelig-höckeriges s ohne sichtbare B-Achse. Im Schliff Grundgewebe aus dunklem und hellem Glimmer etwa 1:2. Ersterer ist nahezu einachsiger, mittelstark pleochroitischer, meist etwas entfärbter, unfrischer Biotit mit etwas Erz, an letzterem wurde als Mittel aus 67 Messungen an verschiedenen, meist etwas verbogenen Schuppen $2V = 37^\circ$ gemessen. Ich bezeichne das Mineral als Muskowit mit dem Vorbehalt, daß keine chemische Analyse vorgenommen wurde. Das Glimmergefüge ist sehr gleichmäßig dicht durchsät von Granaten verschiedenster, aber nie makroskopischer Größe. Der sehr spärliche, nicht undulöse Quarz ist hauptsächlich in einzelnen reinen Quarzlagen in s (sedimentäre Feinschichtung) gesammelt. Apatitnadelchen.

Am Biotit sind nachkristalline Deformationen ohne Rekrystallisation un-selten neben rekrystallisierten unversehrten und in jeder Lage mit Muskowit parallel und quer verwachsenen Biotiten. Muskowit zeigt an nachkristallinen Deformationen unabgelenkte Scherungen in s , von jeder Orientierung gegenüber (001), mit Bildung nicht einmeßbaren Reibungsgemengsels, Translationen und gelegentlich Zugrisse. Die dichtgesäten kleinen Granaten stecken wie Schrotschüsse in den Glimmern ohne mechanische Störungshöfe, was insbesondere das im ganzen unversehrt vollkristalline Gepräge des Gesteins ausmacht.

Wir unterscheiden 1. Muskowite in s , meist klein, selten ganz groß, oft parallel verwachsen mit Biotit; 2. Quermuskowite, meist groß. Das Größenverhältnis beider Muskowite bringt es mit sich, daß bei Messung von Einzelkorn zu Einzelkorn die großen Quermuskowite an Zahl im Diagramm viel schlechter zu Worte kommen als die kleinen Schuppen in s . Das ist einer der Nachteile, die der gegenwärtige Parallelführer an Stelle eines Schlittens auf dem U-Tisch mit sich bringt. Bei Messung nicht von Korn zu Korn, sondern von Längeneinheit zu Längeneinheit würde das Diagramm 19 besser mit dem Anblick des Gesteins u. d. M. harmonieren, wo die großen Quermuskowite ganz vorherrschen. Die Gefügetracht der Glimmer ist die gewöhnliche, in (001) isometrischer etwas gedrungener Schuppen ohne prismatische Konturen mit Ausnahme seltener Fälle bei Biotit.

Unter den Diagrammen zeigen die Querschnitte des Gesteins (18—20) vor allem eine bisher nicht begegnete ausgezeichnete Lage des Biotits in s , fast ohne Spur eines Gürtels (18) bei einem Quarzgefüge, das keinerlei Einregelung bekannten Typs vor allem keinen Gürtel erkennen läßt (20). Während die seltenen Querbiotite im Diagramme nicht erscheinen (18), treten die Quermuskowite trotz des obenerwähnten Umstandes in Diagramm 19 sehr hervor. Wir haben keinen Querbiotit-, sondern einen Quermuskowitschiefer vor uns, wie auch der Schnitt $\parallel s$ (21) darstellt. Die Quermuskowite aber stehen nicht ohne jede weitere Regelung $\perp s$, sondern sie besetzen den Äquator von Diagramm 19 (Peripherie in 21) ungleichmäßig, derart daß ihre Untermaxima sich mit dem Maximum der „Muskowite in s “ zu Gürteln verbinden, deren B-Achsen in s liegen. Es könnte in diesem Falle, den ich eigens ausgewählt habe, um ans andere Ende einer Reihe von Beispielen ein Gestein mit möglichst wenig Gürtel zu stellen, unsere Auffassung gesucht erscheinen; aber wir haben zwei Gründe für sie. Einmal fordern ähnlich wie im vorangehenden Beispiele SCHMIDEGG's die Untermaxima der Querglimmer für ihre Entstehung, außer

Wachstumsauslese mit Begünstigung der Lagen $(001) \perp s$ noch Richtungsinne im Baugrund s . Als solche kennen wir an vielen, namentlich an glimmerreichen Gesteinen sich kreuzende B-Achsen in s . Ferner habe ich in Diagramm 22 die Lote auf den Achsenebenen, also die kristallographischen a-Achsen der in s liegenden Muskowite eingemessen. Wenn man nun 21 und 22 vergleicht, so sieht man ein auffälliges, aus keinem systematischen Fehler ableitbares Zusammenfallen der a-Achsen-Maxima mit den zu unseren anzunehmenden Muskowitgürteln gehörigen Gleitgeraden der Gesteinszerscherung in s . Obwohl nun der endgültige Nachweis, daß a im Muskowit bevorzugte Translationsrichtung sei, noch weiterer Untersuchungen bedarf, ist das durch den vorliegenden Fall und ähnliche z. B. in Quarzphyllonit bereits wahrscheinlich.

Versucht man eine Gefügesynthese, so kann man beginnen mit einem Gestein, in welchem ein feiner stofflicher Lagenbau (reine dünne Quarzlagen konstanter Mächtigkeit) \parallel dem heutigen s vorhanden war. Dieses Gestein hatte entweder schon oder erhielt durch eine erste Kristallisationsphase basische und saure Inhomogenitäten, welche heute als in meinen Schlifften undeutbare kleine Biotit- und Muskowitquarz-Putzen vorliegen. Mit den vollkommen unregelmäßigen Quarzlagen fällt ein ausgezeichnet scharfes Biotit- s zusammen, ohne Gürtel, wenn wir ein Rudiment zunächst unbetont lassen.

Alles dies wurde von lebhaftester Kristallisation hellen Glimmers ereilt und von dessen großen Holoblasten (namentlich Querglimmer) als sie umschlossen, wie es heute noch unverlegt und im wesentlichen gleicheregelt wie se (homotrop) vorliegt.

Der Muskowit wuchs also in einem Gestein, dessen Gefüge heute kaum Andeutungen älterer Scherung in s zeigt; man vergleiche als anderen Fall etwa den N. J. l. c. aus der Tauernhülle beschriebenen vorkristallin deformierten Tektonit.

Wir gelangen damit zu dem Vorgange, der das Gestein für unsere Darstellung interessant machte: Es fand ein üppiges Wachstum von Quermuskowiten sehr im Gegensatz zu den ganz spärlichen im Diagramm nicht mehr zum Ausdruck kommenden Querbiotiten statt.

Diese Quermuskowite lassen erkennen:

1. Sie besetzen mit ihren Polen (001) eine eigene Breitenzone in s mit Untermaxima. Es tritt also Wandständigkeit mit $(001) \perp s$ deutlich hervor. Wir begegnen damit auch bei hellem Glimmer die Regel $(001) \perp s$ als eine Wachstumsregelung. Quer zu s gewachsene Glimmer in gürtellosen Gesteinen weisen auf Nichttektonite oder wenigstens unzerscherte Bereiche. In weniger scharfer Weise konnte ich noch ohne Fedorow schon in L 3 (Seite 595 und Abb. 8 hierzu) auf Querbiotite hinweisen, „welche Teilbewegung in s nach ihrer Kristallisation ausschließen lassen“. In der relativen Seltenheit der Querglimmer kommt zum Ausdruck, daß eben Gesteine mit Feinschichtung $(001 \parallel s)$ oder Scherung $(001 \parallel s)$ weit häufiger sind als solche Fälle, in welchen (auch ohne Abbildungskristallisation von $(001 \parallel s)$) die hiermit betonte Wachstumsregel der Glimmer $(001) \perp$ Wand ($= s$) so rein zu Worte kommt wie in vielen freiwachsenden dichten Glimmerrasen; und wie es im letzteren Falle der Einstellung der größten Wachstumsgeschwindigkeit $\parallel (001)$ senkrecht zur Unterlage und dadurch bedingter geometrischer Keimauslese entspricht. Für vereinzelte wandständige Glimmer kommt dieses Prinzip allerdings nicht in Frage.

2. Rudimentäre Gürtel $\pm s$ mit B-Achsen in s sind vielleicht eben noch erkennbar, wie schon erwähnt wurde. Eines dieser bedeutend deutlicheren Gürtelrudimente als bei Biotit fällt in einer wohl unzufälligen Weise mit dem Gürtelrudiment des Biotits zusammen.

Als letzten Prägungsakt des Gesteines begegnen wir eine deutliche nachkristalline Zerschering der großen Muskowitholoblasten. Diese Scherung liegt in s , aber mit sehr deutlichem Abstand der Scherflächen voneinander, mit undichter Flächenschar. Die Relativverschiebung ist an den großen Muskowiten mit Hilfe der Spaltrisse kontrollierbar: sie ist immer sehr gering, auch mikroskopisch kaum wahrnehmbar. Die Einspannung der Glimmer in ein sich allseitig blockierendes Fachwerk sperriger Glimmer erschwert die Kornrotation und macht die sonst nicht zu beobachtenden Durchscherungen der Glimmer auch unter kleinen Winkeln zu (001) begreiflich. Da die kleinen Reibungsschüppchen dieser Scherung nicht einmeßbar sind, so bleibt ihre Gefügeanalyse und damit ihr Verhältnis zu den Gürtelrudimenten einstweilen unbekannt.

Kugeldiorit (Smaland).

Abschließend sei nun als Gegensatz zur Einregelung der Glimmer in Gürteltektoniten dieses kaum einer Sammlung fehlende Gestein als Beispiel für ein Erstarrungsgefüge aus Andesin und Biotit mit Hilfe der Diagramme, welche Frl. Doris KORN aufnahm, dargestellt. Diese in konzentrischen Schalen sich immer neuerdings an vorhandene Wände anlegenden Gefüge dürften den Bedingungen bei zunehmender Erstarrung eines Magmas an einer zunehmend verfestigten Unterlage, Dach oder Wand, ausgesetzt gewesen sein und wurden deshalb ausgewählt. Bewegungen im Viskosen sind hierbei freilich bei den Kugeldioriten örtlich durch Abscheuerung der Kugeln aneinander sogar nachweisbar und es sind in dieser Hinsicht einwandfreie Fälle reiner Erstarrungsgefüge im Unbewegten wohl erst durch Gefügeanalysen an manchem ausgezeichneten nordischen Material mit möglichst geringer Bewegung, etwa an Rapakiwi zu erwarten. In unserem Falle wurde eine Kugelschale (nicht ganz exakt) quergeschliffen, wo sie lediglich Andesinkörner und zwischen diese einzeln gleichmäßig verteilte Biotitkörner ohne jede Bevorzugung von (001) in der Gestalt zeigte und keinerlei Bewegungsspuren. Die Pole von (010) der Andesine zeigen im Gegensatz z. B. zu kristallisationsschiefriem Albitgefüge (siehe KORN in N. J. I. c.) keine Regelung. Dagegen zeigen die Biotite, denen man dies mangels einer kennzeichnenden Gefügetracht keineswegs ohne Analyse gleich ansieht, ein ausgezeichnet scharfes Polmaximum von (001) im Radius der Kugel. Bei der für solche Fälle, Einmessung krummer Bezugsflächen mit fortlaufender Korrektur der Krümmung, noch unvollkommenen Gestalt des Parallelführers am Fedorow war es nicht möglich den Einfluß der Krümmung im untersuchten Bereich sicher auszuschalten und ich erblicke ihn darin, daß das Maximum stärker seitlich verlängert ist als es die flächentreue Projektion schon mit sich bringt. Das Beispiel genügt, um auf ein geregeltes Wachstumsgefüge von Biotit im erstarrenden Magma hinzuweisen, ohne daß hierbei die Regelung nach der Gestalt oder nach der Translationsfläche der erwachsenen Biotite erfolgt sein kann. Und man sieht hiemit, daß nicht etwa jede Biotitregelung im Kristallin so wie in den beschriebenen, B-Tektoniten erfolgt ist.

Da es an Berichten über Erfahrungen im Einmessen von Feldspäten in Gefügediagramme noch (mit Ausnahme des oben zitierten) fehlt, so wird der Bericht von D. KORN über die Einmessung der Andesine, den ich hier wörtlich folgen lasse, von Interesse sein.

Zur Einmessung der Andesine (D. Korn).

Der Feldspat ist ein Andesin (mit $2V = 82^\circ$ und optisch positivem Charakter). Er zeigt Verzwillingung in der Hauptsache nach dem Albit- und Periklingesetz, und in wesentlich untergeordneter und nur bei Zwillingkomplexen auftretender Anzahl, solche nach dem Karlsbader, Bavenoer rechts usw.

Von den 200 eingemessenen Feldspäten, die alle eine für optische Datenermittlung genügende Größe haben, zeigen nur 10% keine Verzwillingung und nur 1% weder Verzwillingung noch Spaltbarkeit.

Die Zahl der Individuen, bei denen (010), in der Hauptsache durch Albitlamellen und in den wenigsten Fällen durch Spaltbarkeit, festzustellen ist, verhält sich zu der Anzahl der Körner, bei denen außer (010) auch noch (001) — hauptsächlich wieder durch Lamellierung und weniger oft durch Spaltbarkeit — beobachtbar ist, wie 3:1.

Nur bei vier Individuen (unter 210) läßt sich (010) wegen fehlender Spaltbarkeit und Verzwillingung nicht auf dem direkten Weg der Beobachtung ermitteln, sondern muß mit Hilfe des gegebenen (001) konstruiert werden. Mit Rücksicht darauf, daß durch die Bestimmung der Lagen des optischen Körpers im triklinen Feldspat die kristallographische Lage noch vierdeutig ist, und daß bei einer eventuellen Einregelung sicher nicht optische, sondern kristallographische Daten in Betracht kommen, war es erforderlich, wenigstens eine kristallographische Bezugsfläche oder Achse zu ermitteln, um die vieragemöglichkeiten auf eine zu reduzieren.

Das Einmessen mindestens zweier optischer Elastizitätsachsen eines Feldspatindividuums gelingt auf alle Fälle, es sei denn, daß der Kristall mit seinen Lamellen parallel dem Objektträger liegt, und man aus diesen Gründen keine exakte Dunkelstellung erhält. Das Einmessen irgendwelcher Spaltbarkeiten oder Zwillingverwachsungsebenen war in 99% der Fälle möglich. Es ist nicht schwer bestimmbar, um welche Spaltbarkeit es sich handelt, da die Polabstände der Spaltbarkeitsflächen von den optischen Elastizitätsachsen bekannt sind. Die möglichen Spaltbarkeiten im Feldspat liegen so, daß die Differenzen der Abstände der Spaltbarkeitsflächenpole stets sehr viel größer als die Fehlergrenze sind, mit andern Worten, daß eine Verwechslung der Spaltbarkeiten bei gegebener Lage des optischen Körpers ausgeschlossen ist. Überflüssig zu erwähnen, daß die Feststellung, ob es sich um Albitlamellen handelt, ebenfalls keine Schwierigkeiten macht. Günstig für die Festlegung von (001) ist der Umstand, daß für Andesin der Pol des rhombischen Schnitts, der häufigsten Verwachsungsebene des Periklingesetzes, mit dem Pol von (001) zusammenfällt. In den wenigen Fällen, in denen nur (001) auffindbar war, weil (010) entweder nicht vorhanden war, oder mit seinem Pol innerhalb des Kreises ausstach, den man mit dem Radius 30° um den Mittelpunkt des Diagramms zeichnet, also außerhalb der Beobachtungsgrenze lag, konnte (010) konstruiert werden. Da (010) mit (001) und der optischen Elastizitätsachse c

beinahe in einer Ebene liegen, bringt man (001) und c auf einen Großkreis und trägt von c aus im selben Richtungssinn in 16° Entfernung (010) ab, in welchem (001) von der optischen Elastizitätsachse b abweicht. Der andere Ort, der in 16° Entfernung von c auf dem Großkreis liegt, kommt für die Lage von (010) nicht in Betracht, da der Winkel (010):(001) dann nur 52° und nicht die erforderlichen 86° betrüge. Das Diagramm der 200 Andesin-(010)-Pole zeigt das Bild eines beinahe unregelmäßigen Gefüges.

Übersicht.

An einem Biotit-Gürteltektonit mit Umfältelungsachse und rotierten Querbiotiten wurde Einregelung von Biotiten in ein Untermaximum als Einregelung ohne Korntranslation aufgewiesen.

Die Empfindlichkeit und methodische Verwendbarkeit der Glimmer als petrotektonisches Indexmineral wurde an alpinen und variszischen Beispielen ohne makroskopisch sichtbare B-Achse erörtert. Hierbei wurde die Reihe früher beschriebener Gürteltektonite vervollständigt bis zu den auch gefügeanalytisch kaum wahrnehmbaren Gürtelrudimenten bei guter Einregelung von (001) in s .

Wandständige Wachstumsregelung der Glimmer „(001) \perp s “ und die Zerlegung von Gesamtbesetzungen in Gürtel und Restregel wurde durch Beispiele illustriert.

Als Beispiel für eine ausgezeichnete Regelung (001) \parallel s unter Verhältnissen, wie sie an den Wänden erstarrender Magmen vorkommen, wurde ein Andesin-Biotitgefüge aus der Schale eines Kugeldiorits ohne jede bestimmte Gefüge-tracht der vereinzelt Biotite untersucht; ohne die Entscheidung, ob es sich hierbei um eine passive Keimregelung nach der Gestalt oder um eine Wachstumsregelung vereinzelter Biotite handelt, weiteren Untersuchungen vorwegzunehmen.

Hinweise.

B-Achsen in s gekreuzt	178
Blockiertes Gefüge	179
Empfindlichkeit der Glimmer	171, 172
Gleitgerade	173
Gürtel abgerissene, rudimentäre	171, 178, 179
Kornarten	172, 173, 175, 177
Messung von Einzelkorn zu Einzelkorn	174, 177
Muskowite, Verhalten der a -Achsen	178
Muskowite, Zerschering	177, 179
Phyllonit	174
Polygene Anisotropie	173
„Quarz in Glimmer“ — Gefüge	171
Quarz in Streckungshöfen	176
Quarz- si in Biotit	175
Querbiotite	170, 172, 175—178
Quermuskowite	177, 178
Regelung in erstarrendem Magma	179
Restregel	172—174, 176
Scharfgeschiefterte Glimmerschiefer	172, 174
Selektive Korndeformation	172, 174
Streichen und Fallen der Glimmerschüppchen	171, 175
Unregelmäßige Gefüge (Quarz, Andesin)	175, 177, 179, 181
Wandständige Glimmer	171, 175

Verzeichnis der Diagramme.

Kontaktmetamorpher Quarzphyllit, Karspitze b. Brixen (Tirol),
1 Schliff.

1. Biotit 286 Pole von (001); Schnitt \perp B.
2. Biotit 135 Pole von (001); Körner, welche nicht an Erz sitzen;
Schnitt \perp B.
3. Biotit 151 Pole von (001); Körner, welche an Erz sitzen; Schnitt \perp B.

Kristalline alpine Trias (Raiblerschichten des Tribulaun a. Brenner,
Tirol), 3 Schliffe.

- I. 4. Biotit 134 Pole von (001) und Muskowit 88 γ' (Peripherie!); Schnitt
 \parallel B, \parallel s.
5. „Quarz in Muskowit“-Gefüge 330 Pole von c; Schnitt \parallel B, \parallel s.
6. Muskowit 96 Pole von (001); Schnitt \perp B.
- II. 7. Biotit 391 Pole von (001) aller Biotite; Schnitt \parallel B, schief zu s (xx').
8. Biotit 223 Pole von (001), mechanisch deformierte Fetzenbiotite und
phyllonitische „Häute“; Schnitt \parallel B schief zu s (xx').
9. Biotit 174 Pole von (001), nur große Einzelbiotite ohne Zerfetzung;
Schnitt \parallel B schief zu s (xx').

Biotitporphyroblastenschiefer (Isergebirge), 2 Stücke mit je
2 Schliffen, Einmessung von O. SCHMIDEGG.

- I. 10. Biotit 186 Pole von (001); Schnitt \perp B. Biotitschuppen in s.
11. Biotit 175 Pole von (001); Schnitt \perp B, wandständige Querbiotite.
12. Biotit 217 Pole von (001); Schnitt \parallel B, \parallel s, alle Biotite.
- II. 13. Biotit 184 Pole von (001); Schnitt \perp B, alle Biotite.
14. Biotit 136 Pole von (001); Schnitt \parallel B, \parallel s, alle Biotite.
- I. 15. Quarz 150 Pole von c; Schnitt \perp B, Quarze im Hofe eines Biotitpor-
phyroblasten und (22) in der Reliktstruktur.
16. Quarz 127 Pole von c; Schnitt \perp B, Quarze einer Linse mit Querbiotiten.
17. Quarz 140 Pole von c; Schnitt \perp B, Quarze im normalen Gestein (mit
Glimmergeflecht).

Granatglimmerschiefer (Odenwald), 2 Schliffe.

18. Biotit 100 Pole von (001) aller Biotite; Schliff \perp s.
19. Muskowit 178 Pole von (001) aller Muskowite; Schliff und Orientierung
wie 18.
20. Quarz 101 Pole von c aller Quarze; wie 18.
21. Muskowit 175 Pole von (001) aller Muskowite; Schliff \parallel s.
22. Muskowit 41 Lote auf der Achsenebene der zu allen im Kreise liegenden
Muskowitpolen gehörigen Körner; also Verteilung der a-Achsen in s,
ohne Auslese.

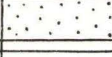


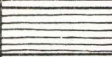
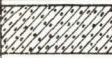


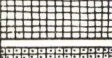






Kugeldiorit, 1 Schliff, Einmessung von D. KORN.

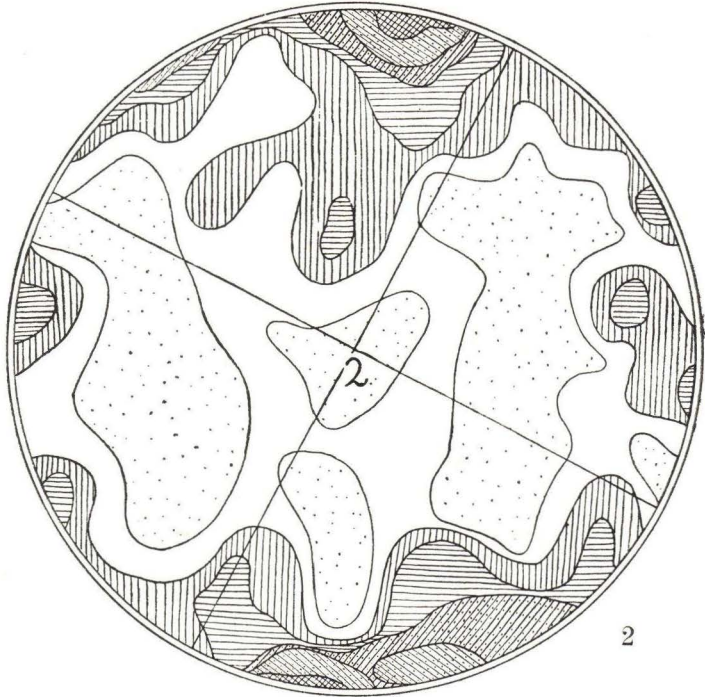
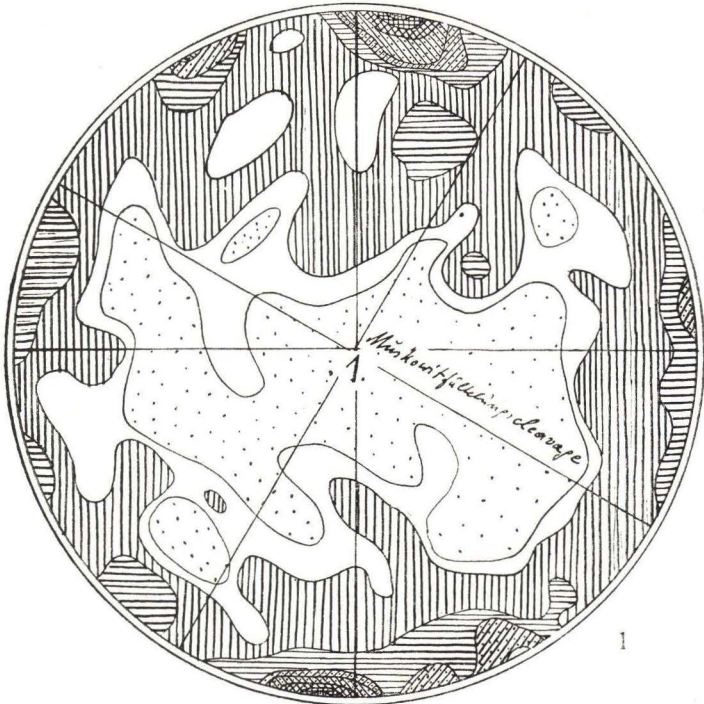
28. Biotit 435 Pole von (001); Schnitt \perp Kugelfläche, Maximum im Radius.
29. Andesin 210 Pole (010) orientiert wie 28; ungerichtet.

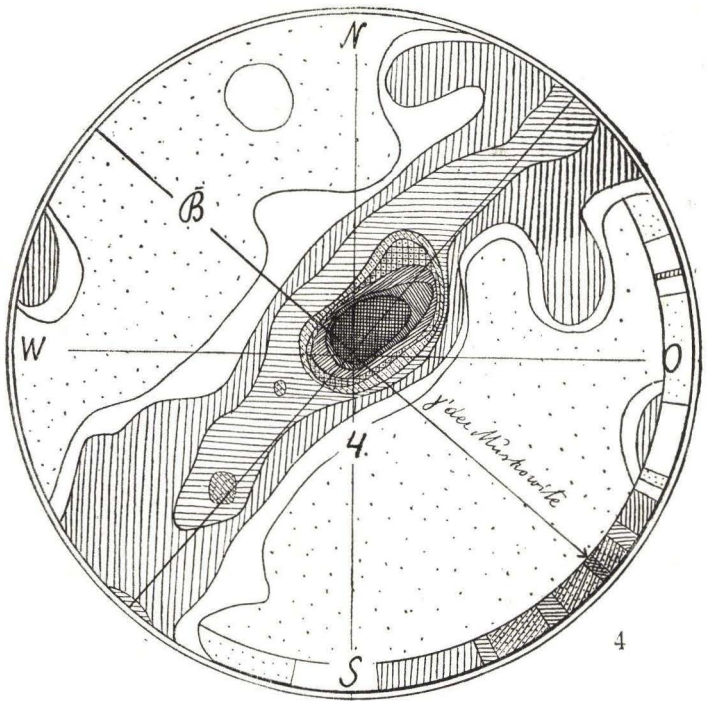
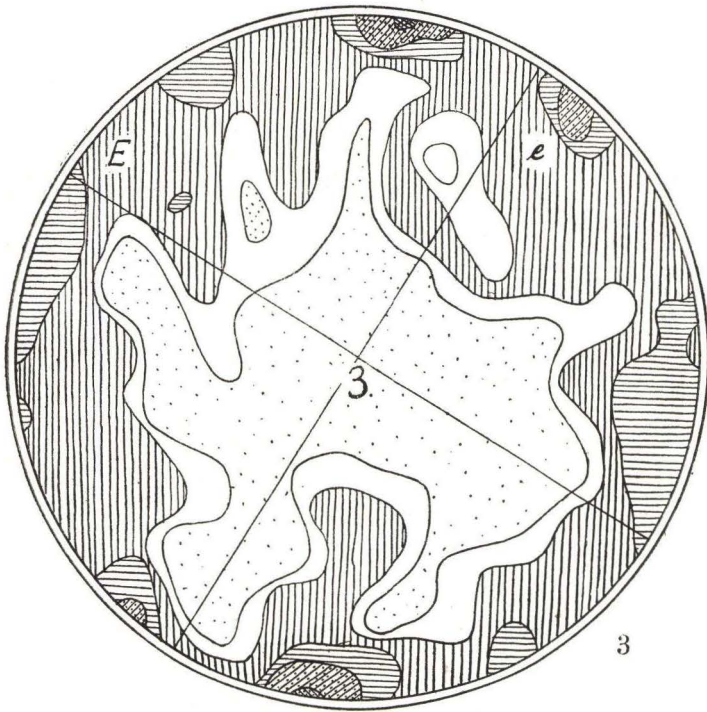
Die Diagramme lassen sich durch ihre Bezifferung auf dieses Verzeichnis,
durch gleiche Orientierung und eingezeichnete Richtungen aufeinander be-
ziehen. Für die meisten Diagramme gilt die große Legende mit folgenden Zu-

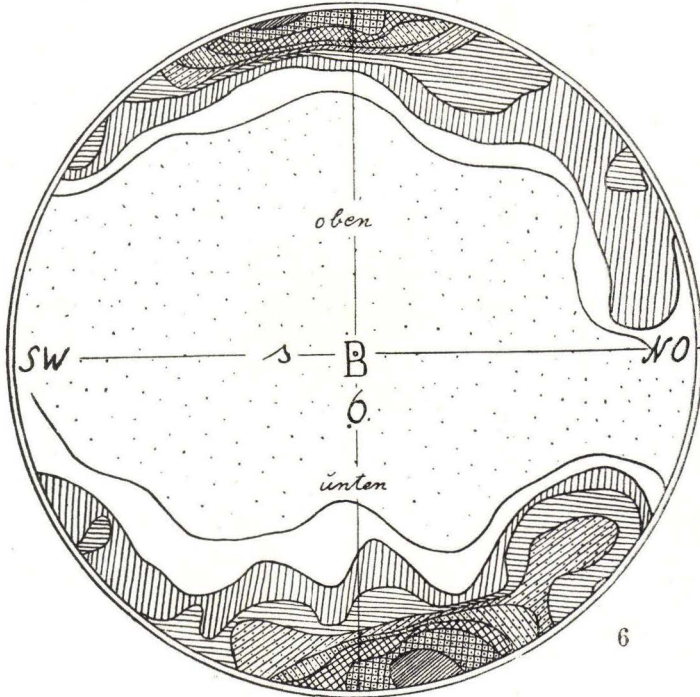
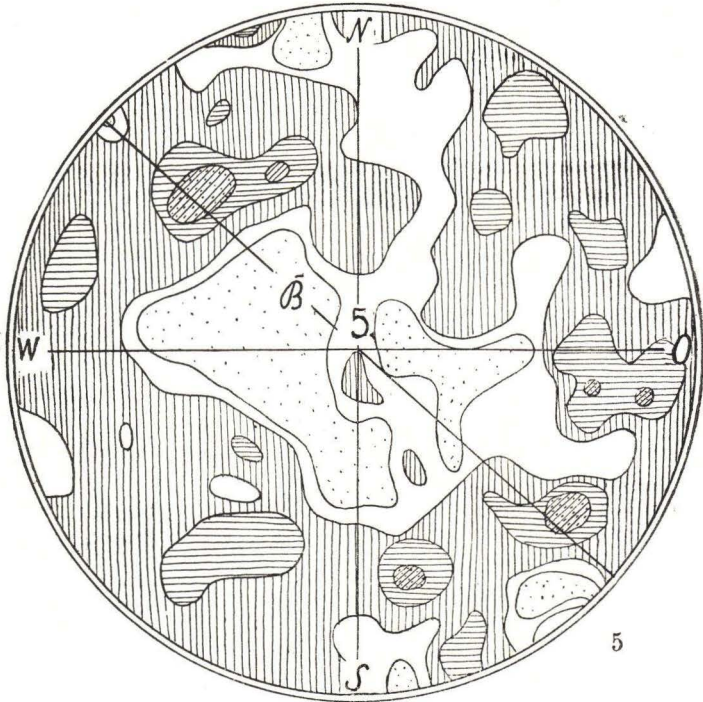
sätzen zu ihren Mustern: Wo das Punktmuster (für Unterbesetzung) fehlt, bedeutet Muster 0,5—1% soviel als 0—1%; ferner bedeutet 2—3% soviel wie 2—4% bei Diagramm 4, 22; 4—5% s. w. 4—6% bei 4, 22; 6—7% s. w. „über 6%“ bei 7; 7—8% s. w. 6—8% bei 4, 6, 22; 8—9% s. w. „über 7%“ bei 8; 9—10% s. w. 8—10% bei 4, 6, 10, 11, 12, 13; 10—11% s. w. 10—12% bei 4, 10, 11, 13; 12—13% s. w. „über 12%“ bei 4, 11, 13.

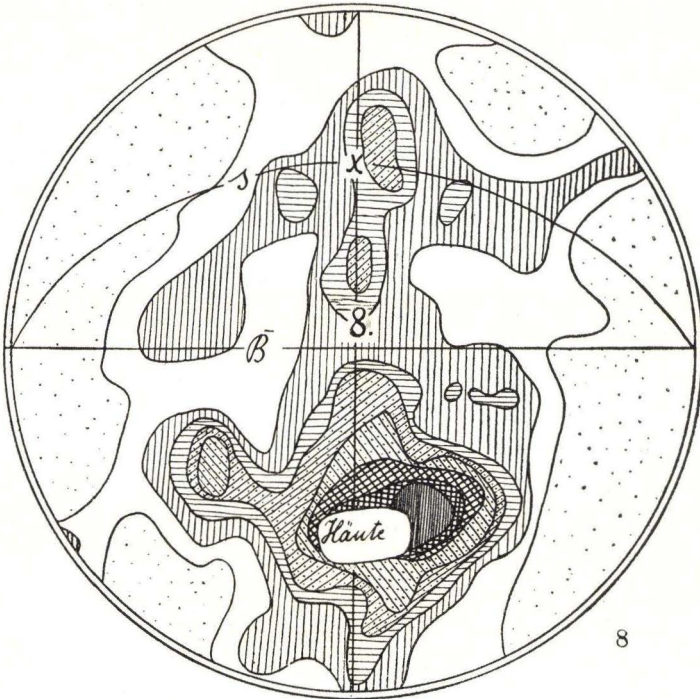
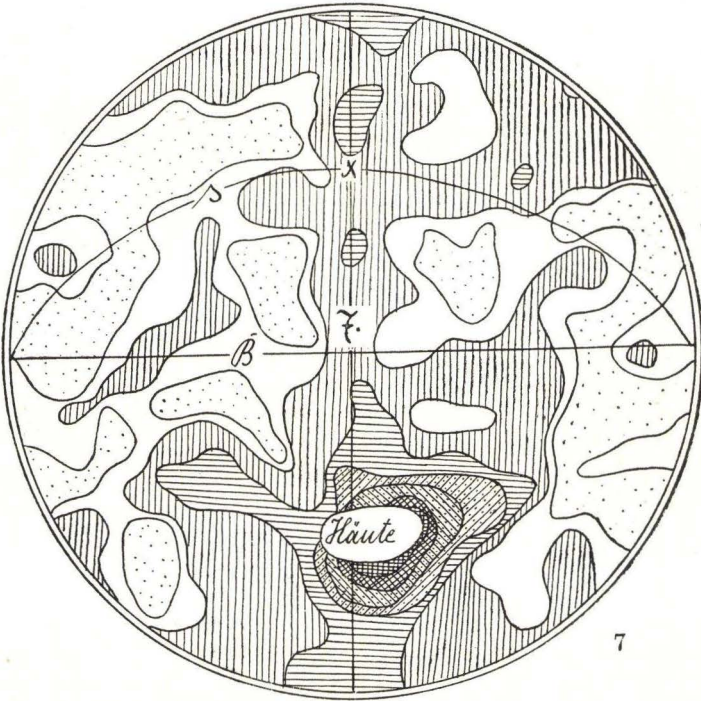
Für die Diagramme 18, 19, 24 gilt die Legende auf Diagramm 24; jedoch bedeutet schwarz für 18 und 19 soviel wie „über 9“.

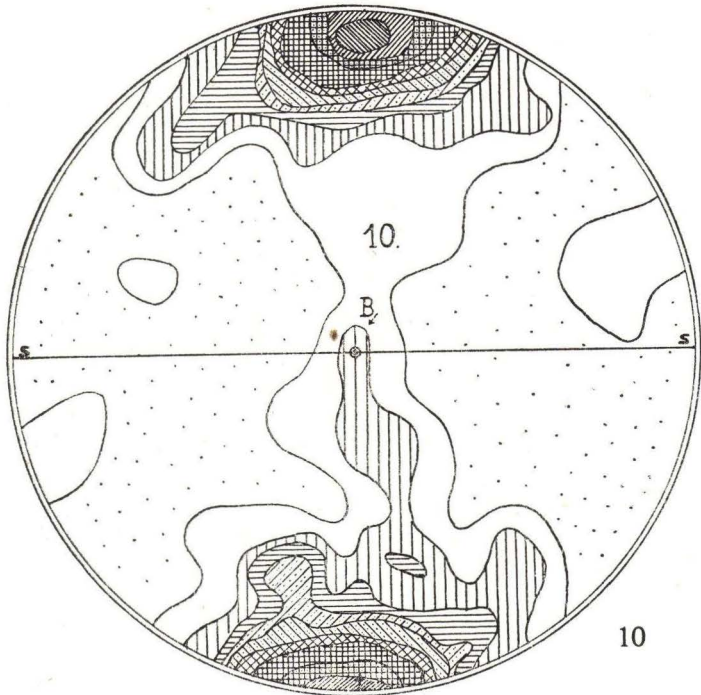
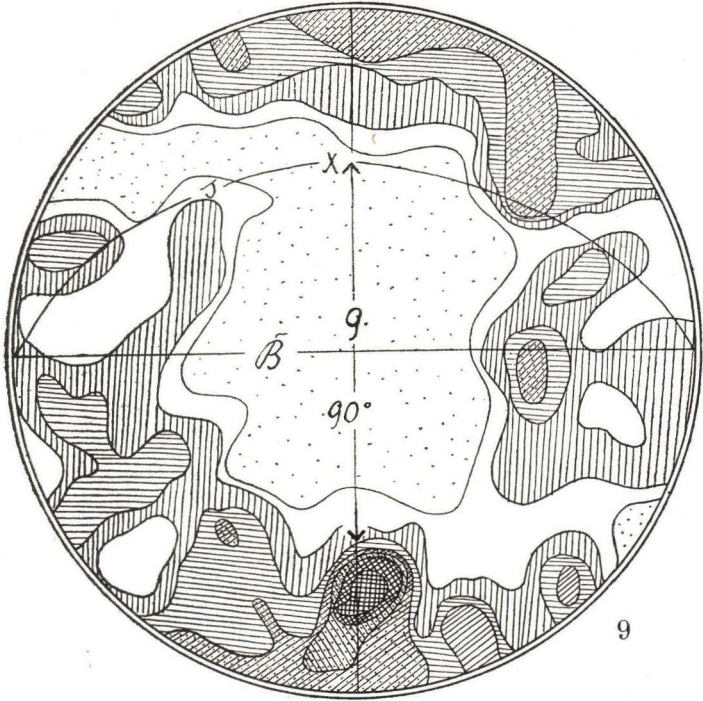
0-0,5%	
0,5-1	
1-2	
2-3	
3-4	
4-5	
5-6	
6-7	
7-8	
8-9	
9-10	
10-11	
11-12	
12-13	

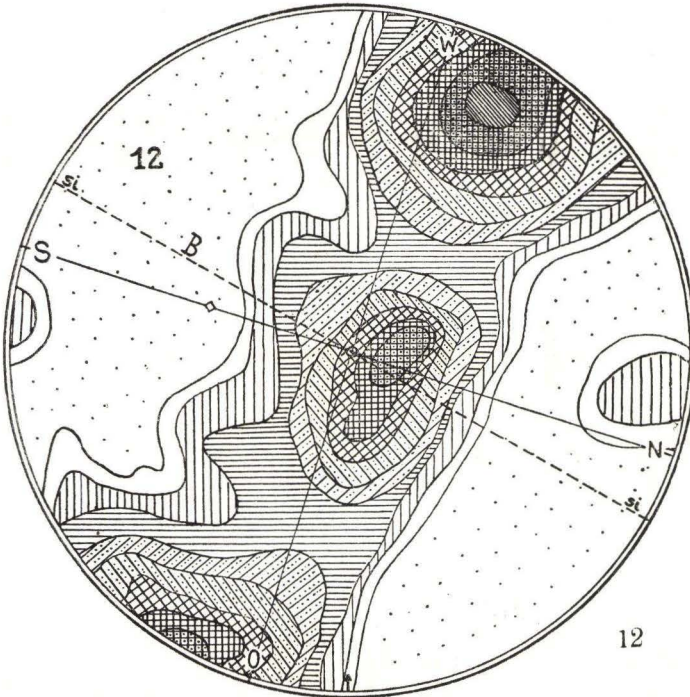
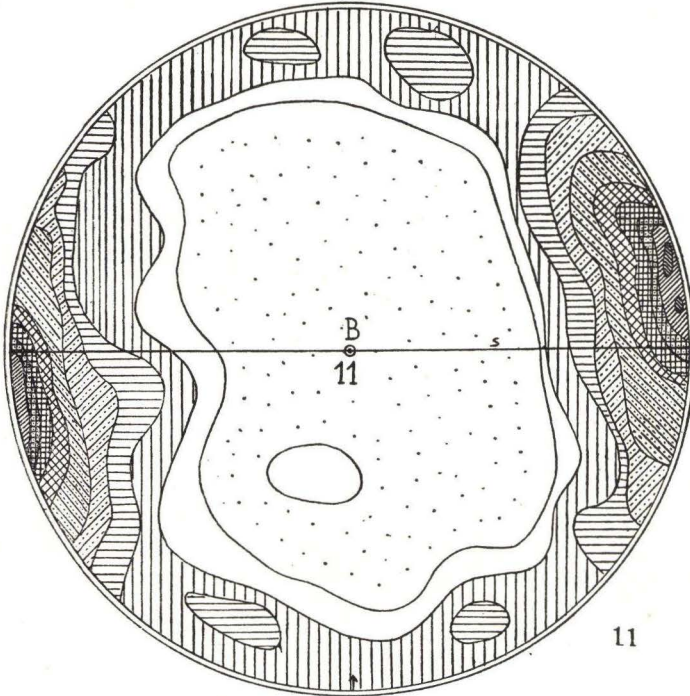


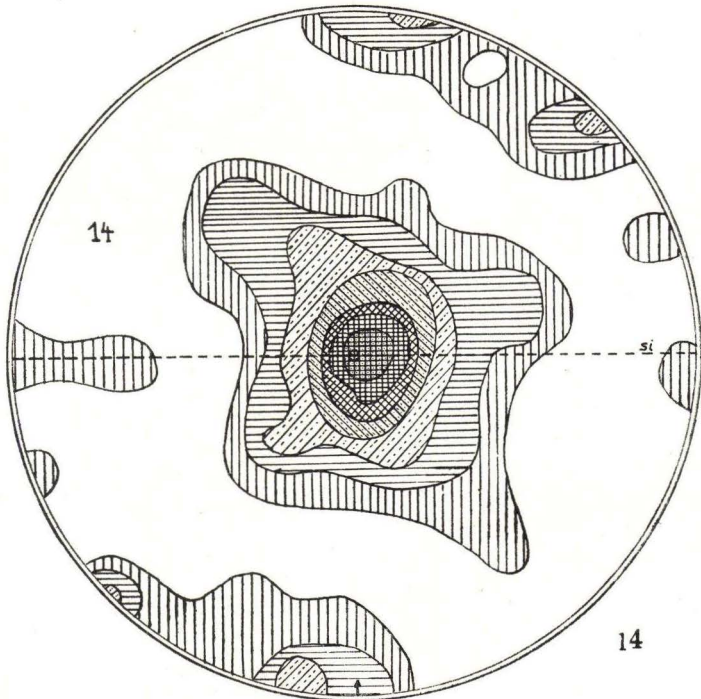
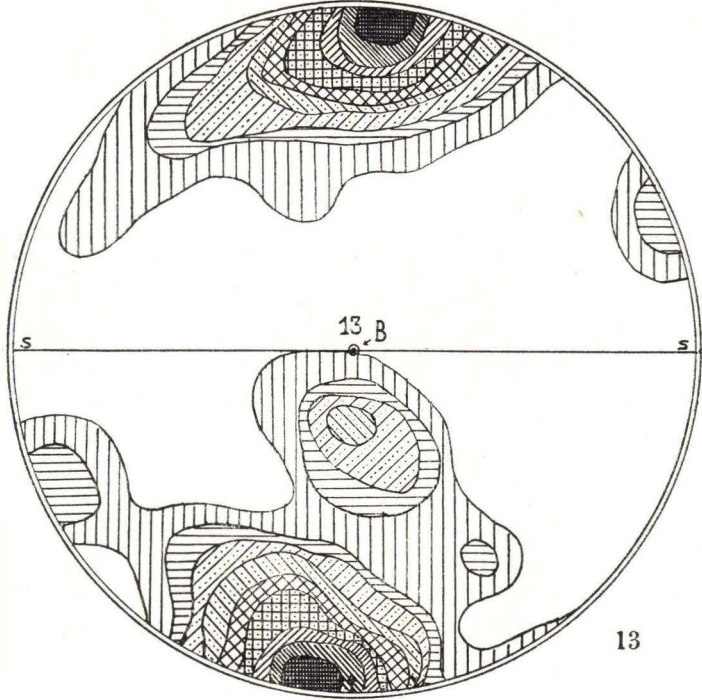


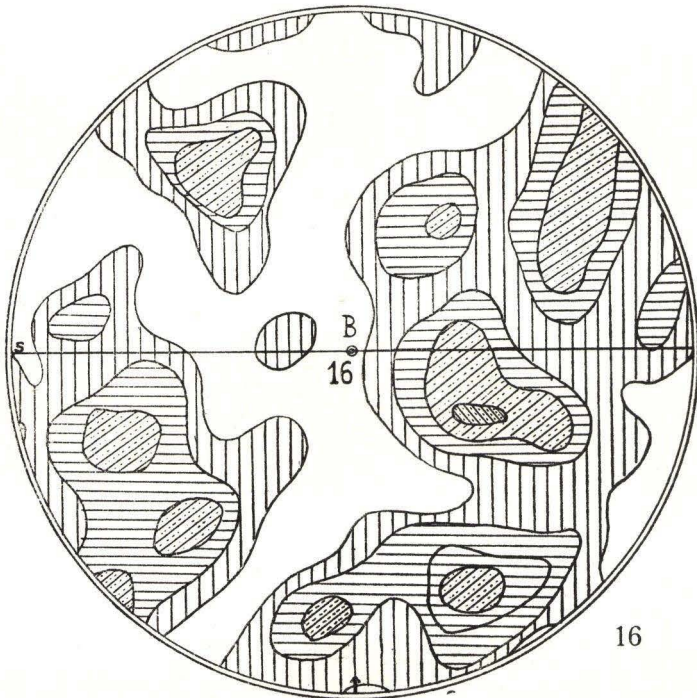
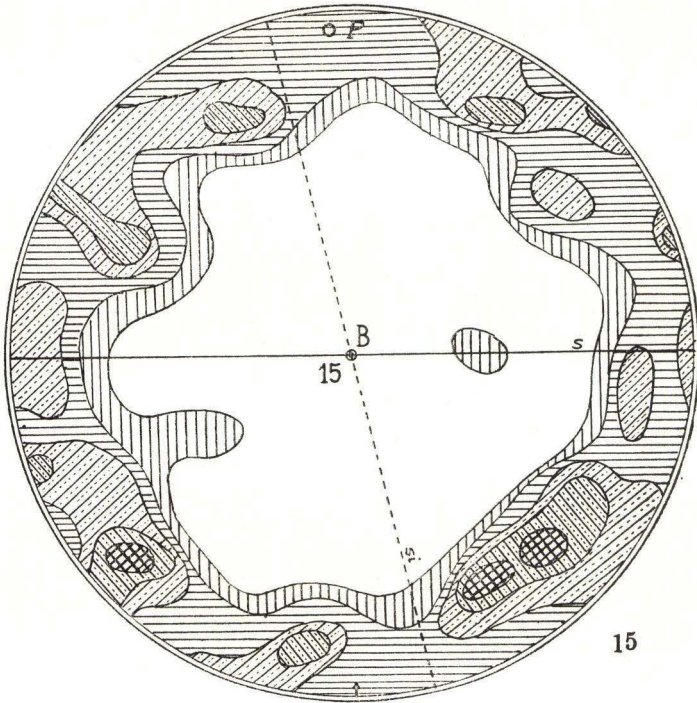


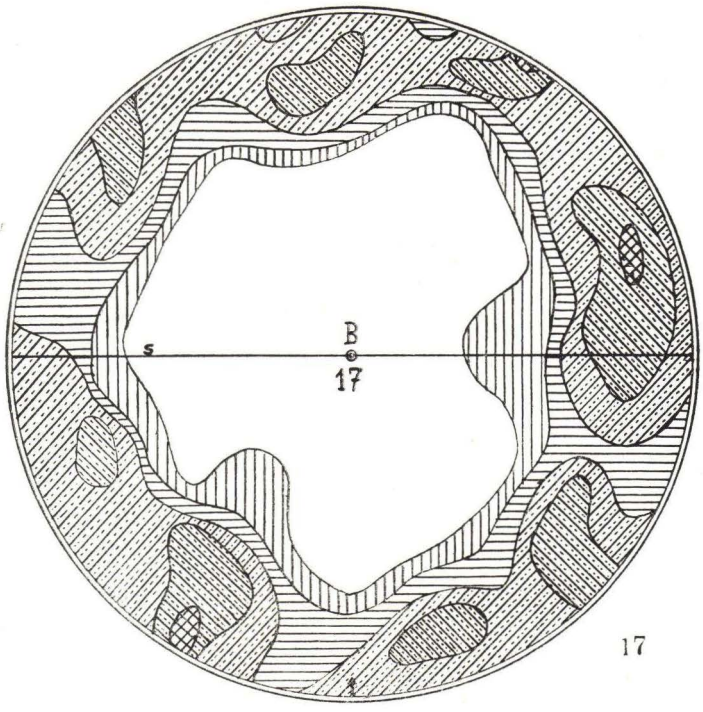




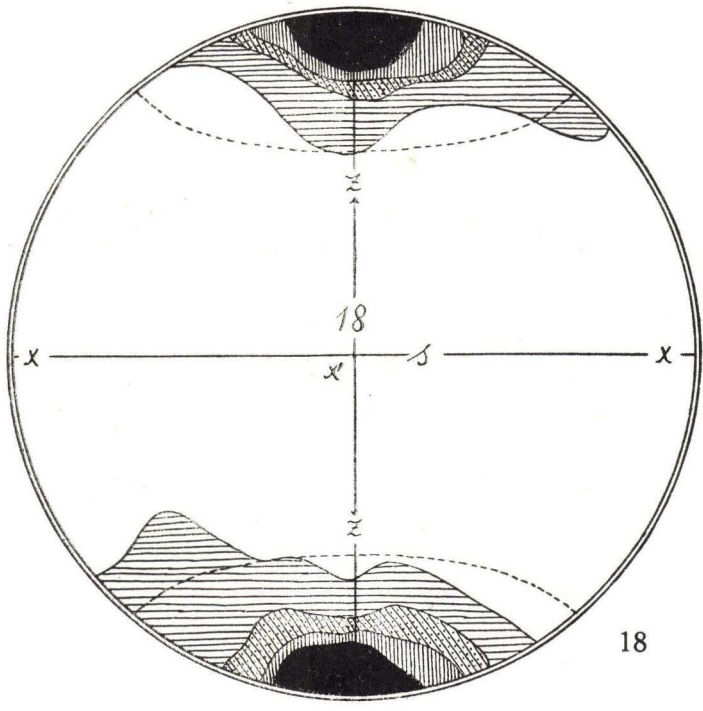




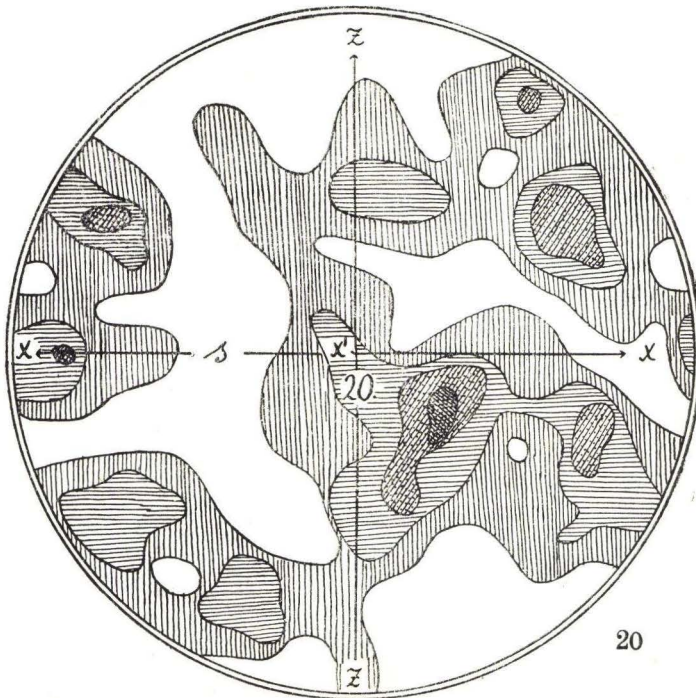
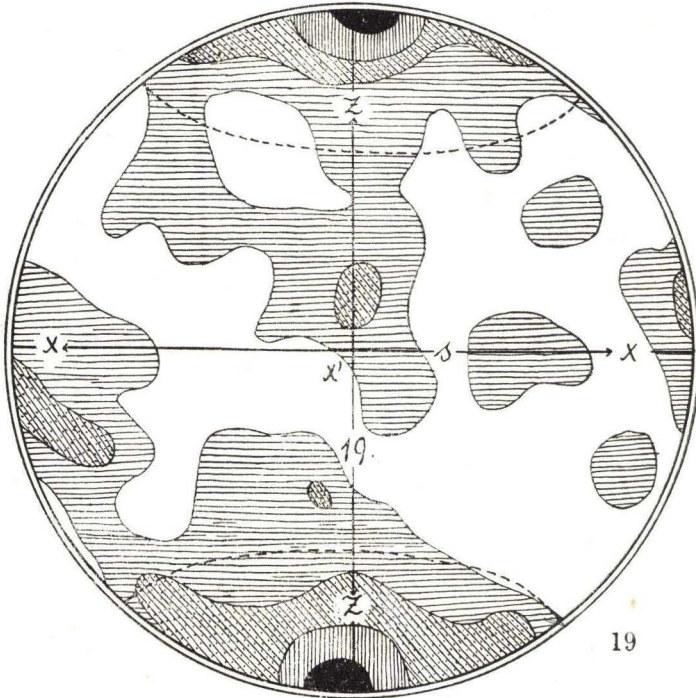


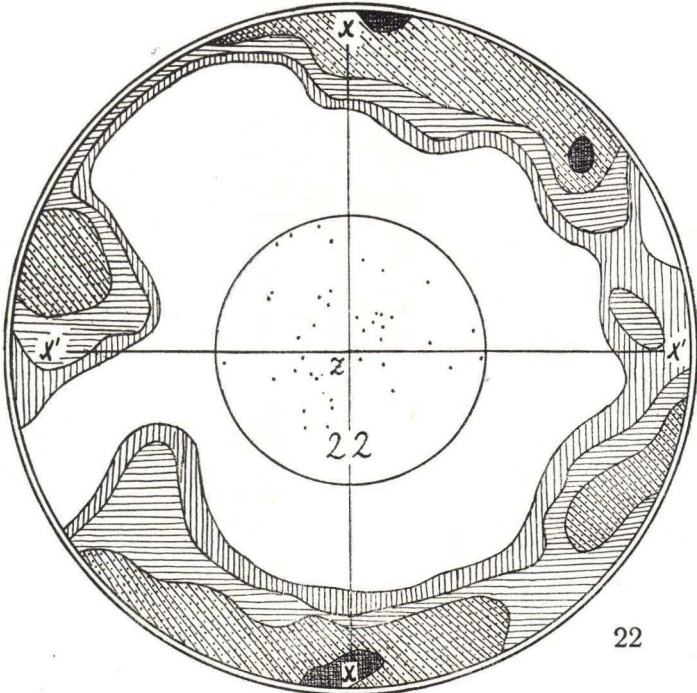
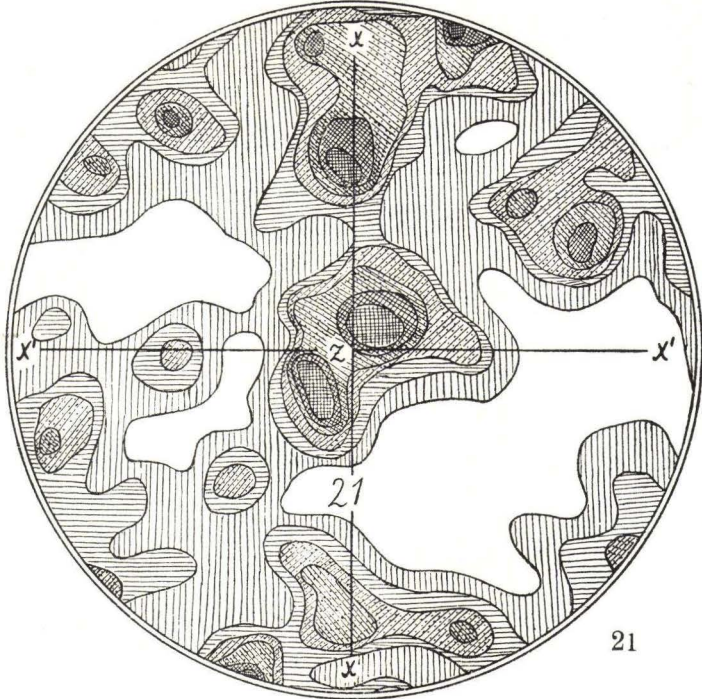


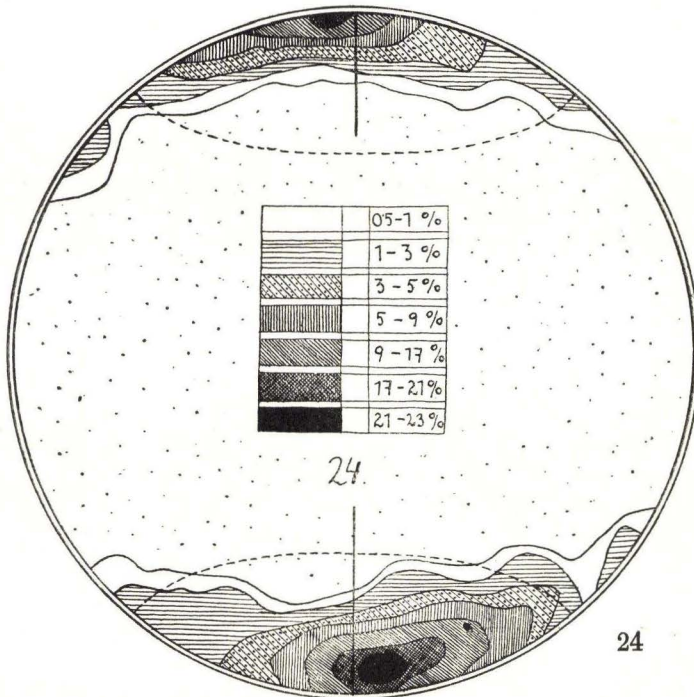
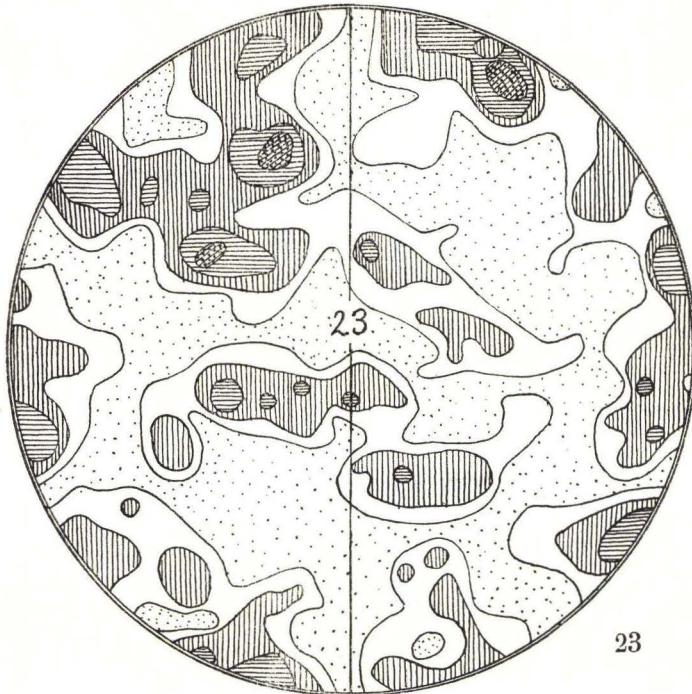
17



18







Inhaltsverzeichnis.

Einleitung	168
Kontaktmetamorpher Quarzphyllit	170
Kristalline alpine Trias	171
Biotitporphyroblastenschiefer, Isergebirge (Text und Analysen von O. SCHMIDEGG	174
Granatglimmerschiefer, Odenwald	176
Kugeldiorit (Analysen von D. KORN)	179
Zur Einmessung der Andesine (D. KORN)	180
Übersicht	181
Hinweise	181
Verzeichnis der Diagramme	182

Beobachtungen über die elektrolytische Leitfähigkeit von Bergkristall.

Von R. KLEMM.

Es soll hier über einige Versuche und Beobachtungen berichtet werden, die vor einiger Zeit angestellt wurden. Leider konnten sie nicht fortgesetzt werden. Die wenigen Ergebnisse sind aber im Zusammenhang mit analogen Versuchen (R. ARMBRONN, N. J. 1918, 14 [Ref.] u. a. m.) interessant genug und hinreichend klar, daß eine kurze Darstellung sich lohnt.

Es sollten damals einige orientierende Versuche gemacht werden, um einerseits die Leitung von Gleichstrom höherer Spannung, als seither angewandt wurde, zu prüfen, andererseits einen Aufschluß über die Struktur des Quarzes zu erhalten. Wenn die so gefundene Leitfähigkeit groß genug sein sollte, so sollte versucht werden, verschiedene Kationen einzuführen.

Zu diesem Zweck kamen zwei Methoden in Anwendung, eine „nasse“ und eine „trockene“ Methode. Die angewandten Apparaturen waren, entsprechend dem Charakter der Versuche, recht primitiv.

Bei der „nassen“ Methode wurden planparallele Platten und Würfel, deren Kanten parallel bzw. senkrecht zur Hauptachse verliefen, derart mit einer isolierenden Kittmasse am Ende einer kurzen Glasröhre befestigt, daß lediglich die Flächen senkrecht zur Hauptachse freilagen. Die Röhre wurde mit einem guten Elektrolyten gefüllt und in eine andere, wässrige Lösung oder in Quecksilber eingetaucht. In die Röhre wurde die Anode eingetaucht, so daß der Strom durch das Probestück zur vorgelegten Lösung oder zum Hg wandern mußte. In den Stromkreis war vor diese Elektrolysezelle, in der der Quarz als Diaphragma wirken mußte, ein einfacher Stromwender und ein Milli-Ampèremeter geschaltet. Die Versuche wurden bei Zimmertemperatur und bei 60° C mit Gleichstrom von 110 Volt ausgeführt. Der Effekt war natürlich sehr gering.

Bei LiCO₃-Lösung, ungefähr einfach normal, an der Anode und Hg an der Kathode ging anfangs ein Strom von 1,05 M.-Amp. hindurch, der im Verlauf von 1 Stunde auf 0,67 M.-Amp. fiel. Es war anscheinend hierbei Polarisation eingetreten, durch welche der Stromabfall bedingt war.

Wurden beiderseits wässrige Lösungen angewandt, so blieb die Stromstärke konstant. Bei FeSO₄-Lösung an der Kathode und KAuCl₄ an der Anode, ebenso bei FeSO₄ anodisch und K₃[Fe(CN)₆] kathodisch blieb die Stromstärke während 3 Stunden konstant bei 0,1 M.-Amp. Diese Versuche wurden bei Zimmertempe-

ratur gemacht, ebenso wie der folgende, bei dem an der Anode eine salzsaure Lösung von HAuCl_4 , kathodisch Na_2SO_3 vorgelegt waren. Auch hier ging ein konstanter Strom von 0,1 M.-Amp. durch das Diaphragma, einen Quarzwürfel von 10 mm Kantenlänge.

Bei den beiden nächsten Versuchen, die bei 60°C ausgeführt wurden, ließ sich bei Anwendung der gleichen Lösungen in gleicher Schaltung ein deutliches Ansteigen der Stromstärke feststellen. Bei dem ersten Versuch mit einem 10 mm-Quarzwürfel stieg die Stromstärke von 0,6 auf 1,58 M.-Amp. im Verlauf einer Stunde, bei einem anderen gleichdicken Stück in der gleichen Zeit sogar von 0,21 auf 1,32 M.-Amp. Es läßt sich also schon mit Hilfe dieser sicher sehr primitiven Versuchsanordnung ein deutlicher Effekt erreichen, wenn auch die beabsichtigte Wirkung, auf die hier nicht eingegangen werden kann, nicht erreicht wurde.

Wesentlich schönere und sinnenfälligere Ergebnisse wurden mit Hilfe der „trockenen“ Methode erreicht. Auch hier war, den Umständen entsprechend, eine sehr einfache Apparatur gewählt worden. Die zu prüfenden Quarzplatten wurden mit einer aus Nickel hergestellten, einfachen Presse, wie sie DITTLER in seinem „Mineralsynthetischen Praktikum“ angibt, zwischen die Elektroden gepreßt. Diese wurden zur Ausschaltung von Oxydschichten aus verschiedenen Edelmetallen hergestellt. Zur Isolation wurden Glimmerplättchen verwendet. Die so eingespannten Stücke wurden in einem elektrischen Muffelofen vorsichtig auf die beabsichtigte Temperatur angeheizt, die mittels eines Platin-Platin-Rhodium-Thermoelementes gemessen wurde. In den Stromkreis wurde wieder das Milli-Ampèremeter und der Stromwender geschaltet. Die Versuche wurden wiederum mit 110—115 Volt Gleichstrom und bei Temperaturen zwischen 600 bis 900°C ausgeführt. Es wurden Platten von Bergkristall von 1, 2, 5 und 10 mm Dicke, in einem Fall sogar 15 mm Dicke angewandt. Es wurden Stücke aus Rechts- und Linksquarz, sowie aus Brasilianerzwillingen verwendet. Irgendwelche merkliche Unterschiede in Abhängigkeit vom Drehsinn des Quarzes konnten nicht beobachtet werden.

Den günstigsten Effekt erzielten die Versuche bei 870 — 875°C . Bei allen Versuchen wurde ein sehr schneller Stromabfall beobachtet, der wohl sicher durch Polarisation der Elektroden hervorgerufen wurde. Denn beim Wenden des Stromes trat nahezu die gleiche Anfangsstärke des Stromes auf, um rasch auf einen niedrigen Wert wieder zu sinken.

Eine Parallele dazu bilden Versuche mit Stücken von Beryll und Topas, die später näher erwähnt werden sollen.

Die gesamten Versuche, es sind ungefähr 60, einzeln zu besprechen, würde zu weit führen.

Es sollen daher einzelne Gruppen entsprechend den wechselnden Bedingungen besprochen werden.

Zur Verwendung kamen bei wechselnden Temperaturen Elektroden aus reinem Platin, Gold und Silber.

Je nach dem angewandten Elektrodenmaterial zeigten sich verschiedenartige Einflüsse, die in ihrer Gesamtheit recht interessante Schlüsse zuließen.

Die Versuche mit Platin als Elektrodenmaterial bestätigten in großen Zügen die bereits lange bekannten Tatsachen. Mit steigender Temperatur steigt die Stärke des durchgelassenen Stromes kontinuierlich an. Da infolge der primitiven Apparatur, die zur Verfügung stand, sehr genaue Messungen unmög-

lich waren, konnten erst beobachtbare Werte für den Stromdurchgang oberhalb des Umwandlungspunktes von α - in β -Quarz erreicht werden, so daß die hier mitgeteilten Ergebnisse sich hauptsächlich auf β -Quarz beziehen. Bei einer Spannung von 115 Volt gingen durch ein Plättchen von 2 mm Dicke parallel zur Hauptachse nur 0,3 M.-Amp., bei 700° 0,6 M.-Amp., bis unter schnellerem Anstieg zusammen mit der Temperatur die Stromstärke auf 6,6 M.-Amp. anstieg. Parallelversuche an Stücken von 1—10 mm Dicke bestätigen dieses Ergebnis. Die planparallelen Stücke waren auf den Flächen, mit denen sie die Elektroden berührten, sorgfältig poliert. Waren sie einige Zeit dem Stromdurchgang ausgesetzt, so zeigten die polierten Flächen stets eine ganze Menge von getrübbten Stellen, teils einzelnen Punkten, die zum Teil an einigen Stellen dicht nebeneinander lagen, so daß größere Flächen so getrübt waren. Die polierten Platinelektroden zeigten an den entsprechenden Stellen desgleichen Trübung, an den „Punkthaufen“ öfters einen ganz leichten, weißen Anflug. Dieser ergab auf feuchtem Lakmuspapier eine schwache, aber unzweifelhafte alkalische Reaktion. Die Trübung der isolierten Quarzflächen erwies sich unter dem Mikroskop als eine leichte Anätzung, die als minimale Vertiefung bei den einzelnen Punkten genau konzentrisch um eine kaum erkennbare punktförmige Öffnung lag. Diese Anätzung an der Kathode zeigt also unzweifelhaft, daß unter dem Einfluß des elektrischen Stromes aus dem Bergkristall eine alkalisch-reagierende Substanz ausgetrieben worden war. Weiterhin weisen die Versuche, bei denen der Strom während der ganzen Zeit die gleiche Richtung inne hatte, darauf hin, daß hier eine echte, elektrolytische Stromleitung vorlag, da nur an der Kathode die alkalische Reaktion und die Verätzung der Politur auftrat. Das gleiche beweist das Sinken der Stromstärke während der Versuche. Dies kann in doppeltem Sinne gedeutet werden: einmal als Polarisation, oder vielleicht richtiger noch als Verarmungserscheinung. Doch dies muß einstweilen dahingestellt bleiben.

Der Stromfluß erfolgt auf submikroskopisch bis eben mikroskopisch erkennbar feinen Kanälchen, die augenscheinlich parallel der Hauptachse liegen.

Bei Plättchen verschiedener Dicke von 1—5 mm erfolgte selbst bei 870° nur ein ganz schwacher Stromdurchgang von 0,05—0,3 M.-Amp. Die Stromstärke blieb während der ganzen Versuchsdauer konstant.

Bei Gold und Silber als Elektrodenmaterial zeigten die so behandelten Stücke sichtbare, auffällige Veränderungen.

Zunächst bei Gold. Es war hierbei gleichgültig, ob Elektroden aus reinem Gold verwendet wurden, oder ob die entsprechenden Flächen des Probestückes mit einer Schicht reinen Blattgoldes bedeckt wurden, wenn diese Schicht nur hinreichend dick war. Bei 600—750° C trat keinerlei Veränderung ein, es war lediglich ein geringer Stromdurchgang von ungefähr 0,5—1 M.-Amp. zu bemerken. Von 800—820° ab begann aber der sichtbare Erfolg. Dies bedeutet, daß nach einiger Zeit der „Elektrolyse“, ungefähr 20 min., in dem vorher klaren, farblosen Kristall deutlich gefärbte Streifen auftraten, die untereinander streng parallel zur Hauptachse verliefen. Anfangs, bei niedrigeren Temperaturen, ungefähr 800—820°, zeigten sich rosa bis hellrote Linien. Dieser Effekt, der sich so schön den Erwartungen entsprechend einstellte, steigerte sich mit der Temperatur in der Farbenintensität. Bei 840—860° war die Farbe rotviolett, violett bis purpur, bei noch höheren Temperaturen, um 880—890°, zeigten sich intensiv bläustichig rote Linien. Diese Linien liefen deutlich mit

der Stromrichtung von der Anode zur Kathode, d. h. in der Nähe der Anode waren sie merklich am stärksten und liefen allmählich gegen die Kathode hin aus, bis sie ein Stück von dieser entfernt ganz aufhörten. Beim Wenden des Stromes bildeten sich von der neuen Anode her neue Linien aus, die gegen die vorherigen zu verliefen und zum Teil in diese übergingen (wie bei Stalaktiten und Stalagmiten). Eigenartig dabei war, daß eine Zone unmittelbar bei der Anlagefläche stets ungefärbt blieb. Ganz unklar ist die Entstehung einer hellgelben, einheitlich gefärbten Zone in der Mitte zwischen den beiden Flächen, wie dies bei einigen Stücken beobachtet wurde. Die zuerst ausgebildeten Linien waren stets am intensivsten gefärbt und am längsten, nach dem Wenden des Stroms entstanden stets nur kürzere Streifen. Bei einigen Stücken setzten schräg durch diese Linienbündel parallele scharfabgesetzte, völlig farblose Zonen hindurch, die als „latente Kappenbildung“ angesprochen wurden. Die Lage dieser Zonen zu den Würfelkanten, d. h. damit gleichzeitig zur Hauptachse, die den Kanten parallel ging, war derart, daß sie zweifellos als Parallelen zu den Rhomboederflächen des ganzen Kristalls angesehen werden mußten. Obwohl in diesen Zonen keinerlei Färbung angenommen wurde, hinderten sie den Stromdurchgang nicht. Daraus ist einerseits zu schließen, daß die Struktur, die den Stromfluß bedingt, wohl erhalten ist, aber andererseits doch wieder keine Möglichkeit zur Aufnahme färbender Körper besteht.

Das Pigment, dem die Färbung zuzuschreiben ist, erschien unter dem Ultra-Mikroskop zweifellos als kolloid verteilte Substanz, die nur an die gefärbten Streifen gebunden war. Da nur bei Gold diese Färbung auftrat, liegt die Annahme am nächsten, daß es kolloides Gold in bestimmter Verteilung auf bestimmten Richtungen des Quarzes sei, das unter dem Einfluß des elektrischen Stromes in den Kristall eingeführt wurde. Daraus folgt weiter, daß bei den in Frage stehenden Temperaturen der Dampfdruck des Goldes hoch genug sein muß, um in merkbaren Mengen abgestoßen werden zu können. Man könnte auch den Lösungsdruck als Ursache annehmen; aber im Prinzip ändert dies die Tatsache nicht. Also schon unterhalb des Schmelzpunktes (1071) weist Gold einen merkbaren Dampfdruck auf. Die Veränderlichkeit des Farbtones mit der Temperatur entspricht den Beobachtungen an Gläsern, die nach dem Vorgang ZSIGMONDY'S mit kolloidem Gold gefärbt sind.

Wurde eine Quarzplatte, die schräg zur Hauptachse geschnitten war, zwischen Goldelektroden elektrolysiert, so bildeten sich parallel der „Basis“ Goldspiegel aus, die ihrerseits als Elektroden wirkten, von denen ausgehend dann die roten und violetten Linien gegeneinander verliefen, bis schließlich Kurzschluß eintrat.

Die Versuche mit Silber als Elektrodenmaterial lieferten andere, sehr interessante Ergebnisse. Zunächst verlief der Versuch normal, d. h. der anfängliche Strom sank schnell ab. Doch auf einmal machte sich ein rascher Anstieg geltend, der mit geringen Schwankungen andauerte. Ließ man den Strom einige Zeit einwirken (≈ 1 Std.) und dann erkalten, so zeigten die Stücke keinerlei Färbung. Es hatten sich parallel den Anlageflächen, also senkrecht zur Hauptachse, eine Reihe von „Silberspiegeln“ im Kristall ausgebildet, die gleichfalls wieder streng parallel zueinander lagen. Durch diese Spiegel war eine bestimmte bevorzugte Ebene markiert, eine hypothetische Basisfläche. Sei es, daß diese Fläche schon ursprünglich vorhanden ist, oder daß sie erst beim Übergang in β -Quarz entsteht, oder durch die Einwirkung des elektrischen Stromes

hervorgerufen wird, so ist doch zweifellos, daß sie in irgendeiner Weise schon im Gitter in der Anlage vorhanden sein muß. Wäre dies nicht der Fall, so müßte eine derart tiefgreifende Umordnung im Gitter vollzogen worden sein, daß die optischen Eigenschaften der Stücke sich wesentlich geändert hätten. Doch dies konnte nicht beobachtet werden.

Diese seither mitgeteilten Beobachtungen finden in den neueren Deutungen über den Feinbau des Quarzes befriedigende Erklärung und Begründung.

R. ARMBRONN (Nov. acta, Abhandl. kais. Leopold.-Karol. deutsch. Akad. d. Naturforscher, Halle 1915, Bd. 101, Nr. 3, S. 179 ff.) schließt aus seinen Versuchen über die Leitfähigkeit von Quarz, daß parallel der Hauptachse feine Kanäle verliefen, die den Stromdurchgang gestatteten. „Ein Stück Bergkristall verhält sich in bezug auf die Eigenschaften seiner elektrolytischen Leitfähigkeit wie ein Bündel feiner Röhren, deren Richtung die kristallographische Hauptachse bestimmt“ (l. c. S. 243). Es wird dort weiter angenommen, daß Lösungen von Salzen im Kristall durchwandern zwischen den Zwischenräumen der Moleküle. Weiter wird angenommen, daß sich in diesen Lösungen Na'-Jonen in einem bestimmten Verhältnis ($\frac{1}{4000}$) zu den SiO₂-Molen befänden, in deren Kraftfeld sie gebunden oder freischwiegend lägen. Die Verteilung an sich aber erscheint unregelmäßig. Diese Ansichten decken sich mit denen von SPEZIA über die Bildung von Quarz aus Natriumsilikatlösungen. Nach CURIE (La Lumière el. 29, 1888, p. 221 ff.) sind Wa'-Lösungen auf feinsten Spalten parallel der Hauptachse verteilt. All diese Beobachtungen stellen eine elektrolytische Stromleitung parallel der Hauptachse fest, die durch Na'-Lösungen bedingt sei. Dies deckt sich mit dem oben Gesagten völlig. Die punktförmige Anätzung an den Endflächen, die alkalische Reaktion der Elektroden und die ungleichartige Verteilung im Kristall wurden durch die geschilderten Versuche sichtbar gemacht und legen die gleichen Schlüsse nahe. Die Färbungen, die durch Gold hervorgerufen wurden, machen die Kanälchen oder besser ihre Bündel sichtbar.

Nach ihren Strukturuntersuchungen kommen W. L. BRAGG und seine Schüler (Proc. Roy. Soc. 114. A 1927, p. 450—473 u. a. m.) zu analogen Schlüssen. Sie fassen den Quarz als ein Mineral von „offener Struktur“ (open structure) auf. Hier sollen die Sauerstoffatome, wie bei einer ganzen Reihe anderer Silikate, das Grundgitter bilden, in dessen Zwischenräume die wesentlich kleineren Si-Atome sich einfügen. Die Grundform bildet eine Tetraederanordnung der Sauerstoffatome, die in der dichtest möglichen Anordnung liegen. Diese sind ihrerseits um die Hauptachse, die eine Schraubenachse darstellt, derart angeordnet, daß um diese Achse ein Hohlraum von der ungefähren Größe des Durchmessers eines Sauerstoffatoms = 2,71 Å entsteht. Diese „offene Struktur“ nimmt BRAYG für eine ganze Reihe von Silikaten an, z. B. Phenakit und Beryll. Gerade ersterer kommt nach seiner Struktur und seinem Habitus dem Quarz am nächsten. Durch diese Anordnung aber ergeben sich wiederum Ebenen gleichartiger Besetzung, die einerseits der hypothetischen Basis, andererseits den Rhomboedern entsprechen müssen.

Nach den Ergebnissen der Elektrolyse zwischen Silberelektroden scheint aber die Ebene parallel der Basis eine gewisse Schwächung des Systems zu bedeuten, so daß sich hier die leichter beweglichen Ag-Atome einschieben konnten.

Es ist wohl kaum anzunehmen, daß auf den oben erwähnten Hohlräumen der Struktur sich eine Lösung befinden und bewegen kann, da diese doch nur atomaren Durchmesser besitzen können. Aber es werden durch sie Orte der Schwächung des Gitters gegeben, die bei dem zweifellos nie ganz ungestörten Wachstum der Kristalle sich zu größeren Kanälchen auswachsen, die als Behälter der Restlaugen dienen. Diese können anscheinend so stark werden, daß sie in ihrer Anhäufung sogar dem bloßen, unbewaffneten Auge sichtbar gemacht werden können, wenn farberregende Fremdkörper eingelagert werden.

Daß solche Unregelmäßigkeiten im Wachstum eintreten, dafür sprechen die farblosen Zonen in den durch kolloide Goldteilchen gefärbten Stücken, die als „latente Kappenbildung“ angesprochen wurden. Eine echte Kappenbildung konnte in den ursprünglich tadellos klaren Stücken nicht bemerkt werden.

Eine Parallele zu diesen Beobachtungen geben analoge Versuche mit Stücken von Beryll und Topas. BRAGG schließt für Beryll auf eine ähnliche „offene Struktur“ wie für Quarz. Dementsprechend ließ sich auch bei mehreren Versuchen mit Beryllplatten, die parallel der Basis angeschliffen waren, ein ganz entsprechender, elektrolytischer Stromdurchgang wie bei Quarz beobachten. Der anfängliche Wert sank sehr schnell ab, von ungefähr 7 M.-Amp. auf rund 0,2 M.-Amp. Senkrecht zur Hauptachse ging nur ein sehr schwacher, aber konstanter Strom von gleichbleibend rund 0,1 M.-Amp. durch.

Bei Topas, dem, entsprechend seiner Kristallform, ein ganz anderes, geschlossenes Gitter zukommt, floß sowohl parallel als senkrecht zur *c*-Achse ein sehr schwacher, konstanter Strom von rund 0,06 M.-Amp.

Nach dem oben Dargestellten läßt sich sagen, daß aus diesen Versuchen sich eine recht gute Bestätigung der seitherigen Anschauungen über die Struktur des Quarzes ableiten läßt. Manches allerdings ist an diesen mit einfachen Hilfsmitteln angestellten Versuchen noch unklar und harret noch einer gründlichen Nachprüfung und Wiederholung unter exakteren Methoden, eine Aufgabe, die zwar lockend ist, aber einstweilen noch für spätere Versuche geplant ist.

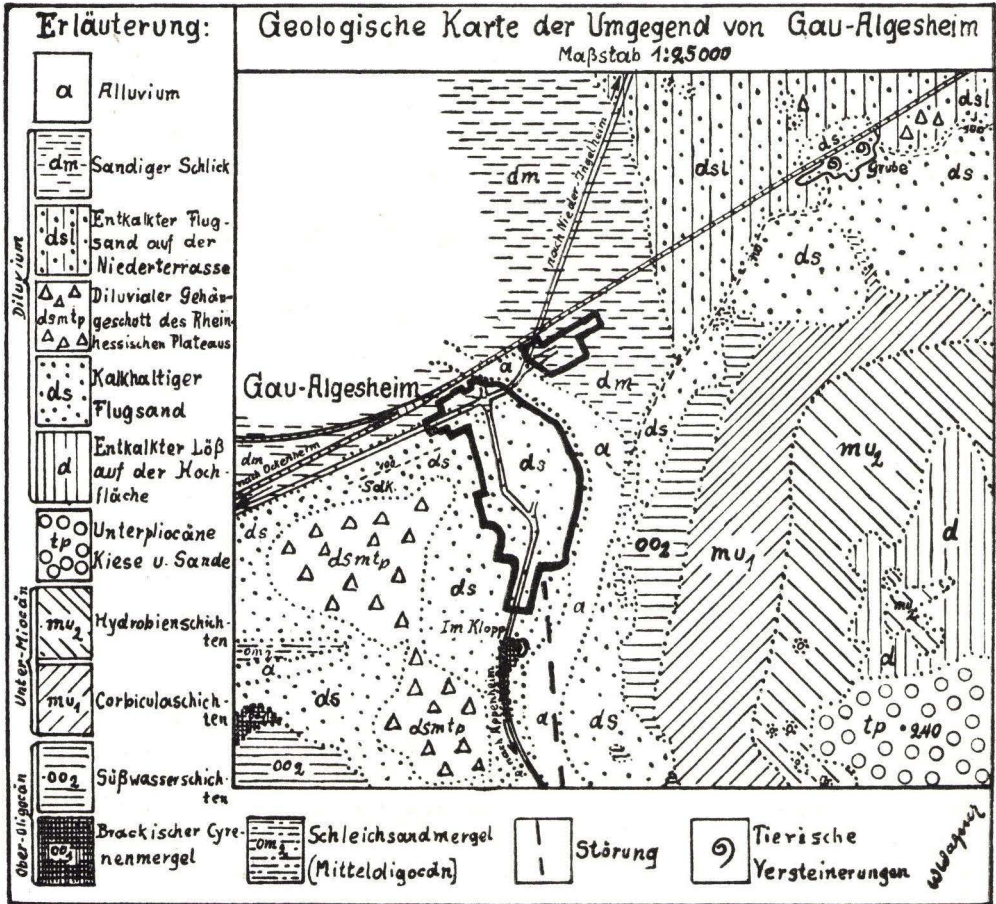
Ludwigshafen, 14. März 1928.

Der Flugsand am Abhang des Tertiärplateaus zwischen Gau-Algesheim u. Ober-Ingelheim und die dort gefundenen defekten Schneckenschalen.

Von W. WAGNER und O. SCHMIDTGEN.

Mit 1 Karte und Tafel 14.

Die Bahnstrecke Mainz—Bingen durchschneidet zwischen Ober-Ingelheim und Gau-Algesheim, etwa 1 km vom dortigen Bahnhof entfernt, den an das Tertiärplateau angelagerten Flugsand. Er wird hier in einer großen Grube (siehe Karte) abgebaut und dient zur Herstellung von Zementsteinen für den Häuserbau.



Die Sande zeigen unmittelbar südlich der Bahnstrecke einen steileren Abfall zur Rheinebene hin, die hier vorwiegend von rötlichen, flachausgebreiteten und entkalkten Flugsanden eingenommen wird. Nur bei der Grube reicht die Geländestufe über die Bahn nach Norden hinüber. Die Böschung entstand sehr wahrscheinlich bei der Eintiefung des Rheintals nach Ablagerung der Talwegterrasse (Mittelterrasse Steinmann = untere Mittelterrasse) und vor der Aufschüttung der Niederterrasse. Die tiefsten in der Grube zutage tretenden Sande sind möglicherweise noch Flugsande des Rheines, die der Talwegterrasse angehören, da sowohl in der Sandkaute westlich von Gau-Algesheim (Sdk. der Karte) als auch in dem Bahneinschnitt der Selztalbahn, 1 km östlich der Grube, etwa in der gleichen Höhenlage Kiessande des Rheines auftreten, die der Talwegterrasse zugerechnet werden müssen.

Das Alter der Flugsande, die in der Grube mindestens 12 m mächtig sind, ist sicher jünger als die Bildung der Talwegterrasse, also als der erste Vorstoß der vierten Eiszeit (Würmeiszeit). Es kann aber bis jetzt nicht bestimmt gesagt werden, daß er älter ist als die Bildung der Niederterrasse (zweiter Vorstoß der vierten Eiszeit). Nur die oberflächlich mehr oder minder stark entkalkten, flach ausgebreiteten Flugsande der eigentlichen Rheinebene sind bestimmt jünger als die Bildung der Niederterrasse des Rheines, da diese unter den Sanden noch in größerer Mächtigkeit auftritt.

Die Aufschlüsse in der Grube zeigen, daß die Flugsande eine Verlehmungsdecke tragen, die auf der Höhe nur gering mächtig ist oder durch Abtragung fehlt, die nach dem Gehänge hin stark anschwillt und am Nordost- und Südwesthang eine Mächtigkeit von 2,40 m erreicht. Die braunen Sande sind entkalkt und in den darunter folgenden kalkreichen Flugsanden hat sich der Kalk angereichert und um Wurzeln herum abgeschieden. Es darf aus dem Auftreten einer stärkeren entkalkten, braunen Oberschicht im Flugsand und Anreicherung von Kalk an der Basis der entkalkten Lage nicht auf ein hohes Alter des Flugsandes geschlossen werden, wie die oft tiefgreifenden Entkalkungen und Braunfärbungen der Flugsande auf der Niederterrasse beweisen. Offenbar ist der für Wasser leicht durchlässige Sand zu einer tiefgehenden und raschen Entkalkung sehr geeignet.

Etwa 1 m über der Grubensohle liegt eine Geröllschicht mit Sand vermischt, die bis 0,50 m stark wird und mehrfach auskeilt. Sie besteht aus zahlreichen eckigen Kalksteinen der Corbículaschichten und Hydrobieneschichten, seltener Süßwasserkalken, ferner aus Mergelgeröllen eines grüngrauen Mergels des Cyrenenmergels und aus Quarzgeröllen der pliozänen Kiessande. Endlich finden sich in der Schuttlage überaus zahlreiche Muscheln und Schnecken der brackischen Cyrenenmergel in ausgezeichnetem Zustand, ja sogar mehrfach sind die ursprünglichen Farben erhalten geblieben. Die Kalksteine, die bis 40 cm groß werden, zeigen häufig prachtvolle Windschliffe. Die großen Blöcke liegen offenbar noch in derselben Lage, in der sie zum Absatz kamen, als die trocknen eiszeitlichen Stürme, erfüllt von den feinen Quarzsanden über sie hinwegfegten. Die aus dem Sand herausragenden Teile des Blockes wurden glatt geschliffen, während die eingebetteten ihre rauhe Beschaffenheit behielten. In der Ausbildung und Zusammensetzung gleich, in der horizontalen Ausdehnung und der Mächtigkeit aber bedeutend geringer zieht im mittleren Teile des Aufschlusses nochmals eine Schuttschicht in etwa 3,5 m Höhe über der Grubensohle hindurch. Das Auftreten der Windschliffe und das Fehlen eines Wechsels in der

Korngröße und von eingelagerten rheinischen Flußgeröllen berechtigt zu dem Schluß, die Sande als Flugsande zu bezeichnen.

Offenbar handelt es sich bei den Geröllschuttschichten um Material, das gelegentlich gewissermaßen als Muren von dem nahen Tertiärplateau während der Bildung der Flugsande in diese hineingeschwemmt wurde. Das Auftreten der eckigen Kalkstücke und der Mergelgerölle spricht für einen nahen Ursprungsort. Auf Grund des geologischen Aufbaues des Gebietes (siehe Karte) ist an dem Abhang des Gau-Algesheimer Kopfes, an dem die Grube liegt, der Cyrenenmergel erst in 90 m NN zu erwarten. Am Bahnhof Ober-Ingelheim tritt er tatsächlich erst in 88 m NN auf. Von hier können also weder die Tongerölle noch die zahlreichen Fossilien des Cyrenenmergels stammen. Die nächste Fundstelle der versteinerungsreichen brackischen Cyrenenmergel liegt an der Straße von Gau-Algesheim nach Appenheim „im Klopp“ (siehe Karte), in 115 bis 120 m NN, also links des Gau-Algesheimer Baches. Hier liegen die Schichten, durch eine etwa Nord-Süd verlaufende Verwerfung getrennt, mindestens 30 m höher als am Gau-Algesheimer Kopf. Aus dem Gebiet „im Klopp“ bei Gau-Algesheim stammen offenbar die zahllosen Versteinerungen des Cyrenenmergels in der Flugsandgrube. Ist dies der Fall, so muß die Störung sich vor dem jüngeren Diluvium vollzogen haben.

Unter den, wie oben erwähnt, aus dem brackischen Cyrenenmergel eingeschwemmten Schnecken gehören die meisten zu *Tympanotomus margaritaceus Brocchi*, *Potamites plicatus galeotti* NYST. und *Potamites lamarki* BRONG.

Es fällt sofort auf, daß ein großer Teil derselben Mißbildungen an der Schale aufweist. Unter wahllos aufgesammelten Exemplaren befanden sich in einem Falle 32%, in einem anderen Falle 46% derartig defekte. Zuerst könnte man glauben, da die Mißbildungen zum größten Teil gleichartig sind, daß es sich um eine Degenerationserscheinung handle. Die genauere Untersuchung jedoch und einige Stücke mit anderen Defekten beweisen aber deutlich, daß es sich in allen Fällen um rein mechanische Verletzungen handelt, welche ausgeheilt sind. Noch niemals konnten bei uns bisher an einer anderen Stelle derartige defekte und wieder ausgeheilte Stücke in so großer Zahl gefunden werden. Höchst selten sieht man sonst einmal ein einzelnes Stück.

Ehe auf die Frage der Entstehung dieser Verletzungen eingegangen werden soll, mögen zunächst die verschiedenen Arten der Defekte besprochen werden. Bei den meisten mißgebildeten Schalen von *Tympanotomus margaritaceus* ist eine Unregelmäßigkeit in der Ausbildung am oberen Längskiele des zweiten oder drittletzten Umganges. Längs der Naht klafft hier ein mehr oder weniger breiter Spalt, der obere Längskiel des jeweils unteren Ganges zeigt Unregelmäßigkeiten verschiedener Art in Form und Ausbildung. (Abb. 2a, b, Taf. 14.) Bei einem anderen Exemplar (Abb. 2c, Taf. 14) sind die ersten 5 Gänge regelmäßig, der 6. wird unregelmäßig und greift über den 5. über, der 7. wird dann wieder regelmäßig, zeigt aber an dem obersten Längskiele ebenfalls Mißbildung. Bei einem dritten Exemplar schließlich (Abb. 2d und 4a, Taf. 14) befindet sich im letzten Umgange ein Querbruch mit breitem Spalt, der Gang verläuft von dieser Stelle aus unregelmäßig.

Bei den Exemplaren von *Potamites plicatus* var. *galeotti* (Abb. 3a—c, Taf. 14) sind ähnliche Verletzungen, wie die zuerst von *Tympanotomus* beschriebenen, die langen Gehäuse sehen alle aus, als ob sie geknickt und schief zusammengeheilt wären. An der Knickungsstelle klaffen die Nähte auseinander,

meist ist auch der obere Längskiel an diesen Stellen eine Strecke weit unregelmäßig ausgebildet, was wohl auf eine entstandene und dann verheilte Verletzung des Mantelrandes zurückzuführen ist. Bei einem Exemplar (Abb. 4b, Taf. 14) ist auch ein deutlich verheilter Querbruch vorhanden.

Die wenigen Exemplare von *Potamites lamarcki* (Abb. 3d, Taf. 14) zeigen dieselben Verletzungen. Bei einem Stück (Abb. 3e, Taf. 14) findet sich ein Defekt ähnlich so wie er oben bei *Tympanotomus* beschrieben ist. Auch hier beginnt nach regelmäßiger Schalenausbildung eine Störung durch einen Schalenbruch, die sich durch ein enger werden des Umgangs zeigt, der aber dann wieder normal weiter ausgebildet ist.

Alle diese Defekte sind, wie schon oben gesagt, zweifellos auf mechanische Verletzungen zurückzuführen, welche die Schale und manchmal auch den Mantelrand betroffen haben. Der defekte Mantelrand hat zunächst die Unregelmäßigkeiten beim Weiterwachsen bedingt, die dann, nach Verheilung desselben, wieder verschwinden. Die äußeren Schalendefekte, Bruchstellen, Sprünge usw. konnten als solche nicht repariert werden, weil eine Neubildung der äußeren Schalenschicht nicht mehr möglich ist. Aber die von der ganzen Mantelfläche ausgeschiedenen innere Schalenschicht (Hypostracum) hat die Stücke wieder zusammengekittet, äußere Sprünge und Risse blieben natürlich bestehen.

Daß die Verletzungen in so unverhältnismäßig großer Zahl auftreten, ist wohl darauf zurückzuführen, daß zur Zeit des damaligen Brackwassersees ein orkanartiger Sturm wütete, der das Wasser bis zum Boden aufwühlte und die dort liegenden und festsitzenden Schnecken von ihrer Unterlage losriß und mit empor nahm. Es ist nicht anzunehmen, daß die Schnecken an den festen Strand geworfen wurden, denn dann wären die Verletzungen wohl so stark gewesen, daß sie den Tod der Tiere herbeigeführt hätten. Bei derartig starken Stürmen können die Schneckenschalen auch in den Wellen selbst und durch Aneinanderschlagen in denselben Verletzungen bekommen, wie verschiedentlich gerade bei orkanartigen Stürmen auf See jetzt beobachtet wurde. Bei den meisten Verletzungen hat man, wie schon oben erwähnt, den Eindruck, als ob die langen Gehäuse geknickt worden und dann wieder schief durch Neubildung der inneren Schalenschicht zusammengewachsen wären.

Die interessanten Funde weisen also hin auf einen orkanartigen Sturm, der zur Zeit der Ablagerung der brackischen Cyrenenmergel dort wütete; sie beweisen aber auch die große Reparationsfähigkeit der Schalen bei den drei genannten Schneckenarten.

Ueber Blastomylonite im Grundgebirge des Odenwaldes.

Von L. RÜGER (Heidelberg).

Mit 6 Abbildungen im Text.

Vor kurzem lenkte G. KLEMM (1926) die Aufmerksamkeit auf Produkte granitischer Quetschzonen, in welchen Turmalin als Neubildung auftritt. Da ein Teil dieser Quetschzonen rheinisches Streichen besitzt und eine post-triadische Turmalinbildung aus dem Odenwald bisher unbekannt ist, gelangt KLEMM zu dem Schlusse, daß dieser Richtung im Grundgebirge ein z. T. prä-triadisches Alter zuzuschreiben ist. Es deckt sich diese Folgerung mit Ansichten, welche auch von anderer Seite — DEEKE, CLOOS, v. BUBNOFF — im Schwarzwälder und Odenwälder Grundgebirge gewonnen wurde.

Schon länger bekannt sind Quetschzonen aus dem Westhang des Melibokusgebietes, welches vornehmlich in der Umgebung von Zwingenberg durch eine Reihe guter Aufschlüsse erschlossen ist. Es handelt sich um verschieden breite Zonen eines gelblich-rötlichen Mylonites, welcher leicht alle Übergänge zum herrschenden Gestein — Biotitgranit — erkennen läßt. Ihr Streichen schwankt zwischen 0 bis 20° bei ungefährr Saigerstellung und ihre Häufung in der Nähe des Grabenrandes brachte es mit sich, diese Quetschzonen stillschweigend als im Zusammenhang mit der Grabenbildung stehend zu betrachten, ihnen also tertiäres Alter zuzuschreiben. Durch neuere Aufschlüsse, besonders in dem großen Bruche von Rüth und Reinmuth, zeigte sich eine überraschende Erscheinung. Es sind diese Mylonite von zahlreichen kleinen pegmatitischen Gängen durchzogen, und zwar von Karbonatpegmatiten — ebenfalls eine für das Odenwälder Grundgebirge neuartige Erscheinung. Da diese die Mylonite durchsetzen ohne selbst eine Beanspruchung zu zeigen, müssen sie jünger sein. Ein tertiäres Alter aber schaltet, wie kaum näher begründet zu werden braucht, aus. Dann bleibt nur ein höheres Alter übrig und zwar muß die Mylonitbildung in eine Zeit fallen, als die tiefenvulkanische Tätigkeit im variskischen Orogen noch nicht beendet war, deren letzten Ausklang man in den Karbonatpegmatiten zu sehen hat. Die mikroskopische Untersuchung der Mylonite zeigte weiter, daß die Deformation präkristallin stattfand. Dies war zugleich der eine extreme Typus der Mylonite: präkristalline Deformation in Bezug auf alle Mineralien. Die weiteren Untersuchungen ergaben dann noch andere Typen, bei welchen deformative und konstruktive Vorgänge in verschiedenem Maße interferierten — kurz es handelt sich bei diesen Myloniten um einen Deformationstypus, welchen man zweckmäßig als Blastomylonite (SANDER 1912) bezeichnet.

Gemäß ihrem Charakter als Blastomylonite können derartige Gesteine im Odenwälder Grundgebirge nur palaeozoischen Alters sein. Zur Frage der pri-

mären Tektonik des Grundgebirges sind deshalb derartige Gesteine von nicht geringem Interesse, obgleich die Auswertung nach dieser Hinsicht vorläufig noch ganz am Anfang steht.

Zweifellos haben die neozoischen Bruchbewegungen ebenfalls zu Mylonitbildungen geführt und der naheliegende Gedanke war daher, Anzeichen zu finden, wie man mikroskopisch beide Typen unterscheiden könne. Dies ist auch gelungen, wenigstens im Rahmen der bisher untersuchten Gesteine. Diese Einschränkung muß vorläufig gemacht werden, da es sich herausstellte, daß es sich um eine im Einzelnen äußerst mannigfaltige Gesteinsgruppe handelt. Die bisher untersuchten Gesteine entstammen vor allem dem Melibokusmassiv, ferner der Umgebung von Schriesheim und Heppenheim, sowie der Umgebung von Hoxhohl. Letztere wurden zur näheren Untersuchung vom Verfasser Herrn cand. geol. W. PORTMANN überwiesen, welcher sie im Rahmen seiner Dissertation behandeln wird. Die Gesamtdarstellung der Mylonite ist einer größeren Arbeit vorbehalten, welche in nächster Zeit zum Abschluß gelangt. Hier sollen nur einige allgemeine Probleme behandelt werden mit der Einschränkung auf Granitmylonite.

Die Blastomylonite der Granite bieten äußerlich schon ein sehr verschiedenartiges Aussehen. Zum Teil handelt es sich — wie am Melibokus — um dichte splitttrige Gesteine von rötlichgelber Farbe, die im Handstück den Alsbachiten recht ähnlich werden können. Zum Teil sind es hornfels- bis phyllonitartige Gesteine, die auf den ersten Blick große Ähnlichkeit mit echten Hornfelschollen bieten, wie sie gerade im Melibokusgranit häufig sind. Indessen schützt der feldgeologische wie mikroskopische Befund durchaus vor einer Verwechslung. Gerade die Mylonite der verschiedenen kristallinen Schiefer im Odenwälder Grundgebirge verhalten sich gegenüber deformativer Beanspruchung bedeutend widerstandsfähiger und lassen noch lange deutlich ihre primären Strukturen erkennen.

Vor einigen Jahren wurde durch R. EWALD (1924) das Vorhandensein einer Mylonitzone längs der Otzbergspalte angenommen, wobei EWALD von kontaktmetamorphen Myloniten sprach. Letztere Tatsache und die hierauf begründeten Schlüsse erfuhren durch KLEMM mehrfache Zurückweisung (1924, 1926). Es war mir leider nicht möglich, bisher die in Frage kommenden Stellen selbst zu untersuchen, welche zweifellos von besonderem Interesse für die Mylonitfrage des Odenwaldes sind, so daß eine Stellungnahme nicht möglich ist. EWALDS Ausführungen lassen nicht erkennen, um was es sich eigentlich handelt, seine Behauptung von metamorphen Myloniten, deren Auftreten von allergrößter Bedeutung wäre, hätte eine sehr ausführliche Beschreibung verlangt, welche durch Namen wie „Harnischmylonit, Breschenmylonit, gneisartiger Mylonit“ usw. nicht gegeben ist. Auch Aussagen wie „die Schieferung dieser Gesteine steht aber naturgemäß senkrecht auf der sie bedingenden Druckrichtung — — —“ (EWALD, p. 29) dürften kaum ungeteilte Zustimmung finden.

Zunächst einige terminologische Bemerkungen zur Mylonitfrage überhaupt. Vor allem liegen Studien darüber von TERMIER (1911 a, b), STAUB (1915) und QUENSEL (1916) vor, wobei diese Forscher Gliederungsversuche mylonitischer Gesteine aufstellen, welche dem aus ihrem Arbeitsgebiet auftretenden Material angepaßt sind. QUENSEL betont dies ganz besonders und lehnt ausdrücklich eine Verallgemeinerung seiner Ausdrucksweise ab. Ein solcher zurückhaltender Standpunkt ist an sich durchaus gerechtfertigt, solange das zu behandelnde Problem methodisch einer einheitlichen Betrachtungsweise noch entbehrt. Dies

war aber zu der Zeit, als STAUB und QUENSEL ihre Beobachtungen niederschrieben nicht mehr der Fall, da bereits vorher SANDERS Arbeiten erschienen waren, welche ja als Hauptproblem die Frage nach der Gesteinsdeformation und Kristallisation enthalten und in methodischer Hinsicht die Wege der einzuschlagenden Betrachtung aufwiesen und begründeten.

So schreibt STAUB: „Mylonite sind immer geschieferte Gesteine“, QUENSEL: „Mylonite (im engeren Sinne): eine hauptsächlich richtungslose Mikrobreccienbildung; oft hübsch entwickelte sekundäre Fluidalstruktur“. Während weiter STAUB grundsätzlich Mylonitbildung nur auf solche Gesteine beschränkt wissen will, die ausschließlich kataklastische (hier im Sinne von postkristallin) Deformationen zeigen, erweitert QUENSEL die Fassung dahin, daß „Kataklasstruktur trotz der immer mehr um sich greifenden Umkristallisation noch deutlich erkennbar ist, und dadurch dem Gestein seine strukturelle Eigenart verleiht“. Hierher würden seine Gruppen der Mylonitgneise und Ultramylonite z. T. gehören, sie entsprechen also wohl Blastomyloniten im Sinne SANDERS. Die Unsicherheit in der Terminologie hätte vermieden werden können, wenn die bei SANDER eingeschlagene Betrachtungsweise beachtet worden wäre (1911, 1912, 1914, 1915). Wenn QUENSEL schreibt, daß die Grenze zwischen Mylonitisierung und Kristallisationsschieferung ziemlich willkürlich sei, so muß dies abgelehnt werden, seit durch SANDER sehr genaue Kriterien in Bezug auf das Verhältnis der Deformation gegenüber einzelnen Mineralien bzw. Mineralparagenesen gegeben worden sind.

RAGUIN (1926) behandelt Granitmylonite des französischen Zentralplateaus, die hercynisches Alter besitzen. Er erörtert auch Neubildungsprozesse, denen er jedoch keine große Bedeutung zuschreibt (siehe besonders p. 12). Seine Folgerung „nous relevons les indices de transformations du domaine de la métasomatose et non du métamorphisme“ anschließend an die Besprechung der Sericitisierung der Feldspäte bezieht sich wohl auf die von ihm beobachtete Deformationsverglimmerung. Auch von einer Rekristallisation zerbrochener Quarze ist ausdrücklich die Rede. Es handelt sich, wie RAGUIN mit guten Gründen nachweist, um Mylonite alter Bewegungen im variskischen Orogen.

Aus neuester Zeit ist schließlich die Untersuchung von M. REINHARDT und H. PREISWERK (1927) zu nennen, welche eine alte Mylonitzone im Aiguilles Rouges-Massiv nachweisen und damit ebenfalls einen wertvollen Einblick in die hercynische Tektonik der alpinen Zentralmassive lieferten. Nach der genauen Beschreibung beider Forscher scheint bis auf die Sericitisierung ebenfalls keine Neumineralisation stattgefunden zu haben.

Um nun zu unserem Material zu kommen, sei mit einem Mylonit aus der Umgebung von Alsbach begonnen. Die auflässigen Steinbrüche am SW-Hang des Catharinenberges zeigen Mylonite im dortigen Biotitgranit. Die untersuchten Proben entstammen einer Ruschel, welche 110° — 120° streicht und mit 60 SW fällt und die rückwärtige Wand des einen Bruches bildet. Es ist ein grauweißes, stark schiefriges Gestein, welches horizontale Striemung zeigt und stellenweise etwas zur stengelligen Ausbildung neigt. Schon mit bloßem Auge sind die stark ausgeschwänzten Quarze erkennbar, deren Hauptstreckung in der Richtung der Striemung liegt. Das Gestein sieht als Mylonit recht „harmlos“ aus und man würde keine Bedenken tragen, diese Störung im Rahmen einer Kluffarbeit etwa mit dem wenig glücklichen Namen „rheinisch transversal“ zu bezeichnen, die Striemung als Harnisch anzusprechen und sie also in Zu-

sammenhang mit den Grabenrandstörungen zu bringen. Der mikroskopische Befund macht aber eine solche Deutung nicht möglich.

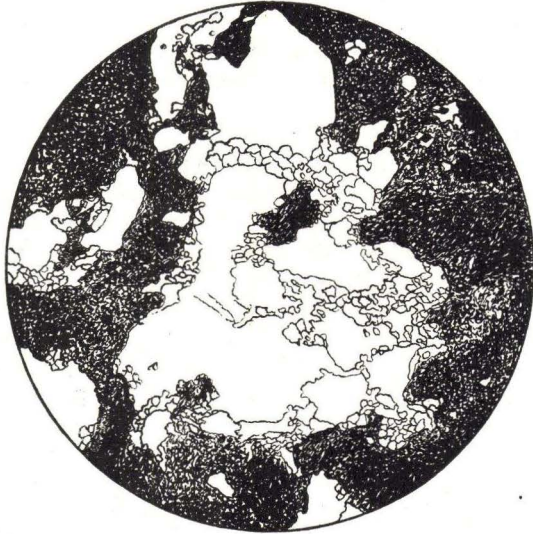


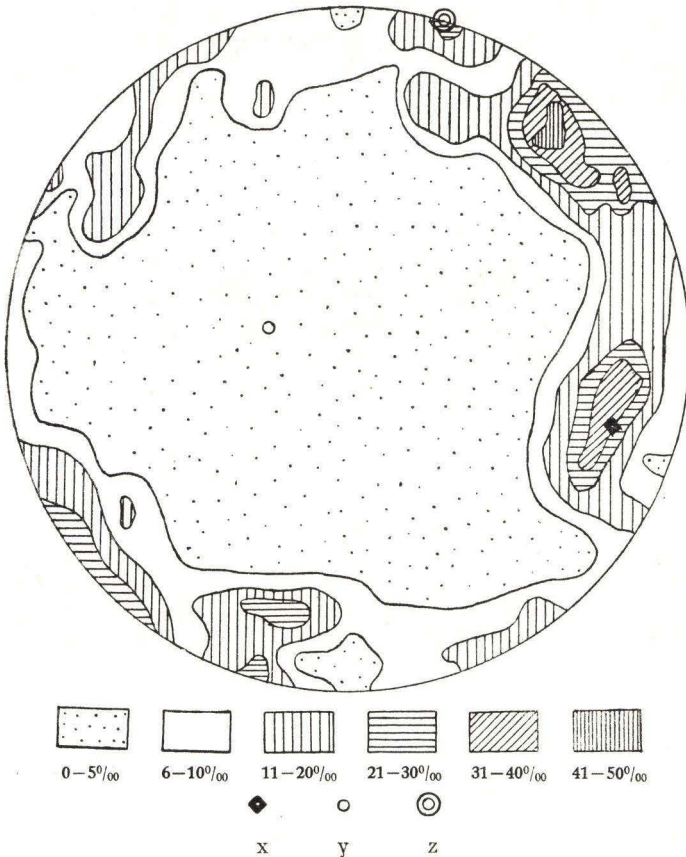
Fig. 1.

Granitmylonit von Alsbach a. d. B. — Schwarz: sericitische Grundmasse. Weiß: Quarz. Große Individuen undulös auslöschend, kleine (stark verzahnt) unversehrt („Kornzerfallstruktur“). Etwa 40 mal (Schliff Nr. 60 aus dem Material des Verf.).

Es zeigt Fig. 1 eine Dünnschliffzeichnung. Bei der hier verwendeten Vergrößerung (ca. 40fach) erscheint die Grundmasse nicht mehr auflösbar, so daß von der Einzeichnung von Einzelheiten abgesehen wurde. Einzig heben sich unter + Nicols mehr oder weniger schattenhaft stark deformationsverglümmerte Feldspatreste aus der feinfaserigen serizitischen Grundmasse hervor, die nur ab und zu kleinkörnige Quarzaggregate enthält. Stellenweise sind ausgezerrte Biotitlagen zu sehen, wobei der Biotit völlig gebleicht ist; solche Partien sind sofort durch den Gehalt an Magnetit und Einschlüssen von kleinen Nadelchen (wohl Rutil) erkennbar. Wie nicht anders zu erwarten, zeigt der einstige Biotit stärkste mechanische Beanspruchung. Scharf zu trennen von dem gebleichten Biotit ist ein farbloser, fast einachsiger Glimmer mit schwacher Dispersion $\rho > v$. Licht und Doppelbrechung stimmen mit Muskowit überein, so daß man trotz des kleinen Achsenwinkels diesen Glimmer als Muskowit ansprechen muß. Er bildet oft große, rosettenförmige Aggregate innerhalb der Grundmasse, ist absolut klar und zeigt nur ganz geringe oder gar keine mechanische Deformation. Der gleiche Glimmer ist gerade in Blastomyloniten und den später zu besprechenden Karbonatpegmatiten vorhanden, in letzteren infolge seiner Größe mittels Schlagfigur eindeutig als Glimmer erster Art festzustellen. Es bedarf noch einer chemischen Untersuchung, um die Natur endgültig zu klären.

Von besonderem Interesse ist das Verhalten des ausgeschwänzten Quarzes, welcher Aggregate von der in Fig. 1 dargestellten Form bildet. Große, stark undulös auslöschende Individuen werden randlich von einem Mosaik kleiner Individuen umgeben, welche z. T. auch tief in die großen eingreifen. Diese

kleinen Quarze zeigen keine optischen Anomalien. Bezugnehmend auf die Erörterung von W. SCHMIDT (1915, 1925) ist auch hier durchaus zu betonen, daß es sich nicht um eine Mörtelstruktur handeln kann, wohl aber besteht Ähnlichkeit zu den Rekristallisationsgefügen kaltgereckter Metalle, wie dies SCHMIDT eingehend erörtert. Wie man sich nun auch im Einzelnen zu solchen Strukturen stellen mag — man vergleiche hierzu die Ausführungen SANDERS 1925 —, so ist es doch sicher, daß es sich nicht um eine „Mörtelbildung“ im früher verwendeten Sinne handeln kann.



368 Quarze aus einem Granitmylonit von Alsbach.

Über die Quarzregelung gibt das Diagramm Fig. 2 Auskunft. Es gelangten die großen undulösen und kleinen nicht undulösen Quarze gesondert zur Verzeichnung, erstere jedoch, da es sich nur um wenige in einem Schlicke handelt (10—15), nicht zur Eintragung in das hier gegebene Diagramm. Die kleinen Quarze besetzen eine Großkreislage, welche durch x und z geht, welche beide belegt sind (vergl. hierzu W. SCHMIDT 1925, 1926). Über die gegenseitigen Lagebeziehungen der rekristallisierten Quarze zu den Ausgangsindividuen läßt

sich vorläufig nichts aussagen, ebensowenig über die geologischen Bedingtheiten des Deformationsvorganges. Doch darf schon hier eine kurze Bemerkung über den Charakter der Striemung eingefügt werden. Wie oben erwähnt, würde man die an diesem Beispiel beobachtete Striemung ohne weiteres als Harnisch auffassen, d. h. die Bewegung // der Striemung annehmen. Das Diagramm zeigt, daß dies ein Fehlschluß wäre. Es ist die Regelung gestützt auf die Erfahrungen von SANDER und SCHMIDT eindeutig zuordenbar dem Gürtel x (Durchbewegungsrichtung) — z (Pol der Schieferung). Die Striemung y bleibt unbesetzt, erweist sich also hierdurch als „tektonisches Streichen“ (W. SCHMIDT). Es ist die Durchbewegung also $\perp y$. So bedarf es kaum noch besonderer Hervorhebung der von SANDER und W. SCHMIDT so oft ausgesprochenen Mahnung, gerade der Striemung in Tektoniten ganz besondere Beachtung zu schenken und sich von der Vorstellung frei zu machen, die dazu neigt a priori Striemung = Durchbewegung zu setzen. Auch andere bisher im Odenwälder Grundgebirge vorgenommene gefügeanalytische Untersuchungen zeigten neuerdings, daß es nur in wenigen Fällen möglich ist, ohne U. T.-Prüfung einer Striemung ihren Charakter als Harnischstriemung anzusehen. Daß der Entscheid nach dieser oder jener Richtung ganz erhebliche Konsequenzen für das Bewegungsbild besitzt, bedarf keiner weiteren Begründung.

Nun die Mylonite in dem Steinbruch von Rüth und Reinmuth bei Zwingenberg i. O. Stellung und Aussehen der Mylonite wurde schon kurz erwähnt, ebenso daß sie hier von den „Karbonatpegmatiten“ durchzogen werden, welche vor allem Klüfte //s ausfüllen. Der herrschende Mineralbestand ist Muskowit-Quarz-Calcit, wozu accessorisch Apatit kommt. Das Korn ist grob, insbesondere die sehr gut ausgebildeten Muskowite erreichen bis 1 cm Größe. Der Calcit ist von rötlicher Farbe, wie er sie vielfach als Begleiter von Erzgängen besitzt. Das Gestein ist, soweit bisher bekannt, ausschließlich nur an die Mylonitzonen gebunden, so daß es ganz offensichtlich ist, daß die Bewegungen, welche zur Mylonitisierung führten, erst den Weg zum Auftreten der letzten tiefenvulkanischen Produkte bahnten. Auf die zweite Tatsache, daß diese Mylonite zudem sich vor allem in der Nähe des heutigen Grabenabbruches befinden, wird noch zurück zu kommen sein.

Besondere Erwähnung verdient noch der Muskowit. Es ist derselbe, wie er schon im Mylonit von Alsbach erwähnt wurde, also fast einachsige. Die Schlagfigur zeigt einen Glimmer erster Art.

Wenn dieses eigenartige Gestein als Pegmatit bezeichnet wird, so geschieht dies infolge seines Auftretens und seiner Struktur und wohl bewußt, daß das Gestein durchaus aus dem Rahmen der üblichen Pegmatite der Odenwälder Granite fällt. Das Auftreten des Karbonates weist auf eine niedrigere Bildungstemperatur, welche man auf etwa unterhalb 250° ansetzen darf (vergl. NIGGLI 1920). Dies sind aber Verhältnisse, welche ebensogut der hydrothermalen Phase als den eigentlichen Pegmatiten in der von NIGGLI geforderten Begriffsfassung unterordenbar sind. Aber unbeschadet der endgültigen Entscheidung ist jetzt schon feststehend: es handelt sich um Bildungen, welche ohne Zweifel der ausklingenden tiefenvulkanischen Tätigkeit im variskischen Orogen angehören und aufgedrungen sind als die Mylonitisierung beendet war. Nun die Mylonite selbst. Die feinstkörnigen Typen lösen sich bei starker Vergrößerung in ein schwach gestrecktes (// der ausgeprägten Striemung) Quarzaggregat, dem straff kristallisationsschiefrig Biotit eingelagert ist. Die Quarzkörner zeigen

fast alle undulöse Auslöschung, während der Biotit keine oder nur ganz geringe Anzeichen mechanischer Deformation trägt. Die Kleinheit der Körner schließt die Untersuchung mit dem Universaldrehtisch aus. Die Prüfung mit R. I. O. an Schlifften senkrecht zur Striemung zeigt überwiegend $\gamma // s$. Vorwiegend auf s schieben sich Gängchen verschiedenster Dimension von den vorher genannten Karbonatpegmatiten ein. Auch der Quarz der letzteren zeigt undulöse Auslöschung, verbunden mit der schon früher hervorgehobenen „Kornzerfallsstruktur“. Kleine Risse, etwa die Fortsetzung von größeren Spalten, sind meist durch Quarz oder durch Calcit allein ausgefüllt.

Von diesen feinsten Myloniten — „Ultramyloniten“ — führen alle Übergänge bis zum normalen Biotitgranit, der das Ausgangsmaterial bildet. Schon der bisher besprochene Typus läßt folgendes in großen Zügen erkennen:

1. Deformation und völlige Zermahlung des Granites unter Herausbildung einer Schieferung. Wahrscheinlich unmittelbar anschließend
2. Rekrystallisation, Bildung der kristallisationschiefrigen Biotite als Abbildungskristallisation und schließlich
3. erneute Deformation, welche sich vorwiegend nach s vollzieht (wohl Scherklüfte) unter Aufdringen der Karbonatpegmatite.

(Es muß dahingestellt bleiben, ob die Deformation des Quarzes im Mylonit entweder noch als parakristallin in Bezug auf die erste Deformation oder aber der zweiten Deformation zuordenbar ist.)

Wie erwähnt, bietet gerade der Bruch von Rüth und Reinmuth bei Zwingenberg Gelegenheit, alle Übergänge vom „Ultramylonit“ bis zum nicht veränderten Granit auf das Beste zu untersuchen. Insbesondere ist es eine Ruschelzone, welche an der SW-Ecke des Bruches aufgeschlossen ist, 10—20 streicht und ungefähr steil steht. Hier sieht man auch, daß die Mylonite vielfach völlig verquarzt sind, wobei die Quarze sehr schön die besprochene „Kornzerfallsstruktur“ mit der gleichen Quarzregelung wie von Alsbach geschildert zeigen. Inmitten der Quarzgänge tritt bisweilen Calcit auf, für welchen anscheinend durch neues Aufreißen Platz geschaffen wurde.

Die einzelnen Bestandteile des Biotitgranites verhalten sich gegenüber der Beanspruchung sehr verschieden. Am widerstandsfähigsten sind die Feldspäte, unter diesen wieder die Plagioklase. Wenn der Quarz schon längst zu Linsen ausgewalzt ist, bleiben die Feldspäte als rundliche Körner übrig. Sehr bald tritt beim Orthoklas Deformationsverglimmerung ein, während die Plagioklase viel länger frisch bleiben (es handelt sich bei den Plagioklasen um Albit und Oligoklas). Die auffällige Frische einiger Albite könnte vielleicht auf Albitisierung von basischen Plagioklasen zurückzuführen sein (an anderen Myloniten nachweisbar).

An den linsenförmig ausgewalzten Quarzen ist die Biotitneubildung vielfach besonders schön zu beachten. Bei schwacher Vergrößerung gesehen, glaubt man zuerst, daß der Biotit um die Linsen „ausgeschmiert“ ist, stärkere Vergrößerung zeigt jedoch, daß der Biotit sperrige Balken bildet (Fig. 3). Auch die Verteilung des neugebildeten Biotites ist beachtenswert. Die Auswalzung der Quarze ist einseitig, tropfenförmig. In Fig. 3 ist nur das eine spitze Ende gezeichnet, während das andere Ende unregelmäßig rundlich abschließt. Der sperrige Biotit sitzt nur an dem spitzen Ende und verschwindet bald längs der Seiten. Oben fehlt er völlig. An den Seiten ist manchmal noch der völlig verschmierte und entbleichte Biotit des Granites zu beobachten.



Fig. 3.

Granitmylonit (Blastomylonit) vom Melibokus. Punktiert: sericitreiche Grundmasse; liniert: sperriger neugebildeter Biotit um ausgeschwärzten Quarz (weiß) mit „Kornzerfallstruktur“. Etwa 40 fach (Schliff Nr. 63 aus dem Material des Verf.).

Bereits in den bisher beschriebenen Myloniten stellt sich stellenweise Epidot ein, welcher nie die Spur einer mechanischen Beanspruchung zeigt. In manchen Quetschzonen reichert sich der Epidot derart an, daß er diese völlig grün färbt und die bekannten grünen Gängchen bildet wie sie allorts im Odenwald und in anderen kristallinen Gebieten häufig sind. SANDKÜHLER (1913) beschrieb sie aus dem Melibokus und er hebt hervor — was Verf. selbst mehrfach beobachtete —, daß vielfach solche Epidotgänge durch Malchite abgeschnitten werden, in anderen Fällen aber auch durch Malchite hindurchsetzen. Es handelt sich also damit zweifellos um teilweise sehr alte Ruschelzonen. Der Epidot selbst ist ein fast farbloser Pistacit, worauf die kräftige negative Doppelbrechung und die schwache Dispersion $\varsigma > v$ hinweist. Klinozoisit, welchen SANDKÜHLER erwähnt, konnte in den bisher vorliegenden Schliffen nicht festgestellt werden (mit einer Ausnahme). Verwachsungen mit Muskowit sind stellenweise häufig. Die große Menge an Epidot macht seine Bildung unter Stoffzufuhr hydrothermalen Art zur Voraussetzung, nur zum kleinen Teil dürfte es sich um Zerfallprodukte von Plagioklasen allein handeln.

Auffallend häufig sieht man besonders bei den Epidotruscheln — die meist nur wenige Zentimeter Mächtigkeit erreichen — das absolut scharfe Salzband gegen den Granit (Fig. 4), welcher außer deformationsverglühten Feldspäten und rekristallisierten Quarzen keine weiteren Störungen der Struktur zeigt.

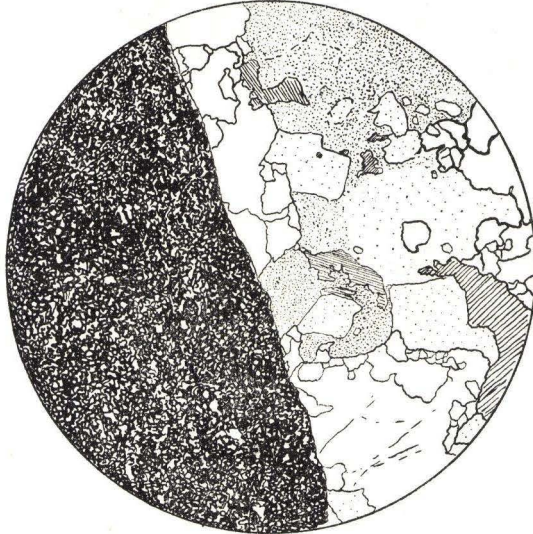


Fig. 4.

Grenze eines Granitmylonites gegen Granit. Schwarz: Epidotreicher Mylonit. Weiß: Quarz. Eng punktiert: starke deformationsverglommerte Orthoklase. Weit punktiert: desgl. schwach (z. T. Plagioklas). Liniert: Biotit. (Schliff Nr. 55 aus dem Material des Verf.)

Die Epidotmylonite, welche in sich selbst eine sehr mannigfaltige Gesteinsgruppe bilden, erfahren an anderer Stelle noch eingehende Behandlung, insbesondere auch die Regelung der Epidote.

Nun zu den hornfels- und phyllonitartigen Myloniten, welche einen sel-teren Typus darstellen. Ein besonders schönes Beispiel findet sich in auf-lässigen Brüchen am Zwingenberger Wasserleitungsweg und zwar in dem Bruch am S-Hang der Orbishöhe, in welchem sich die bekannten schönen Gänge von Malchit, Orbit, Vogesit u. a. finden. Hier bildet ein verwitterter Minette-gang mit 35 Str. und 75 E Fallen die eine Bruchwand. Sie wird an ihrer NW-Seite von einem wechselnd breiten (1—3 m) dunkelschwarzgrauen horn-felsartigen Gestein begleitet, welches sich bei näherer Untersuchung als Mylonit herausstellt. Quarzgänge mit reichlichem Calcit durchziehen diese Zone.

Die Mylonitisierung fand hier in Zusammenhang mit dem Aufdringen der Minette statt, wobei sich die Deformations- und Kristallisationsphasen im Ein-zelnen schön auseinanderhalten lassen.

Der Übergang vom Granit zum Mylonit beginnt allmählich mit einer Ver-schieferung des Gesteines, welches außer den blastomylonitischen Merkmalen weiter nichts besonderes zeigt. Mit Annäherung an den Gang nimmt die Defor-mation immer stärker zu, wobei sich eine fast helizitisch zu nennende Fäl-telung einstellt. Im Mineralbestand äußert sich die Annäherung durch immer stärkere Biotitneubildung. Es läßt sich schrittweise verfolgen wie das grani-titische Ausgangsmaterial allmählich in immer feinere, verbogene und ausge-wälzte Strähne ausgezogen wird, in denen immer wieder die Feldspäte am längsten Widerstand leisten. Die Orthoklase werden verglimmert, die Plagio-klase (Oligoklase) verglimmert und epidotisiert unter gleichzeitiger Neubildung von Albit. Direkt am Gange selbst stellt sich ein spärlicher Gehalt von

Klinozoisit und Granat ein, letzterer porphyroblastisch entwickelt. Der Granat ist bis auf eine Ausnahme völlig einschlußfrei und läßt keinerlei reliktsche Strukturen erkennen.

Der Biotit bildet in der erwähnten Fältelung ein sperriges Gebälk, ist also eindeutig jünger als die Deformation, zugleich ein schönes Beispiel für Abbildungskristallisation. Wo eine Albitisierung der Plagioklase stattfand, dringt der Albit in Form von kleinen Ausfüllungen //s in das umhüllende Glimmergebälk, gleichgültig welche Stellung der Plagioklas zu s einnimmt. Der neugebildete Albit zeigt sehr selten Zwillingsbildungen und ist stets ganz klar. In Schnitten, an welchen Spaltrisse zu sehen sind, erkennt man bisweilen schwache Verbiegungen. (Abbildungen, welche zweckmäßiger durch Photographien als Zeichnungen gegeben werden, erscheinen in einer späteren Arbeit.)

Hier dürfte kaum ein Zweifel vorliegen, daß ein kontaktmetamorpher Mylonit vorliegt, dessen Metamorphose durch die Minette bewirkt wurde. Verglichen mit den anderen Myloniten scheint es sich zeitlich um noch ältere Deformationen zu handeln, welche noch in die Phase fielen, als die Gangnachsübe im Granit noch nicht beendet waren.

Soweit die Blastomylonite. Sie gehören also durchaus der ältesten tektonischen Phase im Granit an. Aus der Tatsache, daß sie am Melibokus teilweise rheinisches Streichen besitzen, daß sie sich außerdem in der Nähe des heutigen Gebirgsrandes häufiger einstellen, ist der Schluß berechtigt, daß bereits damals die heutige Zone des Rheintalgrabens eine irgendwie gestaltete tektonische Rolle spielte — welcher Art, muß allerdings völlig dahingestellt bleiben. Es deckt sich dieser Befund mit einer kürzlich von M. PFANNENSTIEL (1927) gemachten Feststellung, daß die primären Merkmale des Hornblendegranites nördlich der Weschnitz in Annäherung an den Gebirgsrand eine diesem parallel gerichtete Umbiegung zeigen (vergl. dessen Karte), die ebenfalls eindeutig das heutige Grabengebiet als eine alte, die Intrusion des Granites bestimmende tektonische Grenze zeigt.

Das Randgebiet von Schriesheim zeigt eine starke Klüftung und Mylonitierung parallel dem Grabenrand. Über die rheinischen Klüfte gelangt PFANNENSTIEL zu dem Schluß: „So kann man sich des Eindruckes nicht erwehren, daß ein Teil der Klüfte parallel zum Rheintalrand mittelkarbonischen Alters ist.“

Gerade bei Schriesheim und im „Weiten Tale“ (insbesondere in der Umgebung des Schwerspatganges) treten eine Reihe Mylonite auf, die einen sehr verschiedenen Grad der Deformation zeigen. Im extremen Falle sind es dichte blauschwarze bis braunschwarze Gesteine. Von diesen führen alle Übergänge durch Anhäufung von makroskopisch erkennbaren Porphyroklasten (einzelnen Mineralien, Brocken nicht mylonitischen Gesteins) bis zum normalen Granit. Sekundäre Verkieselung (z. B. am mylonitischen Salband des Schwerspatganges) ist sehr häufig. Unter dem bisher untersuchten Material fand sich kein einziger Blastomylonit, wohl aber in einem Falle ein Blastomylonit, der selbst wieder zertrümmert ist — also zweimalige Deformation. Selbst die anscheinend ganz dichten Gesteine lösen sich u. d. M. in das Bild einer „Mikrobreccienstruktur“ auf (siehe Fig. 5). In der feinsten Grundmasse liegen ganz eckige Bruchstücke von Quarz, Feldspat (sericitisiert) und bisweilen auch noch Glimmerfetzen. Der Quarz zeigt hierin nur geringe undulöse Auslöschung, wo sie jedoch (an größeren Individuen) vorhanden ist, niemals das Bild der vorher be-

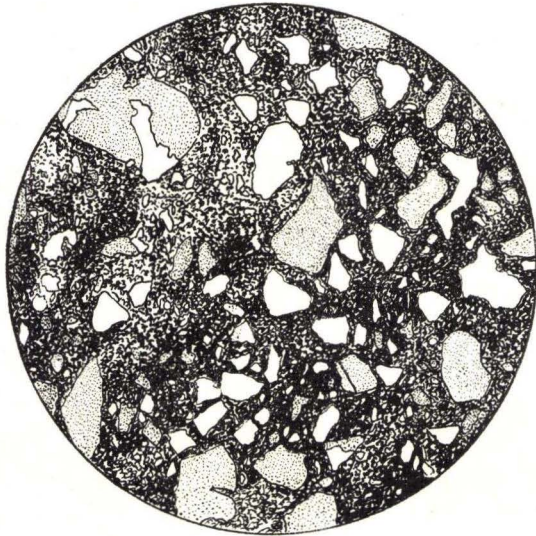


Fig. 5.

Mikrobreccienstruktur eines Granitmylonites. „Weites Tal“ bei Schriesheim. Etwa 40 mal.
 — Weiß: Quarz; punktiert: Feldspate. Alles in einer fein zerriebenen Grundmasse.
 (Schliff Nr. 67 aus dem Material des Verf.)

schriebenen „Kornzerfallsstruktur“. Außer eckigen Brocken bildet der Quarz häufig förmliche Späne, welche jedoch (vorbehaltlich einer Nachprüfung mit dem Universaldrehtisch) keine bestimmte Richtungsbevorzungen erkennen lassen.

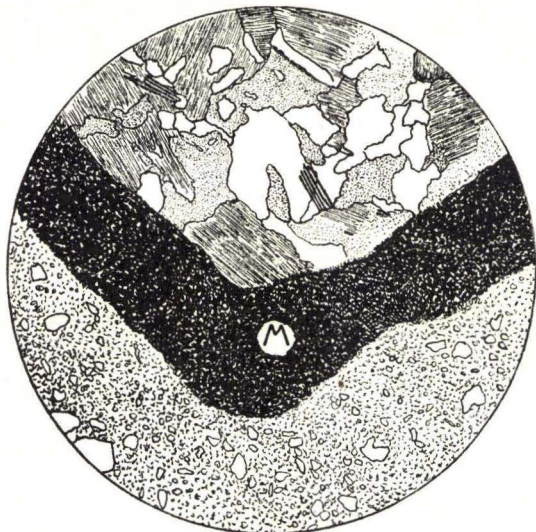


Fig. 6.

Granitmylonit. „Weites Tal“ bei Schriesheim. M = Mörtelkranz eines im Mylonit (mit Mikrobreccienstruktur) liegenden Granitbrockens. Weiß: Quarz; punktiert: stark deformationsverglimmerter Orthoklas; fein liniert: desgl., schwach; stark liniert: Biotit. Etwa 30 mal.
 (Schliff Nr. 75 aus dem Material des Verf.)

Fig. 6 zeigt einen Mylonit, in welchem sich große Brocken nicht mylonitisierten Granites befinden. Diese Brocken sind randlich völlig zerrieben und von diesen feinsten Zerreibseln in Form einer ziemlich gleichmäßig dicken Hülle umgeben (M in Fig. 6). Die Grenze dieser gegen den Granit ist auffallend scharf und erst stärkere Vergrößerung zeigt, daß Absplitterung und Verschleppung randlicher Teile des Granitbrockens stattgefunden hat, welcher anscheinend förmlich bei der Deformation gewälzt wurde. Ebenfalls scharf ist die Grenze des Hüllmörtels gegen den übrigen Mylonit, der wiederum die typische Mikrobrecienstruktur zeigt.

Schließlich wurden noch Mylonite östlich der Buntsandsteinscholle bei Heppenheim (auf dem Wege Starkenburg—Knoten) untersucht, deren Alter zweifelsfrei posttriadisch ist. Sie zeigen genau das gleiche Bild wie die von Schriesheim.

Zusammenfassung.

1. Ein Teil der Mylonite im kristallinen Odenwald erwiesen sich als Blastomylonite, denen daher ein paläozoisches Alter zuzuschreiben ist.
2. Da viele der Blastomylonite, besonders im Melibokusegebiet, rheinisches Streichen besitzen und sich zudem in der Nähe des heutigen Grabenrandes häufen, so ist daraus zu schließen, daß nicht allein die rheinische Richtung als solche teilweise prätriadisch ist, sondern daß auch das heutige Grabengebiet in der frühesten tektonischen Geschichte des Odenwälder Grundgebirges eine irgendwie gestaltete tektonische Zone darstellte.
3. Es besteht die Möglichkeit, auf Grund des Schlibfbildes die Mylonite prätriadischen und posttriadischen Deformationen zuzuordnen.

Die Möglichkeit, Untersuchungen petrotektonischer Art im Odenwälder Grundgebirge anzustellen, wurde mir nur durch die Unterstützung der Notgemeinschaft der deutschen Wissenschaft ermöglicht, welche in gütiger Hilfsbereitschaft das notwendige Instrumentarium zur Verfügung stellte. Herzlich hierfür zu danken, ist mir eine angenehme Pflicht.

Verzeichnis der zitierten Literatur.

- 1911 SANDER, B.: Über Zusammenhänge zwischen Teilbewegung und Gefüge in Gesteinen. — Tschermarks Min. u. petr. Mitt., Bd. XXX.
- 1911a TERMIER, P.: Sur les mylonites de la région de Savona. — Comptes rendus des séances de l'ac. des sc. Paris. Bd. 152, p. 1550.
- 1911b TERMIER, P.: Sur les mylonites de l'île d'Elbe. — Ebenda, p. 826.
- 1912a SANDER, B.: Über einige Gesteinsgruppen des Tauernwestendes. — Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanstalt, Bd. 62.
- 1912b SANDER, B.: Über tektonische Gesteinsfacies. — Verh. d. k. k. geol. Reichsanstalt.
- 1913 SANDKÜHLER, B.: Über Malchite und verwandte Ganggesteine im Odenwald. Abh. d. großh. hess. geol. L.A. zu Darmstadt, Bd. V.
- 1915 SANDER, B.: Beiträge aus den Zentralalpen zur Deutung der Gesteinsgefüge. — Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanstalt, Bd. 64.
- 1915 STAUB, R.: Petrographische Untersuchungen im westlichen Berninagebirge. — Vierteljahrsschrift d. naturforsch. Ges. Zürich, Bd. 60.

- 1916 QUENSEL, R.: Zur Kenntnis der Mylonitbildung, erläutert an Material aus dem Kebnekaisegebiet. — Bull. of the geol. Inst. of the University of Upsala, Bd. XV.
- 1920 NIGGLI, P.: Die leichtflüchtigen Bestandteile im Magma. — Preisschriften der fürstlich Jablonowskischen Ges. zu Leipzig.
- 1924 EWALD, R.: Die geodynamischen Erscheinungen des kristallinen Odenwaldes als Beispiel einer geostatischen Ausgleichsschwingung. — Heidelberger Ak. d. Wissenschaften.
- 1924 KLEMM, G.: Bemerkungen über die Tektonik des Odenwaldes. Diese Zeitschrift.
- 1925 SANDER, B.: Zur petrographisch-tektonischen Analyse. II. Teil. — Jahrb. d. geol. Bundesanstalt, Bd. 75.
- 1925 SCHMIDT, W.: Gesteinsumformung. — Denkschriften des naturhist. Museums in Wien, Bd. III.
- 1926 KLEMM, G.: Petrographische Mitteilungen aus dem Odenwald. Diese Zeitschrift.
- 1926 RAGUIN, E.: Au sujet de divers genres de mylonites granitiques. — Bull. d. serv. de la carte géol. de France.
- 1926 SCHMIDT, W.: Gefügesymmetrie und Tektonik. — Jahrb. der geol. Bundesanstalt, Bd. 76.
- 1927 PFANNENSTIEL, M.: Vergleichende Untersuchung der Grundgebirgs- und Deckgebirgsklüfte im südlichen Odenwald. Teil I. Diss. Heidelberg.
- 1927 REINHARD, M. und PREISWERK: Über Granitmylonite im Aiguilles-Rouges Massiv (östl. Wallis). — Verh. d. naturforsch. Ges. Basel, Bd. XXXVIII.
-

Deutsche Kochsalzquellen.

Von HERMANN HARRASSOWITZ-Gießen.

Die durch SUESS 1902 aufgeworfene Frage nach der juvenilen oder vadosen Herkunft von Wässern schien besonders unter dem Einfluß von BEY-SCHLAG, KAISER, KEILHACK, STEUER, W. WAGNER-Darmstadt dahin entschieden, daß in Deutschland juvenile Einflüsse zurücktreten. In neuerer Zeit hat aber KESSLER versucht, selbst ausgesprochene Kochsalzquellen in Süddeutschland vom Magma abzuleiten. Einen noch entschiedeneren Standpunkt nimmt BERG ein, wenn er in BEHRENDT-BERG „Chemische Geologie“ die Mineralquellen sämtlich in dem Kapitel „Magmatische Exhalationen“ beschreibt. Zwar muß BERG zugeben, daß es auch Mineralquellen anderer Entstehung gibt, aber seine Ausführungen können nicht anders gedeutet werden, als daß der Hauptteil der Mineralquellen magmatogen sein soll.

Es erscheint unter diesen Umständen nötig, deutsche Mineralquellen auf anderem Wege zu untersuchen, als es KESSLER und BERG getan haben. — Es seien die Kochsalzquellen herausgegriffen. Sie sind die häufigsten Mineralquellen Deutschlands und machen unter diesen wohl mehr als die Hälfte aus. Schon das deutsche Bäderbuch führt eine Zahl an, die an diesen Prozentsatz nahe herankommt, doch ist die Zahl der außerdem vorhandenen, nicht nutzbar gemachten Quellen noch außerordentlich.

Für die Lösung der Frage, ob Mineralwässer juvenil oder vados, magmatisch oder nichtmagmatisch sind, ist darauf hinzuweisen, daß Wasser, Gas, gelöste Stoffe je verschiedene Herkunft haben können, und daß außerdem Mischwässer aus verschiedenen Gruppen möglich sind. Selbst die nordamerikanischen Forscher, die sich ausführlich über juvenile Herkunft ausgesprochen haben, kommen nach ihren Beobachtungen zu der Annahme, daß in wenigen heißen Thermen das Verhältnis juvenil zu vados kaum mehr als 1:90 beträgt. (Vergl. BERG 1925). Fragen wir nach den Kennzeichen, die für juvenile oder vadoso Herkunft sprechen, so wird man bei uns immer in erster Linie an den Zusammenhang mit bestimmten Gesteinen zu denken haben, ob es sich um jungvulkanische oder sedimentäre handelt. Es hat sich ja herausgestellt, daß besondere Kennzeichen für juvenile Wässer nicht bestehen. Es wird sich daher im folgenden darum handeln, daß wir den Zusammenhang von deutschen Kochsalzquellen mit dem Untergrund kurz erörtern.

Deutschland ist im Gegensatz zu anderen Ländern im Untergrund reich an Salzlagern. Wenn daher gerade hier Kochsalzquellen so besonders häufig sind, so deckt sich damit ohne weiteres ein grundsätzlicher Zusammenhang auf.

Trägt man die deutschen Kochsalzquellen nach dem deutschen Bäderbuch und anderen Unterlagen (z. B. den Karten von W. WAGNER und BÜLOW) auf einer Karte ein, so ergibt sich eine Teilung in vier Verbreitungsbezirke:

1. Im Norddeutschen Diluvium befinden sich eine Reihe Kochsalzquellen, die sich sehr schön den durch REICH magnetisch nachgewiesenen norddeutschen Massiven anschließen. In den noch nicht anchimetamorph (HARRASSOWITZ) verfestigten jüngeren Gesteinen über ihnen bilden sich wohl Wasserströmungen aus, wie sie uns P. KEGEL (S. 69, Abb. 7) geschildert hat.

2. Ein weiteres großes Verbreitungsgebiet läßt sich im Mesozoikum verfolgen, vom Nordrande der Rheinischen Masse und dem Flechtinger Höhenzuge an durch Mitteldeutschland hindurch nach Schwarzwald und Vogesen.

3. Dem Alpenrand, hart an der deutschen Grenze, gehören einige Kochsalzquellen, wie Sulzbrunn, Seeg, Heilbrunn, Reichenhall, an, die auf Tertiär und Trias zurückzuführen sind.

4. Eine Sonderstellung nehmen zwei, gleich noch näher zu besprechende Kochsalzquellen in Südostschlesien ein.

Aus dieser Verteilung ergibt sich ohne weiteres ein Zusammenhang mit den salzführenden geologischen Formationen Deutschlands. Besonders bezeichnend kann man dies in Süddeutschland verfolgen. Hier schneiden die Mineralquellen an der nordostgerichteten Linie ab, die — andere Salze sind hier nicht vorhanden — der Ostgrenze der Muschelkalksalzlager entspricht (vergl. die Karte von G. WAGNER). Daher ist das östliche Süddeutschland und der ganze Rand der Böhmisches Masse frei von Kochsalzquellen. Keinerlei Salzquellen liegen am Nordostrand der Böhmisches Masse. Trotz der großen Störungen — freilich keine junge Randstörung — und trotz des jungen Vulkanismus ist daher das ganze nordöstlich an die Böhmisches Masse angrenzende Deutschland frei von Kochsalzquellen. Um so auffälliger wirken aber im äußersten Südostschlesien (z. Zt. zu Polen gehörig) die Kochsalzquellen Königsdorf-Jastrzemb und Goczalkowitz. Sie haben nichts mit den sonst in Deutschland vorhandenen salzführenden Formationen zu tun, sondern entsprechen dem salzführenden, miozänen Tegel des karpathischen Tertiärs.

Jedenfalls stimmt das Auftreten der Kochsalzquellen so sehr mit der Verteilung der Salzlager im Untergrund überein, daß man schon aus diesem Grunde zu einer anderen Ableitung nicht versucht sein sollte. Im einzelnen ergeben sich freilich gewisse Schwierigkeiten. So liegen vor allem die Quellen am Taunusrand nicht in unmittelbarer Nähe von Salzlagern. Wir kommen auf diese Quellen noch unten zurück.

Ein außerordentlich charakteristischer Zug ergibt sich, wenn wir die Verteilung der Salzquellen mit der des alten Gebirges vergleichen. Die Hauptvorkommen der Salzquellen liegen durchaus im Gebiet des sedimentären, jungen Deckgebirges. Das ältere, gefaltete Grundgebirge wird gemieden. Zwar treten randlich am alten Gebirge oft Salzquellen auf, aber nur in Ausnahmefällen sind sie in geringer Entfernung von der Grenze in der alten Masse vorhanden. Es sei auf Suderode i. Harz, Aachen, Abmannshausen, Soden/Taunus, Nauheim hingewiesen. Mit Ausnahme von Suderode sind dies alles Thermen. So ergibt sich, daß die Salzquellen von dem älteren Gebirge abgeschlossen sind und wesentlich nur im jüngeren Sedimentgestein zirkulieren. Hierbei können sie auch außerhalb der Mutterformation auftreten, z. B. in

Carbon und Kreide nördlich der Rheinischen Masse. Sehr bezeichnend ist, daß oft eine Randstellung an der Grenze alter und junger Gesteine stattfindet.

Grundsätzlich wird es sich also bei den Kochsalzquellen um Schichtwasserstockwerke handeln, deren Wasser die Wanderungsmöglichkeiten in den jüngeren Sedimenten, aber nicht im gefalteten Grundgebirge besitzt.

Besonders wichtig ist, daß Kochsalzquellen nicht mit Eruptivgesteinen verknüpft sind. Am Nordrande des Vogelsberges, im Hauptteil der Rhön, im Knüll, Habichtswald, vor allen Dingen aber bei den jungen Eruptivgesteinen der Rheinischen Masse und am Ostrand der Böhmisches Masse ergibt sich gar kein Zusammenhang mit dem jungen Vulkanismus. Schon aus diesem Gesichtspunkt heraus muß man eine Herleitung der Salzquellen aus dem Magma durchaus abstreiten.

Die auffällige Randständigkeit der Salzquellen tritt besonders in der Thermenreihe am Taunusrand auf. Hier liegen folgende Kochsalzquellen: Münster, Kreuznach, Afmannshausen, Kiedrich, Wiesbaden, Soden/Taunus, Kronthal, Homburg, Rosbach, Nauheim. Von Soden bis Nauheim handelt es sich um Sauerlinge. Manche treten ausgesprochen auf Randverwerfungen, andere randständig im alten Gestein auf. Durch W. WAGNER bei Münster und STEUER bei Nauheim ist ausführlich klargestellt worden, daß die Salzquellen nicht aus der Tiefe kommen, sondern aus den vorhandenen tertiären und permischen Salzlagern abzuleiten sind. Bei Nauheim ergibt sich nach STEUER ganz klar, daß der Solstrom unbedingt von Osten kommen muß. Das Salzwasser zirkuliert als Schichtwasser und findet offenbar an der großen Randstörung der Rheinischen Masse offene Zirkulationswege und wird zum Aufsteigen gezwungen. Daß das Aufsteigen an sich nicht auf juvenile Herkunft hindeutet, braucht wohl nicht mehr betont zu werden. Im Bereich von Hessen brauchen wir nur an die aufsteigenden kalten Quellen bei Inheiden im Vogelsberg zu denken, die SCHOTTLER beschrieb, oder an die aufsteigenden Quellen von Queckborn, die zur Versorgung von Gießen dienen. Mit P. KEGEL muß man diesen Typus zu den absteigenden rechnen, da ihr Erscheinen an der Oberfläche nur auf der Höhendifferenz zwischen Einzugsgebiet und Quellpunkt beruht.

Der Vergleich mit der Thermenreihe am Ostrande des Erzgebirges ist oft gezogen worden, und gerade in ihr liegen ja berühmte Beispiele für angeblich juvenile Quellen. Trotzdem es sich hier nicht um grundsätzliche verschiedene Eruptivgesteine von denen am Südrande der Rheinischen Masse handelt, herrscht hier aber andere Mineralisation. Wie auch sonst ist mit gleicher Temperatur nicht gleicher Chemismus verbunden. Karlsbad hat alkalisch-muriatisch-salinischen Charakter, während Teplitz nur eine indifferente Therme darstellt. (Teplitz ist schon von anderer Seite als absteigende Quelle anerkannt worden.) Aber die ausgesprochen kalten Quellen von Franzensbad und Marienbad mit 9—10° C. stehen chemisch Karlsbad sehr nahe, nur zeigt Marienbad mehr Natriumsulfat. Wie so oft ist auch hier der Mineralgehalt der angeblich juvenilen warmen Quellen geringer als der der kalten Quellen. Der von ihnen zurückgelegte weitere Weg wird, wie aus den unten folgenden Bemerkungen über die Ursachen des Aufsteigens hervorgeht, Veranlassung zu der größeren Verdünnung sein.

Interessant ist es, daß auch hier ein Hineinwandern der Minerallösungen in das alte Gebirge festzustellen ist. So haben die im Glimmerschiefer auftretenden Eisenkarbonatquellen von Bad Elster einen ganz auffälligen Sulfatgehalt, mit dem sie unter den deutschen Eisenquellen ganz vereinzelt dastehen. Die Salzquelle von Elster läßt sich direkt mit Franzensbad vergleichen. Man wird wohl nicht fehlgehen, wenn man die Sulfatlösungen von der erzgebirgischen Quellenlinie herleitet.

Welche Bedeutung das Aufsteigen der Mineralquellen an den großen Störungen besitzt, zeigen uns die Verhältnisse in dem nördlichen Teil der Oberrheinischen Tiefebene, wo sie uns besonders durch STEUER und SALOMON klargelegt worden sind.

Allgemein findet man im Gebiet der Oberrheinischen Tiefebene wiederholte, deutliche Randständigkeit von Mineralquellen an großen Störungen. Es sei hier nur auf Dürkheim, Niederbronn, Baden-Baden und Heidelberg hingewiesen.

STEUER wies durch seine langjährigen Beobachtungen nach, daß in den jungen Gesteinen in der nördlichen Oberrheinischen Tiefebene, abgesehen von dem oberflächlichen Grundwasser, verschiedene Wasserstockwerke vorhanden sind. STEUER konnte einen oberen Horizont mit Schwefelwasserstoff und einen unteren mit viel Kochsalz nachweisen. Dabei ist interessant, daß die Kochsalzwässer nur in seltenen Fällen den Weg bis zur Oberfläche gefunden haben. Sie sind mit Leichtigkeit von den tertiären Salzlagern des Oberrheins abzuleiten, genau so wie die schwefelwasserstoffführenden Quellen an bestimmte bituminöse Horizonte des Tertiärs gebunden sind. STEUER zeigte außerdem, daß eine nicht zu vernachlässigende Beeinflussung des Grundwassers durch absteigende Kluftwässer aus dem alten Gebirge stattfindet. Er stellte dies auf Grund von Untersuchungen von KLEMM besonders dann fest, wenn auf die Hauptstörung seitliche Störungen einmündeten und dadurch eine starke Zerrüttung der Schichten eintrat. Von WAGNER war übrigens auf die große Ähnlichkeit im Chemismus der Quellen von Kreuznach und Dürkheim hingewiesen worden, sodaß keine Veranlassung zur Annahme verschiedener Herkunft besteht. Sehr bezeichnend dafür ist die Freiheit der verschiedensten Wässer von Sulfat, so daß man sie daher als Erdölsolen bezeichnen kann. Das in den Kalken eingeschlossene Bitumen dürfte zur Erklärung heranzuziehen sein.

Genau dasselbe Auftreten getrennter Schichtwasserstockwerke ergibt die Heidelberger Thermal-Bohrung, die SALOMON so ausgezeichnet beschrieben hat. Auch hier finden sich verschiedene, topographisch und chemisch getrennte Wasserhorizonte. Thermen wurden bei 411, 570, 998 m Teufe erschlossen. Das radioaktive Wasser des tiefsten Horizontes erwies sich im Einklang mit den anderen Kochsalzquellen am Oberrhein als sulfatfrei und war durch viel Ferrohydrokarbonat (!) und N, CH₄, CO₂, ausgezeichnet. Der ziemlich hohe Kochsalzgehalt von 52 g auf 1 kg läßt sich ohne weiteres von den tertiären Salzlagern herleiten. Der besonders starke Gehalt an Radium ist mit Recht durch seitlich zutretendes Granitwasser zu erklären. Trotz der höheren Teufe schließt sich so die Heidelberger Thermal-Bohrung ohne weiteres den durch STEUER nachgewiesenen Verhältnissen am Oberrhein ausgezeichnet an. Trotz der großen Nähe der Haupttrandspalte, die ja kleine Mengen Thermalwasser bis zur Oberfläche geführt hat, besteht keine Veranlassung irgendwelche besonderen juvenilen Erscheinungen zur Erklärung der Thermenquellen zu Hilfe

zu nehmen. Das Fernsein von irgendwelchen Beeinflussungen aus großer Teufe ergibt sich ohne weiteres aus der Temperatur der Heidelberger Quelle mit etwas mehr als $36,75^{\circ}$. Es liegt der Wert vor, der allgemein der Teufe entspricht, so daß das Wort *Therme* in diesem Zusammenhang nichts besonderes bedeutet. Besondere Quellwege, die wir ja bei allen Mineralquellen mehr oder weniger anzunehmen haben, haben es den Wässern z. T. ermöglicht, schnell zur Oberfläche zu kommen und dort warme Quellen von 15° hervorzurufen. Nur an der Oberfläche handelt es sich also um abweichende Temperatur.

(Höchstens besteht bei den Gasen die Möglichkeit, daß sie aus großer Teufe herzuleiten sind. Freilich läßt sich vorläufig noch nichts sicheres darüber aussagen. Immerhin könnte die grundsätzlich festgestellte, allgemeine Durchgasung aller älteren Gesteine auf eine Tiefenherkunft der Gase schließen lassen, doch sind über diese Quellenbestandteile noch nicht genügend Untersuchungen angestellt, als daß man zur Annahme endgültiger Urteile kommen kann.)

Wir haben in dem Vorhergehenden gesehen, daß sich bei den deutschen Kochsalzquellen aus der allgemeinen Verteilung durchaus ein Zusammenhang mit Salzlagern im Untergrund ergibt, daß es sich also bei den Mineralquellen um Schichtwasser handelt, das unter besonderen Umständen zum Austritt an der Erdoberfläche gelangen kann. Insbesondere ergibt sich aus den Verhältnissen des nördlichen Oberrheintales, daß auch hier nichts anderes anzunehmen ist. Die Hauptrandstörung hat trotz ihrer regionalen Ausdehnung und Jugendlichkeit keine sicheren Beziehungen zu Tiefenerscheinungen hergestellt. Es fragt sich daher, welche Bedeutung diese Randständigkeit der Mineralquellen, insbesondere der *Thermen*, besitzt. — Zunächst wird eine große Störung immer die Möglichkeit des Auftretens gesonderter Quellwege ergeben, ohne daß die Störung in ihrer ganzen Erstreckung wasserführend ist. Bei den Kochsalzquellen handelt es sich aber insbesondere noch darum, daß ihre Randständigkeit sich mit dem Gegensatz von Deck- und Grundgebirge verknüpft. Das stark gefaltete Grundgebirge besitzt, wie sich beispielsweise auch aus einigen Angaben von KOEHNE ergibt, abgesehen von den Kalken, keine Gesteine, die zu besonderer Zirkulation Veranlassung geben. Die Klüfte sind zumeist nicht weit offen und können nur recht geringe Wassermengen befördern. Daß die Kochsalzquellen bei Randständigkeit als *Thermen* emporsteigen, ergibt sich aus den Beziehungen, die uns P. KEGEL-Freiberg, 1923, physikalisch abgeleitet hat. Das Aufsteigen von Quellen wird veranlaßt, wenn sich die spezifischen Gewichte innerhalb des Zirkulations-Systems ändern. Wenn es sich um Quellen geringerer Konzentration handelt, so wird die Erwärmung in der Tiefe Veranlassung zum Aufsteigen im steilen Ast geben und an der Tagesoberfläche machen sich *Thermalquellen* bemerkbar. Die von KEGEL gegebenen Abbildungen, insbesondere Abbildung 3, lassen sich ohne weiteres auf das Auftreten der Kochsalzquellen am Südrand der Rheinischen Masse, des Odenwaldes und Schwarzwaldes anwenden. Ich sehe auch keine Veranlassung, die böhmische *Thermalinie* anders zu betrachten.

Von Interesse ist es, sich auch einmal andere Mineralquellen auf die gleichen Verhältnisse anzusehen. KEILHACK (S. 82) hat ja eine wertvolle Zusammenstellung über die Beziehungen der deutschen Mineralquellen zu den verschiedenen Gesteinen gegeben, aber freilich nur eine teilweise Auswertung vorgenommen. Es ergibt sich aus dieser Zusammenstellung, die übrigens noch

wesentlich erweitert werden kann, daß jedenfalls Mineralquellen und vulkanisches Gestein in Deutschland keineswegs besonders verknüpft sind. Für viele Mineralquellen-Gruppen ergibt sich ohne weiteres die Herleitung von bestimmtem sedimentärem Muttergestein. Sehr interessant ist es aber, sich die Ausnahmen anzusehen. Die deutschen Schwefelquellen zeigen einen selten schönen Zusammenhang zu kohlenführenden oder bituminösen Gesteinen. Nur zwei von ihnen machen eine Ausnahme, und zwar handelt es sich um Aachen und Landeck. Diese beiden stellen aber Thermen dar. Es ist wohl ausgeschlossen in Gneis oder oberdevonischem Kalk ein Muttergestein für den Mineralgehalt zu finden. Bezeichnend ist gerade bei Aachen die Randständigkeit. Landeck fällt durch die außerordentlich geringe Konzentration auf. Auch bei anderen deutschen Mineralquellen läßt sich z. T. zeigen, daß sie als Thermen auftreten, wenn sie sich vom Muttergestein entfernt haben, so daß es hier nur auf den Weg ankommt, den sie zurückgelegt haben, um stark erwärmt aufzusteigen.

Was nun die Bedeutung von CO_2 für die Herleitung aus magmatischer Teufe anbetrifft, so sei auf folgendes hingewiesen:

WITTE hob vor einiger Zeit hervor, daß CO_2 aus der Zersetzung von Ferrohydrokarbonat abgeleitet werden könnte. Dies läßt sich tatsächlich aus dem Verhalten der deutschen Eisenkarbonatquellen schließen. Unter den zahlreichen Mineralwässern dieser Art ist keine einzige echte balneologische, sondern nur eine geologische Therme bekannt, und zwar bei Reinerz. Neben dem einfachen Säuerling der Kleinen Wiesenquelle mit $12,5^\circ\text{C}$. finden sich hier erdige Eisensäuerlinge mit Temperaturen von 11° , $12,5^\circ$, $13,7^\circ$, $18,4^\circ$. Es liegt hier nur die Ausnahme von der Regel vor, daß die Eisensäuerlinge, wie überhaupt die erdigen Säuerlinge Deutschlands, kalte Quellen sind. Arm an CO_2 sind nur diejenigen unter den Eisenquellen, die auch sonst arm an gelösten Stoffen sind.

Zusammenstellung der Ergebnisse.

Aus der Verteilung der deutschen Kochsalzquellen ergibt sich durchaus ein Zusammenhang mit Salzlagern verschiedener geologischer Formationen im Untergrund. Die Mineralwässer dieser Art sind daher als Schichtwässer anzusprechen, das unter besonderen Umständen Aufstiegsmöglichkeiten findet. Lockere Gesteine, wie die noch nicht anchimetamorph verfestigten über den neuerdings nachgewiesenen norddeutschen Massiven, stellen bei Abwesenheit von dichtenden, aushaltenden Tonen, unabhängig von der Schichtgrenze, ein einziges Wasserstockwerk dar. — Die Verhältnisse im nördlichen Teil des Oberrheintales, insbesondere die Heidelberger Bohrung, bestätigen den Zusammenhang von Mineralgehalt mit bestimmten Sedimentgesteinen und ergeben keinen Anhalt für Verbindungen mit größerer Teufe. Die Kochsalzquellen meiden durchaus das alte Gebirge und treten höchstens randständig auf. Die steilstehenden Randverwerfungen ermöglichen bei der vorhandenen geringen Konzentration das thermal-bedingte Aufsteigen von Wasser im steilen Ast des Zirkulationssystems.

Verzeichnis der angeführten Literatur.

- BERG: Über heiße Quellen (Referat). *Z. f. pr. Geol.*, 33, 1925, 52.
- BEHRENDT-BERG: Chemische Geologie, Stuttgart 1927, S. 211.
- FRANZ BEYSLAG: Über die natürlichen Bedingungen der Mineral- und Heilquellen. Veröff. Zentralst. f. Balneologie, 1, 1912, H. 12, S. 10—15.
- KURD v. BÜLOW: Der Bau des vortertiären Untergrundes in Pommern. *Z. f. pr. Geol.*, 34, 1926, S. 85.
- H. HARRASSOWITZ: Anchimetamorphose, das Gebiet zwischen Oberflächen- und Tiefenumwandlung der Erdrinde. *Ber. d. Oberhess. Ges. f. Nat.- u. Heilkunde z. Gießen*, 12, 1927, 9—15.
- ERICH KAISER: Die Mineralquellen des Rheinischen Schiefergebirges. *Allgem. Deutsch. Bäderztg.*, 6. Jg., Nr. 23—25, 1908.
- P. KEGEL: Über aufsteigende Quellen. *Z. f. pr. Geol.* 1923, S. 65—69.
- K. KEILHACK: Geologie der Mineralquellen und Thermen. *Handbuch d. Balneologie usw.*, 1, 1916, S. 80.
- PAUL KESSLER: Die Beziehungen von Erzgängen, Tektonik, Vulkanismus und Schwere zu den bekannteren Heilbädern in Südwestdeutschland. *Z. f. pr. Geol.*, 35, 1927, H. 3 u. 4.
- W. KOEHNE: Grundwasserkunde. Stuttgart 1928.
- H. REICH: Die magnetischen Anomalien Norddeutschlands und ihre wahrscheinlichen geologischen Ursachen. *Z. d. Deutsch. Geol. Ges. B. Monatsber.*, 79, 11/12, 1927, S. 325—339.
- W. SALOMON: Die Erbohrung der Heidelberger Radium-Soltherme und ihre geologischen Verhältnisse. *Abhdlg. Heidelberger Akad. d. Wiss., Math.-nat. Kl.*, 14. Abh. 1927.
- SCHOTTLER: Beiträge zur Geologie und Hydrologie des Inheidener Quellgebietes. *Festschrift zur Errichtung des Inheidener Provinzial-Wasserwerkes*, S. 29—37, 1912.
- A. STEUER: Die Beziehungen des Süßwassers zum Mineralwasser. *Notizbl. Ver. f. Erdk. usw. Darmst.* V, 5, 1923, S. 43—51.
- A. STEUER: Bodenwasser und diluviale Ablagerungen im Hessischen Ried. *Ebenda*, IV, S. 28; 1907, S. 49—94.
- A. STEUER: Die Nauheimer Quelle und die Geologie der Wetterau. *Verh. Ges. Deutsch. N. u. Ae.*, 86. Vers., Leipzig, 1921, S. 191—206.
- GEORG WAGNER-Stuttgart: Die deutschen Salzlager. „Aus der Heimat“, 40, 1927, S. 97—124.
- W. WAGNER-Darmstadt: Die Lagerungs-Verhältnisse am Westufer des Mainzer-Beckens bei Kreuznach und die Kochsalzquellen von Bad Kreuznach und Bad Münster a. Stein. *Notizbl. d. Ver. f. Erdk. usw., Darmstadt*, V, 6, 1924, S. 143.
- W. WITTE: Sind alle kohlenensäurehaltigen Quellen juvenil? „*Zeitschrift f. prakt. Geologie*“, 35. Jg., 1927, H. 9.

Die Pfahlbausiedlung am Philippshospital bei Goddelau im hessischen Ried sowie das Alter der Neckarbetten und des Modauschuttkegels an der Bergstrasse.

Von OSKAR HAUPT.

Im November 1925 wurden bei Erdarbeiten, die die Direktion des Philippshospitals¹⁾ in der Nähe der Anstalt ausführen ließ, verschiedene prähistorische Funde gemacht, die insofern von größerer Bedeutung sind, als wir an dieser Stelle der hessischen Rheinebene zum erstenmal den sicheren Nachweis einer Pfahlbausiedlung erbringen und hierdurch das Alter der Neckarbetten genauer festlegen konnten.

Der Fundort befindet sich dicht bei dem Philippshospital, südlich der Straße Goddelau—Philippshospital—Crumstadt, etwa 100 m südwestlich der Brücke, die hier über einen Arm der Modau, den Sandbach führt, der sich schon bei Eberstadt abzweigt. Der Fundort liegt in einem alten Neckarbett 88 m über N.N. und an seiner Stelle befindet sich jetzt ein kleiner Teich, der mit Grundwasser erfüllt ist. Letzterer Umstand hat weitere Nachforschungen bis zur Stunde unmöglich gemacht.

Das geologische Profil ist von oben nach unten folgendes:

1. 0—0,40 m Schlick, gelb, kalkhaltig.
2. 0,40—1,00 m Schlick, dunkel, humos.
3. 1,00—2,20 m Torf, meist erdig.
4. 2,20— Neckarsand.

Die Funde lagen in Schicht 3, in die sie nachträglich eingesunken sind. Zunächst handelt es sich um das wohl vollständig erhalten gewesene Skelett eines starken Edelhirsches (*Cervus elaphus* L.). Ein großer Teil konnte geborgen werden, ein Rest steckt noch im Torf, da das stark nachdringende Grundwasser weitere Arbeiten verhinderte. Das Skelett lag tiefer als die andern Funde — 1 m —, da es durch sein großes Gewicht mehr eingesunken war. Spuren menschlicher Bearbeitung sind an den Knochen wie an den Geweihresten nicht zu entdecken.

¹⁾Hiermit sei Herrn Medizinalrat Dr. SCHNEIDER, derzeitiger Direktor des Philippshospitals, für das große Interesse, das er dem Fund entgegengebracht, sowie für die freundliche Überlassung desselben an das Landesmuseum der gebührende Dank ausgesprochen.

Etwa 3 m von diesem Skelett entfernt nach Westen zu, jetzt ungefähr in der Mitte des Teiches, lagen nun auf einer etwa 2 qm großen Fläche folgende dem Neolithikum angehörende Gegenstände: ein Steinbeil, ein Steinmesser, eine Spinnwirtel und ein Mittelhandknochen vom Rind. Alle sollen höchstens ein Fuß tief im Torf gelegen haben. Sie sind eben durch ihr geringes Gewicht nur wenig tief eingesunken. Es möge hier eine kurze Beschreibung folgen.

1. Das Steinbeil war vollständig, ist aber durch den Finder zerschlagen worden, wie die frische Bruchfläche einwandfrei ergibt und daher nur zur Hälfte erhalten. Es liegt nur der spitze Teil vor, während die mit Schneide versehene Hälfte verloren ist. Die Länge des vorhandenen Teiles beträgt 5,7 cm, seine größte Höhe an der Bruchfläche 3,8 cm und die größte Dicke 2,1 cm. Die Oberfläche ist gut geschliffen und geglättet. Seine Farbe ist dunkelgrau mit helleren Flecken. Das Gestein, aus dem es hergestellt, ist ein Diabas und zwar nach den Untersuchungen von KLEMM²⁾ ein Uralitdiabas, wie er in der nächsten Umgebung von Darmstadt, so am Prinzenberg, Kühruhe, Ludwigshöhe und nordwestlich von Roßdorf ansteht. Da dies Gestein im übrigen Odenwald wie auch in der sonstigen weiteren Umgebung fehlt, so kann man mit ziemlicher Sicherheit annehmen, daß das Material zu diesem Beil aus obiger Gegend stammt, was eine bodenständige Kultur zur Voraussetzung hat.

2. Das Steinmesser (racloir) aus braungrauem Feuerstein ist unverseht. Es hat auf seiner Oberfläche einen durchgehenden Längsgrat und an der linken Schneide dichtstehende Retuschen, während die rechte solcher entbehrt, weil hier dem Rande parallel eine zweite Längsfläche abgespalten ist; der Querschnitt ist trapezförmig. Das obere Ende ist abgestumpft, eine Spitze fehlt. Es sieht aber aus als wenn dieselbe schon beim Zuschlagen der Klinge oder beim späteren Gebrauch abgebrochen wäre. Jedenfalls ist der Bruch alt und nicht erst bei oder nach der Hebung des Stückes entstanden. Die Unterseite ist wie üblich glatt mit deutlichem Schlagbuckel. Die Länge beträgt 7,3 cm, die größte Breite im unteren Drittel 1,9 cm, die Dicke am Schlagbuckel 1,2 cm, in der Mitte 0,6 cm. Das Material besteht aus echtem Feuerstein, wie er in Südwestdeutschland nicht vorkommt, und dürfte daher auf dem Handelswege hierher gelangt oder auf der Wanderung mitgeführt worden sein.

3. Eine große Spinnwirtel (Netzbeschwerer) ist aus gebranntem, unreinem Ton, wahrscheinlich Neckarschlick, hergestellt. Sie ist von gelblicher Farbe, ganz roh geformt und schief durchbohrt. Sie scheint auch stark abgenutzt zu sein. Ihre Höhe beträgt 3,5, ihr Durchmesser 4,4 cm.

4. Ferner liegt ein Mittelhandknochen (*Metacarpus*) eines Rindes vor. Vorhanden ist nur das untere Ende desselben mit der Gelenkrolle, deren Breite 6,5 cm beträgt. Das *Foramen supratrochleare* ist auf der Oberwie Unterseite noch vorhanden; darüber ist der Knochen abgebrochen. Wie aus der alten Bruchfläche zu ersehen, ist der Knochen von dem Neolithiker absichtlich durchgeschlagen. Von den beiden Rinderrassen, die im Neolithikum hauptsächlich vertreten sind, der *Primigenius*- und *Brachyceros*-Rasse, scheidet letztere wegen ihrer Kleinheit und ihrem grazilen Bau für unsern Fund aus. Die Stärke und kräftige Entwicklung der Gelenkrolle spricht eindeutig für die

²⁾ Herr Oberberggrat Prof. Dr. KLEMM hatte die Freundlichkeit, das Gestein mikroskopisch zu untersuchen und auf seine Herkunft zu prüfen, wofür ich ihm hiermit besten Dank sage.

Primigenius-Rasse. So klein auch der Knochenrest ist, so können wir doch hieraus auf das Alter der gesamten Funde einen Schluß ziehen, wie wir später sehen werden.

Die oben beschriebenen Funde erhalten nun dadurch erst größere Bedeutung, daß sie zu einer Pfahlbausiedlung gehören. Es fanden sich nämlich an gleicher Stelle eine größere Anzahl senkrecht in den Torfboden eingerammter Pfähle, die nur eine Deutung als Pfahlbauten zulassen. Wenig westlich von der Fundstelle obiger Geräte befinden sich vier in einem Abstand von etwa 1 m im Quadrat stehende Pfähle. Östlich der Fundstelle schließt sich eine Doppelreihe von Pfählen an, der sich weiterhin noch eine dritte Reihe zugesellt. Die gut armdicken Pfähle sind oben abgestumpft. Die oberen Enden zweier Pfähle³⁾, die sich im Landesmuseum befinden, haben einen Durchmesser von 7,7 cm und zeigen deutliche Spuren menschlicher Bearbeitung. Man beobachtet mehrfache Einkerbungen, wie sie beim Zubauen der Stämme entstehen. Wie es scheint, hat man an den Stämmen nur die Rinde entfernt, denn sie sind annähernd rund und nicht eckig zugerichtet. Es handelt sich um Eichenholz⁴⁾, das ziemlich weitstehende Jahresringe zeigt, was auf einen feuchten Standort schließen läßt. Die Bewohner werden die Stämme wohl aus der nächsten Umgebung genommen haben. Hiermit wäre zum ersten Male auf hessischem Gebiet in der Rheinebene der einwandfreie Nachweis von Pfahlbauten gelungen.

Durch diese Feststellung gewinnen auch die Nachrichten wieder erneutes Interesse, die der verstorbene Denkmalspfleger Prof. Dr. ANTHES über anderweitige Pfahlbauten im Ried⁵⁾ gemacht hat. Er berichtet darüber folgendes: „Ungelöst ist noch die Frage, ob in der Rheinebene jemals Pfahlbauten bestanden haben. An und für sich wäre es nicht unmöglich, angesichts der großen Zahl von Moorfundnen aus der Stein- und Bronzezeit. Ich füge bei, daß nach einer Mitteilung von THOMAS die Torfgräber von Goddelau vor 1886 im Torf lange Reihen von senkrecht stehenden armdicken Pfählen gefunden haben wollen. Ebenso wurden um dieselbe Zeit in den Gemeindetorfgruben von Eschollbrücken 20 Fuß unter Terrain, senkrecht eingerammte Pfähle mit zugehauenen Spitzen in langen Reihen mit 70 cm Abstand angetroffen.“

Durch das Auffinden zweifelloser Pfahlbauten am Philipppshospital gewinnen obige Mitteilungen bedeutend an Wahrscheinlichkeit. Als Ort der Pfahlbauten bei Goddelau könnte nur das alte Neckarbett, das dicht am Orte vorbeiführt, in Betracht kommen. Dies würde sehr gut mit dem Befund am Philipppshospital übereinstimmen. Daß die bei Eschollbrücken gefundenen Pfähle fast 5 m tief unter der Oberfläche im Torf steckten, kommt wohl daher, daß einmal von obiger Teufenzahl für die überlagernden Lehm-massen des Modau- bzw. Sandbach-Schuttkegels mindestens 2 m in Abzug zu bringen sind und ferner nach Verlassen der Pfahlbauten die Torfbildung weiter

3) Der Denkmalspfleger Herr Prof. Dr. BEHN-Mainz, der auf meine Nachricht hin die Fundstelle später besichtigte, ließ zwei Pfähle köpfen und diese Teile dem Museum überweisen, wofür ihm bestens gedankt sei.

4) Herrn Privatdozenten Dr. HEIL vom Botanischen Institut der Technischen Hochschule, der zur Bestätigung meiner Ansicht die mikroskopische Untersuchung der Hölzer ausführte, die zum gleichen Ergebnis führte, möchte ich an dieser Stelle meinen besten Dank aussprechen.

5) E. ANTHES, Beiträge z. Gesch. d. Besiedelung zwischen Rhein, Main und Neckar. Archiv für Hess. Geschichte. Neue Folge. Bd. 3. S. 315.

fortgeschritten ist. Es ist daher höchstwahrscheinlich, daß an den beiden Orten ebenfalls Pfahlbauten bestanden haben.

Was nun das Alter der Pfahlbauten anbetrifft, so gibt uns der Knochenfund, so klein er auch ist, doch einen deutlichen Hinweis. Wie gesagt, gehört der *Metacarpus* dem *Primigenius*-Rind an. Wie RÜTIMEYER nachgewiesen hat, findet sich die *Brachyceros*-Rasse in den ältesten Pfahlbausiedelungen von Wangen und Moosseedorf fast ausschließlich, während die *Primigenius*-Rasse erst später in den Siedelungen von Concise, Wauwyl, Meilen und Robenhausen auftritt. Das gleiche Ergebnis hat STUDER für den Bieler See gefunden, wo in der frühneolithischen Siedelung von Schaffis nahezu ausschließlich das Torfrind (*Bos taurus brachyceros*) sich findet, während der spätneolithische Pfahlbau von Lattrigen vorwiegend *Bos taurus primigenius* enthält. Für das Mittelrheingebiet hat SCHÖTENSACK⁶⁾ die spätneolithische Ansiedelung von Neuenheim bei Heidelberg untersucht und hierbei ebenfalls festgestellt, daß auch hier die Reste von *Bos taurus primigenius* bei weitem überwiegen. Es ergibt sich daher aus diesen Ausführungen der naheliegende Schluß, daß die Pfahlbauten vom Philipppshospital bei Goddelau in das Spätneolithikum zu verlegen sind, das dem Jung-Alluvium angehört. Ein ungefähr gleiches Alter dürfte daher auch für die wahrscheinlich gemachten Pfahlbauten im alten Neckarbett bei Goddelau und Eschollbrücken in Betracht kommen.

Nachdem wir so das Alter der Pfahlbauten im hessischen Ried festgelegt, haben wir nunmehr der Frage nach dem Alter der Neckarbetten näherzutreten. Als die Pfahlbausiedelung am Philipppshospital bestand, war das Neckarbett schon außer Tätigkeit gesetzt. Es war ein Altwasser, das in starker Vertorfung begriffen war. Später haben dann nur noch Hochwässer das alte Neckarbett erfüllt und ihren feinen Schlick zum Absatz gebracht. Dieser Vorgang wird sich in andern Neckarbetten in gleicher Weise abgespielt haben. Nach GAMS und NORDHAGEN⁷⁾ fällt die Hauptentwicklung der Pfahlbaukultur in die Subboreale Zeit, die nach heutiger Anschauung der jüngeren Litorina-Zeit im Ostseegebiet entspricht. Sie umfaßt ungefähr die Zeitspanne von 4500—800 v. Chr., wovon die Jahre 4500—2000 auf das Voll- oder Spätneolithikum, der Rest auf die Bronzezeit entfallen. Wenn also zur jüngeren Litorina-Zeit, dem Spätneolithikum, das Neckarbett auf der Strecke Goddelau—Crumstadt schon außer Tätigkeit gesetzt war — das gleiche geschah auch an vielen andern Stellen —, so muß für das Neckarbett in Tätigkeit, d. h. als der Neckar noch das Bett durchströmte und seine Sande zum Absatz brachte, die vorhergehende Zeit, die ältere Litorina-Zeit, in die das Frühneolithikum fällt, in Ansatz gebracht werden, die wiederum etwa 2000 Jahre, die Zeit von 7500—4500 v. Chr., umfaßt. Wir können also mit ziemlicher Sicherheit behaupten, daß alle jüngeren Neckarbetten, die uns im Gelände mit deutlichen Uferrändern z. T. von oft 1½ m Höhe entgegentreten, zur älteren Litorinazeit noch vom Neckar benutzt, in der jüngeren Litorinazeit aber früher oder später stillgelegt wurden und nur noch bei Neckarhochwasser wieder in Funktion

⁶⁾ SCHÖTENSACK, Beiträge zur Kenntnis der neolithischen Fauna Mitteleuropas, bes. am Mittelrhein. Habilitationsschrift, Heidelberg 1904.

⁷⁾ H. GAMS und R. NORDHAGEN, Postglaziale Klimaänderungen und Erdkrustenbewegungen in Mitteleuropa. Landeskundl. Forsch. d. Geograph. Ges. in München 1923.

traten. In dieser Zeit muß also der Neckar seinen alten Bergstraßenlauf aufgegeben und sich ein neues Bett, annähernd seinem heutigen Verlauf, gegraben haben. Dies dürfte etwa um das Jahr 2000 v. Chr. geschehen sein; denn wie wir später sehen werden, finden sich die Funde aus der Bronzezeit, soweit sie geologisch festgelegt werden konnten, an der Oberfläche der Schlickmassen, die wohl noch von Neckarhochwässern abgesetzt wurden. Sie lagen also bei der Besiedelung schon trocken und bildeten sicher schon längere Zeit die Oberfläche, weil sie entkalkt sind. Der Neckarlauf längs der Bergstraße war nicht mehr.

Noch in das Jung-Alluvium zu Beginn desselben (ältere Litorinazeit) gehören wohl einige Neckarbetten, die durch ihre mächtigen Torfablagerungen gegenüber allen andern auffallen. Das sind die von Eschollbrücken und Bickenbach. Hierauf hat schon CHELIUS in seinen Erläuterungen zu Blatt Darmstadt hingewiesen. Sie zeigen eine teilweise unscharfe Umgrenzung und der faserige, an Qualität viel bessere Torf erreicht eine Mächtigkeit bis zu 3 m. Diese Umstände deuten darauf hin, daß diese beiden Neckarbetten schon früher als die andern außer Betrieb gesetzt wurden, womit die Bildung des Torfes früher begann und größere Mächtigkeit erreichen konnte. Hierher rechnen CHELIUS⁸⁾ wie MANGOLD⁹⁾ ferner die abgeschnürten Flußbetteile von Wasserbiblos, Wolfskehlen und Weiler-Hof, die Schleife westlich Dornheim und südlich Nauheim, vielleicht auch die von Wallerstädten. Weiter südlich dürften noch hierher gehören die verschiedenen Schleifen am Ostrand des Gernsheimer Waldes am Johannishof und Wilde Hirschhof sowie die Schleifen bei Lorsch und vor allem die abgeschnürte Schlinge vom Muzenhof—Muckensturm, auf die schon SCHOTTLER¹⁰⁾ in seinen Erläuterungen zu Blatt Viernheim hinweist.

Als noch ältere Ablagerungen des Neckars müssen wir die Schlickmassen auffassen, die als Decke über den Kiesen und Sanden der sogen. hessischen Mittelterrasse (dm⁰) und dem älteren Flugsand lagern und mit ihrem Schlick den Boden der alten Neckaraue überziehen, in den die jungen Neckarbetten eingegraben sind. Sie dürften z. T. dem Alt-Alluvium (der Ancyclus-Zeit im Ostseegebiet — etwa 7500—13 000 v. Chr. —) angehören, z. T. bis in das jüngste Diluvium sich erstrecken.

Die ältesten Spuren des Neckars finden wir in den zweifellos diluvialen Kies- und Sandmassen der hessischen Mittelterrasse (dm⁰) selbst. Die Kiese längs der Bergstraße sind nur stellenweise reine Neckarablagerungen, zum Teil aber mit Rheinkiesen vermischt. Auf jeden Fall hat in dieser Zeit schon der Bergstraßenlauf des Neckars bestanden, wie durch Bohrungen¹¹⁾ festgestellt werden konnte. Sein Beginn ist nicht näher festzulegen.

Über die jüngsten Neckarbetten und Schlickmassen, deren Alter wir als Jung-Alluvium (jüngere Litorinazeit) erkannt, haben nun die Odenwaldbäche an vielen Stellen ihre Schuttkegel ausgebreitet. Einer derselben ist der Modauschuttkegel westlich Eberstadt bei Darmstadt. Er breitet sich fächerförmig in der Ebene aus und seine Nordgrenze wird bezeichnet durch die Orte

⁸⁾ CHELIUS, Erläuterungen zu Blatt Darmstadt 1891, Seite 43.

⁹⁾ MANGOLD, Die alten Neckarbetten in der Rheinebene. Abhandlungen der Geol. Landesanstalt zu Darmstadt 1892, Bd. II, Heft 2, Seite 93.

¹⁰⁾ SCHOTTLER, Erläuterungen zu Blatt Viernheim (Käfertal). Darmstadt 1906. S. 56.

¹¹⁾ SCHOTTLER, Erläuterungen zu Blatt Viernheim (Käfertal). Darmstadt 1906. S. 41.

Pfungstadt und Eich und stößt nach Westen mit seinem äußersten Zipfel bis in die jüngere breite Neckarschlinge nördlich von Hahn und östlich vom Hof Wasserbiblos vor. Getrennt von ihm liegt der kleine Schuttkegel des schon erwähnten Sandbaches, der nördlich von Eschollbrücken eine ältere vertorfte Neckarschlinge zudeckt und sich bis in die jüngere Goddelauer Schlinge erstreckt, in der unser Pfahlbaufundort liegt. Seine Schuttmassen bestehen größtenteils aus einem schwachkalkigen, lehmigen Feinsand, der wohl als das Abschwemmungsprodukt des Lösses an den Hängen der Bergstraße zu deuten ist. Die durchschnittliche Mächtigkeit beträgt 2 m. Ich lasse hier zwei Profile folgen, die mein Freund und Kollege Herr Bergrat Dr. SCHOTTLER gemeinsam mit mir aufgenommen hat.

Profil A, nördlich der Dampfziegelei von Nungesser
an der Straße Pfungstadt—Hahn.

- 0,00—0,15 Dunkelbrauner, kalkhaltiger, humoser Lehm.
 0,15—0,75 Hellbrauner, kalkarmer Lehm.
 0,75—1,95 Weißlichgrauer, etwas toniger Lehm mit Eisenrostabscheidungen auf Wurzel- und Wurmrohren.
 1,95—2,15 Hellgrauer, schwach kalkhaltiger Sand mit Eisenhydrat und Manganoxyd-Ausscheidungen.
-
- 2,15—2,35 Kalkfreier, dunkelgrauer Schlick.
 2,35—3,25 Rauher, schwach kalkhaltiger, gelblichgrauer Sand mit Granitbestandteilen.
 3,25—3,85 Kalkfreier, dunkelgrauer Schlick.
 3,85—4,35 und tiefer Schwach kalkhaltiger Sand.

Profil B, 500 m südöstlich der Dampfziegelei
Nungesser, jenseits des Modaubaches.

- 0,00—0,20 Kalkfreier, grauer, schwach humoser Lehm.
 0,20—0,85 Kalkfreier, brauner Lehm.
 0,85—1,55 Kalkfreier, hellgraugelber, sehr feiner Sand.
 1,55—1,65 Kalkfreier, dunkelbrauner Letten.
-
- 1,65—1,85 Kalkfreier, graugelber Letten.
 1,85—1,95 Kalkfreier, graugelber Sand.
 1,95—2,45 Kalkfreier, humoser Schlick mit Holzresten.
 2,45— Heller Sand.

Den beiden Profilen ist folgendes erklärend hinzuzufügen. Das Modau-Alluvium umfaßt in Profil A die Schichten bis 2,15 m, in Profil B dergleichen bis 1,65 m, woraus die wechselnde Mächtigkeit des Schuttkegels zu ersehen. Die darunter befindlichen Schichten sind Ablagerungen des alten Neckars. Sie führen an ihren Oberflächen vielfach Spuren der Menschen aus der Bronzezeit. So fanden sich im Profil A bei Teufe 2,15 bis 2,35 m in dem dunkelgrauen Schlick folgende Bronzegegenstände: 2 grade Knopf- und eine Radnadel, die sich in der Sammlung der kunsthistorischen Abteilung des Landesmuseums befinden, und ein unverzierter offener Armreif. Ferner enthielt dieselbe Schicht vielfach Reste von Holzkohle, sowie auch die Bruchstücke einer großen Urne, die am oberen Rande, sowie auf einem wulstigen Ring in der Mitte des bauchigen Teiles mit rundlichen Eindrücken versehen war. Auch eine stark abgenutzte Spinnwirtel und ein dreieckiger Schleifstein (Gewichtstein?) aus Sandstein haben sich gefunden. Die Arbeit obiger

Gegenstände läßt nach Ansicht von Herrn Prof. Dr. FEIGEL, Direktor der kunsthistorischen Sammlungen des Landesmuseums, auf die jüngere Bronzezeit, etwa 1200 v. Chr., schließen. In der entsprechenden Schicht (1,95 bis 2,45 m) des Profils B südlich des Modaubaches fanden sich ebenfalls Reste von Holzkohle und feuergeschwärzte Geröllsteine, sowie ein 3,50 m langer Baumstamm, der einen Durchmesser von 15 cm hatte und auf einer Seite zugespitzt war. Seine Oberfläche war ausgehöhlt, sodaß er eine Halbröhre darstellte, wie man sie als Wasserzuleitung jetzt noch an Viehtränken findet. In der etwas höheren Schicht (1,65—1,85 m) lag das Schädeldach mit beiden Stangen eines starken Edelhirsches. Auch diese Funde dürften in die jüngere Bronzezeit gehören.

In den Schichten des Modauschuttkegels hat der Mensch auch zahlreiche Spuren hinterlassen. So fand sich im Profil A in 1,70 m Tiefe in grauem, tonigem Lehm Holzkohle und Knochenreste von Pferd, Rind, Schaf und Schwein, dabei kleine Hufeisen und eine Eisenbarre (Eisenluppe). Während die Knochenreste und Hufeisen keine sichere Altersbestimmung zulassen, weist die Eisenluppe, von der zwei weitere Stücke gleichen Ursprungs im Landesmuseum aufbewahrt werden, auf die späte Stufe der jüngeren Eisenzeit (La-Tène-Zeit) bzw. frühromische Zeit hin (500 v. Chr. — etwa 100 n. Chr.). In noch jüngeren Lagen des Profils B (0,20—0,85) fand sich in etwa $\frac{3}{4}$ m Tiefe ein eiserner Sporen, der eindeutig in die frühgotische Zeit (14. Jahrhundert) gehört.

Durch diese Funde sind wir in den Stand versetzt, das Alter des Modauschuttkegels genau zu bestimmen. Seine Bildung scheint also am Ende der Bronzezeit eingesetzt und bis zu Beginn des Mittelalters gedauert zu haben.

Erst als der Neckarlauf längs der Bergstraße außer Tätigkeit war, konnte die Modau ihren Schuttkegel in die Ebene schieben und die Neckarbetten überdecken. Durch die intensivere Feldkultur und wohl auch Regulierung des Modau- bzw. Sandbaches ist dann später seiner Weiterbildung ein Ziel gesetzt worden.

Zusammenfassend können wir also sagen: Die Pfahlbausiedlung am Philippshospital bei Goddelau gehört dem Spät- oder Vollneolithikum an. Diese Zeit entspricht geologisch dem Jung-Alluvium. Die Neckarbetten an der Bergstraße haben verschiedenes Alter. Die jüngsten gehören der Litorina-Zeit, die ältesten der Ancylus-Zeit und dem jüngsten Diluvium an. Die ältesten Spuren des Neckars haben wir in der hessischen Mittelterrasse (dm⁰) selbst vor uns. Der Beginn seines Bergstraßenlaufes ist nicht genau festzustellen. Die Schuttkegel der Odenwaldbäche, insonderheit der Modauschuttkegel, haben ganz jung-alluviales Alter. Sie beginnen mit der älteren Eisenzeit (Hallstadtzeit) und finden erst ihr Ende in historischer Zeit, dem Mittelalter (15. Jahrhundert).

Hieraus ergibt sich deutlich, wie wichtig es ist, daß bei vorgeschichtlichen Funden auch das geologische Profil der Fundstätte auf das genaueste aufgenommen wird.

Ueber Mikroklinholoblasten mit Grundgewebseinschlüssen, Internregelung von Biotit und einige diesbezügliche genetische Erwägungen.

Mit 12 Abbildungen im Text.

Von F. K. DRESCHER.

I.

Im Passauer Waldgranit¹⁾ der Umgebung von Fürstenstein, Bayer. Wald, zwischen Engelburg-Fürstenholz und Bahnhof Fürstenstein, finden sich zahlreiche Einschlüsse dunkler, feinkörniger Gesteine, deren Genese von den einzelnen Bearbeitern verschieden gedeutet wurde. Ich war 1923/24 bei der Durchsicht eines zahlreichen Schliffmaterials dieser Gesteine auf Grund gewisser Struktureigentümlichkeiten, der Mineralführung sowie auch infolge des Vorhandenseins prägranitischer Injektionen dazu gekommen, einen Teil dieser Typen als durch Injektion und Resorption feinkörniger, sedimentärer Nebengesteinsreste entstanden zu erklären.²⁾ Dieser Deutung hatte sich Herr Prof. KLEMM nach Einsichtnahme in das Schliffmaterial vollständig angeschlossen und dabei auf ganz ähnliche Gesteinstypen im Augit-Biotitsyenit von Gröba hingewiesen, die wohl meist als Differentiationsprodukte des granito-dioritischen Magmas gedeutet werden, nach seiner Meinung aber nichts anderes darstellen als verhältnismäßig gut erhaltene Reste eines feinkörnigen, der Assimilation widerstehenden Nebengesteins.

In der Folge habe ich noch in anderen Gebieten das Vorkommen derartiger Gesteine, die als Reste aufgenommenen Nebengesteinsmaterials gedeutet werden müssen, aufgefunden (Markt-Redwitz, Odenwald, Bergell, Friedeberger Granit³⁾), so daß unzweifelhaft mit einer viel größeren Verbreitung dieser Mischtypen gerechnet werden muß, als man bisher allgemein annahm.

In einem Anhang zu seiner Arbeit über den Saldenburger Granit⁴⁾ lehnt H. SCHOLTZ meine Resultate bezüglich Fürstenstein ohne jede eigene mikrosko-

1) Vergl. die Einteilung der Granite des Bayer. Waldes bei A. FRENZEL, das Passauer Granitmassiv, München 1911.

2) F. K. DRESCHER, Abh. d. Hess. Geol. L.-A. zu Darmstadt, VIII, 1, 1925.

3) F. K. DRESCHER, Über granito-dioritische Mischgesteine der Friedeberger Intrusivmasse. N. J. f. Min. B. Bd. LIV. Abt. A. 1926, 243.

4) H. SCHOLTZ, Das Saldenburger Granitmassiv und seine Umgebung, aus: „Die Plutone des Passauer Waldes“. (Monogr. z. Geol. u. Pal. II, 3, 1927).

pische Befassung, ohne eingehendere Diskussion des von mir aufgeführten mikroskopischen Befundes ab und erklärt die Fürstensteiner Gesteine — trotzdem z. B. auch schon ein älterer Bearbeiter wie A. FRFNTZEL einen grundlegenden Unterschied zwischen den Fürstensteiner und den übrigen Dioriten des Bayer. Waldes empfand — bezüglich der Genese für ident mit den übrigen Bayer. Wald-Dioriten. Ich werde in Kürze an anderer Stelle auf Grund z. T. neuen mikroskopischen und chemischen Materials auf jene an die Feldbeobachtungen geknüpften Annahmen von H. SCHOLTZ, sowie auf die Kritik an meinen Ausführungen eingehend antworten.

Die folgende Untersuchung, ursprünglich ausgehend zur Aufklärung des Vorganges von Internregelung in blastischen Feldspäten, stellt bezüglich der Gefügebehandlung derartiger Einschlüsse im Granit einen ersten, noch sehr lückenhaften Versuch dar, um zu einer vollständigen Synthese der Gefügebildung zu gelangen. Sie bedarf dazu noch der analytischen Behandlung der übrigen, das Gefüge aufbauenden Minerale, sowie derjenigen des umgebenden Granits in Grenzschliffen. Einstweilen seien aber die ersten, wie gesagt noch sehr unvollständigen Resultate deswegen mitgeteilt, weil sich, trotzdem zunächst zu genetischen Fragen nicht Stellung genommen werden sollte, im Laufe der Arbeit Beobachtungen machen ließen, welche in Verbindung mit den Resultaten der chemischen Untersuchung geeignet sind, die Auffassung von der Genese der dioritischen Einlagerungen des Passauer Waldgranits in der Umgebung von Fürstenstein in dem oben besprochenen Sinne weiter zu stützen.

II.

Ein Teil der den folgenden Ausführungen zugrunde liegenden Messungen wurde im mineral. Institut Innsbruck ausgeführt. Es ist mir eine Freude, auch an dieser Stelle Herrn Prof. SANDER für die Gastfreundschaft in seinem Institut und die weitgehende persönliche Beratung, die er mir auch später in jeder Richtung erwies, herzlichst zu danken. Die Erörterungen der Gefüge schließen sich bezüglich der gefügeanalytischen Arbeiten besonders an die S. 248 und 260 zitierten Abhandlungen an, deren Überlegungen einem neuen Beispiel angepaßt werden.

Das Problem, von dem bei der folgenden Untersuchung ausgegangen wurde, betrifft Natur und Verhalten der in fast allen Einschlußtypen der Gesteine des Fürstenholzes und des Bruches am Bahnhof Fürstenstein vorkommenden, im Grundgewebe eingebetteten Mikroklinholoblasten.

Die Wichtigkeit dieser Mikrokline ist zunächst darin zu suchen, daß sie mit Ausnahme der ebenfalls in ihrem Innern sowie randlich auftretenden Myrmekite, die unbedingt jüngste Mineralbildung darstellen, welche in diesen Gesteinen angetroffen wird. Das geht mit großer Gewißheit aus der Beobachtung hervor, daß gelegentlich sämtliche Minerale des Grundgewebes — auch die Titanite! — von den Mikroklinporphyroblasten allseitig umschlossen werden. Die Führung dieser Einschlüsse gibt den Mikroklinen besonders auch deshalb eine große Bedeutung, weil es möglich ist, die Regel der im Mikroklin eingelagerten Minerale (Ri) mit derjenigen derselben Minerale des normalen Grundgewebes (Re) zu vergleichen, um daraus eine Aussage darüber machen zu können, ob der wachsende Kristall eine bereits vorhandene Regelung „desorientierte“ oder ob er, ohne an dem vorgefundenen Gefüge etwas zu ändern, dieses ruhig wachsend umschloß oder noch andere auf S. 248 und 260 in Übersicht gebrachte Fälle zu treffen.

Nach B. SANDER⁵⁾ sind schon jetzt, rein beschreibend, Arten der Internregelung unterscheidbar.

1. In der Internregelung gelangen Richtungen aus dem Feinbau des umschließenden Kristalles zum Ausdruck.
2. In der Internregelung erscheint irgend eine, vom Feinbau des umschließenden Kristalls unabhängige Gefügeregel, wie wir sie auch extern an der betreffenden Kornart kennen.
3. Die Internregelung verbindet die geregelten Einschlüsse (gleicher Art) untereinander „mehr oder weniger genau zu einem einheitlichen Kristall“.

Ferner lassen sich durch Feststellung der Einregelung der Mikrokline selbst in ein primär vorhandenes s des Grundgewebes über den Bewegungszustand des Gesteins zur Zeit der Mikroklinbildung bestimmte Aussagen machen. Ist aber diese Frage mit einiger Sicherheit lösbar, so kann man auch eine gewisse Vorstellung darüber erhalten, auf welche der soeben zitierten Arten der wachsende Kristall die für ihn Fremdkörper bedeutenden primären Gemengteile — etwa unter Benutzung bestimmter Gitterebenen — in sich anordnet. Die Art dieser Einlagerung ist verschieden, je nachdem der Kristall entweder in einem bereits vorhandenen Gewebe unter Differentialbewegungen oder in vollkom-

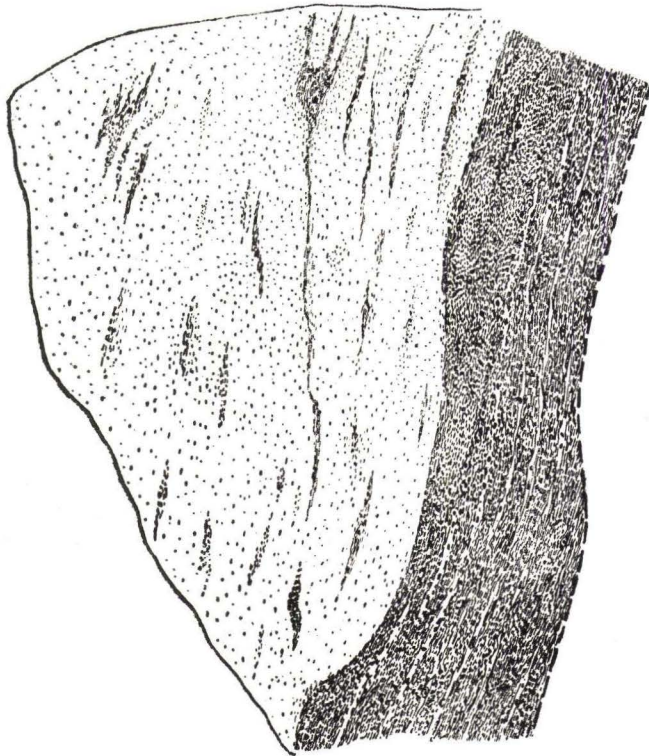


Fig. 1. Scholle mit deutlich erkennbaren Injektionslagen und „Titanitaugen“ wird von schlierigem Granit, der zahlreiche Schollenteile aufgenommen hat, unscharf begrenzt. — Länge des dargestellten Stückes ca. 1,8 m.

⁵⁾ B. SANDER, Über einen Fall von Kristallisationsschieferung mit Internregelung. N. J. f. Min. Beil. Bd. LVII. Abt. A. (MÜGGE-Festschrift), 1928.

mener Ruhe wächst. Sind schließlich — wie es bei dem vorliegenden Beispiel der Fall ist — Spuren einer primären Injektion sichtbar, so ist die Altersbestimmung zwischen ihr und der sekundären Holoblastenbildung sowie der Vergleich der Regel von primären und sekundären Mineralen von Bedeutung für die Bildungsgeschichte des Gesteins.

Die Gesteinseinschlüsse, in denen unsere Mikrokline vorkommen, sind dem Typ nach sehr übereinstimmend, in der Art der Ausbildung aber sehr verschieden. Die Vorkommen im sogen. Engelburger Bruch und dem am Bahnhof Fürstenstein sind von OSANN⁶⁾, G. FISCHER⁷⁾ und mir (l. c.) schon beschrieben worden. Die Vorkommen im Fürstenholz sind ganz ähnlich, z. T. noch mannigfaltiger ausgebildet. In dem Granit des großen Bruches im Fürstenholz finden sich mittelhelle, graublau, sehr feinkörnige Schollen, die unscharf gegen den Granit begrenzt sind und gelegentlich ganz allmählich durch Zunahme sauren aplitischen Materials zu feinsten wolkigen Trübungen und schleierartigen Formen aufgelöst werden, Fig. 1. Diese Schollen zeigen in ihren resistenteren Formen makroskopisch eine deutlich erkennbare, flächenhafte Parallelstruktur, welche vornehmlich durch die räumliche Lage der Biotite sichtbar gemacht wird. Nur an ganz wenigen Stellen, keineswegs überall, lassen diese Schollen aplitische „Injektionsadern“ erkennen, die dann eine Strecke weit ungestört fortsetzen, in der Richtung ihres Verlaufs sich ausdünnen, absetzen, ganz ver-



Fig. 2. Resorptionsschleier und der Auflösung widerstehende Schollen — „Basische Putzen“ — im schlierigen Granit. — Fürstenholz. — Gesamtlänge des dargestellten Stückes ca. 3 m.

⁶⁾ OSANN. Über Titanitfleckengranite, N. J. f. Min. XLIVIII. B. Bd. (LIEBISCH-Festschrift) 1923. 2. Heft. S. 223.

⁷⁾ G. FISCHER, Über Verbreitung und Entstehung der Titanitfleckengesteine usw. C. Bl. 1926. A. Nr. 5, 155.

lieren, oder zu kleinen Linsen, „Augen“ werden, die häufig noch zugweise hintereinander aufgereiht erscheinen. Die mikroskopische Betrachtung zeigt, daß das Material der über eine gewisse Strecke sich fortsetzenden „Injektionsadern“ sowie das der hellen „Augen“ oder „Flecken“ identisch ist. An einigen Stellen treten diese hellen Adern so dicht aufeinanderfolgend und in so gutem Zusammenhang auf, daß man das Bild eines typischen Injektionsgesteines vor sich hat. Diese Stellen sind indessen selten und bei den Aufschlußverhältnissen im Sommer 1927 nur noch schlecht erkennbar.

Sowohl in den Injektionsadern wie innerhalb der Augen treten die von LACROIX, GEJER⁸⁾ 9), FRENZEL, OSANN und FISCHER (l. c.) näher geschilderten Titanitflecken auf, welche sich in der gleichen Weise auch in makroskopisch fast richtungslos struierten, dunklen und dichten Einschlüssen im Gestein der Brüche der Umgebung finden und die auch im großen Bruch des Fürstenholzes nicht fehlen. Diese dichten Varietäten liegen als rundliche, linsenförmige oder sphäroidische Formen häufig scharf begrenzt im Granit. Es sind die geschilderten, resistenteren Resorptionsreste. Mitunter sind sie von einem \perp bedeutenden Resorptionsschleier umgeben (Fig. 2); solche Stellen sind nach meinem Dafürhalten nur so zu deuten, daß das leichter resorbierbare Material der engeren Umgebung der Sphäroide einer \perp starken Auflösung anheimfiel, während der „schwerer verdauliche“, primär bereits dichter struierte Rest als „basischer Putzen“ zurückblieb. In fast noch schönerer Weise lassen sich solche Verhältnisse an aus Schiefem stammenden Resorptionsresten des Odenwaldes und Bergells beobachten.

Gelegentlich zeigen derartige Bildungen auch Spuren einer aplitischen Injektion. (Fig. 3).

Auf die z. T. fast lagenartigen Injektionen in einem Vorkommen des nördlich des großen Bruches gelegenen kleinen, jetzt bereits mehrere Jahre aufgelassenen Bruches im Fürstenholz habe ich schon seinerzeit (l. c., S. 9, Fig. 5) hingewiesen.

H. SCHOLTZ meint in seiner Antwort (l. c., S. 179), es könne sich bei den injizierten Schollen nach Art der Fig. 5 „um eine stark gestreckte Engelburgscholle oder um primär geschieferten Diorit“ handeln. Die starke Streckung soll im ersten Fall davon herrühren, daß die Scholle „mehr oder weniger die Bewegungen des granitischen Magmas mitgemacht“ habe und „dabei mehr oder weniger gestreckt und ausgeschwänzt“ worden sei. Der entscheidende Gegengrund liegt im Regelungsgrad der nach SCHOLTZ stark gestreckten Scholle, gegenüber dem bei den normalen, nur „Flecken“ (Augenbildung) zeigenden Einschlüssen.

Wäre nämlich die stattgefundene Längsdehnung in beiden Fällen sehr verschieden, so könnten nicht so weitgehend übereinstimmende Regelungsbilder entstehen, wie es der Fall ist.^{9a)} Zwei von mir aufgenommene Diagramme der Biotitregelung (Fig. 6 u. 7) zeigen nämlich keinen irgendwie bedeutenden Unterschied, d. h. die Einregelung der Gemengteile ist in den Typen mit Injektionslagen, also den nach SCHOLTZ stark gestreckten und denen mit Quarzfeldspatflecken etwa die gleiche und zeigt das typische Bild eines „Gürteltektonits“ im Sinne SANDER's. Auch G. FISCHER, der nur die „fleckführenden“ Typen beschrieb, betont im Gegensatz zu OSANN den bedeutenden Regelungsgrad des Grundgewebes (l. c., S. 162 oben), da beim Einschieben eines Kompensators „die Farben nahezu aller Plagioklase gemeinsam steigen oder fallen“. Diese Ähnlichkeit des Regelungsgrades der Komponenten zeigt also, daß von einer stärkeren Streckung einzelner Bruchstücke infolge der Bewegung

⁸⁾ GEJER, Ein Vorkommen von Fleckengranit in Stockholm. Bull. Geol. Inst. Univ. Upsala. 8. 1906/07. 190.

⁹⁾ GEJER, Zur Petrographie des Stockholmer Granits, Geol. Fören. Förhandl. 35. 1913. 123.

^{9a)} Deformations- und Regelungsgrade sind streng quantitativ noch nicht vergleichbar.

der Granitschmelze im vorliegenden Falle nicht die Rede sein kann. Dabei bleibt die Möglichkeit offen, ob nicht etwa alle Einschlüsse zugleich mit dem Granit eine gemeinsame Überprägung erhalten haben. Die Ausdehnung der Gefügeanalyse auf den Granit dürfte auch hier weiter führen.

Der zweite ohne jede eigene Untersuchung gemachte Deutungsversuch SCHOLTZ', welcher annimmt, daß es sich um einen primär geschieferten (und dann doch wohl vom Passauer Waldgranit injizierten?) Diorit handele, kommt aus mikroskopischen Gründen (u. a. relatives Alter der Injektion, mineralogischer Bestand der Injektionsadern, sowie wegen der chemischen Zusammensetzung der Scholle — vergl. die später mitgeteilten Analysen —) nicht in Betracht.

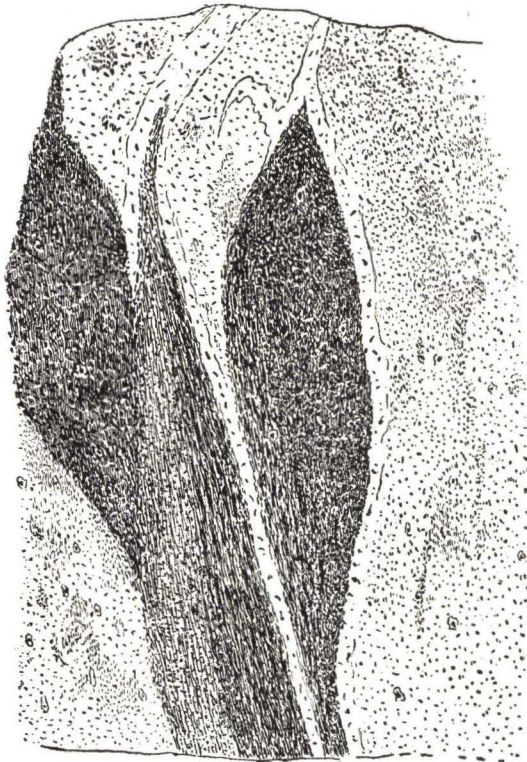


Fig. 3. Hornfelsschollen, mit teilweise schieferiger Struktur und aplitischen Injektionsadern, liegen in schlierigem Granit. In letzterem und den Schollen viel Titanit. — Gesamtlänge ca. 1,3 m.

Die makroskopische Erscheinungsform der Einschlüsse, in denen die Mikroklinporphyroblasten auftreten, ist mit dem vorstehenden kurz umrissen.

Die mikroskopische Beschreibung ist schon von mehreren Autoren gegeben worden und soll hier nur zum Zwecke besserer Übersichtlichkeit der Beweisführung, sowie zur leichteren Einfügbarkeit neuerer Beobachtung nochmals im Zusammenhang gebracht werden.

Die mineralogische Ähnlichkeit mit den Fürstensteindioriten — die ja FRENTZEL als „basische Randfacies“ in den Passauer Waldgranit übergehen läßt — ist sehr groß. Auch FISCHER hebt die Ähnlichkeit besonders hervor. Der Mineralbestand ist: Hauptgemengteile: Quarz, Plagioklas (nach U-Tischbestimmung c. 42 % An), Biotit; Nebengemengteile: Kalifeldspat,

Mikroklin, Myrmekit, etwas Hornblende. Von den Accessorien treten Apatit und Kalksilikate (Titanit, Epidot¹⁰), Orthit), darunter vor allem die beiden ersteren, oftmals in solchen Mengen auf, daß sie schon nicht mehr gut als „zufällige“ Gemengteile gewertet werden können. Die Struktur ist von den meisten Autoren als reine Erstarrungsgesteinsstruktur angesprochen worden; nur FISCHER findet einige strittige Ausnahmen, welche auch für kristalloblastisches Gefüge sprechen könnten. Ich selbst habe a. a. O. darauf hingewiesen, daß sich in einzelnen Schollen Stellen auffinden lassen, deren Strukturbild einer typischen „Hornfelsstruktur“ weitgehend nahekommt, indem Quarz und Feldspatkörner mosaikartig zwischen lappigem Biotit liegen. Mitunter zeigt sich auch ein Feldspatteig, in dem ein Haufwerk kleiner Quarze und zerlappter Biotit schwimmen. Eine normale Ausscheidungsfolge ist dann nicht mehr kenntlich. Gelegentlich sind mosaikstrukturartige Partien in die Rinde größerer blastischer Plagioklase eingebettet. Ich habe aus diesen Strukturbildern geschlossen, daß es sich bei den Einschlüssen des Fürstenholzes um resorbierte Nebengesteinsreste handelt, bei welchen die Struktur infolge nicht ganz durchgeführter Umkristallisation noch nicht überall zur typischen Erstarrungsstruktur geworden ist und sehe auf Grund der weiteren mikroskopischen wie auch der am Ende dieses Berichts kurz zu schildernden chemischen Verhältnisse eine vollkommene Bestätigung dieses Schlusses.

Der Mineralbestand ist nach meinen Erfahrungen an einem reichen Material aus verschiedenen anderen Gebieten ebenfalls kennzeichnend für derartige quarzreiche, hornfelsartige Mischtypen. So treten in der von mir beschriebenen Zwingenberger Hornfelscholle — deren chemische Analyse übrigens einer Granitzusammensetzung sich nähert, s. die Tabelle S. 268 — in einem deutlich geregelten Biotit-Quarz-Pflaster Titanit und Epidot auf, in anderen Odenwälder sowie Bergeller Schollen-Typen findet sich bei stärkerer Hornblendebeteiligung der gleiche Mineralbestand, und liest man die treffliche Darstellung G. BERG's über die Kugelschlieren des Riesengebirgsgranits, welche nach diesem Autor übriggebliebene Nebengesteinsreste darstellen, so bietet sich das gleiche Bild. Außerdem findet sich hier ebenfalls noch Orthit, welcher oft in dieser Gemeinschaft vorkommt und keineswegs immer etwa auf Orthogesteine beschränkt ist.

In der Agpaterie Grönlands, welche infolge ihrer Wechsellagerung mit Quarziten und Marmor in ganz ungestörtem, konkordantem Primärverband als zweifellose Paragesteinserie angesprochen werden muß, trifft man gerade in quarzreichen Hornblende-Biotitlagen Orthit, Epidot und Titanit in auffallender Menge an.

Im Kristianiagebiet wird Titanit von V. M. GOLDSCHMIDT mit den Worten beschrieben: „Titanit findet sich in Hornfelsen, wo er ohne Zufuhr von Titansäure gebildet wurde“. Außerdem kommt Titanit bekanntermaßen auch als endomorphe Kontaktbildung vor zwischen granitischen Tiefengesteinen und einem kalkhaltigen Substrat. In den Hornfelsen (und hornfelsartigen Mischbildungen) welche nachweislich sedimentären Ursprungs Schollen im Granit bilden, scheint mir aber der Titangehalt eher dem ehemaligen Sediment zu entstammen, da man in sehr großen (vielen Kubikmeter enthaltenden) Schollen mancher Gebiete (z. B. Bergell), eine nahezu gleichmäßige Titanitverteilung in der Scholle beobachtet. Zuführung aus dem Granit ließe doch eine Verarmung an Titanit mit Entfernung vom Kontakt ins Innere der Scholle hinein erwarten. —

Gelegentlich ist die Anschauung geäußert worden, daß die frühe Ausscheidung des Apatit, kenntlich an seiner idiomorphen Ausbildung allen anderen Gemengteilen gegenüber, auf eruptive Herkunft des Gesteins schließen lasse. V. M. GOLDSCHMIDT konnte in fast allen Tonschiefer-Mergelschiefer-Hornfelsen des Kristianiagebiets Apatit nachweisen, wo er meist lange Nadeln im Feldspat der Hornfelse bildet. (Die Kontaktmetamorphose im Kristianiagebiet, S. 476.) Er ist in diesen Gesteinen aus dem Phosphatgehalt der Sedimente gebildet. Die

¹⁰) Epidot findet sich nicht etwa bloß als Umrandung akzessorischer Orthite, sondern tritt in manchen Schlifften aus dem Fürstenholz in bemerkenswerter Menge als selbständige Bildung auf.

überaus starke Durchstäubung der vorliegenden Fürstensteiner Typen mit feinen Apatitnadeln legt die gleiche Deutung nahe. Trotz dieser Häufung von kleinen Kristallen ist der Gesamtgehalt des Gesteins an Apatit ausweislich der Analyse (s. die Tabelle S. 268) nicht sehr hoch und beträgt für Analyse I 0,69 für II 0,87 Gewichtsprozent Apatit.

Die für das Gestein charakteristischen hellen Flecken setzen sich in einzelnen Schollentypen zu Lagen zusammen. Dem Mineralgehalt nach bestehen sie hauptsächlich aus Plagioklas und Quarz. Nur ganz selten findet sich etwas Orthoklas oder Mikroklin. Inmitten dieser Flecken steckt fast immer ein Titanitkorn. Flecken „2. Art“ im Sinne von FISCHER (l. c., S. 162), die aus überwiegendem Mikroklin und Quarz im Zentrum bestehen, gelegentlich auch grobe Biotitblätter enthalten und deren Komponenten im Gegensatz zu den Flecken oder „Augen 1. Art“ nicht geregelt sind, habe ich in Schlifften aus dem Fürstenholz nicht beobachten können, dagegen in solchen vom Engelburger Bruch und Bruch am Bahnhof Fürstenstein; im Fürstenholz scheinen sie in der Hauptsache durch die Mikroklinholblasten vertreten zu werden.

Die hellen Flecken sind nun in der Richtung der Paralleltexur gestreckt (vergl. auch FISCHER, l. c., S. 162 oben), ihre Minerale sowie auch diejenigen der dort laufenden Injektionslagen deutlich geregelt. Aus diesem Verhalten der Flecken folgert FISCHER, „daß sie bei der Regelung des Gefüges bereits vorhanden waren und sich mechanisch nicht von der übrigen Gesteinsmasse unterscheiden“, eine Folgerung, mit der ich übereinstimme, nur halte ich die Lagen und Flecken genetisch für Injektionen, welche während einer primären Durchbewegung des Gesteins in einem präexistierenden s erfolgten, dabei lokal z. T. zu Augen angereichert wurden; über die weitere Ausgestaltung des Gefüges in einer späteren Phase gibt die Besprechung der Diagramme Auskunft.

Um überhaupt eine \pm gesetzmäßige Bevorzugung gewisser Gesteinspartien bezüglich einer stofflichen Anreicherung erklären zu können, ist schon a priori mit einer lagenweisen Inhomogenität des Gesteinsmaterials zu rechnen. — Diese Überlegung hatte mich schon 1924 dazu geführt, eine Art erhaltener Feinschichtung anzunehmen. — Der Grad der Deformation des Gesteins, wie er sich im Regelungsbild dokumentiert, ist nicht derart, daß an eine gelegentlich lagenartige Anordnung aus einer ursprünglich gleichmäßigen Verteilung des aplitischen Materials durch starke Auswalzung während und nach der Injektion usw. gedacht werden könne. Das geht schon aus der Tatsache hervor, daß die Biotite des nur „Augen“ führenden Gesteins etwa das gleiche Regelungsbild zeigen wie diejenigen eines Gesteins, das noch deutliche Injektionslagen erkennen läßt. Es muß also bereits vor der Durchbewegung, welche die Augen und Lagen zusammen mit den übrigen Gemengteilen regelte — vielleicht die Injektion überhaupt erst ermöglichte! — bereits eine lagenweise Inhomogenität „Schichtung“ i. w. S. vorhanden gewesen sein, welche die z. T. gesetzmäßig lagenartige Verteilung des aplitischen Materials gestattete.

Außer den Quarz-Plagioklaslagen und -Augen finden sich nun in den Brüchen des Fürstenholzes und am Bahnhof Fürstenstein Injektionslagen des Passauer Waldgranits, mit denen er sich zwischen die noch resorbier- und aufblätterbaren Stellen der Schollen hineindrängt. Diese Injektionen des Passauer Waldgranits sind durchaus verschieden von den zuerst beschriebenen Lagen 1. Art. Sie erscheinen makroskopisch etwas gröber und bilden wohl keine typischen Augen 1. Art. Mikroskopisch enthalten sie herrschend Mikroklin im Gegensatz zu den Augen und Lagen 1, in denen dieser fast ganz zurücktritt und oftmals vollständig fehlt. Schließlich ist eine Regelung der Komponenten rein qualitativ nicht mehr wahrnehmbar.

Das Altersverhältnis zwischen beiden Injektionen ist zunächst schwer bestimmbar. An kleinen, wenige cm großen Schollenbruchstücken sieht man im Innern die hellen Plagioklase der Injektionslagen 1, umgeben von etwas

körnigeren Partien der Passauer Waldgranitinjektionen. An andern Stellen ist Anreicherung von Titanitaugen im Granit nahe den Schollen häufig. Weiter in den Granit hinein verlieren sie sich. Auch Stellen, wo diese Augen gleichsam vom Granit am Rande der Schollen losgelöst werden, sind sichtbar. Aus allen diesen Gründen — ganz abgesehen dabei vom Unterschied im Regelungsgrad — ist das höhere Alter der Injektion 1 als sicher anzunehmen.

Bezüglich der Injektionen und Flecken ist also folgendes festzuhalten:

1. Die chemisch-mineralogische Zusammensetzung der aplitischen Lagen
 1. Art der Schollen ist eine andere als diejenige der mit Sicherheit auf den Passauer Waldgranit zurückführbaren Lagen und Flecken
 2. Art. In den ersteren herrscht weitaus überwiegend Plagioklas, in den zweiten fast ausschließlich Orthoklas—Mikroclin.
2. Die aplitischen Lagen und Flecken 1. Art sind wie die übrigen Gemengteile deutlich passiv geregelt. Eine Regelung der Minerale in den Lagen 2 ist qualitativ nicht erweisbar. Für die Flecken 2. Art haben sich bis jetzt noch keinerlei Anzeichen passiver Einregelung ergeben.
3. Lagen und Flecken 1. Art sind älter als der Passauer Waldgranit. Die Flecken finden sich, wie schon FISCHER erwähnt, auch im Granit in den randlichen Teilen gegen die Schollen und zwar gelegentlich unter Umständen, die erkennen lassen, daß das Titanitkorn mit seinem Plagioklas-Feldspathof durch den Granit von der Scholle abgelöst wird.

Außer dem Regelungsgrad und der mineralischen Zusammensetzung der Flecken und Lagen ist auch Vorkommen und Ausbildungsweise der in den Flecken enthaltenen Titanite von recht erheblicher genetischer Bedeutung.

OSANN hält die Titanite der Flecken für verhältnismäßig frühe Ausscheidungen, die, nachdem sie magmatisch korrodiert waren, nach der Bildung des Hauptteils des Feldspats, wieder weiterwuchsen und diesen z.T. dabei einschlossen. FISCHER folgt dieser Auffassung, weil er in einigen Fürstensteindioriten in Feldspäten kariöse Titanite schwimmend fand. Möglicherweise handelt es sich dabei um die uns hier beschäftigenden Mikrocline, welche außer dem Titanit aber auch alle andern Gemengteile in sich einschließen. Für die alte Ausscheidung der Titanite würde also diese Beobachtung — wenn es sich um die besprochenen Mikrocline handelt — nicht absolut beweisend sein. FISCHER betont auch in seiner Darstellung, daß die Hauptmasse der Titanite wohl später gebildet sei, „weil die ‚ophitisch‘ im Titanit liegenden Feldspatleisten nicht durch eine Korrosion sondern in Verbindung mit einer späteren Wachstumsphase“ erklärt werden könne.

Auf Grund meiner Beobachtungen kann ich mich dieser letzteren Ansicht insofern anschließen, als die Quarz-Feldspatlagen der „Augen“ gegenüber den Titaniten aus den angedeuteten Gründen wohl das Primäre darstellen. In ihnen wächst „später“ zugeführter Titanit unter teilweisem Umschließen der älteren Gemengteile und unter sehr energischer Geltendmachung seiner eigenen Kristallgestalt weiter.

Es unterliegt dabei kaum einem Zweifel, daß auch der Titanit geregelt ist. Manche Schnitte \perp s zeigen schon makroskopisch eine Einregelung in die Schieferungsfläche, da man fast immer nur die schmalen, beiderseits zugespitzten Formen eines Schnittes \perp zur spitzen Bisektrix zu sehen bekommt, die mit ihrer eigenen Längsrichtung immer in derjenigen des „Auges“ liegen.

Vorbehaltlich weiterer im Gange befindlicher Messungen ist also die Genese des Titanits der Augen „erster Art“ verhältnismäßig früh anzusetzen.

Nun gibt es aber noch Titanite, die ganz sicher noch einer zweiten Bildungsphase angehören. In manchen der zentrisch gebauten kugeligen Flecken 2. Art (FISCHER), die wie geschildert, nach der Durchbewegung entstanden sind, findet sich im Innern als zweifellos letzte Bildung ein mitunter bis $1,5 \times 3$ mm großer Titanitkristall. Ferner tritt Titanit zusammen mit Mikroclin Quarz und Pyrit als Kluftbelag auf kurzen Rissen, welche als letzte Bildung das Gefüge der Einschlüsse durchsetzen. Ich habe schon 1925 (l. c., S. 39) auf diese Rolle des Titanits als Kluftbelag in den Fürstensteindioriten von der „Schafreuth“ hingewiesen.

Betreff der möglichen genetischen Schlüsse ist nun beim Titanit die Tatsache besonders wichtig, daß die Titanite der Flecken 1. Art von den Mikroklinholblasten, die als Äquivalente der Flecken 2. Art aufzufassen sind, allseitig umschlossen werden.

Aus diesem Verhalten des Titanits können zwei Schlüsse gezogen werden: entweder war das Bildungsintervall des Titanits groß und hielt von der ersten Bewegungsphase, welche die Regelung der Gemengteile des Grundgewebes unter gleichzeitiger Zuführung injektiven Quarz-Plagioklasmaterials veranlaßte, an bis zu den pegmatitischen Imbibitionen des Passauer Waldgranits (letzte Bildung im Kluffbelag) oder — und das scheint mir das wahrscheinlichere — der Passauer Waldgranit fixierte durch seine Holblasten die älteren, in Grundgewebe, Augen und Flecken längst abgeschlossenen Titanitbildungen, während er selbst durch teilweise Umschmelzung und Neuaufnahme zugänglichen Titanitmaterials aus den Schollen in den von ihm veranlaßten Flecken und Pegmatiten 2. Art eine sekundäre Titanitbildung hervorrufen konnte. (Es ist nicht ausgeschlossen, daß eine pneumatolytische Neuzuführung von Titansäure aus dem Passauer Waldgranit erfolgte. Eine sichere Entscheidung scheint mir z. Zt. noch nicht möglich.)

Zur Feststellung der Gefügeregelung, bei vorläufig einem Gesteinskomponenten, wurde der Biotit gewählt. Der erhaltene Regelungsgrad ist aus den Diagrammen Fig. 6 und 7 zu ersehen. Es wurden Achsenpole vermessen und im flächentreuen Netz eingetragen. Die Orientierung des Gesteins war: Str. 155° F 65° SW bei Fig. 6, Str. 150° F 70° SW bei Fig. 7. (Hieraus und aus den Diagrammen ist die Lage der „B“-Achse im Gestein ableitbar.) Die Schlißfläche lag bei Fig. 6 in einer Ebene nach 155° F 25° NO, stand also auf der Schieferungsfläche senkrecht bei horizontaler Lage der Kante Schlißebene: Schieferungsfläche, bei Fig. 7 etwa 150° F 20° NO, also entsprechend. Die entstandenen Maxima sind recht scharf und streuen verhältnismäßig wenig, bei Fig. 6 etwas weniger stark als bei Fig. 7. Ein schwach besetzter Gürtel zieht sich bei beiden Diagrammen am Äquator entlang. Es liegt also das typische Bild eines Gürteltektonits mit „B“-Achse \perp zur Schlißfläche (= Zeichenebene) im Sinne SANDERS vor.

Es ist nun von großer Bedeutung, zu erfahren, wie sich die großen blastischen Mikrokline dem soeben skizzierten Grundgewebe gegenüber verhalten.

Zunächst ihre eigene Ausbildungsform. Die Größe wechselt; in den Schollen des Bruches am Bahnhof Fürstenstein beträgt sie wenige mm, in den Brüchen des Fürstenholzes findet man Mikrokline bis 2,5 cm Länge und 2 cm Breite. Die Mehrzahl ist hier etwas kleiner und mißt $2 \times 1,5$ cm. Ihr Erhaltungszustand ist vollkommen frisch, wasserklar und ohne die geringste Trübung. Die Begrenzung der Kristalle ist i. a. sehr unregelmäßig; mikroskopisch ist der Verlauf der Flächenbegrenzung eindeutig überhaupt nicht festzulegen, weil die randlich sich stark häufenden Grundgewebsegemengteile die Ausbildung einer ebenen Kristallfläche überhaupt vereitelten. Die Zwillingbildung¹¹⁾ (Albit und Periklingesetz) ist sehr verbreitet. Es finden sich aber auch Individuen, welche nur ein Zwillinggesetz erkennen lassen. Das Gegenindividuum ist in solchen Kristallen dann häufig nur als streifige Spindel erkennbar.

¹¹⁾ Die Zwillingbildung auf „Druck“ zurückführen zu wollen, ist — wie aus den späteren Vermessung der Holblasten hervorgeht — ausgeschlossen. Die Mikroklingitterung läßt sich nur in wenigen Fällen auf eine Wirkung direkter mechanischer Beanspruchung zurückführen. Die frei aufgewachsenen Amazonensteine vom Pikes Peak (vergl. E. DITTLER und KÖHLER, T. M. Mitt., BECKE, Festschrift 1925, S. 229) beweisen, daß die Mikroklingitterung ohne jede mechanische Einwirkung entstehen kann.

Eine exakte Messung der Zwillingsgrenze ist in diesen Fällen nicht mehr durchzuführen. Auch der Grenzverlauf der Zwillingsenebene des nicht seltenen Karlsbader Gesetzes ist i. a. sehr unregelmäßig. Die Auslöschungsschiefe der Mikrokline ist die normale mit $15/16^\circ$ zur Kante (001):(010) gemessen auf (001). Der Achsenwinkel, nach der BEREK'schen direkten Methode auf dem U-Tisch gemessen, schwankt zwischen 78° und 84° , beträgt aber meist etwa 82° . Den gleichen Achsenwinkel haben die, im übrigen sehr übereinstimmend, nur kleiner ausgebildeten Mikroklinindividuen des Passauer Waldgranits. Daraus und aus den folgenden Gründen muß die Bildung dieser Mikroklinholoblasten durch Zuführung aus dem Granit erklärt werden: Es finden sich Stellen in den Schollen, wo sich nach Granitapophysen hin eine so starke Anreicherung der Mikrokline zeigt, daß man schon makroskopisch versucht ist, von einem „Einwandern“ der Mikrokline aus dem Granit in die Scholle hinein zu sprechen. Ferner zeigen die in den Mikroklinen eingeschlossenen Minerale — mit Ausnahme einer schwachen Rundung der Plagioklaskonturen — keinerlei erkennbare Korrosion, die darauf deuten würde, daß das Material der eingeschlossenen Minerale in irgendwie bedeutender Weise zum Aufbau des Holoblasten verwendet worden sei. Es liegt also hier nicht ein Fall vor, wie er von H. BACKLUND in so schöner Weise an kristallinen Schiefen¹²⁾ beschrieben wurde, wo Porphyroblastenbildung „auf ungleichmäßige Verteilung der lokalen Druckverhältnisse innerhalb des Gesteins“ deutet, also durch Umlagerung vorhandenen Materials bewerkstelligt wurde, sondern wir müssen damit rechnen, daß durch die vollständige

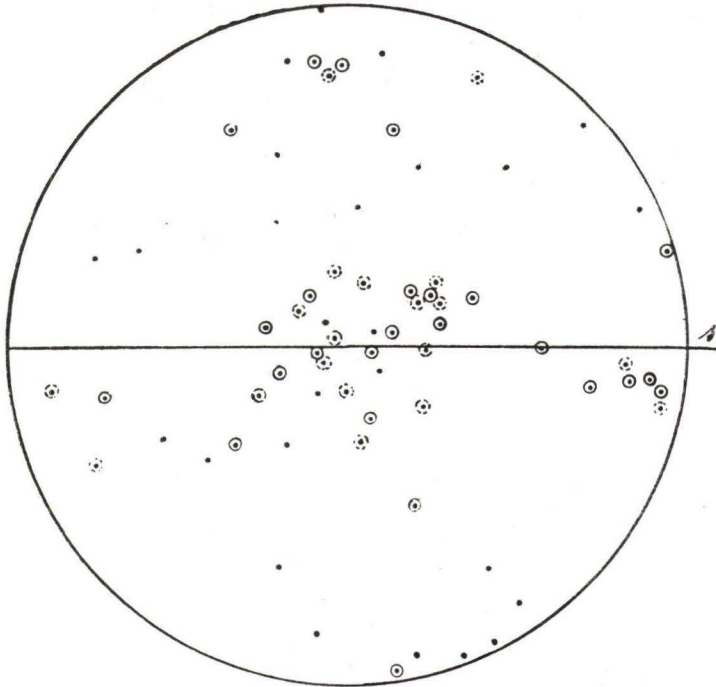


Fig. 4

„Erweichung“ der relativ kleinen, rings vom Granit umschlossenen Schollen eine Diffusion von außen und Kristallisation feldspatartigen Materials in ihrem Innern möglich war.

Es wurde nun versucht, die Orientierung der Mikroklone gegenüber s des Grundgewebes festzustellen. Wegen der Größe der einzelnen Individuen war dies nicht einfach, weil man fast für jede Mikroklinholoblastenmessung einen eigenen Schliff benötigte. Aus diesem Grunde wurden bis jetzt nur 26 Mikroklone bestimmt. Infolge dieser verhältnismäßig geringen Anzahl ist das Ergebnis vorbehaltlich weiterer Messungen noch als vorläufig zu betrachten.

Die Vermessung selbst betraf, wenn nicht Spaltbarkeit sichtbar war, die 3 optischen Vektoren immer zweier Zwillinglamellen eines Individuums. Daraus und direkt aus gelegentlich vorhandener Spaltbarkeit konnte konstruktiv auf dem Wulffschen Netz der Pol von (010) gefunden werden. (Benutzt wurden hierbei die von WÜLFING¹³⁾ aus den Messungen USSINGS¹⁴⁾ abgeleitete optische Orientierung des Mikroklins, nach welcher (010) einen Abstand um $c. 17^\circ$ von $n\gamma$, (001) einen solchen um $c. 11^\circ$ von $n\beta$ hat.)

Die schlechte Ausbildung oder das vollständige Fehlen weiterer kristallographischer Bezugselemente erschwerte die Festlegung der räumlichen Orientierung auf direktem Wege sehr. So konnte auch noch kein ganz klares Bild über die Gefügetracht gewonnen werden. Die Begrenzungsflächen der Mikroklone ist infolge der randlich sich häufenden Grundgewebskomponenten ganz unregelmäßig und konnte deshalb niemals genau eingemessen werden. Auch die von SANDER (Zur petrographisch-tektonischen Analyse, III. Teil, Jahrb. d. Geol. B. A., 76. Bd., 1926, Heft 3 und 4) verwendete Methode, mittels poliertem Anschliff einen Einblick in das Gefüge zu erhalten, führte bis jetzt noch zu keinem sicheren Erfolg. Die Zwillingsebenen, selbst diejenigen des Karlsbader Gesetzes, sind sehr unregelmäßig gestaltet; da es sich bei der Mikroklingitterung nicht immer um Lamellen, sondern oft um Spindeln handelt, war auch auf diese Weise eine kristallographische Festlegung der Zwillingselemente in allen Fällen nicht möglich.

Aus Fig. 4 ist die Lage von $n\beta$ (Punkte mit Kreisen) und (010) (Punkte) zu ersehen. Je zwei $n\beta$ -Messungen zusammengehöriger Zwillinglamellen gehören zu einem Individuum. Es sind also halb soviel Kristalle vermessen worden, als $n\beta$ -Pole vorhanden sind. Trotz dieser zur Beurteilung notwendigen Reduktion sieht man aber, daß $n\beta$ recht gut in s liegt, oder in wenigen Fällen \perp dazu, aber ohne viel Übergänge. Die auf dem gleichen Diagramm eingetragenen Pole von (010) sind weniger geregelt. Von 26 Polen liegen 10 etwa subparallel s , 4 annähernd $\perp s$ und 12 Pole schief zu s . Eine gewisse, aber nicht sehr bedeutende Bevorzugung von s ist demnach vorhanden.

Die Regel der Mikroklone wäre: $n\beta$ subparallel s , unter Ausbildung eines zentralen Maximums. (010) liegt mit verhältnismäßig starker Streuung ebenfalls in der gleichen Fläche.

Das Gesamtbild läßt es sicher erscheinen, daß die Mikroklinholoblasten statisch, unter Fehlen jeglicher Durchbewegung gewachsen sind. Ihre schwache Regelung ist als „Keimregelung“ im Sinne SANDERS aufzufassen. Das Fehlen einer Durchbewegung ließe sich weiterhin kontrollieren durch \perp übereinstimmende Deckung der Untermaxima in den Diagrammen von Quarz und Feldspat und Biotit. Der Mangel der beiden ersten stellt vorderhand noch eine Lücke in der Gefügeanalyse des Gesteins dar.

¹²⁾ BACKLUND, Petrogenetische Studien an Taymirgesteinen. Geol. För. i. Stockholm. Förhandl. 1918. Bd. 40, H. 2.

¹³⁾ USSING, Zeitschrift für Kryst. 18, 192.

¹⁴⁾ ROSENBUSCH-WÜLFING, Mikrosk. Physiographie, I. 2. Stuttgart 1905. 4. Aufl.

Nach allem läßt sich mit Bestimmtheit sagen, daß die Mikroklinbildung einen reinen, zeitlich gut definierbaren Kristallisationsakt darstellt. Weder während desselben noch in seiner Folge fand Durchbewegung des Gefüges statt, da sich für die Mikroklone außer anderen Merkmalen kein Charakter der Einregelung (Kornlänge in s, Kataklyse etc.) hat nachweisen lassen, welches solches wahrscheinlich macht.



Fig. 5.

Die Mikroklone enthalten nun, wie erwähnt, in ihrem Innern alle anderen Gemengteile des Grundgewebes (Fig. 5). Dieses ist also durch das Eindringen und die Kristallisation der Mikroklinsubstanz aus seinem ursprünglichen Verband geraten und a) unter Erhaltung der Regelung oder b) Desorientierung oder c) Neueinregelung mehr oder weniger aufgelockert worden. Dies muß deswegen angenommen werden, weil in den Holoblasten ja die Gemengteile des Grundgewebes nicht mehr so dicht gepackt liegen, wie im normalen Grundgewebe und die Raumfrage für die Holoblasten nicht auf dem Wege der teilweisen Aufzehrung anderer Minerale lösbar wird. Mit Ausnahme ganz geringer Rundungen an den Plagioklasen sind Korrosionen nicht zu sehen. Bei der Zuführung des Holoblastenmaterials muß sich also der Verteilungsgrad je Mineral pro Flächeneinheit etwas geändert haben. Für die räumliche Orientierung der Grundgewebekomponenten im Mikroclin gibt es folgende Möglichkeiten: sie kann gleich ($R_i = R_e$, SANDER) geblieben oder b) regellos (desorientiert) geworden sein oder c) einem neuen, aber anders gerichteten Regelungssinn Platz gemacht haben ($R_i \neq R_e$).

Als Beispiel wurde, wie vorher im ungestörten Grundgewebe, der im Mikroclinwirt eingelagerte Biotit vermessen. Der Verteilungsgrad des Biotits ist

dahin geändert, daß etwa das $\frac{5}{4}$ -fache des Grundgewebs-Areals von der gleichen Biotitmenge eingenommen wird.

Fig. 8 zeigt ein Diagramm der Biotiteinsprenglinge eines etwa $1,8 \times 0,9$ cm großen Mikroklin. Es wurden 248 Pole vermessen. Die Orientierung des Mikroklinwirtes (Hauptindividuum) ist in winkeltreuer Azimutalprojektion im Diagramm eingezeichnet. Danach liegt die Ebene der optischen Achsen fast parallel s , $n\gamma$ sticht etwa zentral aus, $n\alpha$ rechts nahe dem Äquator. Der Pol der Spaltbarkeit πP findet sich entsprechend fast \perp zu s ; (010) liegt danach $\sim \perp$ zu s . Der Regelungsgrad der in dem so gekennzeichneten Wirt eingeschlossenen Biotite ist gegenüber den Biotiten des Grundgewebes (Fig. 6 u. 7) deutlich weniger scharf. Das ausgeprägte insulare Maximum der Biotitpole $\perp s$ des Grundgewebes ist in R_i der Biotite bis auf einen kleinen Rest nahe dem Pol von πP verschwunden. Daneben besteht eine Häufung einzelner Kleinmaximen beiderseits der Ebene von s , mit etwa der gleichen Symmetrie, wie dem Re-Diagramm der Biotite. Ein auffallend unterbesetzter Gürtel zieht sich etwa 28° gegen s geneigt von links oben nach rechts unten.

In einem anderen, zur Lage von s ganz verschieden orientierten Mikroklin wurden weitere 290 Biotitpole (Fig. 9) vermessen. Die Orientierung des Wirtes war: $n\beta \infty$ zentral ausstehend, $n\gamma$ etwa $\perp s$, $n\alpha$ nahe s , gleichsinnig mit dem vorherigen Individuum. (010) ließ sich durch die Einmessung einer zweiten Zwillinglamelle am gleichen Individuum und die Spaltbarkeit ziemlich genau finden; es liegt ungenähert $\parallel s$.

Die Einmessung der Biotitpole zeigte nun, trotz der ganz anderen räumlichen Lage des Wirtes, ein dem vorhergehenden ganz ähnliches Bild. Auch hier ist wieder ein kleines insulare Maximum vorhanden, das nahe (010) liegt. In großen Zügen ist die Hauptmasse der Biotitpole mit deutlicher Streuung wieder annähernd gleichmäßig rechts und links der Projektion von s verteilt. Auch der unterbesetzte Gürtel links oben, rechts unten ist wieder vorhanden.

Weitere 283 Biotitpole wurden bei einem dritten Mikroklinholoblasten vermessen, welche eine ähnliche Orientierung zeigte, wie der letztere der beiden soeben beschriebenen (Fig. 10). Das Regelungsbild der Biotite entsprach etwa den vorhergehenden, doch ist die Verteilung der Kleinmaxima etwas abweichend.

Vereinigt man nun sämtliche Biotitmessungen (821 Pole), so ergibt sich das Diagramm Fig. 11. Es besagt, daß auch bei der Verwendung einer großen Punktzahl kein dem s des Grundgewebes graduell entsprechendes Maximum erreicht wird, daß aber ein sehr deutlicher Gürtel mit Achse \perp zur Zeichenebene ($B = \text{Tektonit}$) vorhanden ist. Auch dieses letzte Diagramm zeigt den erwähnten unterbesetzten Gürtel im ungefähren Abstand von 28° von s . Für seine Entstehung läßt sich vorderhand noch keine sichere Erklärung geben.

Aus der Ähnlichkeit der Diagramme Fig. 8, 9 u. 10, welche in Regelungs- und Symmetrieeigenschaften recht gut übereinstimmen und welche ein ähnliches R_i der Biotite in ganz verschieden orientierten Mikroklinen wiedergeben, läßt sich u. a. der Schluß ziehen, daß eine bereits früh bestehende primäre Regelung ($B = \text{Tektonit}$) ohne wesentliche Änderung von den Holoblasten aufbewahrt wurde. Aus dem gleichen Grund geht hervor, daß kein Versuch eines Einbaues der Biotite nach kristallographischen Richtungen, Gitterebenenbesetzung etc. erfolgte.

Einer Besprechung der hier vorliegenden Möglichkeiten der Entstehung der Glimmerregelung innerhalb und außerhalb der Mikroklinholoblasten, also ob sich die Regelung der eingeschlossenen Internbiotite (Ri) zu derjenigen der externen, im Grundgewebe liegenden Biotite (Re) ausgestaltete oder umgekehrt Re in Ri umgefügt wurde, soll bei der hervorragenden Wichtigkeit dieser Frage für alle ähnlichen Betrachtungen eine kurze, z. T. wörtliche Wiedergabe der von B. SANDER diskutierten Bedingungen für das Zustandekommen von Ri $\not\subseteq$ Re voraufgehen. Die Arbeit „Über Tektonite mit Gürtelgefüge“ ist in der „Fennia“ 50, Nr. 14, 1928, im Erscheinen begriffen.¹⁵⁾

Die Regelungsart eines Minerals K_1 außerhalb einer Kornart K_2 kann verschieden sein. Entweder ist K_1 gleichgeregelt (homotrop) oder ungleich geregelt (heterotrop), gleichgültig, ob es als Einschuß in einem einheitlichen K_2 Wirt, oder rings von K_2 Körnern umgeben vorkommt. ($\gg K_1$ in K_2 -Korn«-Gefüge und $\gg K_1$ in K_2 «-Gefüge).

In einem $\gg K_1$ in K_2 -Korn«-Gefüge ist die Umschließung von K_1 durch K_2 nur durch Kristallisation von K_2 -Substanz um K_1 möglich. Nennen wir Ri die Regelung von K_1 in K_2 , Re die Regelung der nichtumschlossenen K_1 -Körner, so sind folgende Fälle unterscheidbar:

I. Re = Ri (strenge Homotropie).

Dieser Fall ist in unserem vorliegenden Beispiel nicht verwirklicht. Daher soll nur der folgende mit den Worten des Autors wiedergegeben werden.

„II. Re ist nicht gleich Ri (Heterotropie). Das bedeutet: je ausgesprochener die Heterotropie ist, umso sicherer Folgendes:

- a) Seit Beginn des Großwerdens von K_2 ist der Unterschied zwischen Ri und Re entstanden.
- b) Deskriptiv lassen sich folgende Fälle trennen:
 1. Ri ist eine unverlegte, interne Reliktstruktur.
 2. Ri ist heterotrop aber homotaktisch mit Re, z. B. eine um B rotierte interne Reliktstruktur; Ri und Re haben verträgliche Symmetrieeigenschaften.
 3. Ri und Re sind heterotaktisch und haben unverträgliche Symmetrieeigenschaften.
- c) Diese drei deskriptiv unterscheidbaren Fälle sind wie folgt genetisch deutbar, wenn wir zunächst drei Möglichkeiten scheidet:
 - A. Re ist aus Ri entstanden.
 - B. Ri ist aus Re entstanden.
 - C. Re und Ri sind beide aus einer älteren Regel abgeändert.“

„Im Falle A lag zur Zeit der Umschließung (Hauptkristallisation von K_2) eben Ri vor, das in K_2 -Körnern als Dauerpräparat aufbewahrt ist. Das ist für die Fälle II₁, 2, 3 möglich und näherliegend als B, aber im Einzelfall zu erweisen. Ein Beispiel für II₂ ist die Rotation von Granat mit »ungeregeltem« Quarz-si(Ri) innerhalb von (bei dieser Rotation) geregeltem Quarzgefüge.“¹⁶⁾ ¹⁷⁾

„Im Falle B lag zur Zeit der Umschließung des Gefüges Re vor, wurde aber durch Auslese bei der Umwachsung dezimiert und in Ri überführt. Eine derartige Auslese ist nicht nachgewiesen, aber wohl denkbar, unter anderem in der Form, daß bei chemischer Korrosion von si¹⁸⁾ ungünstigere und verkümmerte Kornlagen des von K_2 angegriffenen und umwachsenen K_1 -Gefüges der Korrosion zum Opfer fallen, während von den großen Körnern des K_1 -Gefüges korrodierte Skelette mit Regel Ri verbleiben. Diese Möglichkeit scheidet für gänzlich unkorrodierte Einschlüsse aus.¹⁹⁾ Eine zweite Möglichkeit für B liegt darin, daß von K_2 -Kristallen bereits aufgenommene Re bei Translation und Einregelung der K_2 -Kristalle in Ri überführt wurde. Diese Möglichkeit scheidet für mechanisch unversehrte K_1 -Einschlüsse ohne Störungshöfe in den umschließenden K_2 -Kristallen aus. Es scheint also Fall B für mechanisch und chemisch vollkommen unangegriffene Einschlüsse von K_1 in K_2 , wie sie in kristalloblastischen Gefügen so häufig sind“... „außer Betracht zu bleiben. Mit Fall B ist auch Fall C ausgeschlossen, welcher ja ebenfalls Änderung einer Regel von K_1 bei oder nach der Umschließung der K_1 -Körner voraussetzt.“

¹⁵⁾ Herrn Professor SANDER möchte ich für Einsicht in die Druckfahnen, welche mir die folgende Citierung an dieser Stelle gestattet, herzlichst danken.

¹⁶⁾ SANDER, Jahrb. d. K. K. Geol. R.-A. 1912. 62, 2. Heft. 219 ff.

¹⁷⁾ SANDER, T. M. P. Mitt. XXXIII. 1915. 103 ff.

¹⁸⁾ SANDER (mit KORN) N. J. 1928. Beilageband LVII, Abt. A.

¹⁹⁾ Von mir gesperrt. DR.

Bei unserem Beispiel der Mikroklinholoblasten zeigte es sich, daß Fall II „Re nicht gleich Ri“ in Betracht kommt. Die Diagramme der internen und externen Biotitregelung gehören beide dem Gürteltyp an; sie unterscheiden sich einmal in der Stärke der Gürtelausbildung sowie in dem Auftreten kleinerer Untermaxima, welche auf eine größere äquatoriale Strecke verteilt sind, als das Hauptmaximum von Re. Die Symmetrieeigenschaften sind im Großen betrachtet insofern als übereinstimmend anzusehen, als die Hauptmasse der Pole verhältnismäßig gleichmäßig beiderseits der Projektion von s angeordnet ist. Wir haben alles in allem eine durchaus gleichsinnige (homotaktische) Weiterbildung der einen Regelungsform in die andere, und es ist nur die Frage, welche von beiden die primäre ist, nach welcher Richtung also die Gefügeentwicklung ging.

Betrachten wir zunächst Fall IIc B der SANDER'schen Deduktionen. Danach wäre also Re bei der Holoblastenbildung bereits vorhanden gewesen und entweder a) durch Auslese bei der Umwachsung dezimiert und in Ri überführt oder b) infolge Translation und Einregelung dieser Re enthaltenden Holoblasten in Ri abgeändert worden. Die erstere Möglichkeit ist infolge Fehlens nachweisbarer Korrosionen an den Glimmern und Quarzen der eingeschlossenen Komponenten (die geringe Rundung der Plagioklase wurde bereits besprochen) abzulehnen, auch Fall b kommt nicht in Betracht wegen der mechanischen Unberührtheit der Einschlüsse und der „Keimregelung“ der Holoblasten selbst. Ein gleiches gilt für Fall IIc C aus den schon von SANDER erwähnten Gründen.

Es wäre noch an eine weitere Möglichkeit der Abänderung von Re in Ri zu denken. Dies ist die Verringerung des Regelungsgrades auf Grund einer „Desorientierung“ und zwar in dem Sinne, daß durch die Materialzufuhr und Kristallisation des Holoblasten eine \pm starke Verlagerung der primären Regelung, eine „Auflockerung“ erfolgte. Manche Beobachtungen an im Mikroklin eingelagerten Quarzen und Feldspäten, welche gelegentlich in der Art ihrer Verteilung den Eindruck machen, als ob sie als Füllung eines „Auges“ oder einer aplitischen Injektionslage ehemals zusammengehörten, aber ohne chemische und mechanische Beeinflussung lediglich etwas „auseinandergeschoben“ worden seien, deuten in dieser Richtung. Wenn die beiden vorher besprochenen Möglichkeiten für B vollständig abzulehnen waren, so ist diese dritte Möglichkeit bei der weiteren Gefügesynthese zunächst wohl noch im Auge zu behalten; es ist aber zu bedenken, daß diese Möglichkeit, Ri aus Re durch „Desorientierung“ abzuleiten, dadurch abgeschwächt wird, daß echte Gürtel, wie sie in den Diagrammen von Ri vorliegen, nicht ohne weiteres durch „Auflockerung“ aus gerichteten Biotithaufen entstehen — den Hinweis darauf verdanke ich Herrn Prof. SANDER. Die hierzu notwendige, gerichtete Auflockerung könnte nur entweder auf eine gleichsinnige, parakristalline Rotation der umschließenden Mikrokline, oder auf deren Gitter überhaupt zurückführbar sein. Das Erstere ist kontrollierbar durch Beobachtung von Einschlußwirbeln im Sinne SCHMIDTS, welche hier fehlen, das zweite wird widerlegt durch die Ähnlichkeit der Gürtel von Ri in ganz verschieden orientierten Mikroklinholoblasten (Fig. 8 und 9).

Aus der vorstehenden Besprechung geht hervor, daß Fall B und C — mit der Ausnahme der Möglichkeit einer Desorientierung, auf welche bei der weiteren Gefügesynthese noch etwas zu achten wäre — schon mit einiger

Sicherheit ausgeschlossen werden kann. Es bleibt somit nur Fall A, also die Regel: »Re aus Ri entstanden«.

Da auf Grund der Keimregelung der Holoblasten sowie ihrer mechanischen Unverletztheit, auf das Fehlen einer merklichen Durchbewegung seit ihrer Entstehung geschlossen werden muß, können, wenn die Ausgestaltung des Gefüges erst nach der Mikroklinbildung erfolgte, als regelnde Vorgänge vorerst nur Kristallisationen im Gefüge angenommen werden, welche bereits vorhandene Keime etwa unter Wachstumsauslese weiterbilden oder welche infolge voraufgegangener mechanischer Beanspruchung Rekrystallisationen ermöglichen könnten. Die Beantwortung dieser Fragen bleibt der weiteren Gefügeanalyse der vorliegenden Einschlüsse vorbehalten, welche die noch verbleibenden Lücken schließen soll.

Für die Herkunft unserer Schollen ist die Feststellung »Re aus Ri« oder umgekehrt von ebenso untergeordneter Bedeutung, wie sie für die allgemeine Geschichte dieser Einschlüsse wichtig ist. Für die Herkunft hat indessen die Feststellung, daß in jedem Falle ein Tektonit mit Scherungsachse „B“ vorliegt, eine große Wichtigkeit, ebenso die Gewißheit, daß, wie aus der Gleichheit der Quarze und Feldspäte in den Holoblasten mit denen außerhalb hervorgeht, keine wesentliche Stoffzufuhr nach der Mikroklinbildung, sondern nur mehr Kristallisationsakte einer noch zu ermittelnden Art stattgefunden haben können, welche sich ohne gleichzeitige mechanische Deformationen abspielten.

Dieses ist insofern für die Beurteilung der Entstehung des Gesteins von Bedeutung, als es gelingen muß, diesen sich zeitlich gut heraushebenden Vorgang der Mikroklinbildung auch in seiner stofflichen Wirkung gegenüber dem Gestein, das er vorfand, zu erfassen.

Bemerkungen zu den Diagrammen:

Fig. 6 und 7 beziehen sich auf Schlitze der im Granit eingeschlossenen Schollen. Die Orientierung der Schlitze wurde S. 255 gegeben. (155° F 25 NO, bzw. 150° F 20 NO.) Das Gestein ist etwa \perp zu s und \parallel zu dem äquatorial gut hervortretenden Biotitgürtel geschnitten. Die durch diesen festgelegte B-Achse steht etwa \perp auf der Zeichenebene.

Fig. 8—11 zeigen die Anordnung (si) der Biotite in verschiedenen orientierten Mikroklinwirlen mit deutlich erkennbaren Gürteln. Die Schlitze sind ebenfalls Str. 150° F 20 NO orientiert.

Die Diagramme enthalten:

- Fig. 6. Biotit in se, 443 Pole von 001.
- „ 7. Biotit in se, 415 Pole von 001.
- „ 8. Biotit in si des Mikroklin, 248 Pole von 001.
- „ 9. Biotit in si des Mikroklin, 290 Pole von 001.
- „ 10. Biotit in si des Mikroklin, 283 Pole von 001.
- „ 11. Sammeldiagramm aller gemessenen Biotite in si des Mikroklin, 821 Pole von 001.

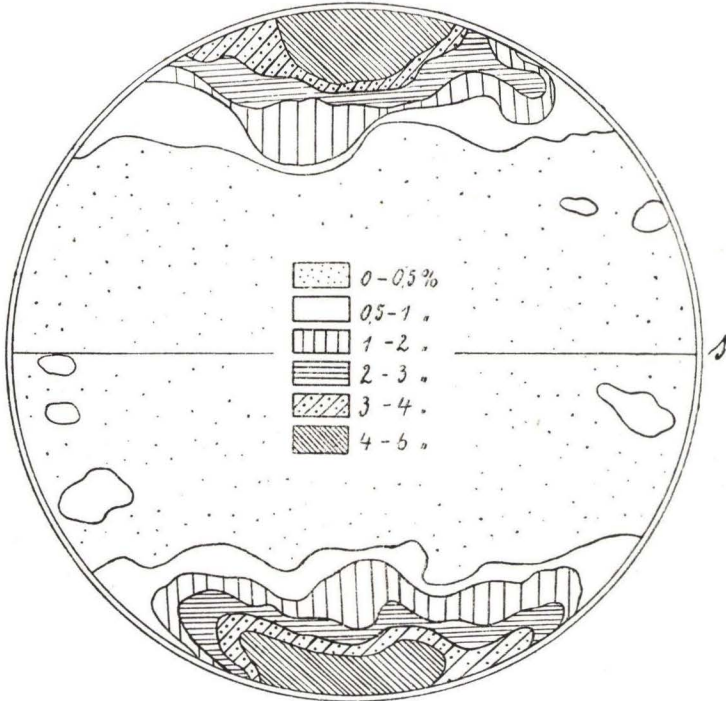


Fig. 6

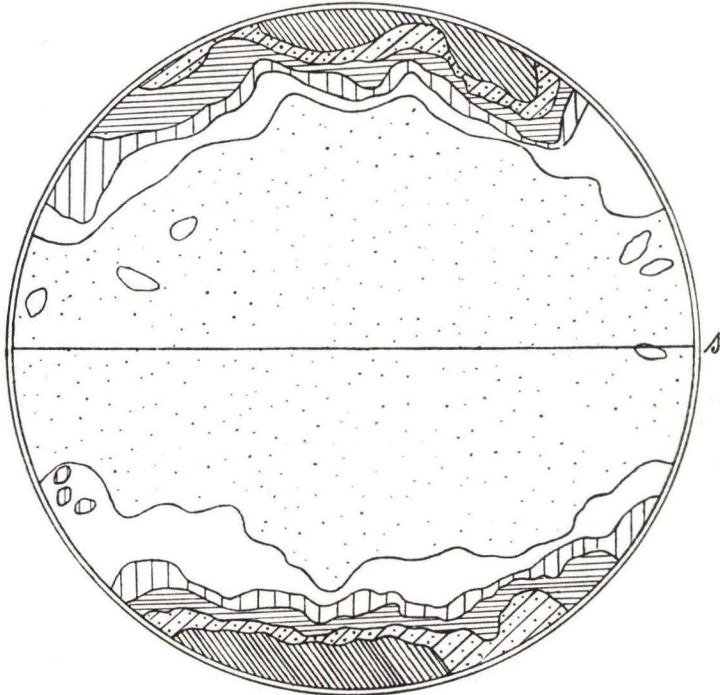


Fig. 7

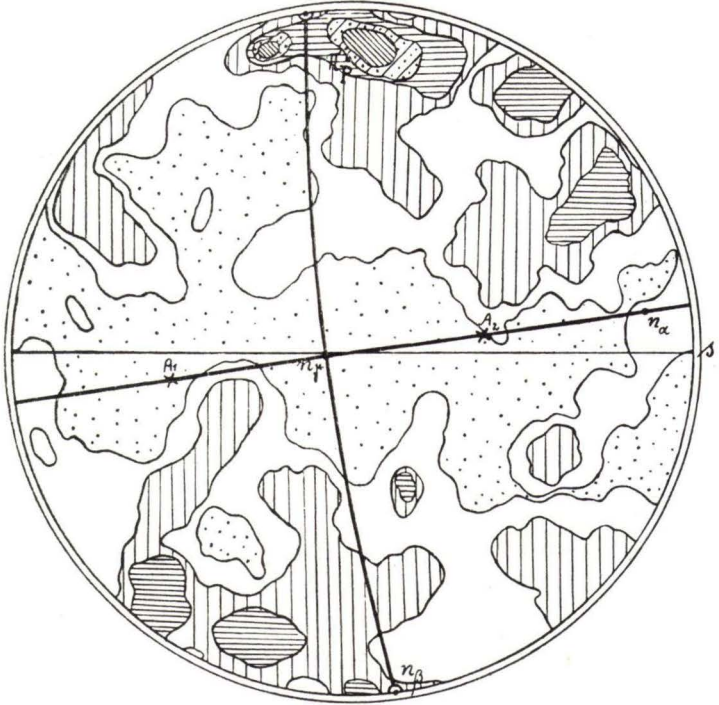


Fig. 8

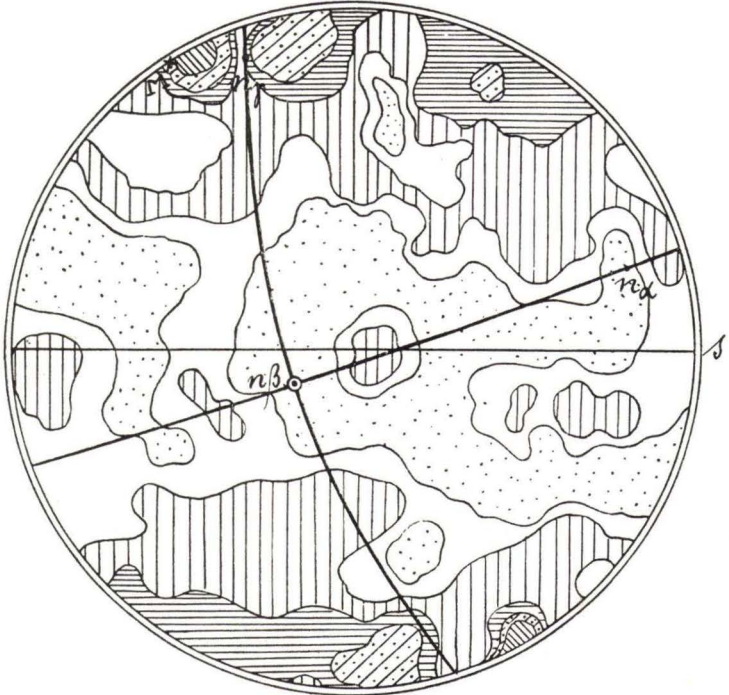


Fig. 9

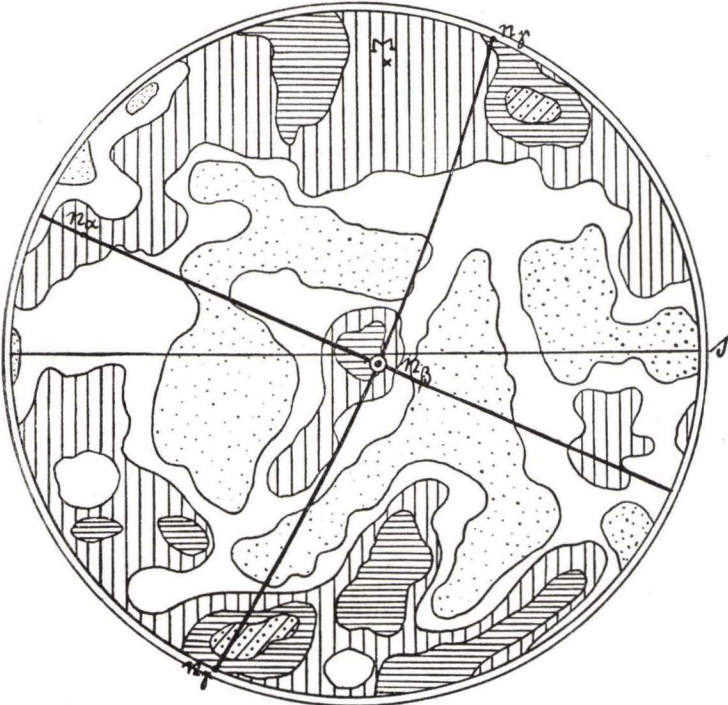


Fig. 10

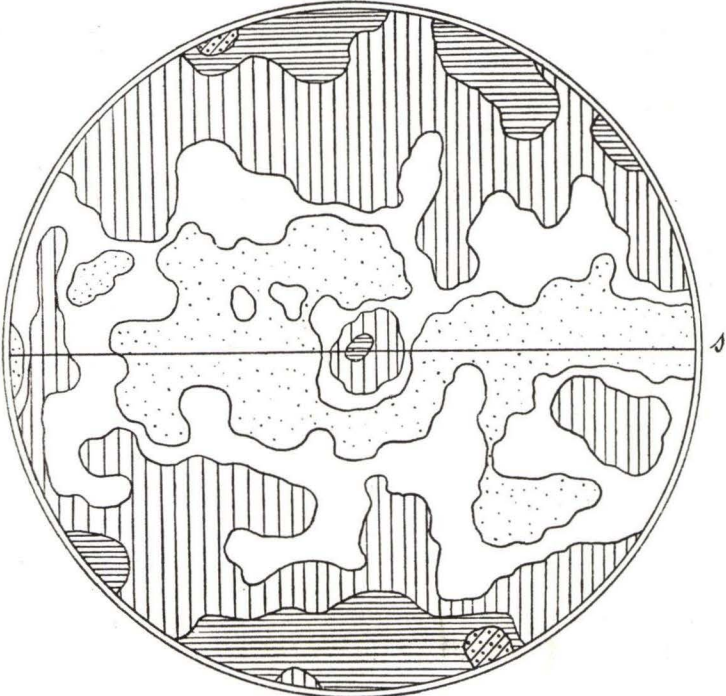


Fig. 11

III.

In dem vorhergehenden Kapitel hat sich zeigen lassen, daß die Einschlüsse im Granit des Fürstenholzes zwei zu verschiedenen Zeiten erfolgende Materialzufuhren erlebt haben, eine unter Durchbewegung erfolgende Injektion aplitischer Schmelze, deren Mineralkomponenten von den späteren Holoblasten umschlossen werden und eine statische, ohne Durchbewegung erfolgte Imbibition von Mikroklinsubstanz, gefolgt von weiterer kristalliner Ausgestaltung des Gefüges und ohne erkennbare, wesentliche Materialzufuhr im Grundgewebe.

Aus der faktischen Beobachtung an Stellen, wo in den Schollen eine Anhäufung der Mikrokline nach dem Granit zu stattfand, aus dem Mangel an Korrosionen an den in Berührung mit dem Mikroklinholoblasten stehenden Grundgewebsgemengteilen etc., ließ sich mit Sicherheit die Zuführung von Mikroklinsubstanz i. w. als Ganzem folgern.

Eine chemische Analyse des Materials der Einschlüsse gibt also den Stoffbestand des Einschlußmaterials an sich zuzüglich der durch die beiden Metamorphosen hervorgerufenen Substanzzufuhr wieder.

Gelingt es, die Menge des aus dem umschließenden Granit zugeführten Materials durch quantitative Behandlung sicher zu stellen, und zieht man sie von den Analysenwerten ab, so muß sich — wieder auf 100 umgerechnet — eine Zusammensetzung ergeben, die jener des Ausgangsgesteins stark genähert ist, da sie nicht mehr den Stoffbestand der Holoblasten enthält.

Da man aber wohl nie in der Lage ist — außer bei ganz scharfen lagenartigen Injektionen oder gut begrenzten, sicher zugeführten sekundären Holoblasten — die Menge der zugeführten Minerale quantitativ genau festzustellen, so muß versucht werden, einen angenähert richtigen Wert für die wenigstens in einer der metamorphen Phasen eingedrungenen Stoffe zu erhalten. Eine Kenntnis der genauen Menge der fraglichen Minerale ist schon deshalb zunächst nicht nötig, weil es ja vor allem auf den Richtungssinn ankommt, nach welchem die Veränderung im Chemismus vor sich geht. Wählen wir zur Darstellung dieser Verhältnisse BECKES Si-U-L-System, so ist es von Bedeutung zu wissen, in welcher Weise der Projektionspunkt der Gesamtanalyse nach Abzug der eingewanderten Minerale sich nach oben (Eruptivfeld) oder unten (Sedimentfeld) verschiebt.

Entfernen wir aus den vorliegenden Analysen einen Teil des durch Imbibition zugeführten Mikroklinmaterials, so ist anzunehmen, daß der Projektionspunkt sinkt. (Er müßte übrigens noch stärker sinken, wenn nur Alkalisilikatzufuhr angenommen würde!) An sich würde nun eine geringe Veränderung in der Höhenlage noch nichts Ausschlaggebendes bedeuten. Wir haben aber ein Material vor uns, welches mehrfach unter Stoffzufuhr metamorphosiert wurde. Ziehen wir nun einen geringen Prozentsatz Or-Molekel für die Mikroklinholoblasten ab und erhalten bereits eine Lage des Projektionspunktes im Sedimentfeld, so ist mit Sicherheit anzunehmen, daß in unserem Gestein sedimentäres Ausgangsmaterial vorhanden ist, denn die durch die erste Injektion zugeführte Plagioklasssubstanz ist ja noch ganz unberücksichtigt geblieben.

Durch Auszählen an geeigneten größeren Gesteinsplatten der Schollen läßt sich ein ungefähre Minimalgehalt an Mikroklinsubstanz der Holoblasten zu 8% annehmen. Wahrscheinlich aber ist er nicht unbeträchtlich höher, da ja nur die großen Holoblasten gemessen werden können, während die zahlreichen

kleineren, im Grundgewebe enthaltenen Mikrokline sich der direkten Messung entziehen.

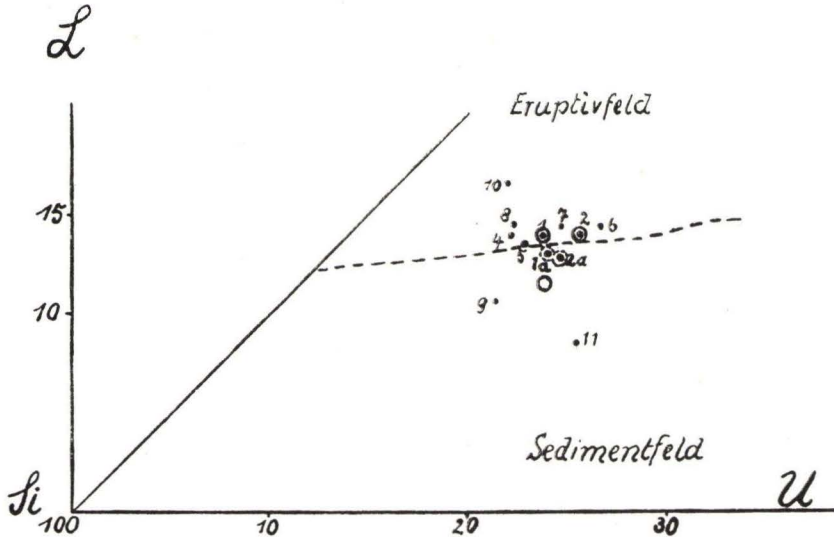


Fig. 12.
Si—U—L Projektion der aufgeführten Analysen.

Nehmen wir also den genannten Mikroklingehalt von 8% (resp. 10% für Analyse 2) an, so erhalten wir entsprechende Projektionspunkte 1a und 2a (Fig. 12), und zwar im Sedimentfeld. Ein ähnliches Gestein, das ebenfalls die großen Mikrokline führt, welches aber an der Stelle, wo die Analysenproben entnommen wurden, nur kleinere Holoblasten enthielt, zeigt Analyse 3. Es stammt aus dem großen Bruch bei Einzendobelmühlen (westliches Pannholz, „Gramlet“) c. 800 m nordöstlich von Felsching, wo es in einer Mächtigkeit von vielen Kubikmetern ansteht, gehört also dem „Pannholzdiorit“ SCHOLTZ' an. Es ist unregelmäßig und schlierig ausgebildet und zeigt keine makroskopisch erkennbare Paralleltexur. Die Struktur ist oft die typische Hornfelsstruktur, Quarz-Feldspatpflaster mit blastischen Plagioklasen, wie ich sie seinerzeit (l. c.) bereits beschrieben habe.

Der Projektionspunkt dieser Analyse fällt mit Nr. 1 (Große Scholle des Fürstenholzes) vollkommen zusammen. Eine weitere, leider infolge Verlusts des Analysenmaterials unvollständig gebliebene Analyse aus dem gleichen Bruch ist folgende:

SiO ₂	66.63	MgO	1.55
Al ₂ O ₃	15.87	CaO	2.93
Fe ₂ O ₃	0.50	Na ₂ O	2.54
FeO	3.84	K ₂ O	2.95

Ihr Projektionspunkt fällt mit Si = 64.5, U = 24, L = 11.5 an die durch einen Kreis in Fig. 12 gekennzeichnete Stelle im Sedimentfeld. Über diese Verhältnisse soll an anderer Stelle noch ausführlicher berichtet werden. Auf Grund der Analyseergebnisse kann sowohl für die Vorkommen im Fürstenholz wie im Pannholz an der Beteiligung sedimentären Materials am Aufbau der „dioritischen“ Gesteine nicht im geringsten mehr gezweifelt werden.

	1*)	2*)	3*)	4	5	6	7	8	9	10	11
SiO ₂	65.31	62.75	65.92	67.64	66.32	61.55	64.29	67.78	71.29	65.92	68.87
TiO ₂	0.75	1.04	0.81	0.40	0.57	0.92	0.46	0.08	0.10	0.39	—
Al ₂ O ₃	16.48	17.65	16.89	16.64	13.64	17.60	16.37	15.63	13.54	16.04	16.42
Fe ₂ O ₃	0.96	0.57	1.22	1.15	2.31	2.18	2.18	1.25	1.00	1.14	1.92
FeO	3.16	3.37	3.06	1.88	3.12	2.80	2.58	2.71	2.85	3.26	2.06
MnO	0.08	0.08	Sp.	0.06	0.17	0.09	—	0.07	0.05	—	—
MgO	1.42	1.90	1.21	1.05	2.32	2.19	2.06	1.55	2.22	0.76	2.54
CaO	3.48	4.12	2.81	3.98	2.57	3.42	3.54	3.22	3.02	2.02	4.64
Na ₂ O	3.55	3.60	3.96	4.49	4.21	3.37	3.65	4.77	3.14	4.40	1.25
K ₂ O	3.23	2.82	3.33	1.54	2.62	3.83	3.60	2.39	1.58	5.82	1.10
P ₂ O ₅	0.32	0.40	0.61	0.29	0.32	0.08	0.13	0.01	0.17	0.20	—
SO ₃	Sp.	Sp.	—	0.06	0.10	0.04	0.11	—	—	0.08†)	—
CO ₂	0.07	0.12	—	0.28	0.41	0.50	—	—	—	—	—
H ₂ O ⁻¹⁰⁵	0.12	0.19	—	} 0.65	0.26	0.06	0.19	} 0.64	} 0.58	} 0.44	} 1.12
H ₂ O ⁺¹⁰⁵	0.64	0.96	0.88		0.63	0.86	0.95				
	99.57	99.57	100.70	100.11	99.57	99.49	100.11	100.10	99.54	100.41	99.91
Si	62.3	60.2	62.3	63.7	63.5	59.1	60.8	63.1	67.8	61.3	66.2
U	23.7	25.6	23.7	22.2	22.9	26.6	24.6	22.3	21.3	21.9	25.3
L	14.0	14.2	14.0	14.1	13.6	14.5	14.6	14.6	10.9	16.8	8.5

*) Anal. Dipl.-Ing. W. Schäffer. (Analysen 1—3 noch unveröffentlicht).

†) 0,08 S. Daher ist von der Endsumme abzuziehen O=S: 0.04%.

Gesteine von Fürstenstein.¹⁾

1. Große Scholle, umgeben von schlierigem Passauer Wald-Granit mit noch erkennbaren Injektionslagen, Titanit-führenden „Augen“ und Mikroklinholblasten. Großer Bruch Fürstenholz.
2. Dunkle, feinkörnige Scholle, ca. 0,8×0,3 m, aus dem Passauer Waldgranit, mit Titanit-führenden „Augen“ und kleineren Mikroklinholblasten. Bruch am Bahnhof Fürstenstein.

Als Gegenüberstellung zu Gestein 1 und 2:

3. Feinkörniges, graues Gestein mit z.T. gut erhaltener Hornfelsstruktur, oft große Mikroklinholblasten führend. Bruch ca. 800 m. n. von Felsching, westliches Pannholz.

1a. und 2a. der Fig. 12. Analyse 1 und 2 abzüglich 8 resp. 10% Kalifeldspatmolekel.

Zum Vergleich:

Gesteine aus dem Odenwald.

4. Hornfelscholle mit Oligoklasholblasten (Plagioklas-Biotitgneis), quarzreich, titanitführend. — Bruch der Dtsch.-Steinindustrie A.-G. Zwingenberg. Vergl. DRESCHER, Notizbl. V. Folge, 8. Heft. 1926. S. 263.
5. Schieferhornfelscholle aus dem Granit von Waldmichelbach. Vergl. G. KLEMM, Notizbl., V. Folge, 5. Heft. 1923. S. 15.

¹⁾ Die Anfertigung der Analysen 1—3 bei der Chem. Prüf.-Stat. f. d. Gewerbe, Darmstadt, durch Herrn Dipl. ing. W. SCHÄFFER wurde durch das freundliche Entgegenkommen Herrn Bergrats SCHOTTLER, Direktors der Geolog. Landesanstalt, ermöglicht, wofür ich auch an dieser Stelle ganz besonders danken möchte. Dr.

6. Mischgestein von Biotitgranit und glimmerreichen Hornfels. Bruch n. der Haltestelle Aschbach bei Waldmichelbach. G. KLEMM, Notizbl. V. Folge. 8. Heft. S. 136. — Vergl. hierbei auch Analysen 8 u. 9 (l. c.).
7. Mischgestein von Granit und Schiefer. Mittlerer Bahatunnel bei Weinheim, a. gl. O., Analyse 7.

Gesteine des Friedeberger Massivs.

8. Hornfelsartiger Plagioklas-Biotitgneis mit Oligoklasporphyroblasten (Mährisch-Schlesien) als Band in älterem Gneisgranit. Bruch Sanner, Naasdorf. Vergl. F. K. DRESCHER, N. J. f. Min. B. Bd. LIV. Abt. A. 1926. S. 243.
9. Hornfelsartiger Quarzbiotitgneis, Ausgangsmaterial von Nr. 8 als konkordante Einlagerung in injizierten Schiefer. (Vom selben Ort.)

Einschlüsse des Riesengebirgsgranites.

10. Basische Schliere östlich vom Perschelstein. Vergl. G. BERG, Der Granit des Riesengebirges und seine Ganggesteine. Abh. d. Pr. Geol. L.-A. N. F. Heft 94. 1923.
11. Basische Schliere, Vorderberg bei Lomnitz. (Vergl. G. BERG, l. c.)

Zum Vergleich sind anschließend unter Nr. 4—11 Analysen von Hornfelsen und Mischgesteinen aus Schiefer und Granit aus dem Odenwald und Schlesien gegeben, deren Herkunft in dem geschilderten Sinne keinem Zweifel unterliegt. Mineralbestand und Struktur ähnelt weitgehend unseren Fürstensteiner Typen. Welche Unterschiede durch Wechsel des Ausgangsmaterials sowie verschieden starker Aufarbeitung und Injektion granitischen Materials, besonders Alkalien, auftreten können, zeigt Analyse 10 und 11. Genauere Ermittlung der Ausgangsgesteine und Feststellung der chemischen und mineralogischen Veränderungen Edukt-, „basischer Einschluß“ ist gerade für derartige Fälle erwünscht und zurzeit am Darmstädter Institut bezüglich eines alpinen Vorkommens in Bearbeitung.

Kurz zusammenfassend läßt sich bezüglich der Einschlüsse der Brüche des Fürstenholzes und Bahnhofs Fürstensteins sagen, daß sie verhältnismäßig feinkörnige Schiefereinschlüsse darstellen, welche bereits früh als B-Tektonite mit einheitlicher Scherungsachse (kenntlich an der Regelung der Biotite in Mikroklinholoblasten) ausgebildet waren und später (vorbehaltlich einer weiteren auf S. 261, 3. Absatz besprochenen Möglichkeit) eine kristalline Weiterbildung durch Kristallisationsvorgänge, veranlaßt durch den Granit, erfuhren. Der Chemismus dieser Schieferreste zeigt große Übereinstimmung mit ganz ähnlichen, auch im Mineralbestand übereinstimmenden Schiefer- und Hornfelseinschlüssen verschiedener anderer Fundpunkte (Odenwald, Schlesien).

Geolog.-Mineralogisches Institut der Technischen Hochschule zu Darmstadt
im April 1928.

Ueber eine sogenannte Basaltbreccie in der Kreide-Tertiär-Formation von Westgrönland.

Von H. K. E. KRUEGER.

Mit 3 Abbildungen im Text.

Schon die älteren Karten der geologischen Aufnahmen der grönländischen Westküste zeigen auf der Insel Disko, den Halbinseln Nugsuak und Svartenhuk ein Gebiet jüngerer Formationen, die aus Sedimenten der Kreide und teilweise des Tertiärs bestehen, die von basaltischen Gängen durchsetzt und von basaltischen Decken überlagert werden. Daneben finden sich große Teile dieses Gebietes, die vom Meeresspiegel an ganz aus übereinanderliegenden Basaltdecken bestehen und ohne Zwischenschaltung von Sedimenten direkt der archaischen Formation aufliegen. Diese Decken zeigen häufig eine Wechsellagerung von dichten Basalten und Basaltmandelsteinen. Dabei finden sich in den dichten Basalten häufig auf Spalten reichliche sekundäre Ausfüllungen von Zeolithen, während in den Mandelsteinen die Mandeln von solchen Zeolithen, hauptsächlich Chabasit, erfüllt sind.

Neben diesen Basalten wird als etwas Besonderes auf den älteren Karten eine Basaltbreccie angeführt. Diese Breccie findet sich nach Angabe der Karten an vielen Stellen. Die beigegefügte Kartenskizze (Fig. 1) gibt rechts die vom Inlandeis zum größten Teil überdeckte archaische Formation, westlich (weiß gelassen) die Kreide-Tertiär-Basalt-Formation und darin (schwarz eingetragen) die bekannten Vorkommen dieser Breccie. Diese sind zunächst: ein Vorkommen an der Südspitze von Disko bei Godhavn, ferner im innersten Teil des Diskofjordes an der Westküste. Weitere Vorkommen liegen nördlich der Kohlengrube Kudtlisat und noch weiter nordwestlich im Vaigat. Auf der Halbinsel Nugsuak werden derartige Breccien an der Südküste angegeben, an der westlichen Umbiegung der Küste und bei Niakornat an der Nordküste. Auf Svartenhuk schließlich ist ein Vorkommen an der Ostküste bekannt. Alle diese Vorkommen liegen an der Küste und stehen direkt über dem Meeresspiegel an.

STEENSTRUP (Lit. 1), auf den diese Aufnahmen in der Hauptsache zurückgehen, spricht von den fraglichen Vorkommen als vollständige Breccie mit Palagonit als Bindemittel. „In dieser Breccie finden sich außer scharfkantigen Basaltbruchstücken Partien von schön abgesondertem Säulenbasalt, wie auch eine Menge nahezu kugelrunder Lavastücke, die vollständig Bomben von vulkanischen Ausbrüchen gleichen. Die Ausbreitung dieser Breccie, soweit ich Ge-

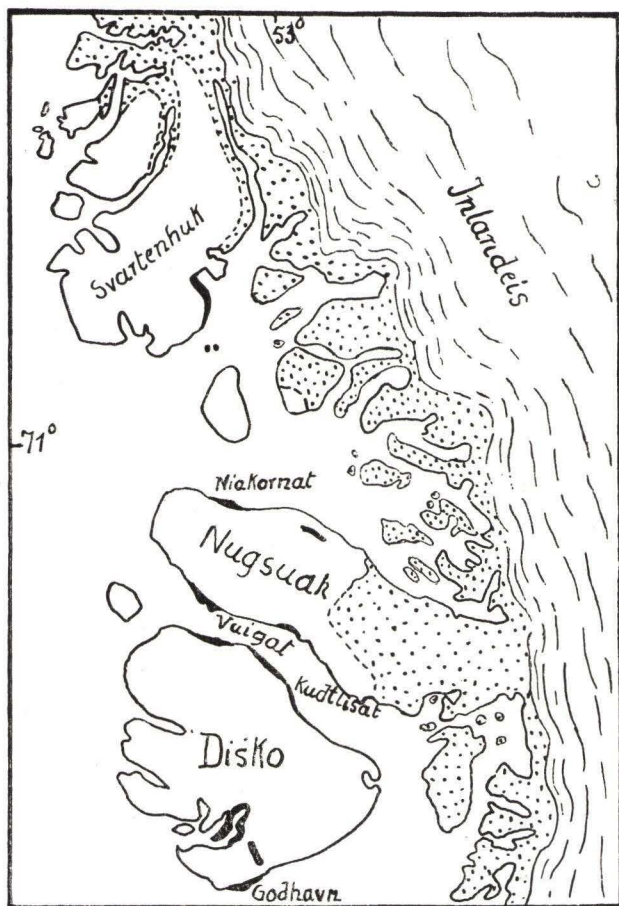


Fig. 1.

legenheit hatte, sie kennen zu lernen, ist auf der Karte angegeben, aber zukünftige Untersuchungen werden ohne Zweifel deren Vorkommen über weit größere Strecken erweisen, so daß man der ausgeprägten Nordsüdrichtung, in der die bisher nachgewiesenen Tuffvorkommen liegen, wenigstens vorläufig keine besondere Bedeutung beimessen kann. Was die Mächtigkeit dieses Tuffes angeht, so kann man anführen, daß der Berg Salisat bei Niakornat, der ganz daraus besteht, nahezu eine Höhe von 302 m hat. In diesem Gestein zeigt sich eine gewisse unvollkommene Lagerung, die zuweilen, wie bei Godhavn, horizontal ist, aber an anderen Stellen, wie bei Niakornat, unter steilem Winkel einfällt, z. B. am Salisat 40° nach Süden.“ — In der Unterschrift der beigegefügte Tafel wird das Gestein als vulkanischer Tuff, eine Mischung von Asche, Schlacke und vulkanischen Bomben bezeichnet, dessen Bindemittel zum Teil Palagonit sei. Die beigegefügte Karte gibt dann die Angabe Palagonit mit einem Fragezeichen.

Es zeigt sich in diesen zitierten Auslassungen, daß STEENSTRUP die Begriffe Breccie und Tuff vollkommen gleichstellt als synonym, was nach meiner

Ansicht mit Hinblick auf später anzuführende Umstände nicht ohne weiteres angebracht erscheint, wie ja auch SALOMON (Lit. 2) die Eruptivprodukte vulkanischer Tätigkeit in verschiedene Unterstufen einteilt, je nach der Höhe der Schmelzflußtemperatur.

RAVN (Lit. 3) erwähnt diese Vorkommen einfach als Tuffe, BOEGGILD (Lit. 4) gibt, und das scheint mir wichtig, keinerlei Trennung von den übrigen Basalten. Er erwähnt nur einmal kurz vorkommende Breccienmassen.

Dagegen beschreibt HEIM (Lit. 5) das Vorkommen von Niakornat als gröbere und feinere Breccienbänke, die mehrere hundert Meter mächtig sind, mit ausgesprochenem, etwa 40° steilem Ostfallen und mehr oder weniger starker vertikaler Klüftung. „Bis Kubikmeter große, scharfkantige Basaltblöcke findet man als Bestandteile der Breccie. Die scharfeckigen Basaltbrocken, worunter Basalt und Basaltmandelstein vorkommt, sind fest eingebettet in teilweise glasige Grundsubstanz. Zwischen den Einschlüssen und in unregelmäßigen Klüften sind sekundär wieder weiße Zeolithe abgesetzt.“

Zunächst fällt der Widerspruch zu den Angaben STEENSTRUPS über die Lagerungsform auf, dort unvollkommene Lagerung mit Südfallen, hier ausgesprochene Lagerung mit Ostfallen. Es scheint also eine ganz lokal bedingte Änderung der Lagerung vorzuliegen. Weiterhin ist es nicht recht verständlich, wieso Basaltblöcke in eine glasige „Grundsubstanz“ eingebettet sein sollen. Dies würde ja einen tiefgreifenden Wechsel im physikalischen Zustande der Schmelzmasse erfordern, welche dem Basaltstrom folgte, der die Blöcke lieferte.

HEIM bemerkt weiterhin, daß diese Breccien auf Disko und Nugsuak weit verbreitet seien, ohne nähere Lageangaben zu machen. Er erwähnt aber ein weiteres Vorkommen als Basis der basaltischen Decken über den Sedimenten bei Kaersut an der Nordküste von Nugsuak, das in einer Meereshöhe von 1050 m ansteht. Dabei betont er, daß dieses Vorkommen unzweifelhaft jünger als die Kreidesedimente sei. Während sonst meistens Angaben über die Mächtigkeit dieser einzelnen Breccienbänke fehlen, gibt HEIM hier die Mächtigkeit einer unteren, grünlichschwarzen Bank mit 20 m, die der darüberliegenden sehr groben von tiefbrauner Farbe mit 60 m an.

Weiterhin stellt HEIM über die Entstehung dieser Breccien folgende Erwägungen an: „Die Entstehung so außerordentlich mächtiger Basaltbreccien, wie besonders derjenigen von Niakornat, ist mir in der Natur, wie heute nach mancher Überlegung noch rätselhaft geblieben. Man könnte einzelne Breccienlager wohl am ehesten erklären durch die Annahme, daß die im Innern noch flüssige oder zähe Basaltlava wieder in Bewegung geriet, so daß sich die zerbrechenden Krusten mit der flüssigen Lava mischen konnten. So wäre gleichzeitig auch durch rasche Abkühlung die oft glasige Beschaffenheit des Bindemittels der Breccie erklärt, die ich sonst in der Basaltgruppe nicht gefunden habe.“ Das beigegebene, sehr gute Bild zeigt deutlich säulen- und plattenartige Absonderungen in dieser Decke.

Ich selbst (Lit. 6) hatte nicht Gelegenheit, das Vorkommen von Niakornat zu besuchen, konnte auch dem Vorkommen bei Kaersut keine genügende Zeit widmen. Dagegen hatte ich während eines mehrtägigen Aufenthaltes Gelegenheit, die Basaltbreccie bei Godhavn auf Disko genau zu besichtigen. Es ergibt sich morphologisch ein Bild, das der von HEIM gegebenen Aufnahme bei Niakornat genau entspricht. Eine eingehendere Untersuchung zeigt dann, daß diese Basaltlage aus einzelnen Säulen besteht, die zum großen Teil im Durch-

schnitt eine deutliche sechseckige Form aufweisen und oft dicht ineinander verschränkt sind, teilweise aber auch durch Unterteilung infolge von Verwitterungsvorgängen kugelförmige Gestalt angenommen haben (Lit. 7), wodurch sie an vulkanische Bomben erinnern. Daneben finden sich auch häufig die plattenförmigen Absonderungen (vergl. Niakornat). Die Trennungsklüfte dieser Absonderungen stehen senkrecht. In größeren Fugen findet sich dann eine Zwischenfüllung, die leichter verwittert als das Gestein der Säulen, so daß diese vielfach zackenartig emporragen. Außerdem aber verwittert das Gestein selbst zu eigenartig gleichmäßigen Brocken von Erbsen- bis Kirschengröße, so daß Vertiefungen und ebene Oberflächenpartien vollkommen von diesem Grus erfüllt und bedeckt sind. Daß diese Form der Grusverwitterung aus der Zusammensetzung des Gesteins sich ergibt, zeigt sich an den, der Witterung ausgesetzten Querschnitten der Säulenoberflächen besonders gut, da diese ein eigenartiges, pockennarbiges Aussehen mit hellen Flecken haben, das stark an das Aussehen sogenannter Sonnenbrenner bei deutschen Basalten erinnert. Dadurch ergab sich zuerst der Gedanke, daß es sich hier auch um ähnliche Erscheinungen handeln könnte.

Die Lage der bisher bekannten Breccienvorkommen ist nun eine derartige, daß der Gedanke nicht ganz von der Hand zu weisen wäre, daß es sich bei dieser eigenartigen Ausbildung sozusagen um eine Randfacies handle, die überall nur an den Rändern der Vorkommen gegen andersartiges Nebengestein etwa vorhanden wäre, bei der heutigen Gestaltung der Küsten und Inseln, die natürlich tektonisch bedingt ist, also direkt am Meere. Demgegenüber war es nun besonders interessant, daß es mir gelang, im Blaesetal, das östlich von Godhavn in nördlicher Richtung in das Innere der Insel einschneidet, noch auf eine Entfernung von mindestens 8 km von dem Vorkommen bei Godhavn und der Küste eine ganz ähnliche Basaltlage in Höhe des Talbodens am Hange festzustellen, die in ihrer morphologischen Gestaltung sowohl, wie im Bild des Handstückes ein durchaus gleiches Aussehen hat. Auch hier findet sich das pockennarbiges Aussehen der Oberfläche, wenn auch die Absonderungsformen oft mehr die kugelige Unterteilung zeigen als eine scharfumgrenzte Ausbildung von Säulen oder Platten.

Von diesen beiden Fundstellen wurden Proben genommen und zunächst der petrographischen Untersuchung unterzogen. Dabei ergab sich, wenn auch eine große Ähnlichkeit zu erwarten war, eine doch überraschende, fast vollkommene Übereinstimmung der Schlibfbilder in der Zusammensetzung und strukturellen Ausbildung, so daß man die Schlibfe an sich ohne Herkunftsbezeichnung nicht unterscheiden konnte. Schon dieser eine Umstand spricht gegen die Annahme, daß es sich um einen Tuff handle, denn bei einem derartigen Ablagerungsvorgang ist auf so weite Erstreckung nicht eine solche vollkommene Übereinstimmung in der Zusammensetzung zu erwarten. Die mikroskopische Untersuchung ergab folgendes:

Der Dünnschliff zeigt in einer besonders feinkörnigen und gleichmäßigen Grundmasse verhältnismäßig zahlreiche — etwa 8—10% — und große, klare Plagioklaseinsprenglinge. Federowmessungen ergaben einen basischen Labradorit mit etwa 68% Anorthit. Die Grundmasse besteht der Hauptsache nach aus zahlreichen kleinen Augitkörnchen, langen Feldspatleisten und ziemlich viel Erz. Gelegentlich finden sich Andeutungen einer ophitischen Struktur, im großen und ganzen aber herrscht ein mehr körniges Gefüge vor. Größere

Augite sind nicht sehr häufig, desgleichen Olivin, der immer deutliche Serpentinisierungserscheinungen zeigt. Das recht reichlich vorhandene Erz, in der Hauptsache wohl titanhaltiger Magnetit, hat eine ganz charakteristische Umwandlung durchgemacht. Schon der erste Eindruck bei der Betrachtung mit schwächeren Systemen zeigt häufig sehr unscharfe Konturen des Erzes. Stellenweise finden sich auch größere, aus kleinen Körnchen bestehende, bräunliche Partien mit den einzelnen Erzbröckchen vergesellschaftet. Unter starker Vergrößerung läßt sich dann zeigen, daß diese Körnchen höchst wahrscheinlich Gelmassen darstellen, die aus der Umwandlung des Erzes hervorgegangen sind. Mitunter sind ganze Erzindividuen vollständig in diese neue, eisenhaltige Gelform übergeführt.

Zeolith und Feldspatvertreter wurden nicht angetroffen, in beschränktem Maße dunkles Gesteinsglas, zum Teil auch chloritische Substanzen, die wohl aus der Verwitterung von Olivin oder auch Augit hervorgegangen sind. Immerhin scheinen durch die Umbildungsvorgänge, welche das Erz ergriffen haben, und durch die Anwesenheit von Glas im Gestein reichlich innere Spannungen vorhanden zu sein, fast in jedem Schliff zeigen sich feine Risse, welche das Gestein durchziehen, aber keinen Mineralbelag erkennen lassen. Auch im Handstück ist das Gestein auf der Oberfläche sehr rissig und zerfällt zum Teil leicht in einzelne Bröckchen, zeigt auch gelegentlich hellere Flecken auf dunklerem Grunde und macht somit ganz den Eindruck eines typischen Sonnenbrandgesteins.

Um nun die Frage, ob es sich um einen Sonnenbrenner handle, zu entscheiden, wurde von dem Vorkommen bei Godhavn das Stück einer Säule ausgesucht, ein Querschnitt dieser Säule geschnitten, poliert und den im hiesigen Institut seit langem ausgebildeten Methoden (Lit. 8) der Untersuchung auf Sonnenbrand unterzogen. Durch 48stündiges Kochen in destilliertem Wasser besonders ergab der Anschliff, der vor dem Kochen im Innern kaum makroskopisch wahrnehmbare Risse zeigte, das Bild, wie es die Figur 2, nach einer Photographie gezeichnet, zeigt. Zwischen den Rissen sind verschiedene helle Flecken aufgetreten, von denen häufig die Risse allseitig ihren Ausgang nehmen, so daß spinnenartige Muster entstehen. Die Platte ist vollkommen von einem

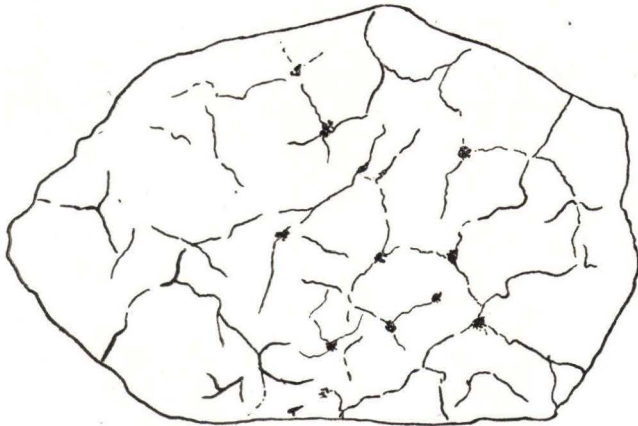


Fig. 2.

Netz feiner und feinsten Risse durchzogen, die den Querschnitt der Säule in einzelne kleine Brocken teilen, deren Größe dem Grus der Verwitterungsprodukte an Ort und Stelle des Vorkommens recht gut entspricht. Man darf also mit der in diesen Fragen heute möglichen Gewißheit sagen, daß es sich hier um ein typisches Sonnenbrandgestein handelt, das auf weite Erstreckung hin die unterste Lage der basaltischen Ablagerungen dieses Gebietes der grönländischen Westküste bildet. Es bliebe wohl noch die Frage offen, ob es sich bei dem Vorkommen von Niakornat nicht um etwas Anderes handle. Doch scheint dies um so unwahrscheinlicher, als das morphologische Bild (HEIM) genau übereinstimmt und die beiden Vorkommen von STEENSTRUP, der beide kannte, gleichgesetzt werden.

Weiterhin wurde von dem Vorkommen von Godhavn, und zwar von demselben Handstück, an dem die Untersuchung auf Sonnenbrand durchgeführt wurde, eine chemische Analyse angefertigt, die folgendes ergab:

SiO ₂	46.75	
TiO ₂	0.88	
Al ₂ O ₃	12.85	
Fe ₂ O ₃	3.64	
FeO	12.68	
MgO	4.77	
CaO	13.39	
Na ₂ O	2.42	
K ₂ O	0.83	
H ₂ O	1.13	100° C.
	<hr/>	
	99.34	

Analytiker: Dipl.-Ing. J. V. DONNEVERT.

Zunächst erscheint in dieser Analyse der Kieselsäuregehalt sehr niedrig, derartige Basalte finden sich verhältnismäßig selten, daneben fällt noch der hohe Wert für Eisen und Kalk ins Auge. Man könnte also zunächst annehmen, daß schon gewisse Umsetzungen in dem Gesteinsmaterial der Analyse vor sich gegangen wären, die solche Ungewöhnlichkeiten bedingen. An sich wäre nach dem von DITTLER und HIBSCH gebrachten Beispiel (Lit. 9) an eine Zufuhr von Eisen aus anderen, schon stärker ausgelaugten Partien der Basalte zu denken. Dem widerspricht aber die Tatsache, daß die Erdalkalien und Alkalien noch in hohen Beträgen vorhanden sind und weiterhin der geringe Betrag für Wasser. Umgekehrt könnte man eher sagen, daß das als frisch bezeichnete Material, das den Ausgang für die Untersuchungen von DITTLER und HIBSCH bildete, eben nur relativ frisch war und bereits einen gewissen Einfluß der Verwitterung zeigt.

Es ergibt sich also, daß das hier benützte Analysenmaterial als wohl vollkommen frisch zu bezeichnen ist, was auch durch die petrographische Untersuchung bestätigt wird, die ja nur geringe Umsetzungen in Serpentin und Chlorit und an den Erzen erkennen ließ, Vorgänge, die jedenfalls nicht als Ergebnis von Verwitterung zu deuten sind, sondern als Wirkung pneumatolytisch-liquider Phasen, die nicht mehr der eigentlich magmatischen Periode angehören, sondern schon als postvulkanisch zu bezeichnen sind. Das Material ist also in seiner Zusammensetzung frischen Gesteinen, wie sie unter 3—4 der Tabelle von Vergleichsanalysen gegeben werden, verhältnismäßig ähnlich.

	Si O ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	Fe O	Mg O	Ca O	Alkalien	H ₂ O	Dichte
1.	38.75	18.15	3.22	5.92	7.66	11.29	5.32	3.21	—
2.	50.03	12.10	2.10	9.97	9.57	10.58	2.45	0.48	—
3.	43.10	15.18	5.30	8.58	7.50	11.87	6.48	0.72	3.205
4.	47.74	16.75	2.55	6.31	8.32	11.40	2.07	2.73	2.69
5.	49.67	14.46	18.52	—	3.74	7.23	4.56	1.17	—
6.	38.96	11.62	14.75	—	6.29	9.13	1.40	17.85	—
7.	46.75	12.85	3.64	12.68	4.77	13.39	3.25	1.153	3.001

1. Nephelinführender Feldspatbasalt, Brüx, Böhmen (DITTLER-HIBSCH). — 2. Plagioklasbasalt, Kilauea, Hawaii-Inseln. — 3. Alkalibasalt, Workotsch b. Aussig, Böhmen. — 4. Malephyr, Eagle River Section, Lake Superior. — 5. Sideromelan, Osterinseln. — 6. Palagonit, Seljadalr, Island. — 7. Sonnenbrandbasalt, Goldhavn, Grönland. (2—6 nach ROSEBUSCH [Lit. 10]).

Damit ist eigentlich schon die Annahme wiederlegt, daß es sich hier um einen Palagonittuff handle. Denn die Analyse 6 eines Palagonittuffes zeigt als charakteristischen Unterschied die vollständige Überführung des Eisens in die höhere Oxidationsstufe und vor allem den enorm hohen Wassergehalt. Doch auch die festeren Anteile eines Palagonites, die als Sideromelan eine etwas andere Zusammensetzung zeigen und deren Analysenresultate sonst mit der Analyse von Godhavn ziemlich übereinstimmen, geben als entscheidenden Unterschied die vollständige Umsetzung des Eisens in Sesquioxide, während der Godhavner Basalt für den größten Teil des Eisens die niedrigere Oxidationsstufe zeigt. Schließlich wären wohl auch für einen Tuff stärkere Verunreinigungen durch Nebengesteinsreste zu erwarten, besonders wenn man bedenkt, daß ein Gestein vollkommen anderer Zusammensetzung in den Gneisen des Untergrundes dicht daneben gelagert ist.

Schließlich aber dürfte ausschlaggebend für die Einreihung des fraglichen Basaltes unter die echten Basalte die Übereinstimmung in der Zusammensetzung mit anderen Basalten sein, die der Umgebung entstammen und zu verschiedenen Zeiten von verschiedenen Analytikern (Lit. 11, 12 und 13) bestimmt, auch petrographisch untersucht wurden (Lit. 14).

	Si O ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	Fe O	Mg O	Ca O	Alkalien
1.	40.53	7.51	3.57	8.05	28.35	5.38	1.02
2.	46.75	12.85	3.04	12.68	4.77	13.39	3.25
3.	47.11	14.33	4.88	11.06	8.45	9.12	2.11
4.	48.25	14.08	5.76	10.32	8.39	9.81	1.96
5.	49.18	13.52	5.52	10.31	6.83	11.51	1.90
6.	50.64	15.98		14.92	5.14	9.39	—
7.	53.01	15.85		11.53	7.51	8.72	4.49
8.	54.80	13.40	—	14.02	5.33	7.84	2.18
9.	58.91	13.43	—	7.15	5.63	6.68	4.22
10.	59.03	13.16	—	7.02	5.50	6.75	3.90

1. Peridotit, Kaersut, Grönland. — 2. Sonnenbrennerbasalt, Godhavn. — 3. Dolerit, Uifak (Anal.: TH. NICOLAU). — 4. Dolerit, Blaufjeld (Anal.: L. SMITH). — 5. Dolerit, Blaufjeld (Anal.: NAUCKHOFF). — 6. Dolerit, Fiskernaes (Anal.: J. LORENZEN). — 7. Dolerit, Mellemfjord (Anal.: J. LORENZEN). — 8. Basalt, Asuk (Anal.: L. SMITH). — 9. Basalt, Jernpynten (Anal.: DITTRICH). — 10. Basalt, Ivigarkut (Anal.: DITTRICH).

Besonders ist die große Übereinstimmung mit den Analysen 3, 4 und 5 auffällig, die auch räumlich die nächstgelegenen zu dem untersuchten Vorkommen von Godhavn sind.

Etwas weiteres ergibt sich noch, wenn man die verschiedenen, den Analysen zugrunde liegenden Gesteine nach ihrer räumlichen Einordnung in der Senkrechten, also ihrer relativen Lage nach in der gesamten Basaltformation von Disko einzuordnen versucht. Dabei ergibt sich, soweit es die Fundortangaben durchzuführen gestatten, angenähert eine Anordnung in der in der Tabelle gegebenen Reihenfolge, die in ihrer räumlichen Lage von Nr. 1 bis Nr. 10 ansteigt. Das heißt, der von uns untersuchte Peridotit von Kaersut (Lit. 15) dürfte das älteste der verschiedenen postmesozoischen Eruptive darstellen, das nirgends die Oberfläche erreichte, während der Basalt von Jernpynten und Ivigsarkut das der Lage nach höchste, also jüngste der hier gegebenen Vorkommen sein dürfte. Eine Sonderstellung nimmt der Dolerit von Fiskernaes ein, der nur seinem Kieselsäuregehalt nach eingeordnet wurde, ohne weitere Berücksichtigung zu finden, da das betreffende Handstück einer Eskimograbstätte entstammt, also nicht seinem geologischen Verbands nach bekannt ist. Im übrigen zeigen alle diese Basalte von Disko nicht nur einen sehr hohen Eisengehalt in übereinstimmender Höhe, was an sich nicht überraschen kann, wenn man bedenkt, daß diese Basalte ja das Muttergestein für die Funde von gediegenem Eisen waren. Vor allem aber zeigen sie weiterhin ein der Anordnung zwanglos folgendes Zunehmen der Kieselsäure. Deutlicher wird dieses Bild noch, wenn man die gegebenen Analysentabelle auf ihre Niggli-Werte umrechnet.

Analyse	1.	2.	3.	4.	5.	7.	8.	9.	10.
si	65	103	103	105	109	121	144	177	190
al	7.0	16.7	18.4	17.9	17.6	21.3	20.7	23.9	23.8
fm	82.5	45.2	55.9	55.2	50.0	47.5	51.7	43.4	43.7
c	9.0	31.7	21.4	22.8	27.4	21.3	22.1	21.6	23.3
alk	1.5	6.4	4.3	4.1	4.1	9.9	5.5	11.1	10.2

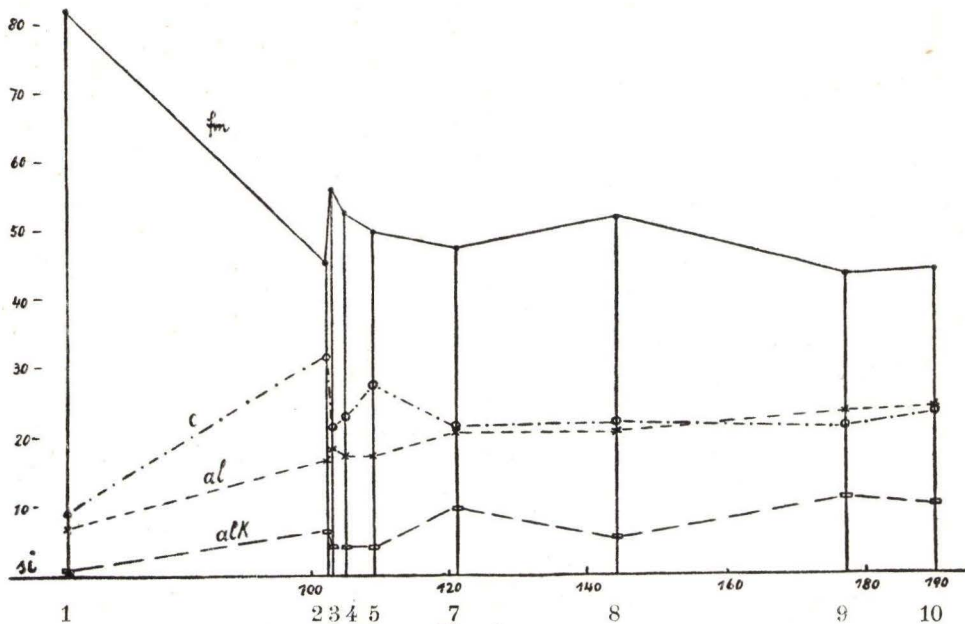


Fig. 3.

Dabei ist zu berücksichtigen, daß diese Werte in einzelnen Fällen nur Annäherungen sein können, da die älteren Analysen nicht alle Einzelheiten geben. Es wurde daher in solchen Fällen alles Eisen als FeO verrechnet und als Molekularquotient für die Alkalien der des Na_2O genommen.

Trägt man die gefundenen Werte in der üblichen Weise in ein Diagramm ein, so fällt als erstes der bedeutend geringere si-Gehalt des Peridotites gegenüber den Basalten auf. Die Zunahme von c, al und alk deutet auf die Zunahme des Feldspatgehaltes in den Basalten hin und läßt den Peridotit, obwohl er unzweifelhaft das älteste Magmenglied der postmesozoischen Periode darstellt, doch in einer Sonderstellung gegenüber den Basalten. Im übrigen zeigen sich nur geringe Unterschiede der verschiedenen Linien für die fünf Basalte. Bezeichnend ist wohl das korrespondierende Zu- beziehungsweise Abnehmen von Eisen und Kalk von der Analyse 2 zu 3, was einem geringeren Feldspatgehalt in 3 gleichkommt. Ebenso verlaufen diese Linien wieder konvergent ab- und zunehmend von Analyse 3 zu 5. Zwischen 5 und 7 entspricht einer Abnahme von Eisen und Kalk eine Zunahme der Alkalien und der Tonerde. Möglicherweise ist der Augitgehalt zugunsten der Feldspäte verringert worden. Die Veränderung von 7 zu 8 zeigt ein schwaches Fallen der Alkalien, zugleich ein leichtes Ansteigen für fm, bringt aber prinzipiell nichts Neues, ebenso nicht der weitere Verlauf der Linien bis Analyse 10.

Im allgemeinen muß man also sagen, daß es sich um Gesteine handelt, die eine recht gleichartige Zusammensetzung haben. Besonders eigenartig ist vor allem die Zunahme der Kieselsäure, die dem Alter der Gesteine zu entsprechen scheint, so daß die jüngeren Ergußgesteine derselben tertiären Eruptivperiode allmählich eine Verschiebung nach dem sauren Pol der Reihe zeigen würden. Ob diese Vermutung tatsächlich zutrifft, muß einer eingehenden petrographischen und chemischen Auswertung eines von mir aufgenommenen, vollständigen Profiles des Lyngemarkenfjeldes bei Godhavn vorbehalten bleiben, die K. HOLLER vom geologischen Institut zu Darmstadt übernommen hat. Es würde sich dadurch eine wichtige Parallele zur Gliederung der hessischen Basalte durch A. STRENG, W. SCHÖTTLER und O. DIEHL (Lit. 16) ergeben, vor allem aber auch eine weitere genetische Auswertung im Sinne der HOLLER'schen Untersuchungen (Lit. 17). Dieser konnte nachweisen, daß ein Saurerwerden der einzelnen, übereinandergelagerten Basaltdecken in der Rhön dann eintritt, wenn zwischen den Ergüssen längere Zeiträume liegen, so daß auch dünne Tufflagen oder Verwitterungskrusten zwischen den betreffenden einzelnen Decken zu beobachten sind. Das heißt also, daß der Magmaherd in diesen Zwischenräumen Zeit zu weiterer Differentiation fand und dann immer die leichtesten, also sauersten Produkte gefördert wurden. Folgen dagegen die Ergüsse dicht aufeinander, so ist eine Verschiebung in der Richtung auf den basischen Pol zu beobachten, da dann die Reste des Magmaherdes emporgepreßt worden sind. Man könnte also auch für die Basaltdecken an der grönländischen Westküste annehmen, daß zwischen den einzelnen Ergüssen längere Zeiträume der Ruhe gelegen haben, die sich in den dünnen Tufflagen zwischen den Decken, die auch BOEGGILD erwähnt, und die man wohl auch als Verwitterungsprodukte betrachten darf, andeuten.

Vergleicht man die Zusammensetzung dieser Basalte mit denen anderer Vorkommen, so ergibt sich eine große Ähnlichkeit ihrer chemischen Komponenten mit denen der Basalte von Island, wie sie BURRI (Lit. 18) gibt, und

zwar besonders für das Intervall der si-Gehalte von 100 bis 150. Man muß also nach dem Vorhandensein von hohem c gegen niedriges alk die Gesteine als pazifische bezeichnen, doch da fm auf Kosten von al sehr hoch ist, so ist die Differenz von al zu alk verhältnismäßig gering, so daß diese Basalte an solche mit geringer Differentiation aus anderen großen Einbruchgebieten erinnern.

Magma solcher Zusammensetzung betrachtet DALY (Lit. 19) als ein typisches Ergußprodukt aus Zerreißungsspalten, die sich im Rücken von in Bewegung befindlichen Kontinentalblöcken bilden. Nach der WEGENER'schen Theorie müßte nun aber eine Bewegung Grönlands in einer westlichen Richtung erfolgen. Damit würde die chemische Zusammensetzung der basaltischen Schmelze von der grönländischen Westküste den Annahmen DALYS durchaus nicht entsprechen, da sie am Staurande in Front eines in Bewegung befindlichen Kontinentalblockes aufgedrungen wäre. Für diese wichtige Frage wäre es daher zu begrüßen, wenn sich Gelegenheit finden ließe, die chemische Zusammensetzung der Basalte der Ostküste in der Gegend um den Scoresby-Sund mit diesen Gesteinen der Westküste zu vergleichen, besonders da man wohl nicht annehmen darf, daß beide auf einer gemeinsamen, durchgehenden Spalte aufgedrungen sind, denn nirgends fand sich bisher in den Moränen des Inlandeises basaltisches Geröll, was unbedingt der Fall sein müßte, wenn auch nur kleinere basaltische Decken unter dem Eise vorhanden wären.

Was nun die stratigraphisch-geologische Stellung dieser Sonnenbrennerbasalte anbetrifft, so ist zunächst daran zu erinnern, daß sie überall die untersten Lagen des zugänglichen Teiles der Basaltformation ausmachen und wohl den untersten Teil überhaupt, da es an verschiedenen Stellen möglich ist, festzustellen, daß diese Lagen direkt dem Gneis aufliegen. Andererseits ist aber bezeichnend für die gesamte Kreide-Tertiär-Formation an der grönländischen Westküste, daß nur ganz wenige, unbedeutende Verwerfungen vorkommen, die im Zusammenhang mit aufdringenden, basaltischen Gängen stehen und die, wie ich feststellen konnte, schon in den Kluftsyste men der archaischen Formation vorgezeichnet sind. Im übrigen liegen die Sedimente dieser Gegenden fast vollkommen horizontal und ungestört. Weiterhin steht nach der Beobachtung von HEIM fest, daß diese Lagen von Sonnenbrennerbasalten jünger als die Sedimente, also tertiären Alters sind.

Würde man nun mit STEENSTRUP eine explosive Eruption annehmen, die das Material für einen Tuff aus großen Bruchstücken verfestigter Basaltgänge, Asche und Schlacke lieferte, also erst einen bereits verstopften Zufuhrweg gewaltsam aufbrechen mußte, so wären unzweifelhaft Störungen der Sedimente in der Nähe zu erwarten, besonders wenn, wie BOEGGILD annimmt, dann „die Eruptionsstelle in der Nähe gewesen sein muß“. Nirgends aber ist eine solche Störung zu finden oder erwähnt.

Andererseits widerspricht diese von STEENSTRUP angenommene Tuffnatur der Beobachtung von HEIM, der eine „glasige Grundsubstanz“ feststellt, da Aschen wohl kaum Gläser liefern können, wenn sie durch die Eruption abgekühlt sind.

Hinwiederum widersprechen der Ansicht von HEIM, der ein „Wieder-in-Bewegung-geraten“ der Lava annimmt, seine eigenen Beobachtungen, nach denen er an einer Stelle zwei übereinander lagernde und verschiedenartige Bänke dieser „Breccie“ feststellte, andererseits eine vollständige Bankung des Vorkommens von Niakornat mit seinen 300 m Mächtigkeit erwähnt. Es ist

kaum anzunehmen, daß dieses eigenartige Wieder-in-Bewegung-geraten zweimal hintereinander an derselben Stelle eingetreten sein sollte, während die unmittelbar darunter liegenden Sedimente vollkommen ungestört verblieben. Noch unwahrscheinlicher aber ist es in dem Falle des Vorkommens von Niakornat, dessen Absonderung in zahlreiche Bänke zu der Annahme zwingen würde, daß jede dieser Bänke, nachdem die darunterliegende vollkommen verfestigt war, in sich wieder in Bewegung geriet.

Viel zwangloser erklärt alle die erwähnten Erscheinungsformen dieser Basaltlagen die Einreihung des Gesteins unter die übrigen auf riesige Spalten ohne Erschütterung aufsteigenden Basalte, die sich in Decken ergossen. Unter bestimmten intern chemischen und extern physikalischen Bedingungen erfuhren die ersten Förderungen dieser Basalte diese besondere Art der Ausbildung als Sonnenbrenner, ganz analog derjenigen, die man an deutschen Sonnenbrandgesteinen findet. Hervorzuheben ist dabei besonders, daß sie die kieselsäureärmsten aller bisher analysierten dieser Gegend sind. Das entspricht durchaus den Beobachtungen von DIEHL und SCHOTTLER, die feststellen konnten, daß Sonnenbrand den kieselsäurereichen unter den deutschen Basalten ganz fehlt. Diese untersten Basaltlagen der Kreide-Tertiär-Formation von Westgrönland haben also — chemisch und petrographisch sehr ähnlich den übrigen Basalten dieser Gegend — durch ihre physikalische Gestaltung eine Eigenart angenommen, die aber in dieser Ausbildung, die man auch an deutschen Sonnenbrennergesteinen findet, allen Beobachtungen von STEENSTRUP und HEIM zwanglos entsprechen.

Benutzte Literatur:

1. K. J. V. STEENSTRUP, Bidrag til Kjendskab til de geognostiske og geographiske Forhold i en Del af Nord-Grønland. Meddelelser om Grønland, Bd. 5, 1883.
2. W. SALOMON, Strukturen von Laven und „Tuffen“ in ihrer Abhängigkeit von der Schmelzflußtemperatur. Geol. Rundsch. 1926.
3. J. P. J. RAVN, Beretning om en geologisk Undersøgelsesrejse til Disko og Nugsuak-Halvo. Medd. om G. Bd. 47, 1911.
4. O. B. BOEGGILD, Grönland, im Handbuch der regionalen Geologie 1917.
5. A. HEIM, Über die Petrographie und Geologie der Umgebungen von Karsuarsuk. Medd. om G. 47, 1911.
6. H. KRUEGER und FR. KLUTE, Die hessische Grönlandexpedition 1925. Petermanns Mitteilungen 1926.
7. W. SALOMON, Kugelförmige Absonderung. Sitzungsberichte d. Heidelberger Akademie der Wiss. 1926, 11.
8. A. STEUER, Über petrographische und technische Prüfung der im Straßenbau verwendeten Gesteine. Die Steinindustrie 1927.
9. E. DITTLER und J. E. HIBSCH, Über basaltische Zersetzungsprodukte und die Bildung von Quarzit. Tschermaks Min. Mitt. 39, 1928.
10. H. ROSENBUSCH, Elemente der Gesteinslehre 1923.
11. K. J. V. STEENSTRUP, Om Forekomsten af Nikkeljern med Wifmannstaettenske Figurer i Basalten i Nord-Grønland. Medd. om G. 5, 1883.
12. J. LORENZEN, Kemisk Undersøgelse af det metalliske Jern fra Grønland. Medd. om G., Bd. 5, 1883.
13. TH. NICOLAU, Untersuchungen an den eisenführenden Gesteinen der Insel Disco. Medd. om G., Bd. 24, 1901.
14. W. C. PHALEN, Notes on the Rocks of Nugsuaks Peninsula and its Environs. Smiths. Miscell. Collect. XLV, 1903.
15. F. K. DRESCHER und H. K. E. KRUEGER, Der Peridotit von Kaersut, Neues Jahrbuch f. Min. usw., Beil.-Bd. LVII, 1928.

16. A. STRENG, Über die basaltischen Kraterbildungen nördlich Gießen, 1892. — W. SCHOTTLER, Die Basalte der Umgegend von Gießen 1908. — W. SCHOTTLER, Der Bauplan des östlichen Vogelsberges usw. Notizblatt d. Hess. geol. Landesanstalt 1927. — O. DIEHL, Beiträge zur Kenntnis der Basalte des Vogelsberges. Notizblatt d. Hess. geol. Landesanstalt 1925.
 17. K. HOLLER, Vergleichende petrographische Studien an Rhöngesteinen. Halle 1925.
 18. K. BURRI Kritische Zusammenfassung unserer Kenntnisse über die Differentiationstypen postmesozoischer Vulkangebiete. Schweiz. Min. u. Petrogr. Mitt. VII, 1927.
 19. R. A. DALY, Our Mobile Earth. 1925.
-

Neuere geologische Forschungen in der Arktis.

Von H. K. E. KRUEGER.

Gerade in den letzten 15 Jahren ist eine ganze Reihe von geologischen Ergebnissen in den verschiedenen Teilen der Arktis erzielt worden, die nicht nur sehr willkommene Ergänzungen zu der regionalen Geologie dieser Gebiete darstellen, sondern zum Teil auch darüber hinaus Bedeutung für allgemeine Fragen der Geologie und Petrographie haben.

Zunächst gaben Übersichten unserer gesamten Kenntnis der Materie W. L. JOERG, L. MECKING und O. NORDENSKJÖLD.

Wenn man mit einer Aufzählung der wichtigsten Beobachtungen im Norden von Europa beginnt, so zeigt sich, daß das geologische Bild von Spitzbergen in seinen großen Zügen heute schon durch die Arbeiten von NATHORST, DE GEER, TSCHERNYSCHEW, HOLTEDAHL, BACKLUND und HOEL, besonders aber durch NANSEN festgelegt worden ist, so daß nun bereits Einzelheiten zur Vervollständigung beigebracht werden, wie es z. B. durch die Tätigkeit von K. E. SANDFORD und N. E. ODELL oder S. OBRUTSCHEW geschah, der 1925 an der Ostküste oberen Jura und untere Kreide feststellen konnte. Auch die Arbeiten von K. GRIPP sind hier auf dem Gebiet der Gletscher- und Moränenforschung und der Frage der Bildung von Strukturböden von Bedeutung.

Für die anderen Inseln dieses Gebietes gab G. TYRREL Beiträge zur Petrographie von JAN MAYEN.

In dem arktischen Teil von Rußland und Sibirien sind in diesen Jahren besonders die Russen in ganz außerordentlichem Umfange tätig gewesen.

Es ist natürlich, daß ein großer Teil der geologischen Arbeiten der Russen sich zunächst auf die Kolahalbinsel erstreckte, besonders seit diese durch die Murmanbahn verhältnismäßig leicht zugänglich geworden war. 1917 waren hier N. KASSIN und A. PALKANOW tätig, 1918 P. W. WITTENBURG und N. N. JAKOWLEW, besonders auf der Insel Kildin, wo sie Dolomitkalke fanden, die denen von HOLTEDAHL bearbeiteten in Finnmarken entsprechen, die als Ordovicium bestimmt wurden. 1920 bis 1924 war eine geologische Abteilung auf dem Chibin-Massiv tätig, besonders unter der Leitung von A. E. FERSMANN. Diese Expeditionen verfolgten in erster Linie praktische, bergbauliche Zwecke, doch ergaben sich auch reiche wissenschaftliche Resultate, so ist z. B. die Entdeckung von 52 neuen Mineralien zu nennen. Die Untersuchungen von WITTENBURG am Varanger- und Kolafjord ergaben eine Ausdehnung der Eisenerzvorkommen, die aus der Gegend der russisch-norwegischen Grenze bereits bekannt waren, weithin bis an den Kolafjord. Ähnliche Erwartungen

auf Eisenerzlager von großer Ausdehnung in der Gegend der Murmanbahn ergaben die Untersuchungen unter W. M. KUSMIN, der große erdmagnetische Anomalien durch solche Erzlager erklärt.

Das Gebiet der Inseln Novaja Semlja und Waigatsch, sowie der Jugor-Halbinsel war das Tätigkeitsfeld zahlreicher Expeditionen. Zunächst sind hier die Reisen von CH. BÉNARD 1914, deren geologische Ergebnisse von RUSSANOW und KRUGLOWSKI bearbeitet wurden, zu nennen, dann die Expedition der Norweger unter O. HOLTEDAHL 1921, die eine allgemeine Grundlage für die Geologie von Novaja Semlja schuf. Nach den Aufnahmen dieser Expedition bestand in der Zeit zwischen Kambrium und Ordovicium eine Verbindung des arktischen Meeres mit dem nordamerikanischen Meere derselben Periode. Nach einer Transgression im Silur erfolgte dann die orogenetische Emporhebung im unteren Devon. Es folgte Sedimentation im unteren Karbon, später die „herzynische“ Faltung der Schichten. Es fehlen Kreide und Tertiär.

Eine ganze Reihe weiterer Expeditionen nach dieser Insel, die zum Teil wirtschaftlich geologischen Zielen dienten, vervollkommneten das Bild des geologischen Aufbaus. Es sind besonders die Reisen unter R. L. SAMOILOWITSCH 1921, 23—25 und 1927. Bei Gelegenheit all dieser Expeditionen wurde die Südspitze fünfmal, die Nordspitze dreimal durchquert.

Das südlich davon gelegene Gebiet von Waigatsch und Jugor war 1921 das Arbeitsgebiet einer Expedition unter N. KULIK, der als neu auf der Jugorhalbinsel Silur feststellen konnte. Bereits 1914 hatte KULIK hier gearbeitet und Oberdevon sowie Kohlen festgestellt, die denen auf Novaja Semlja gleichen.

Für das Gebiet zwischen dem Weißen Meer und dem Ural ist zunächst Th. N. TSCHERNYSCHEW zu nennen, denn wenn seine Reisen auch älter sind, so wurden doch seine Arbeiten erst in neuerer Zeit zugänglich. Diese Arbeiten beschäftigen sich mit der Morphologie und Tektonik der Timan-Höhen. Ferner sind hier noch die geologischen Arbeiten im Gebiete der Petschora und ihrer Nebenflüsse zu erwähnen, die unter A. TSCHERNOW und W. WARSSONOFJEW 1920 bis 1925 durchgeführt wurden.

In das Gebiet östlich des Jenissei richtete die Expedition von N. URWANTZEW ihre Ziele, die hauptsächlich die Untersuchung der Kohlenvorkommen von Noril umfaßten. Dieses Gebiet wird nach „herzynischer“ Einwirkung auf den Untergrund von ungestörten tertiären und quartären Schichten überlagert.

Das Gebiet östlich der Lena wurde lange Zeit sehr vernachlässigt und erst in den letzten Jahren hat eine systematische Erforschung der Geologie Jakutiens eingesetzt. Ein großer Teil der Berichte ist noch nicht zugänglich, wie es ja überhaupt sehr zu beklagen ist, daß die allermeisten Veröffentlichungen über die gewaltigen wissenschaftlichen Leistungen nur in russischer Sprache erscheinen und daher im Ausland fast unbekannt bleiben. Die Jakut-Kommission der Akademie der Wissenschaften in Leningrad beauftragte zunächst 1925 A. GRIGORJEW mit der Erforschung eines Teiles des Beckens der Lena und der Aldan. Im Verfolg der Pläne der Kommission ging dann S. OBRUTSCHEW 1926 nach dem Gebiet zwischen der Lena und der Indigirka. Östlich dieses Flusses fand man ein großes Gebirge, das 3300 m Höhe erreicht und einen Bogen von 1000 km Länge bei einer Breite bis zu 300 km bildet, parallel dem schon bekannten Werchosjans-Stanowoi-Gebirge. Diesem neuen Gebirge wurde der Name des 1892 in diesem Gebiet auf Expedition gestorbenen Geologen

TSCHERSKI gegeben. Es fanden sich in der Hauptsache paläozoische und triassische Schichten. Eine Expedition 1927 sollte die Fortsetzung dieser Forschungen für das Gebiet zwischen Kolyma und Omolon bringen.

Außerdem gibt es noch eine ganze Reihe geologischer Forschungen in dem Gebiet des östlichen arktischen Teiles von Sibirien. BACKLUND und TOLMATSCHEW gaben einen Überblick über die geologischen Sammlungen der Hydrographischen Vermessungsexpedition des nördlichen Eismeres in den Jahren 1911—1915, die auch das Nikolaus-Land nördlich von Kap Tscheljuskin entdeckte. Ferner gab DIENER eine Schilderung des Trias auf der Insel Kotelnj im neusibirischen Archipel, A. P. PAWLOW eine solche der Cephalopodenfauna des Jura und der Kreide Nordsibiriens, I. P. TOLMATSCHEW endlich Erläuterungen zur Karte des Chatangagebietes und Beiträge zur Geologie der Wrangel- und Heraldinseln. 1918 arbeiteten im Taimyrland die Mitglieder der Maud-Expedition auf zahlreichen Schlittenreisen und brachten auch einige geologische Ergebnisse.

Auch ist hier HOLTEDAHL zu nennen, der aus Vergleichen der paläozoischen Faunen von Novaja Semlja bis hinüber nach Alaska zu dem Ergebnis kam, daß die uralische Geosynklinale über Novaja Semlja und das Eismeer sich bis Alaska erstreckte. Die letzte Orogenese würde dann der Ansicht des Forschers entsprechend, der ein Wandern der Faltung annimmt, für den westlichen Teil dieser Synklinale in das Ende des Paläozoikums, für den östlichen Teil aber in ihren letzten Auswirkungen erst nach dem Jura zu setzen sein.

Vor allem aber sind hier die Arbeiten von H. BACKLUND zu nennen. Nachdem er bereits mehrere Beiträge zur Geologie der Einsamkeitsinsel, des arktischen Urals etc. gegeben hatte, bearbeitete er eine Reihe von Handstücken, die von v. TOLL 1900—1902 an der Küste des westlichen Taimyrlandes gesammelt wurden und benutzte als Ergänzung die Sammlungen der hydrographischen Expeditionen von 1913—1915, die schon KIRITSCHENKO beschrieben hatte. Es bestand für diese Gesteine nur ein genaues Fundortverzeichnis ohne Angaben über den geologischen Verband. Um so bewunderungswürdiger ist die eindringliche und tiefeschürfende Art, in der die Bearbeitung dieser Gesteine erfolgt, so daß es BACKLUND möglich war, an Hand von Analysen und genauestem Studium der Teilbewegungen in den Gesteinen ein Bild des geologischen Verbandes in seiner tektonischen Bedingtheit zu geben, der das Taimyrland bis zum Kap Tscheljuskin und darüber hinaus in das neuentdeckte Nikolaus-Land hinein umfaßt. Er macht eine große Überschiebung in der Richtung von NW nach SO (Richtung des Überschiebungsrandes SW—NO) für dieses Gebiet sehr wahrscheinlich. Die Methode dieser Forschung dürfte eine allgemeine Bedeutung für die Erfassung derartiger Vorgänge in metamorphen Schiefergebieten haben und berührt sich in vielen Punkten mit der Gefügeforschung von B. SANDER.

Endlich sind noch Arbeiten über die diluviale Vereisung Sibiriens zu nennen. J. A. MOLTSCHANOW ist auf Grund eigener Forschungen der Ansicht, daß durch die Vereisung im Norden Sibiriens sich ein Stausee bildete, der sich vom Baikalsee bis zum Kaspischen Meere erstreckte. SAMOILOWITSCH hat dann die bisherigen Beobachtungen zu diesem Thema nach den Arbeiten von KULIK, AMALITZKI, GRIGORJEW für den europäischen Teil zusammengefaßt und äußert sich dahin, daß im Norden nur eine Vereisung vor-

handen war, da das Meer in einer Transgression diese Gebiete dann überflutete. Dagegen sind weiter im Süden zwei Eiszeiten zu erkennen. Für Sibirien fußt er auf den Arbeiten von A. BORISJAK, W. A. OBRUTSCHEW, W. UKATSCHEW, GORDKOW, GRIGORJEW. Die Vergletscherung scheint nach diesen neueren Arbeiten stärker gewesen zu sein als man bisher annahm und zwei deutlich getrennte Maximalperioden aufzuweisen.

Jedenfalls ist die geologische Forschung auch im nördlichen Sibirien so weit gefördert, daß es W. A. OBRUTSCHEW möglich war, eine allgemeine Geologie von Sibirien zu schreiben.

Wenig dagegen ist in diesen Jahren zu der geologischen Forschung in den arktischen Gebieten von Kanada beigetragen worden. Es liegen hier nur die Ergebnisse der Expeditionen von STEFANSSON, MACMILLAN und RASMUSSEN vor, die in der Hauptsache andere Ziele verfolgten und daher wenig zur eigentlichen Geologie dieser Gegenden beitrugen. Zu nennen sind hier hauptsächlich die Arbeiten O'NEILL's an der Küste zwischen der Mackenziemündung und den innersten Teilen des Coronationgolfes, die den Nachweis von paläozoischen Schichten, vom Silur bis zum Karbon, über dem Archaikum dieser Gebiete ergaben. Außerdem wurde die Ausdehnung der Kupfervorkommen in Bathurst Inlet, die bisher kaum bekannt waren, festgestellt und auch Material zur Frage der Strandhebungen geliefert. Es fanden sich Strandterrassen in der Darnley Bay bis zur Höhe von 170 m, weiter östlich, wenn auch niedriger, immer noch bis 15—60 m.

Auch MACMILLAN berichtet, daß Finlay Island und die umliegenden Inseln des kanadischen Archipels in neuerer Zeit gehoben worden seien. Von der Rasmussen-Expedition liegt eine Reihe von Beobachtungen vor, die Material zur Frage der isostatischen Bewegungen der Gebiete um Baffinsland ergeben. Nach den Angaben waren seit der glazialen Periode große Teile der Southampton-Insel und der Melville-Halbinsel vom Meere bedeckt. Strandterrassen finden sich in Pond's Inlet auf Baffinsland bis zur Höhe von 200 m, westlich von Milne Inlet bis zu 400 m. An der Folge von Küstenwällen sei zu sehen, daß sich das ganze Land zur Zeit rasch hebt. Damit wäre ein Gegensatz zu Grönland gegeben, wo nach einer Hebung seit der Glazialperiode jetzt eine Senkung eingesetzt hat, wie vor allem Ruinen von Wikingeransiedlungen, die heute zum Teil unter Wasser stehen, beweisen. Allerdings ist nicht zu ersehen, wie aus dem Vorhandensein von Küstenwällen eine heutige Hebung zu beweisen ist. Der bedeutende Unterschied zwischen Flut und Ebbe veranlasse, heißt es, bei östlichen Stürmen, daß das Eis große Wälle von Kies und Steinen aufbaue. Daraus ergäbe sich die heutige Hebung des Landes. Es ist doch aber wohl selbstverständlich, daß bei einer Senkung des Landes die Tätigkeit des Wassers die versenkten Wälle rasch zerstören und das Material zur Vervollständigung des noch über Wasser liegenden Walles verbrauchen wird, so daß aus dem Vorhandensein von solchen Strandwällen allein nicht auf eine Hebung oder Senkung geschlossen werden kann, die aus den Merkmalen, wie man sie in Grönland findet, deutlich zu bestimmen sind.

Anschließend an NANSSENS Erörterungen über das Problem der Strandebenen und der isostatischen Bewegungen hat DE GEER dieses Thema für die arktischen Gebiete erörtert und kommt zu dem Schluß, daß der atlantische Teil des Polarbeckens durch Strandlinien (Schelf) begrenzt werde, die von Banksland entlang dem kanadischen Archipel nördlich um Grönland bis

Spitzbergen und Franz-Josef-Land verlaufen, später dann gehoben wurden und von Fjorden zerschnitten sind.

Erst in neuester Zeit findet sich im kanadischen Archipel wieder vermehrte Forschungstätigkeit. So war G. P. PUTMAN 1927 auf Baffinsland tätig und stellte für dessen südwestlichen Teil archaische Gneise fest, die teilweise diskordant von Sedimenten vermutlich präkambrischen Alters überdeckt werden. Im südöstlichen Teil von Baffinsland arbeiten seit 1924 kanadische Regierungsgeologen, doch sind die voraussichtlich reichen Ergebnisse bisher noch nicht zugänglich.

Was endlich Grönland betrifft, so ist zunächst die vorzügliche Gesamtdarstellung der Geologie dieses Landes von O. B. BÖGGILD zu nennen. An Forschungsreisen kommt hier aus neuester Zeit die Expedition der Universität Cambridge nach dem Franz-Josef-Fjord-Gebiet in Ostgrönland 1926 in Betracht, die auch geologisch arbeitete, aber noch wenig veröffentlicht hat. Von überragender Bedeutung aber sind die Forschungen von L. KOCH. Er ist wohl derjenige unter den heute im hohen Norden tätigen Wissenschaftlern, der die arktische Reisetchnik am besten beherrscht und ihr seine gewaltigen Erfolge verdankt. In der Öffentlichkeit tritt er leider gegen seinen Landsmann K. RASMUSSEN zurück, dessen Bedeutung auf dem Gebiete der Folkloreforschung unter den Eskimos liegt. Die typographischen und geologischen Beobachtungen von RASMUSSENS nordgrönländischen Reisen haben durch die äußerst sorgfältigen und genauen Vermessungen und geologischen Aufnahmen von L. KOCH vielfache Ausgestaltungen und Berichtigungen erfahren. KOCH hat den ganzen Nordwesten Grönlands stratigraphisch erforscht und 1926 bis 1927 diese Untersuchungen auf der Ostküste fortgesetzt und bis zum Anschluß an seine westlichen Reisen durchgeführt. Über die Ergebnisse dieser letzten Reise habe ich nach vorläufigen brieflichen Mitteilungen von L. KOCH an mich an anderer Stelle ausführlicher berichtet. Welche Bedeutung seinen paläontologischen Ergebnissen beizumessen ist, zeigen die Worte von CH. SCHÜCKERT: Die Stratigraphie Amerikas benötigt diese Ergebnisse, da viele Glieder unserer früheren paläozoischen Fauna aus arktischen Gebieten stammen. Von besonderer Wichtigkeit scheinen mir außerdem zwei Ergebnisse der KOCH'schen Forschungen. Einmal erbrachte er den strikten Nachweis der kaledonischen Faltung im Norden Grönlands, die von der Nordspitze aus sowohl an der Nordwest- wie an der Ostküste nachgewiesen wurde und damit — im Zusammenhang mit der kaledonischen Faltung in Europa und Spitzbergen — ein den Nordatlantik umfassendes, einheitliches Gebiet ergibt. Weiterhin wies er nach, daß die Vereisung im äußersten Norden von Grönland niemals sehr viel weiter nach Norden reichte als dies heute der Fall ist. Das dürfte gerade von großer Bedeutung werden für die Anschauungen über die Ausdehnung des diluvialen Grönlandeises überhaupt. Wenn man daraus auch für jene Zeitperiode ein ähnliches Bild der Eiskalotte über Grönland annehmen darf, wie es heute vorhanden ist, mit den deutlich hervortretenden Hauptabströmungsgebieten, so lassen sich gewisse Rückschlüsse auf die Oberflächengestaltung des grönländischen Festlandes ziehen, was in einer demnächst erscheinenden Arbeit von mir versucht werden soll.

Außerdem haben seine genauen Kenntnisse der Küsten Grönlands KOCH veranlaßt, eine Theorie über den Aufbau Grönlands aus zwei Schollen aufzustellen, die für die orogenetische Erforschung Grönlands im Hinblick auf

den petrographischen Zonencharakter seiner archaischen Gesteine als Arbeitshypothese recht wertvoll werden kann. Bei den notwendigerweise mehr allgemein gehaltenen und zunächst mehr stratigraphisch gerichteten Forschungen KOCHS mußten rein petrographische Spezialarbeiten noch zurücktreten. Für solche ist aber Grönland ein Gebiet, wie es an Schönheit und Aufgeschlossenheit in der Welt seinesgleichen suchen dürfte. Liegen doch zwischen der eigentlichen Küste und dem Rande des Inlandeises die zum Teil vom Eise geglätteten, keinerlei Verwitterungskruste oder Bewachsung zeigenden Gesteine frei zutage, so daß man über viele Quadratkilometer unmittelbaren Einblick in die Verbandsverhältnisse, Lagerung usw. hat!

Auf Grund dieser Umstände ist gerade die petrographische Betrachtungsweise geeignet, sich in Grönland fruchtbar auszuwirken, wie vielleicht einige Arbeiten an Material, das ich 1925 von der hessischen Grönlandexpedition mitbrachte, zeigen können.

Zunächst gelang es, in Zusammenarbeit mit F. K. DRESCHER in den Peridotiten der Kreideformation an der Nordseite der Nugsuakhalbinsel eine in sich geschlossene Folge von Differentiationen durch Sekretion eines Magmas vom ultrabasischen nach dem sauren Pol hin nachzuweisen, wobei die Wirkung der sauren Spaltungsprodukte an überlagernden Sedimenten merkbar war. Wenn man bedenkt, daß gerade in tiefen Faltungszonen niemals basische Schmelzen als Injektionsmaterial gefunden werden, so dürfte hier zum ersten Male ein kleines Modell dieser Vorgänge gegeben sein, bei denen aplitisches Material als Spaltungsprodukt unterlagernder simatischer Massen höhere Schichten infiltrierte.

In einer anderen Arbeit versuchte ich nachzuweisen, daß die unterste Lage der Basalte der Insel Disko und der übrigen tertiären Gebiete dieser Gegend nicht, wie man annahm, eine Basaltbreccie darstellt, sondern einen sogenannten Sonnenbrenner-Basalt. Wenn diese Feststellung zunächst auch rein technisches Interesse zu haben scheint, so gewinnt sie doch allgemeinere Bedeutung durch den Vergleich mit der chemischen Analyse des Gesteins, da sich damit aus einer ganz anderen Gegend der Welt eine Bestätigung der Beobachtungen von O. DIEHL und W. SCHOTTLER ergibt, daß diese eigenartige physikalische Form der Ausbildung, die man Sonnenbrenner nennt, wohl nur bei den basischen Gliedern der Basalte vorkommt. Weiterhin ergab eine Zusammenstellung von Analysen an Basalten dieses Gebietes der Westküste, daß anscheinend die späteren Ergüsse saurer werden, was eine fortschreitende Differentiation im Magmaherd bedeuten würde. Rechnet man schließlich die Analysen auf Niggli-Werte um, so erweisen sich diese Gesteine als ganz ähnlich den Basalten von Island, wie sie K. BURRI gibt. Mit niedrigem alk und hohem c sind diese Basalte unzweifelhaft zur pazifischen Sippe zu stellen, entsprechen aber mit dem auf Kosten von al sehr hohen fm jenen wenig differenzierten Basalten anderer umfangreicher Einbruchgebiete. R. A. DALY betrachtet Magma dieser Zusammensetzung als ein solches, das aus Zerrungsspalten, die sich im Rücken sich verschiebender Kontinentalblöcke bilden, aufdringt. Da aber die Bewegung von Grönland nach der WEGENER'schen Theorie eine westliche wäre, so entspräche die Zusammensetzung dieses Magmas von der grönländischen Westküste nicht den Anschauungen DALYS. Es wäre von besonderem Interesse, einen chemischen Vergleich mit Basalten von der grönländischen Ostküste aus der Gegend des Scoresbysundes anzustellen, be-

sonders da es als sicher zu betrachten ist, daß unter dem Inlandeise keine größeren Basaltdecken, wenn überhaupt welche, liegen, da sich nie in den Randmoränen solche Geschiebe finden.

Ferner fand sich in den Basalten ein eigenartiges Ganggestein, das keinem bis heute aus Grönland bekannten entspricht. Es findet sich darin neben Feldspat primäres Karbonat bis zu 20% der Masse. Eine Bearbeitung aus der Feder von F. K. DRESCHER wird in Bälde erscheinen.

Schließlich aber sind wohl die wichtigsten Ergebnisse im Archaikum gewonnen worden. Es gelang, zwei verschiedene Formationen nachzuweisen, die durch eine Diskordanz getrennt sind. Die unteren Gneise, die zunächst den Anschein von Orthogesteinen erwecken, zeigen bei genauerer Untersuchung doch, daß es sich um durch reichliches saures Magma veränderte Sedimente handelt, da sich neben Granat-Glimmerschiefern sogar Kohlschiefer finden. Die Gesteine haben eine vollkommene Durchbewegung erfahren, die sich gelegentlich in intensivster Kleinfältelung äußert. Dabei liegen mehrere einzelne Bewegungen vor, da sich in einem Amphibolit kantige Stücke von älteren Gneisen finden.

Auch die wenigen vorhandenen Analysen des früher als typisches Orthogestein angesprochenen grauen Gneises machen die Beimengung von sedimentärem Material nicht unwahrscheinlich. Die als Diorite angesprochenen Gesteine zeigen in ihren Analysenwerten fast vollkommenes Übereinstimmen mit den Analysen ausgesprochener Sedimentamphibolite aus anderen Gegenden. Daneben finden sich freilich auch umgewandelte Peridotite. Es handelt sich hier also in der Hauptsache um ein ursprüngliches Sediment, das durch reichliches granitisches Material versteift, starkem Diastrophismus unterworfen wurde und als letzte Bildung zahlreiche Gänge von Apliten zeigt, die nicht mehr von diesen Bewegungen erfaßt wurden.

Man muß doch überhaupt bedenken, daß, wie J. POMPECKJ betonte, alle uns zugänglichen Vorgänge der geologischen Entwicklung in den oberen Schichten einer bereits verfestigten Erdkruste stattgefunden haben müssen und wir also annehmen dürfen, daß, da die präkambrische Periode unzweifelhaft von bedeutend längerer Dauer war als alle Perioden seitdem zusammen, alle magmatischen Bewegungen Sedimente in Mitleidenschaft zogen, so daß man schon aus diesem Grunde — abgesehen von verhältnismäßig wenigen Spezialfällen — eine dualistische Zusammensetzung dieser alten Gesteine als das Gegebene erwarten muß.

Man darf diese Formation wohl als dem Archaikum zugehörig bezeichnen. Diese Gneise entsprechen fast vollkommen der Beschreibung, die M. E. WILSON von denen des laurentischen Hochlandes in Kanada gegeben hat. Um so weniger aber kann ich mich seinen Gründen anschließen, aus denen er diese Gneise für eruptiv erklärt, besonders da er sehr weitgehende Annahmen machen muß, um die Bänderung solcher eruptiven Magmen zu erklären.

Über dieser Formation nun liegt diskordant eine andere, die in einzelnen Teilen erhalten ist, nämlich an der Nordseite des Umanakfjord, wohl auch auf einem Teil der östlichen Nugsuakhalbinsel. Eine Denudationsperiode scheint zwischen den beiden Formationen zu liegen, da sich auf Nugsuak ein den darüberliegenden Schichten konkordantes Konglomerat findet, das vielleicht die Basis der oberen Formation darstellt. Die Aplite der unteren Formation reichen nirgends in sie hinein und es finden sich auch nur wenige Pegmatitgänge. Ihre

schönste Ausbildung findet diese Formation, die aus Amphiboliten, Quarziten, Marmoren und Sedimentgneisen besteht und mehr oder weniger ungestört horizontal gelagert ist, auf der Insel Agpat im Umanakfjord. Ich habe daher vorgeschlagen, diese Formation bis auf weiteres als Agpat-Formation zu bezeichnen.

Weiterhin finden sich im Gebiet der Halbinsel Svartenhuk und der gegenüberliegenden Küste nach älteren Aufnahmen Tonschiefer, die vielleicht auch dieser Agpatformation angehören. Doch bleibt die Frage offen, ob diese Tonschiefer nicht zu einer jüngeren Periode zu stellen sind.

Eine genauere Untersuchung dieser Agpatformation steht noch aus, ist aber im Hinblick auf die wichtige Frage der Abgrenzung Ortho- gegen Paragesteine sehr zu wünschen.

Literatur zu den erwähnten Forschungen:

1. W. L. JOERG, The Geography of the Polar Regions.
2. L. MECKING, Die Polarländer, 1925.
3. O. NORDENSKJÖLD, Die Nord- und Südpolarländer, 1925.
4. F. NANSEN, Spitzbergen, 1922.
5. K. GRIPP, Untersuchungen an Gletschern und Moränen Spitzbergens, Zeitsch. d. deut. geol. Ges. 1927.
6. K. GRIPP Endmoräne des Green Bay-Gletschers auf Spitzbergen, Mitt. d. geogr. Ges. Hamburg, 37.
7. K. GRIPP, Über Frost- und Strukturböden auf Spitzbergen. Zeitsch. d. Ges. f. Erdk. Berlin, 1926.
8. K. S. SANDFORD, On the Geology of North East Land, Spitzbergen. Quart. Journ. Geol. Soc. 1926.
9. N. E. ODELL, On the Geology of the Eastern Parts of Central Spitsbergen. Quart. Journ. Geol. Soc. 1927.
10. G. W. TYRREL, The Petrography of Jan Majen. Trans. R. Soc. Edinburgh, 1926.
11. W. A. RUSSANOW, Die Schwankungen der Strandlinien und der Rückgang der Gletscher auf Novaja Semlja. Rev. de Geogr. Ann. 1921.
12. M. M. KRUGLOWSKI, Beiträge zur Geologie von Novaja Semlja. Mat. Geol. Rußlands 1913 (russ.).
13. O. HOLTEDAHL, Novaja Semlja, a Russian Arctic Land. Geogr. Review 1922.
14. Report of the Scientific Results of the Norwegian Expedition to Novaja Semlja 1921. 1922—1925.
15. O. HOLTEDAHL, On the Rock Formations of Novaja Semlja. 1925.
16. Nordische wissenschaftlich-praktische Expedition: 14. Work of Parties of the Northern Scientific and Economical Expedition. Preliminary report (russ. Englisches Resumé).
17. R. SAMOILOWITSCH, Explorations in Novaja Semlja and the Barents Sea. Arktis 1928.
18. N. A. KULIK, Bericht über die Arbeiten auf der Jugorhalbinsel im Jahre 1914. Arb. Geol. u. Min. Mus. 1922 (russ.).
19. N. G. KASSIN, Bericht des geologischen Komitees für 1917. 1919 (russ.).
20. P. W. WITTENBURG u. N. N. JAKOWLEW, Über das Gesteinsalter der Insel Kildin. Mem. Ac. Sc. 1922 (russ.).
21. O. HOLTEDAHL, Bidrag til Finmarkens Geologie. Norges Geol. Undersøgelser 1918.
22. A. E. FERSMANN, Das Chibiner Massiv. Arb. Nord. Wiss. u. Prakt. Exp. 1923 (russ.).
23. L. BREITFUSS, Die Erforschung des Polargebietes Russisch-Eurasiens. Peter. Mitt. Erg. Heft 188. 1925.
24. P. W. WITTENBURG, Das Vorkommen des Eisenerzes im Gebiet des Kolafjords. Arb. Wiss. Prakt. Exp. 1920 (russ.).
25. TH. N. TSCHERNYSCHEW, Über die Tektonik der Timanhöhen. Nachr. Min. Ges. Petersburg 1912 (russ.).
26. TH. N. TSCHERNYSCHEW, Orographische Skizze der Timanküste. Arb. Geol. Kom. 1914 (russ.).
27. W. WARSSONOFJEW, Die Skizzen der Timanküste. Erdkunde 1922 (russ.).

28. N. N. URWANTZEW, Vorläufige Mitteilung über die Arbeiten der Norilski'schen Expedition 1920, Gorno-Raswedwatelnoja Delo Sibiri, 1921 (russ.).
29. H. BACKLUND u. I. P. TOLMATSCHEW, Bemerkung über die geologischen Sammlungen der Vermessungsexpedition des Nordpolarozeans. Bull. Acad. Scienc. 1914 (russ.).
30. C. DIENER, Die obertriassische Ammonitenfauna der Insel Kotelny. Sitz.-Berichte. Akad. Wiss. Wien 1916.
31. S. OBRUTSCHEW, The Tscherski Mountains. Geogr. Journ. 1927.
32. A. P. PAWLOW, Jurassische und Unterkreide Cephalopoda Nordsibiriens. Mem. Acad. Scienc. 1914 (russ.).
33. I. P. TOLMATSCHEW, Erklärung zur geologischen Karte des Chatangagebietes. Nachr. Russ. Geogr. Ges. 1915 (russ.).
34. A. KIRITSCHENKO, Die geologischen Beobachtungen der Vermessungsexpedition des nördlichen Polarozeans. Denksch. f. Hydrographie 1913 (russ.).
35. H. BACKLUND, Die Gesteine des Polarurals. Mem. Ac. Sc. 1914 (russ.).
36. H. U. SVERDRUP, Maud-Expeditionens videnskabelige Arbeide 1918/19. Natur, Oslo 1922.
37. H. BACKLUND, Neue Materialien zur Kenntnis der Insel Bennet. Bull. Acad. Scienc. 1914 (russ.).
38. H. BACKLUND, Über ein Gneissmassiv im nördlichen Sibirien. Mem. Geol. Mus. 1907 (russ.).
39. H. BACKLUND, On the Eastern Part of the Arctic Basalt Plateau. Medd. fr. Abo Akad. 1920.
40. H. BACKLUND, Ein Beitrag zur Kenntnis der Einsamkeitsinsel. Bull. Acad. Scienc. 1916 (russ.).
41. H. BACKLUND, Petrogenetische Studien an Taimyrgesteinen. Geol. Foeren. Foerhandl. 1918.
42. B. SANDER, Zur petrographisch-tektonischen Analyse Teil 3. Jahrbuch d. geol. Bundesanstalt 1925.
43. B. SANDER, Über Tektonite mit Gürtelgefüge. Fennia 50, 1928.
44. F. NANSEN, The Strandflats and Isostasy. Videnskapsselsk. 1921.
45. J. A. MOLTSCHANOW, Die Spuren der Eiszeit in der Bergkette am Jenessei. Bull. Com. Geol. 1926 (russ.).
46. R. L. SAMOILOWILSCH, Geologische Aufgaben der Arktisforschung. Peter. Mitt. Erg. Heft 191, 1927.
47. N. A. KULIK, Die Reise im Sommer 1910 in die Bolschesemelskaja-Tundra. Nachr. Ges. f. Erdk. 1914 (russ.).
48. W. P. AMALITZKI, Die Ausgrabungen an der Dwina. 1921 (russ.).
49. A. A. GRIGORJEW u. D. D. RUDNEW, Expedition nach der Bolschesemelskaja-Tundra. Arb. Wiss. prakt. Exp. 1922 (russ.).
50. A. A. GRIGORJEW, Geologie und Relief der Bolschesemelskaja-Tundra und damit zusammenhängende Probleme. Arb. Wiss. prakt. Exp. 1924 (russ.).
51. A. A. GRIGORJEW, Zur Geomorphologie der Bolschesemelskaja-Tundra. Zeitsch. Ges. f. Erdk. Berlin 1925.
52. A. A. BORISJAK, Historische Geologie 1922 (russ.).
53. W. N. SUKATSCHEW, Zur Frage der Klima- und Vegetationsveränderung im nördlichen Sibirien während der Posttertiärperiode. Meteor. Bote 1922 (russ.).
54. W. A. OBRUTSCHEW, Geologie von Sibirien 1926.
55. W. STEFANSSON, The Friendly Arctic. 1920.
56. R. M. ANDERSON, Recent Explorations on the Canadian Arctic Coast, Geogr. Review 1917.
57. MACMILLAN, Latest News of the Crocker Land Expedition. Geogr. Review 1917.
58. K. RASMUSSEN, The 5th Thule Expedition. Geogr. Review 1925.
59. G. P. PUTMAN, The Baffinsland Expedition, Geogr. Review 1928.
60. O. HOLTEDAHL, On the Rock Formations of Novaja Semlja with Notes on the Palaeozoic Stratigraphy of other Arctic Lands. Norwegian Exp. to Nov. Seml. 1924.
61. O. B. BOEGGILD, Grönland, Handb. d. region. Geol. 1917.
62. J. M. WORDIE, The East Greenland Expedition of the University of Cambridge. Geogr. Jour. 1927.
63. L. KOCH, Stratigraphy of Northwest Greenland, Medd. f. Dansk geol. Foren. 1920.
64. L. KOCH, Note to Maps of Melville Bay and North Greenland. Medd. om Gronland 1922.
65. L. KOCH, Some New Features in the Physiography of Greenland, Jour. of Geol. 1923.
66. L. KOCH, Resultaterne af Jubilaeumsexpeditionen 1921, Naturens Verden 1923.
67. L. KOCH, Preliminary Report Upon the Geology of Peary Land. Am. Jour. of Science 1927.

68. L. KOCH, De videnskabelige Resultater af Jubilæumsexpeditionen. Geogr. Tidsskrift 1924.
69. L. KOCH, The Question of Peary Channel. Geogr. Review 1925.
70. L. KOCH, The Geology of North Greenland, Am. Journ. of Science 1925.
71. L. KOCH, A New Fault Zone in Northwest Greenland. Am. Journ. of Science 1926.
72. L. KOCH, Report on the Danish Bicentenary Jubilee Expedition. Med. om Grønland 1926.
73. L. KOCH, Neue geologische Forschungen in Ostgrönland. Zentr. Bl. f. Min. etc. (mitgeteilt von H. KRUEGER) 1928.
74. H. KRUEGER, Geol. Ergebnisse der hessischen Grönlandexpedition. Peter. Mitt. 1926.
75. F. K. DRESCHER u. H. KRUEGER, Der Peridotit von Kaersut und sein Gangfolge. Mügge-Festschrift des Jahrb. f. Min. etc. 1928.
76. H. KRUEGER, Über eine sogenannte Basaltbreccie auf Disco. Notizblatt d. hess. geol. Landesanstalt 1928.
77. W. SCHOTTLER, Die Basalte der Umgegend von Gießen 1908.
78. O. DIEHL, Beiträge zur Kenntnis der Basalte des Vogelsberges. Notizbl. d. hess. geol. Landesanstalt 1925.
79. K. BURRI, Kritische Zusammenfassung unserer Kenntnisse über die Differentiationstypen postmesozoischer Vulkangebiete. Schweiz. Min. u. Petr. Mitt. 1927.
80. K. HOLLER, Vergleichende petrographische Studien an Rhöngesteinen. 1925.
81. R. A. DALY, Our Mobile Earth. 1925.
82. H. KRUEGER, Beiträge zur Geologie Westgrönlands (Manuskript).
83. M. BELOWSKI, Beiträge zur Petrographie des westlichen Nordgrönland. Zeitsch. d. deut. geol. Ges. 1905.
84. W. C. PHALEN, Notes on the Rocks of Nugsuaks Peninsula. Smiths. Misc. Collections 1903.
85. M. E. WILSON, The Banded Gneises of the Laurentian Highlands of Canada. Am. Jour. of Scien. 1913.
86. J. POMPECKJ, Altert die Erde? Berlin 1926.

Hydrologisch-geologische Beobachtungen in Hessen im Jahre 1926.

Von A. STEUER.

Mit 9 Tafeln Grundwasserstandslinien.

Wie alljährlich schicke ich der Betrachtung über die Bewegung des Grundwassers in dem zu behandelnden Jahre 1926 die Witterungsübersicht voraus, wie sie in den Wasserstandsbeobachtungen in Hessen von dem Landesamt für Wetter- und Gewässerkunde mitgeteilt wird.

Der Januar war ziemlich trüb, mild, in Südhessen normal feucht, in Oberhessen sehr feucht. Die Warmregenperiode der letzten Dezemberwoche 1925 hielt die erste Januarwoche 1926 hindurch an. Starke Niederschläge fielen noch in Oberhessen. Das gewaltige Hochwasser vom Dezemberende stieg noch etwas an und verlief sich vom 3. ab bei mildem Wetter. In der zweiten Woche war es vielfach heiter, trocken, kalt; in der 3. Woche trüb, kalt, schneereich. Vom 15. bis 25. dauerte eine kräftige Schneedecke fast überall an, die erst in der trüben, trockenen, milden letzten Woche abging. Die Niederschlagsmengen waren in Oberhessen weit übernormal, sonst normal. — Der Februar war trüb, sehr feucht, ohne Schnee, sehr mild — der wärmste Februar der letzten 100 Jahre. Nur vereinzelt gab es einen Frosttag. Die Niederschlagssummen erreichten an vielen Orten das Doppelte der normalen. — Der März war ziemlich hell, trocken, oft stürmisch. Bis Monatsmitte war das Wetter wechselnd, vorwiegend trüb, mit geringen Niederschlägen. Am 4. verbreitete Gewitter, am 5./6. und 9./10. Schneetreiben, auch vereinzelt Hagel. Nach Monatsmitte setzte eine Trockenzeit ein, die bis zum 27. anhielt. Die Niederschlagssummen blieben vielfach um 50% hinter den normalen zurück. — Der April war sonnig, sehr warm und trocken. Die zweite Monatshälfte war trüber und feuchter als die trockene erste. Die Niederschlagssummen blieben wiederum vielerorts bis zu 50% hinter den normalen zurück. — Der Mai war unfreundlich, trüb, kalt und feucht — der kälteste Mai seit 1902. Am 2. verbreitete Gewitter! Vom 7. bis 10. ging die Temperatur bis nahe 0° C. oder unter 0° C. hinab. Der Frost am 10. war außerordentlich schädlich. Die Niederschlagssummen waren ausnehmend hoch in Rheinhessen, weniger übernormal in Starkenburg und noch weniger in Oberhessen. — Auch der Juni war trüb, kühl, feucht und gewitterreich. Erst das letzte Monatsdrittel brachte ziemlich trockenes, etwas wärmeres Wetter. Die Niederschlagssummen übertrafen die normalen in

Rheinhessen um 30%, im übrigen Hessen um 20%. — Der Juli war warm, aber wolkig, gewitterreich, sehr naß. Am 4., 5., 7., 9. und 15. gingen vielerorts, besonders in Oberhessen wolkenbruchartige Gewitterregen nieder, die großen Schaden an der Ernte und zum Teil verheerende Überschwemmungen wie z. B. in Garbenteich bei Gießen hervorriefen. Die Niederschlagssummen waren örtlich sehr verschieden. In Rheinhessen betrug der Mehrbetrag gegenüber den normalen etwa 100%, in Starkenburg bis 50%, in Oberhessen in einzelnen Strichen mehr als 100%. — Der August war sonnig und sehr trocken. Die Niederschlagssummen, aus wenigen Tagesmengen zusammengesetzt, blieben vielfach bis zu 50% und mehr hinter den normalen zurück, am meisten im südlichsten Hessen. — Der September war sonnig, sehr warm und sehr trocken. Erst im letzten Drittel nahm die Bewölkung zu, die Temperatur beträchtlich ab. Die Niederschlagssummen kamen nur an wenigen Orten infolge einzelner Gewitterregen den normalen nahe, vielfach erreichten sie nur $\frac{1}{5}$ davon, im ganzen genommen etwa 40% der normalen. — Der Oktober war sehr trüb und nebelig, sehr feucht, stürmisch, ohne Gewitter, normal temperiert. Die zweite Woche war mild, aber sehr stürmisch mit Windstärken bis zu 15 Sekundenmeter. Am 16. Kaltlufteinbruch. Vom 20. ab folgte eine kühle, zeitweise stürmische Regenzeit. Am 25./26. fiel vielerorts Regen mit Schnee vermischt. Die Niederschlagssummen ergaben an vielen Orten Mehrbeträge von 100%. Der erste Schnee, mit Regen vermischt, wurde vielfach am 21. beobachtet. — Der November war sehr warm (der wärmste November seit 1913), sehr trüb, nebelig, schneearm, in Rheinhessen sehr feucht, im westlichen und nordwestlichen Oberhessen feucht, sonst mäßig feucht, im Odenwald ziemlich trocken. Der Regenüberschuß betrug in Rheinhessen bis zu 100%, der Fehlbetrag im Odenwald bis zu 50%. — Der Dezember war kalt, trüb, ziemlich trocken, ohne große Niederschläge. Die Niederschläge, in der Ebene meist Regen mit Schnee vermischt, im Gebirge Schnee, ergaben Summen, die weit unter den normalen blieben, selbst im Gebirge. Vielfach ergaben sich Fehlbeträge bis zu 50%. In tiefen Lagen kam es selten zur Bildung einer Schneedecke, in hohen Lagen hielt sich eine Schneedecke vom 4. bis 10. und dann von Monatsmitte bis Monatsende. Starke Frost brachten die Weihnachtsfeiertage.

Im ganzen war das Jahr warm, ziemlich trüb, feucht. Überschuß an Niederschlag lieferten Januar, Februar, Mai, Juni, ganz besonders Juli und Oktober, merkliche Fehlbeträge April, August, September und Dezember, besonders September.

Der Verlauf der Schaulinien der Wasserstände in der Rhein-Main-Ebene paßt sich den meteorologischen Verhältnissen recht gut an. Es ist am Schluß des Witterungsberichtes gesagt, daß einen Überschuß an Niederschlägen die Monate Januar, Februar, Mai und Juni und dann besonders Juli und Oktober lieferten. Wir legen der folgenden Betrachtung, wie auch in den früheren Jahren, hauptsächlich die Beobachtungen in der Rhein- und Mainebene zugrunde und die wenigen in Oberhessen, die Schichtwasser betreffen. Die Linien die von Brunnen im klüftigen Gebirge entnommen sind, verlaufen unregelmäßig, weil die Wasserstände fast überall durch von den örtlichen Niederschlägen abhängiges Senkwasser stark beeinflußt werden. Vergleicht man also die Linien von den Brunnen der Ebenen mit denjenigen des vorhergehenden

Jahres 1925, dann macht sich zweierlei bemerkbar. Erstens, daß im großen und ganzen in 1926 der Hochstand durch den ganzen Sommer hindurch bis in den Juli andauert, und zweitens, daß der Abfall nach dem Herbst zu weitaus an den meisten Linien verhältnismäßig geringen Ausschlag hat. Nur an denjenigen Linien kommt eine überraschende und abweichende Gestaltung zustande, die vom Rheinwasserstand abhängig sind, und deren Charakter mit dem der echten Grundwasserlinien nicht verglichen werden kann, weil der Hochstand des Stromes im Sommer ja von dem Wasserabfluß aus den Alpen und den Randgebirgen der Rheinebene abhängig ist. Im großen und ganzen erkennt man an den Wasserständen in der Rheinebene sehr deutlich, namentlich wenn man den Jahresdurchschnitt mit in Betracht zieht, daß sich ein allgemeiner Anstieg des Grundwasserspiegels vollzogen hat. Wenn auch die Höchstwasserstände nicht gerade besonders hohe Spitzenwerte erreicht haben, so halten sich doch die hohen Wasserspiegel, wie oben schon gesagt, durch einen beträchtlichen Teil des ganzen Jahres und sinken auch im Herbst nicht so stark ab, wie es in manchen anderen Jahren der Fall war.

Es war nun ferner in 1926 ganz allgemein zu beobachten, daß sich nicht nur in den Niederungen seit 1923 höhere Wasserspiegel, sondern auch ganz allgemein, namentlich in der ersten Hälfte der letzten Jahre, stärkere Durchfeuchtung der oberen Bodenschichten eingestellt hat. Diese hat sich sogar an gewissen Orten störend bemerkbar gemacht. Man bemerkt das namentlich an solchen Stellen, an denen wasserundurchlässiger Untergrund an tiefgelegenen Stellen über Tage ansteht oder nur bis zu gewisser Stärke mit Ackerboden bedeckt ist, oder wo Diluvialschichten nur mit geringerer Mächtigkeit die undurchlässigen Schichten überlagern, rückwärts indessen von höhergelegenen Gebieten umrahmt werden, aus dem Bodenwasser abziehen kann, und ganz besonders an Talhängen. Da kommt es an tiefgelegenen Äckern oder Wiesen usw. wieder zu so starker Wasseransammlung, daß man im Frühjahr geradezu Versumpfung zu bemerken glaubt. Daß das früher ebenso gewesen ist, hat man vergessen. Man weiß nur und erinnert sich, daß in den letzten 20 Jahren derartig starke Feuchtigkeit nicht mehr beobachtet worden ist. Im Hügellande dagegen, so besonders auch in Rheinhessen, haben sich an Abhängen, wo Mergel von wasserführendem Gestein überlagert werden, auch an Schüttungen und Dämmen z. T. starke Rutschungen eingestellt. In allen solchen Fällen sollte man, wenn man nach der Ursache forscht und durch technische Maßnahmen dem Übel Einhalt gebieten will, die herrschenden hydrologischen und Bodenverhältnisse zuerst studieren.

In der Tat macht es den Eindruck, als wenn eine feuchtere Periode bezüglich der Verbreitung des Bodenwassers im Anzug sei, und wie ich ausdrücklich bemerke, ist das nicht nur in der Rheinebene zu beobachten, also in dem ausgesprochenen Gebiet der mächtigen Grundwassermassen, wie sie besonders im hessischen und badischen Ried anstehen, sondern in allen Niederungen und Berghängen bemerkt man das gleiche, wo unterirdisches Wasser sich in durchlässigen Schichten bewegen und auf undurchlässigem Boden sich sammeln oder abziehen kann. Wie schon früher wiederholt ausgeführt worden ist, herrschte in den Jahren von 1880 ab, seitdem die mir zur Verfügung stehenden zuverlässigen Beobachtungen in der Rheinebene begonnen haben, bis 1883 ein ab-

normer Grundwasserhochstand. Bis zum Jahre 1889 hielt dieser fast unvermindert an, lag im großen und ganzen gegen den Spitzenwert vom Jahre 1882 nur um 30—40 cm tiefer. Von 1890/91 an setzt dann, besonders an den Jahresdurchschnitten charakteristisch ausgeprägt, ein beständiges Fallen des Grundwasserspiegels ein, der seinen tiefsten Stand 1896 erreichte und gegen 1882 sich im Durchschnitt um 1,10 m tiefer stellte. Von 1897 bis 1902 einschließlich hob sich der Spiegel durchschnittlich um 50 cm und sank in den Jahren 1904/05 fast wieder auf den niedrigen Stand des Trockenjahres 1896. Von 1906—1910 einschließlich macht sich abermals Ansteigen geltend, doch hielt sich das Wasser nicht gleichmäßig auf der Höhe, sondern wurde immer wieder durch einzelne Jahre mit etwas tieferem Stand unterbrochen, so daß ein recht unregelmäßiges Bild entstand, und sank dann bis zum Jahre 1918 wieder beständig; in dem letztgenannten Jahre wurde sogar ziemlich wieder der tiefe Wasserstand von 1896 erreicht. In den beiden Jahren 1919 und 1920 erholen sich die Spiegel ein wenig, um etwa 40 cm, um nun abermals bis zum Jahre 1922 ganz schroff abzufallen, so daß 1922 der tiefste Wasserstand erreicht wurde, den es überhaupt in der ganzen Periode seit 1891 gegeben hat, und der noch um etwa 20 cm den tiefsten Stand von 1896 unterschritt. Unverkennbar prägte sich also im Sommer 1922 die übergroße Trockenheit des Sommers und Winters 1921 aus.

Allein mit dem Herbst 1922 kommt eine entscheidende Wendung. Die Niederschläge, namentlich in der kälteren Jahreszeit, haben sich entschieden vermehrt, und so sieht man, daß im Jahre 1923 der durchschnittliche Jahreswasserstand ganz schroff ansteigt, und zwar um 70, in 1924 sogar um 90 cm, so daß er wieder auf die durchschnittliche Höhe der Jahre 1884 bis 1888 answoll. Diese Höhe hielt fast gleichmäßig an bis 1926 einschließlich.

Der allgemeinen Vermehrung des Bodenwassers muß sehr große Bedeutung für die Landeskultur beigemessen werden. Besonders charakteristisch haben sich die Verhältnisse an der Oberfläche in den vergangenen 30 Jahren im hessischen Ried entwickelt. Noch bis zum Ende der 80er Jahre herrschte ja der Hochstand des Bodenwassers. Fast alljährlich konnte man im Frühjahr beobachten, wie die tiefsten, nahe dem Rhein gelegenen Wiesen und besonders auch die Altwasserläufe von Rhein, Neckar und Main mit Wasser gefüllt und die sie begleitenden Wiesen in breitem Streifen überschwemmt wurden, der erst durch die nächst höhere Talstufe begrenzt wird. Aus der hessischen Geschichte ist bekannt, wie sich schon seit Jahrhunderten die Landesherren und ihre Regierungen bemüht haben, diese Wassernot für den Landwirt im Ried, wenn auch nicht zu beseitigen, was ja aus natürlichen Gründen unmöglich ist, so aber doch zu mildern. Ein wohldurchdachtes System von Entwässerungsgräben, den sogenannten Landgräben, mit Zuleitungsgräben oder Kanälen ist entstanden, durch die der Abzug des übertretenden Grundwassers und des etwa noch hinzukommenden Tagewassers erleichtert werden sollte.

Der Erfolg kommt am deutlichsten zur Geltung auf den zum großen Teil schlickbedeckten Flächen der jüngsten Diluvialstufe, die sich um $1\frac{1}{2}$ bis 3 m über die tiefste Fläche erhebt und in die die Abwasserläufe eingesenkt sind. Diese höher gelegenen, mehr oder minder überschlickten Gebiete sind es, die in erster Linie zum Ackerbau ausgenutzt werden und die zu den fruchtbarsten des ganzen Hessenlandes gehören.

Trotz dieser Entwässerungsanlagen verschwindet jedoch das übertretende Grundwasser in nassen Jahren im Frühjahr in den tiefsten Wiesen und Altwasserläufen nicht so schnell, weil das Gefälle nach dem Strom zu gering ist, namentlich wenn dieser auch noch Hochwasser führt. Die Wiesen und tiefergelegenen Flächen werden erst wieder trocken, wenn das Grundwasser fällt. Das kann bis in den April hinein dauern. Manche tiefergelegenen Gebiete werden erst im Sommer trocken. Man ist unter diesen Verhältnissen in neuester Zeit dazu gekommen, durch große Pumpwerke, das in den Rheinwiesen übertretende und sich sammelnde Grundwasser zu heben und über den Rheindamm werfen zu lassen, um dadurch das Übel soweit als möglich zu beseitigen oder doch zu mildern.

Als nun mit dem Jahre 1891 die starke Absenkung des Wasserspiegels einsetzte, die in den trockensten Jahren bis zu 1,20 m gegen den Hochstand der 80er Jahre erreichte, änderten sich die Verhältnisse beträchtlich. Die alljährlichen großen Überschwemmungen blieben entweder ganz aus oder wurden, so z. B. in 1906—1910, auf den Vorfrühling beschränkt, so daß die Ackerkultur wenig oder garnicht davon benachteiligt wurde. Man ging sogar dazu über, beträchtliche Gebiete, die bisher nur als Wiesen benutzt werden konnten, dem Ackerbau zuzuführen. Man glaubte in weiten wirtschaftlichen Kreisen, das Wasser sei endgültig verschwunden und die alten Zustände waren rasch vergessen. Warnungen wurden überhört oder zurückgewiesen.

Als nun in den Jahren 1903—1905 ein besonderer Tiefstand des Grundwassers zur Ausbildung kam, wurde unter dem verstorbenen Minister BRAUN auf Anregung der Kulturbaubeamten der weitblickende Plan entworfen, die Entwässerung des Riedes durchgreifend zu verbessern, einheitlich und großzünftig auszubauen. Das war sehr richtig gedacht, denn in der Zeit des tiefsten Bodenwasserstandes hätte man ja besonders vorteilhaft arbeiten können und hätte ganz bedeutende Kosten gespart. Trotz aufklärender Vorträge, an denen auch ich mich im Auftrage der Regierung beteiligte, gelang es indessen nicht, die am meisten Interessierten von der Zweckmäßigkeit und Notwendigkeit des Baues zu überzeugen. Man glaubte fest, daß das Wasser für alle Zeiten verschwunden sei.

Nunmehr, 20 Jahre nach dem damaligen Versuche, eine durchgreifende Entwässerung ins Auge zu fassen, und über 30 Jahre nach dem Beginn des Abfalls des Wasserspiegels zu Anfang der 90er Jahre des vorigen Jahrhunderts, hat sich seit 1923 der Hochstand des Grundwasserspiegels wieder eingestellt. Wie ich schon oben sagte, hat er die Höhe, wie sie zu Ausgang der 80er Jahre war, erreicht und hat sich seit 4 Jahren fast gleichmäßig auf ihr gehalten. Nur im letzten Jahre 1927 ist er um eine Kleinigkeit, etwa 25 cm im Jahresdurchschnitt gefallen, wie er sie in 1924 um fast ebensoviel überstieg. Es kann selbstverständlich nicht vorausgesagt werden, ob nun wieder eine längere Periode hoher Wasserstände etwa von 30 Jahren, wie man mit BRÜCKNER erwarten könnte, folgen wird, und ob nicht sogar die höchsten Wasserstände von 1880 und 1882 in einzelnen Jahren wiederkehren werden. Es kann ja auch sein, daß sich wie von 1896—1902 nur eine vorübergehende Hochstandsperiode herausbildet und schon in einigen Jahren wieder eine Abnahme des Bodenwassers folgt. Als wahrscheinlich möchte ich das letztere nicht ansehen, sondern bin der Meinung, daß man mit einer längeren Folge von wasserreicheren Jahren rechnen

muß, wie im vorigen Jahrhundert, wenn auch Schwankungen nicht ausbleiben werden.

Die Entwässerungspläne für das Ried sind also schon Jahrhunderte alt. Wie es in früheren Jahrhunderten gewesen ist, daß Perioden wasserreicher mit solchen wasserärmerer Jahre abgewechselt haben, so ist es in der Jetztzeit nicht anders geworden. Bedauerlich ist nur, daß es so schwer ist, gerade in einer solchen wirtschaftlich so folgenschweren Frage, wie sie die Entwässerung ist, im rechten Zeitpunkte weitschauend und energisch vorzugehen. Der Mensch ist im allgemeinen geneigt, nur mit den gerade herrschenden Umständen zu rechnen. Eine Gefahr, die nicht drohend vor Augen schwebt, wird leicht nicht beachtet. Solange das Wasser nicht sichtbar war, glaubte man an seine Rückkehr nicht, sondern erfreute sich an den eingetretenen günstigeren Verhältnissen, ohne für das Gegenteil vorzusorgen. Jetzt ist es unmöglich, innerhalb einer Frist von wenigen Jahren mit technischen Maßnahmen einer Naturerscheinung Herr zu werden, die wir in ihrer Größe und Gewalt nur schwer begreifen können. Es gilt also, wissenschaftlich und praktisch weitschauend zu beobachten und zu arbeiten, um ein für die Kultur des Landes wertvolles Werk, das schon unsere Vorfahren begonnen haben, weiter zu führen zum Wohle unserer Nachkommen.

Wasserstandsbeobachtungen in Hessen i. Kalenderjahr 1926.

Zusammenstellung der Beobachtungspunkte mit höchster und tiefster Lage des Wasserstandes im Jahre 1926.

	Lage des Beobachtungspunktes über NN. m	Wasserstände			Bemerkungen
		Höchster m	Tiefster m	Unterschied m	
Provinz Starkenburg					
Darmstädter Wasserwerk:					
Bohrloch 19 A	96,22	92,17	91,72	0,45	
» 20 A	98,47	93,64	93,20	0,44	
» 26 C	93,88	91,25	90,72	0,53	
» D	90,61	89,89	89,30	0,59	
» J	92,11	89,78	89,06	0,72	
Oberförsterei Jägersburg	91,40	90,09	89,30	0,79	Letzte Ablesung im Dezember fehlt.
Groß-Rohrheim	89,56	87,51	87,02	0,49	
Erfelden	88,60	85,95	84,12	1,83	
Wormser Wasserwerk:					
Lorscher Wald, Bohrloch 26	91,80	89,73	89,30	0,43	Januar nur eine Messung Juni fehlt eine Messung Septemb. fehlen 2 Messungen
» Bohrloch 32	93,15	92,03	91,21	0,82	
Astheim	86,28	84,44	83,02	1,42	
Hamm (Prov. Rheinhessen)	90,08	87,62	84,79	2,83	Januar nur eine Messung Juni fehlt eine Messung Septemb. fehlen 2 Messungen
Ginsheim	87,13	83,67	81,24	2,43	
Forsthaus Mönchbruch	91,39	90,63	89,98	0,65	
Ober-Königstädter Forsthaus	93,70	90,66	90,06	0,60	
Distrikt Mönchwald, Abtg. 39	—	—	—	—	
Klaraberg	—	—	—	—	
Mönchhof	—	—	—	—	
Distrikt Mönchwald, Abtg. 102	—	—	—	—	
» » » 120	—	—	—	—	
Mitteldick	109,96	103,66	102,82	0,84	
Gehespitz	110,89	104,14	103,47	0,67	
Forsthaus Gundhof	101,70	99,19	98,71	0,48	
Kelsterbach	104,49	94,27	93,63	0,64	Erste Messung in der 3. Aprilwoche. August fehlen 2 Messungen Oktober fehlen 2 Messungen
Inheiden, Schulbrunnen	135,35	134,34	133,87	0,47	
Rabertshausen	177,27	174,17	173,22	0,95	
Station Häuserhof	147,13	145,23	144,22	1,01	1. Novemberwoche nicht gemessen
Grube Wölfersheim	149,87	147,83	145,17	2,66	
Inheiden, Brunnen Henkel	—	—	—	—	
» Bohrloch 45	145,88	137,80	134,52	3,28	Im Mai fehlt eine Messung. Im Juni fehlen 3 Messungen.
» » 44	137,35	134,80	133,85	0,95	
» Braubrunnen	—	—	—	—	
Weckesheim, Brunnen der Steigers Ewald	137,62	136,24	132,92	3,32	Brunnen fällt auch weg. 1. Messung im Januar, wegen Ungenauigkeit weggelassen.
Inheiden, Bahnwärterhaus 21	138,84	133,86	133,46	0,40	
Steinheim, Brunnen in der neuen Schule	135,14	135,42	135,16	0,26	
Steinheim, Brunnen in der alten Schule	138,07	137,07	135,88	1,19	2. Novemberwoche nicht gemessen. 3. Januarwoche nicht gemessen

	Lage des Beobachtungspunktes über NN. m	Wasserstände			Bemerkungen
		Höchster m	Tiefster m	Unterschied m	
Trais-Horloff, Brunnen Nr. 1	130,61	129,35	129,04	0,31	
» » » » 2	134,54	132,48	129,81	2,67	
» » » » 3	135,78	133,83	130,80	3,03	
Villingen	160,23	135,02	134,54	0,48	
Unter-Widdersheim	138,87	136,33	134,56	1,77	
Hungen	—	—	—	—	
Leidhecken	126,06	121,56	120,83	0,73	
Langsdorf	164,98	161,96	160,88	1,08	
Klein-Linden, Brunnen 3	186,07	184,59	182,02	2,57	
» » » » 2	179,59	173,97	170,09	3,88	
» » » » 1	163,80	160,56	156,95	3,61	
Röthges	200,86	199,26	196,55	3,71	
Bellersheim	164,82	159,61	156,91	2,70	Mit der letzten November- woche die Messungen ein- gestellt.
Langd	144,95	137,08	136,23	0,85	
Nonnenrod	182,32	179,92	174,18	5,74	
Bettenhausen	186,69	177,09	173,63	3,46	
Ludwigshoffnung	136,17	134,01	129,42	4,59	
Obbornhofen	154,21	152,82	150,93	1,89	
Utphe	139,59	136,02	135,42	0,60	
Wölfersheim	152,67	151,70	150,68	1,02	
Queckborn	202,42	201,45	201,05	0,40	
Bingenheim, Brunnen 2	130,80	124,07	123,15	0,92	
» » » » 1	127,52	126,56	126,48	0,08	
Nieder-Florstadt, Brunnen 2	125,55	122,40	120,40	2,00	Monat Mai nur 2 Messungen. Monat Juni nur 2 Messungen. Monat Septb. fehlt 1 Messung. Monat Okt. nur 2 Messungen.
» » » » 1	130,47	123,42	121,21	2,21	Monat Mai nur 2 Messungen. Monat Juni nur 2 Messungen. September fehlt 1 Messung. Oktober nur 2 Messungen.
Gonterskirchen, Schulhaus	186,70	183,05	181,40	1,65	
» » Forsthaus	184,01	180,81	180,45	0,36	
Nieder-Wöllstadt	122,66	119,56	119,36	0,20	Erste Messung in der zweiten Märzwoche.
Blofeld	172,24	165,84	164,93	0,91	
Bisses	127,05	124,90	122,53	2,37	
Ruppertsburg	163,06	155,80	151,21	4,59	
Grund-Schwalheim Nr. 2	125,91	124,77	123,58	1,19	
» » » » 4	132,19	131,59	130,14	1,45	
» » » » 3	126,68	125,66	124,48	1,18	
Rodheim	150,35	142,30	141,61	0,69	

Verzeichnis der Schriften

von Gesellschaften, Behörden, Anstalten usw., welche dem Verein für Erdkunde bzw. dem Mittelrheinischen Geologischen Verein und der Geologischen Landesanstalt dahier vom 1. April 1927 bis 31. März 1928 (oder zum letzten Male) eingesandt wurden.

(Die folgenden Angaben mögen den Einsendern, welchen eine besondere Empfangsbescheinigung nicht zuzuging, als Quittung dienen.)

Im Tauschverkehr wurden gesandt:

Agram, Geolog. Kommission der Königreiche Kroatien, Slavonien:

Bericht. II. Jahrg. 1912.

Altenburg, Sächsisches Ministerium: Statistische Mitteilungen. Nr. 82. 1919. 1920. 1921.

Altenburg, Naturforschende Gesellschaft der Osterlande. Mitteilungen. N.F. Bd. 15. 16.

Alzey, Landw. Schule: Jahresbericht 1913.

Antwerpen, Société royale de Géogr.: Mémoires, Tome IV. 1883.

Augsburg, Naturw. Verein für Schwaben und Neuburg: Bericht 45.

Aussig, Museums-Gesellschaft: Jahresbericht. 1913.

Baltimore:

a) John Hopkins University and the Maryland Agriculture College:

1. Maryland State Weather Service. Vol. I. 1896.

2. University Circulars. 1895.

3. Instruction in Geology. Programm. 1894/95.

b) Maryland Geological Survey:

1. Silurian 1923.

2. Mary's County. 1907.

3. Calvert's County. 1907.

4. Prince George's County. 1911.

5. Vol. XI. 1922.

c) American Inst. of Mining Engineers: Karten. 1892.

Bamberg, Gewerbeverein: Jahresbericht. 1905.

Naturforsch. Gesellschaft: Jahresbericht XXIV.

Basel, Naturforsch. Gesellschaft: Verhandlungen. Bd. 37, 38.

Batavia (Weltevreden), Natuurkundig Tijdschrift voor Nederlandsch-Indië.

Deel 73. 1914.

Bautzen, Naturw. Gesellschaft „Isis“: Berichte und Abhandlungen. 1921/24. Mitteilungen, Heft 1—7, 10—14.

Bayreuth, Naturw. Gesellschaft: II. Jahresbericht. 1911—1914.

Berlin:

a) Preuß. Statist. Bureau:

1. Preuß. Statistik Nr. 278, 286, 287, 288, 289.

2. Zeitschrift für Statistik. 66. Jahrg. 3, 4. 67. Jahrg. 1, 2.

3. Medizinalstatistische Nachrichten. 14. Jahrg. 2—4. 15. Jahrg. 1, 2.

b) Preuß. Geolog. Landesanstalt:

1. Geolog. Karten. Liefg. 145 (Waldenburg i. Schl., II. Aufl.), 174 (Goslar, II. Aufl.), 217, 257, 260, 262, 245, 269, 100 (Harzburg, III. Aufl.), 15.

Je 3 Blatt Hochheim-Raunheim und Wiesbaden-Kastel.

- Geolog. Übersichtskarte von Deutschland 1:200 000. Bl. Fulda u. Mainz.
 Kleine geolog. Karte von Europa 1:10 000 000 v. Beyschlag u. W. Schriell
 mit Deckblatt tekton. Bild von Europa.
 Geologisch-tektonische Übersichtskarte des Rheinischen Schiefergebirges 1:200 000
 von Werner Paeckelmann.
2. Jahrbuch 1926, Heft 2.
 Ergebnisse von Bohrungen. Heft VII. Gradabt. 36—37.
 3. Abhandlungen. Neue Folge. Heft 99—103.
 4. Abbildungen und Beschreibungen fossiler Pflanzenreste von Prof. Dr. Potonié.
 Liefg. 8 und 9. 1913.
 5. Beiträge zur Erforschung deutscher Schutzgebiete. Heft 19.
 6. Archiv für Lagerstättenforschung. Heft 35, 36.
 7. Karten der nutzbaren Lagerstätten Deutschlands. Liefg. 12.
 Geologische Literatur Deutschlands:
 A. Jährlicher Literaturbericht: Literatur vom Jahr 1923, 1924.
 B. Literatur über einzelne Gebiete: F. M. Behr, Die geologische Literatur
 der baltischen Ostseeprovinzen.
 8. Mitteilungen der Abteilung für Gesteins-, Erz-, Kohle- und Salzuntersuchungen.
 Heft 2.
 9. Sitzungsberichte der Geologischen Landesanstalt. Heft I.
 - c) Preuß. Landesanstalt für Gewässerkunde: Jahrbuch für die Gewässerkunde Nord-
 deutschlands:
 1. Jahrbuch für das Abflußjahr 1911. Heft 1—6 u. 1. Allgemeiner Teil. 1914.
 2. Besondere Mitteilungen. Bd. IV. Heft 4.
 - d) Deutsche Geolog. Gesellschaft: Zeitschrift, Bd. LXXIX, Heft 1—4. LXXX, Heft 1.
 Monatsberichte, Bd. LXXVIII, Heft 11/12. LXXIX, Heft 1—12.
 - e) Gesellschaft für Erdkunde:
 Zeitschrift 1925, 9, 10; 1926, 1—10; 1927, 1—3.
 Verhandlungen: Bd. XXVIII. 1901.
 - f) Reichsamt für Landesaufnahme. Mitteilungen. II. Jahrg. Nr. 4. III. Jahrg. 1—3.
- Bern, Geographische Gesellschaft: Jahresbericht XXVII.
 Bistritz, Gewerbeschule: Jahresbericht XXVIII. 1908.
 Bonn, Naturhist. Verein: Verhandlungen. Jahrg. 1926.
 Niederrhein. Gesellsch. f. Natur- u. Heilkunde: Sitzungsber. 1922, 1926.
 Literatur d. Rhein. Schiefergeb.
 Geograph. Vereinigung: I. Veröffentlichung. 1912.
- Bordeaux, Société de Géographie commerciale: Bull. 1903.
- Boston, Soc. of nat. history:
 1. Proceedings, Vol. XXXVIII, Nr. 4—7.
 2. Memoirs, Vol. VI, 2.
 3. Occasional Papers, Vol. V, 69—196, Vol. VII.
- American Academy of Arts and Science:
 Proceedings, New-Ser. LXI. 12; LXII, 1—6, Vol. I—VII; XLI, 12; XLIII, 13, 14;
 LVIII, 3, 4, 8.
- Braunschweig, Verein für Naturwissenschaften: Jahresbericht. 1922/23—1924/25.
- Bremen, Naturwissensch. Verein: Abhandlg. Bd. XXVI, Heft 2.
 Meteorolog. Station. Stat. Jahrbuch 1916. 1917.
 Geographische Gesellschaft: Geogr. Blätter XXXIX, Heft 4.
- Breslau, Schles. Gesellschaft f. vaterl. Kultur: 99. Jahresbericht. 1926. Beihefte Schlesische
 Jahrbücher, Jahrg. III, Nr. 1.
- Brooklyn, Institute of Arts and Science: Bull. Vol. II, 3—6; III, 1.
- Brünn, Mährisches Landesmuseum: Zeitschrift, Bd. XIV, XV, XVI.
 Naturforscher-Verein: Verhandlungen 59. (1922—1924).
 Meteorolog. Kommission d. Naturf.-Vereins: Bericht 31. 1916.
 Museum Franciscum: Tätigkeitsbericht, V. Jahrg. 1898.
 Klub für Naturkunde, Sektion des Brünner Lehrervereins: Bericht und Abhandlung
 Nr. X. 1909—1914.
- Brüssel:
 a) Ministère de l'industrie et du travail, Direct. Générale de Mines. Commission
 géologique: Geologische Karten. Blatt Nr. 191. 1910.
 b) Société Royal de Géogr.: Bull. 1914, 1—4.

- c) Acad. Royal des Sciences des Lettres et des Beaux Arts de Belgique:
 1. Annales 1914.
 2. Bulletins 1914, 2—4.
- d) L'Observatoire royal de Belgique:
 1. Annales météorologique. 1907.
 2. Annales météorologique. 1913.
 3. Bull. climatologique. 1899.
 4. Bull. Mensuel du Magnétisme. 1899, I u. II.
- e) Musée Royal D'Histoire Naturelle de Belgique.
 Memoire. Tom I—VIII, Nr. 32—36.
- Budapest:**
- a) Ungarische Geologische Landesanstalt:
 1. Agrogeolog. Spezialkarte der Länder der ungar. Krone, nebst Erläuterungen. 1: 75 000. 1911.
 2. Jahresbericht. 1916. I, II.
 3. Mitteilungen aus dem Jahrbuch, Bd. XXV, Heft 1—5; XXVII, Heft 1, 2. Die Eisenerz- und Kohlenvorräte des ungarischen Reiches. I. Teil. Die Eisenerze.
- b) Nationalmuseum: Annales. Vol. XXIII, XXIV.
- c) Ungarische geologische Gesellschaft: Zeitschrift (Földtany Közlöny). LVI, LVII.
- d) Société hongr. de Géogr.: Bull. Tomo XLII, 3—5. 1914.
- e) Geologisches Institut der Königl. Ungar. Peter Pázmany Universität.
 Ungarische Rundschau für Geologie und Paläontologie. Bd. I, Heft 1.
- Buenos-Aires:**
- a) Ministerio de Agricultura de Republica Argentina: Séccion Geologia, Mineralogia y Minería:
 Annales Tomo XVI, Nr. 2.
 Boletín 6, 10, 12, 14, 33, 34.
 Publicación 13—33.
 Topographische Karten 1: 200 000. Anconquiya, Capilla de Monte, Cordoba, Mendoza, Sn. Carlos de Bariloche, Villa Alberd.
- b) Museo National; Annales. XXV—XXX. Index; Tomo I—XX.
- c) Instituto geográfico Argentino: Bol. Mensual. XXIV. 1911.
- d) Veröffentlichung der deutsch-akademischen Vereinigung: 1912.
- Bukarest, Ministerium der öffentlichen Arbeiten: Bericht. 1902.**
- Societ. geografica româna:
 1. Buletin 1913, Fasc. 1 u. 2.
 2. Directonair geografico. Vol. IV. 1904.
- Institutului geologic al României: Anuarul. I—IX, X.
 Memoille. Vol. I.
- Cambridge, U. St. Museum of comparative Zoology:**
 Bulletin Vol. LVII, 3—5; LVIII, 8—11; LIX, 1—8; LX, 1—12; LXI, 1—15; LXII, 1—15; LXIII, 1—9; LXIV, 1—5.
 Annual-Report 1913/14, 1914/15, 1916/17, 1917/18, 1918/19, 1919/20.
 Geological Series. Bull. LV, 3—5; LVI, 3, 4.
- Capstadt, Annual-Report of the geological Commission. 1903.**
- Chemnitz, Naturwiss. Gesellschaft: XVI., XVII., XXI. Bericht.**
- Cherbourg, Société nat. des sciences nat. et math.: Memoirs, Tome XXXVIII. 1912.**
- Chicago, Field Columbian Museum, Geolog. Series, Vol. II, Nr. 6, 1904.**
- Christiania:**
- a) Kgl. Norweg. Universität: Programme und Abhandlungen. 1910.
- b) Norweg. Kommission der Europ. Gradmessung:
 1. Geodätische Arbeiten und astronomische Beobachtungen. Heft VI. 1895.
 2. Wissenschaftliche Schriften:
 Norges Vaextrige. 1889.
 Norges Geologiska Undersögelse. Bd. XXIX. 1900.
 Norske Norhaus Expedition. Bd. XXVIII. 1901.
- Chur, Naturforsch. Gesellsch. Graubündens: Jahresbericht. Neue Folge. Bd. LXIII.**
- Colmar, Mitteilungen der Naturhistorischen Gesellschaft. Bd. XIV, 1916/17.**
- Crefeld, Mitteilungen aus dem naturwissenschaftlichen Museum. Bd. II. 1915/16.**
- Danzig, Naturforsch. Gesellschaft: Schriften. Bd. XVII, Heft 3, 4. XVIII, Heft 1. Abhandlungen. Bd. I, Heft 1.**

Darmstadt:

- a) Hess. Ministerium des Innern: Jahresbericht der Denkmalpflege im Großherzogtum Hessen. III. Bericht 1910—1913, nebst Beilage I und II.
- b) Hess. Zentralstelle für die Landesstatistik:
 - 1. Beiträge zur Statistik Hessens. LXVI, Heft 5.
 - 2. Mitteilungen. Nr. 966, 969, 970, 971. 1915.
 - 3. Statistisches Handbuch. III. Ausgabe. 1924.
- c) Hess. Zentralstelle für die Gewerbe:
 - Gewerbeblatt 1919, 17—32, 34, 35, 37—52; 1920, 1—29; 1921, 1—15; 1922, 1—19.
- d) Landesamt für Wetter- und Gewässerkunde:
 - 1. Niederschlagsbeobachtungen an den meteorolog. Stationen in Hessen. 1915, 1916, 1917, 1918.
 - 2. Übersicht der Beobachtungen an den hessischen meteorolog. Stationen. 329—342.
 - 3. Deutsches meteorolog. Jahrbuch. (Hessen.) Jahrg. 1925, 1926.
 - 4. Veröffentlichungen. Heft 4.
 - 5. Wasserstandsbeobachtungen in Hessen 1926, 1927.
- e) Hess. Technische Hochschule: Programme 1927/28 und Dissertationen. Schriften: Jahrg. 1926, Heft 1, 2, 4, 5.
- f) Hess. chem. Prüfungsstation für die Gewerbe: Jahresbericht. 1913.
- g) Hess. Obere Bergbehörde: Jahresbericht 1926. Die Fundgrube 1. Jahrg. 4—10.
- h) Hess. Gewerbeinspektion: Jahresbericht. 1912.
- i) Archiv für Hessische Geschichte und Altertumskunde. NF. Bd. XV. Heft 1, 2.
- k) Historischer Verein: Quartalsblätter. Bd. VI, Nr. 14—24.
- l) Volk und Scholle. 5. Jahrg. Heft 1—12. 6. Jahrg. Heft 1, 2.
- l) Landwirtschaftskammer für Hessen:
 - 1. Arbeiten der Landwirtschaftskammer für Hessen. Heft 40.
 - 2. Arbeiten der Deutschen Landwirtschafts-Gesellschaft. Heft 1—9. 1914.
 - 3. Hessische Landw. Zeitschr. 1927, 1—52; 1928, 1—10.
- m) Landwirtschaftliche Versuchsstation:
 - Tätigkeitsbericht. 1914—1918.
 - Veröffentlichungen, „Düngungsfragen“ unter Berücksichtigung neuer Forschungsergebnisse, von Prof. Dr. P. Wagner. Heft 1, 2, 3, 5 und 6. 1904.
- n) Landwirtschaftliche Winterschule: Jahresbericht. 1913.
- o) Ludwigs-Georgs-Gymnasium: Jahresbericht. 1913.
- p) Neues Gymnasium: Jahresbericht. 1913.

Des Moines, Iowa geolog. Survey: Annual Reports. Vol. 25.

Douai, Union géogr. du Nord de la France: Bull. XXXV. 1907.

Dorpat, Estnische Gesellschaft. Meteorologische Beobachtungen. 1919, 1920.

Dresden, Sächs. Statistisches Bureau:

Kalender und Jahrbuch. 1916/17, 1918/20.

Statistische Zeitschrift. Jahrg. 1918, 1919, 1920/21.

Naturwissenschaftliche Gesellschaft „Isis“: Sitzungsberichte und Abhandlungen. 1926.

Verein für Erdkunde:

Jahresbericht. XXIV, XXVII.

Mitteilungen. Bd. III, Heft 5 u. 6; II, Heft 3 u. 4. Jahresheft 1926.

Mitteilungen aus dem Museum für Mineralogie und Vorgeschichte. N. F. Nr. 1—7.

Dünkirchen, Soc. de Géographie: Bull. XXXX. 1912.

Dürkheim, Naturwissenschaftl. Verein „Pollichia“: Mitteilungen. Neue Folge. Nr. 1, 2.

Düsseldorf, Naturwissensch. Verein: Mitteilungen. 1909.

Ekaterinoslaw. Berg-Institut. Wissenschaftliche Nachrichten 1926, 1927.

Emden, Naturforsch. Gesellschaft: Jahresbericht 1916/17.

Essen, Geologische Gesellschaft für den Rhein.-Westfäl. Industriebezirk. Jahresbericht 1919 bis 1924.

Frankfurt a. M., Senckenbergische Naturforschende Gesellschaft:

Bericht 57, Heft 1—8.

Senckenbergiana. Bd. IX, 1, 2. Abhandlungen. 1 Stück als Sonderdruck.

Physikalischer Verein: Jahresbericht 1919/20—1926/27.

Verein für Geographie und Statistik:

Geographische Hefte. Heft 1, 2.

- Zentrale für Bergwesen:
 Bericht. 1913.
- Metallurg. Gesellschaft, A.-G., Statistische Zusammenstellung über Blei, Zink, Zinn, Kupfer, Aluminium, Nickel, Quecksilber und Silber. 28. Jahrg.
- Frankfurt a. d. Oder, Naturwissenschaftlicher Verein „Helios“: Abhandlungen und Mitteilungen aus dem Gesamtgebiete der Naturwissenschaften. 28, 29. Jahrg.
- Frauenfeld, Thurgauische Naturforschende Gesellschaft: Mitteilungen, Heft 28.
- Freiberg i. S., Sächsische Bergakademie.
 Jahrbuch für das Berg- und Hüttenwesen in Sachsen. Jahrg. 1927.
- Freiburg i. Bad., Bad. Geologische Landesanstalt:
 Geologische Karten und Erläuterungen Nr. 23, III. Aufl. Nr. 58. u. 157, I. Aufl.
 Übersichtskarte der Bodenarten von Baden und den angrenzenden Gebieten.
 Mitteilungen. Bd. IX.
- Naturforschende Gesellschaft:
 Bericht. Bd. XXVI, Heft 2. Bd. XXVII, Heft 1 u. 2. Bd. XXVIII, Heft 1.
 Sitzungsberichte. 1915, April und Juli.
 Badischer Landesverein für Naturkunde und Naturschutz: Mitteilungen. Neue Folge.
 Heft 11, 12/13, 14/15, 16/17, 20/21, Bd. II. Heft 1—10. Bd. I, Heft 10.
- Friedberg, Landwirtschaftliche Winterschule:
 Bericht 1912.
- Fulda, Bericht des Vereins für Naturkunde 1909/1927.
- St. Gallen, Ostschweizerische geographisch-kommerzielle Gesellschaft:
 Mitteilungen 1926.
 Naturwissenschaftliche Gesellschaft: Jahrbuch Bd. LXI.
- Genf, Soc. de Géograph. de Genève „Le Globe“:
 Mémoires. Tome LVII.
 Bull. Tome 62.
 Table de Matières des Volumes 1—50 (1860—1911). I. Mémoires. II. Bulletins.
- Gera, Gesellschaft von Freunden der Naturwissenschaften: Jahresbericht 1914—1924.
- Gießen, Universität:
 Dissertationen.
 Akademisches Forstinstitut:
 Oberhessische Gesellschaft für Natur- und Heilkunde:
 Bericht der naturwissenschaftlichen Abteilung, Bd. XI.
 Bericht der medizinischen Abteilung, Bd. XI, 1918, Bd. XII, 1919; Bd. XIII, 1921.
- Görlitz, Naturforschende Gesellschaft: Abhandlungen. Bd. XXX, Heft 1.
- Göttingen, Gesellschaft der Wissenschaften. Mathematisch-physikalische Klasse. Nachrichten 1926. Heft 1—3. 1927, Heft 1—3.
- Graz, Verein der Ärzte in Steiermark: Mitteilungen. Jahrg. LII, LIV—LVI, LVII 1—9; LVIII 3—12; LIX—LX.
- Greifswald, Geographische Gesellschaft: Jahresbericht. 43/44.
- Groß-Umstadt, Real- und landwirtschaftliche Schule: Jahresbericht 1911.
- Güstrow, Archiv des Vereins der Freunde der Naturgeschichte: LXXII. Jahrg. 1918, II; LXXIII., 1919; LXXIV., 1921; LXXV., 1922.
- Halifax, Nova Scot. Inst.: Proceedings and Transactions. Vol. XI. 1913.
- Halle, Kaiserl. Leop.-Karol. Akademie der Naturforscher:
 Zeitschrift „Leopoldina“. LVIII, 7—12.
 Abhandlungen, Nova Acta. Bd. 96³, 98¹, 100³. 1915.
 Berichte. Bd. II, III.
 Verein für Erdkunde: Mitteilungen. 44.—48. Jahrg.
- Hamburg, Deutsche Seewarte: Meteorolog. Jahrbuch. Jahrg. 46. 47.
 Geograph. Gesellschaft: Mitteilungen. Bd. XXXVIII.
 Verein für naturwissenschaftl. Unterhaltung: Verhandlungen. XIV. Bd., 1909.
- Hanau, Wetterauische Gesellschaft für die gesamte Naturkunde: Bericht X. 1909—21.
- Hannover, Naturhistorische Gesellschaft:
 Jahresbericht 62—68. 1911/12—1917/18.
 10. Nachtrag zum Katalog der Stadtbibliothek 1914.
 Niedersächsischer Geologischer Verein: 4., 5., 6.—12., 13.—18. Jahresbericht.
 Geographische Gesellschaft: Jahrbuch 1927.
- Heerlen, Geologisch Bureau voor het Nederlandsche Mijng gebied: Mededeelingen 1—7. Jaarverslag: 1915, 1926.

- Heidelberg, Naturhistorisch-medizinischer Verein: Verhandlungen, Neue Folge Bd. XV, Heft 4.
Mitteilungen u. Arbeiten a. d. Geolog. pal. Institut d. Universität. Neue Folge (seit 1915) 125—150.
- Helsingfors, Société de Géograph. de Finlande: Fennia. Nr. 47, Meddelanden 1913-14, 1916—20. Acta Geographica. 1.
Commission géologique de Finlande:
Kartbladet & Beskrifning Nr. 37. 1911.
Bulletin Nr. 77, 79.
Geologisk Öfersiktskarta öfer Finland, Sekt. D 6 Bergartskarta.
Agrogeologiska Meddelanden Nr. 17—20.
Geotesnika Meddelanden Nr. 1—7, 9, 13—20, 22—30, 32—36, 38, 39.
- Heppenheim, Landwirtschaftliche Winterschule: 18. Jahresbericht. 1912.
- Hermannstadt, Siebenbürger Karpathen-Verein: Jahrbuch 38.
Siebenbürger Verein für Naturkunde: Verhandlungen und Mitteilungen. Bd. 56, 58-66, 77. Teil I und II.
Mitteilungen aus der geologisch-mineralogischen Sammlung des Siebenbürgischen National-Museums: Bd. IV, Nr. 1, 1917.
- Jena, Thüringischer geologischer Verein: Beiträge, Heft 5, 6.
- Innsbruck, Naturwiss.-med. Verein: Bericht. 40. Jahrg.
- Karlsruhe, Zentralbureau für Meteorologie und Hydrographie:
Jahresbericht 1916.
Niederschlagsbeobachtungen 1908/09.
Ergebnisse der Untersuchungen der Hochwasserverhältnisse im deutschen Rheingebiet. VIII. Heft. 1908.
Naturwissenschaftlicher Verein: Verhandlungen. Bd. 30.
- Kassel, Verein für Hessische Geschichte und Landeskunde:
1. Zeitschrift. Neue Folge. Bd. XLVI.
2. Mitteilungen. Jahrg. 1925/26.
Verein für Naturkunde: Abhandlung und Bericht. 1919/25.
Verein für Erdkunde: 39.—42. Jahresbericht.
- Klagenfurt, Naturhist. Landesmuseum für Kärnten: Jahrbuch. 29. Heft.
„Carinthia“. Mitteilungen. 114 u. 115 (34. u. 35. Jahrg. d. Car.).
- Kiel, Naturwissenschaftlicher Verein für Schleswig-Holstein: Bd. XVII, Heft 2, XVIII, Heft 1.
- Kopenhagen, Meddelelser fra Dansk geologisk Forening, Nr. 15. 1909.
Danemarks geologiske Undersogelse.
I. Raekke Nr. 15. 16.
II. Raekke Nr. 45. 46.
IV. Raekke Nr. 20.
- Königsberg, Preuß. physikalisch-ökonomische Gesellschaft: Schriften. Bd. LXV, Heft 1. 2.
- Krakau, Polnische geologische Gesellschaft. Jahrbuch. Tom. I.
- Lausanne, Société Vaudoise des sciences nat.: Bull. Nr. 166, 185, 218, 219. Mém. Nr. 14.
- Lawrence, Kansas University: Science-Bull. Vol. XVI, 1—6.
- Leiden, Geologisch-Mineralog. Museum. Mededeelingen. Deel II. 2—3.
- Leiden, Nederlandsch aardrijkskundig Genootschap: Tijdschrift. Deel XXVI. 1909.
Mineral Resources of Kansas 1903/04.
- Leipzig, Sächs. geologische Landesuntersuchung:
Geolog. Karten, Blatt Nr. 11, 25, 41, 51, 72, 143 (II. Aufl.) und Erläuterungen. Abhandlungen. Heft 1—6.
Übersicht der Geologie von Sachsen. Erläuterung zu den vom Sächs. Geolog. Landesamt veröffentlichten Übersichtskarten. II. erw. Aufl.
EZOLD, Die sächsischen Erdbeben 1907—1915.
BECK, Über Protohamnopteris Baldaufi.
PIETZSCH, Die geologische Literatur über den Freistaat Sachsen 1870—1920.
Zeitschrift für Naturwissenschaften. Organ des naturwissenschaftlichen Vereins für Sachsen und Thüringen. Halle a. d. S. Bd. 88. Heft 1—5.
Verein für Erdkunde: Mitteilungen. 1919—1922.
Wissenschaftliche Veröffentlichungen. Bd. IX.
- Lemberg, Extrait du „Kosmos“. Bulletin de la Société Polonaise des Naturalistes „Kopernik“ Vol. 51, 52.
- Lich, Landw. Winterschule: Bericht 1913.

- Metz**, Verein für Erdkunde: Jahresbericht 1908/11.
- Michelstadt**, Landw. Winterschule: Jahresbericht 1912.
- Milwaukee**, Wisconsin nat. History:
 Annual Report, 1, 7—12, 15, 17, 18, 37.
 Bull. New. Ser., Vol. XIII, 4; Vol. III, 1—3, Vol. IV, 1, 2.
 Geol. Karten, Nr. 139, 1910.
 Year Book, 1925, Vol. V, 1926, Vol. VI.
 Museum of the City: Bull. Vol. III, Nr. 2.
- Minneapolis**, Geolog. a. nat. history Survey of Minnesota Geology:
 Annual Report. Vol. V, 1895.
- Montevideo**, Museo Nacional: Anales, Tomo III, 1912.
 Estadístico de la Republica Oriental del Uruguay: Anuario Tomo II, 1912.
- Moskau**, Soc. impérial des naturalistes: Bull. N. S., Tome XXVI, 1913.
 Lithogea Tome I, Nr. 2—4; II, Nr. 1—4; III, 1—4.
 Transactions of the Institute of Economic, Mineralogy and Petrography 1923, 4, 7, 8.
 Publications of the Petrographical Institute Nr. 5.
 Volkskommissariat für Landwirtschaft R. S. F. S. R.
 Zentrale Torfstation. 6 verschiedene Arbeiten.
 Travaux de la Direction Centrale des Recherches Minières et de Prospection. Bd. I, II, III.
- München**, Bayer. Oberbergamt; geognostische Abteilung:
 Geologische Karten (Maßstab 1:25 000):
 Blatt 52 Presseck.
 Maßstab 1:100 000 Blatt Windsheim Nr. XXII, Teilblatt Uffenheim.
 Geognostische Jahreshefte, Jahrg. 1926.
 Berichte über den Stand der geolog. und agronom. Aufnahmen in Oberbayern und Unterfranken, 1913.
 Geographische Gesellschaft: Mitteilungen, Bd. XIV, XIX, Heft 2 u. Beilage, XX, Heft 1, 2.
- Münster**, Westf. Provinzialverein f. Wissensch. u. Kunst: Jahresb. 1917/18, 1918/19, 1919/20, 1920/21 und 1921/22.
- Neisse**, Wissenschaftl. Gesellschaft „Philomathie“: Bericht 37, 38.
- New York**, Academy of Science:
 Annals, XXIX, 285—389; Vol. XXX, 1—128.
 Memoirs, Vol. II, 1900.
 American geograph. Soc.:
 The geograph. Review. 1916 March, 1927 January-October, 1928 January.
 Bull. Vol. XLVIII, 4—12, 1915 und Index z. Vol. XLVII.
 American Museum of Natural History:
 Memoires. Vol. I Part 1—5, 7, 8. IX. Part 1—6. New Ser. Vol. I Part 1—4. Vol. II Part 1—3, Vol. III Part 2, 3.
- Neuchâtel**, Soc. neuchâteloise de Géographie: Bull. Tom. XXXVI.
- Nürnberg**, Germanisches Museum:
 Anzeiger. 1918, 1—4; 1919, 1—4; 1920; 1921.
 Mitteilungen. 1916.
 Kataloge. 1897.
 Naturhistorische Gesellschaft:
 Jahresbericht 1925, 1926.
 Abhandlungen XXI, Heft 6; XXII, Heft 4—6.
 Mitteilungen 1912/13, 1 u. 2.
- Odessa**, Observatoire météorologique et magnétique de l'université impériale à Odessa:
 Annuaire 1912/13.
 Travaux du réseau météorologique du Sud-Ouest de la Russie. 1886/95.
 Revue météorologique. 1904/05.
- Offenbach**, Verein für Naturkunde: Bericht. 2. V. 1912—1. V. 1924.
- Oppenheim**, Realschule: Jahresbericht 1912.
- Oldenburg**, Statistische Nachrichten und statistisches Handbuch. 28. Heft.
- Olmütz**, Naturwissenschaftliche Sektion des Vereins „Botanischer Garten“: Bericht III. 1912.
- Osnabrück**, Naturwissenschaftlicher Verein: 19. Jahresbericht.
- Ostrau** (Mährisch), Naturwissensch. Gesellsch. Jahrg. I.
- Paris**, Société de Géographie:
 Revue géogr. internationale. 1901.
 Nouv. Dictionnaire de géogr. Bull. XVIII. 1904.
 Bulletin 1908.
 Compte rendu des séances. 1899.

- Lima**, Real Sociedad Geográfica:
 Boletín, Sumario, Tomo XXIX, 3 u. 4, 1913.
 Boletín, Revista, Tomo XII, 3 u. 4, 1912.
 Cuerpo de Ingen. d. Minas del Peru: Bol. Nr. 55, 1907; 82, 1916.
- Linz**, Verein für Naturkunde: Jahrbuch Bd. 81.
- Lissabon**, Commissao de servico geologico: Communicações, Tomo VI, 1917.
 Sociedade de Geográfico: Bol. XI, 1885.
- London**, Geological Society:
 1. List of the geological Society, March 1926.
 2. Quarterly Journal, LXXXII. Part. LXXXIII. Part. 1—5.
 3. Geological Literature, 1926.
 Geological Survey of Great Britian:
 Memoirs (Palaeontology). Vol. II, Part. 1—6.
 Memoirs (special reports on the mineral resources of Great Britain). Vol. X. II. Ser.
 Explanation of one inch sheet. 207, 232, 4, 76.
 Geolog. Karten 1: 63 360. No. 207, 319, 330/331, 344/345, 76, 269, 270, 271, 255,
 256, 257, 21 u. 25, 121, 208, 321, 139, 320, 225. Summary 1926.
 Geological Survey of Scotland:
 Memoirs. The Oil-Scales of the Lothians. III. Aufl. Part I—IV.
 Explanation of one inch sheet.
 Glasgow district.
 Geolog. Karten 1: 63 360. Sheet 19, 27, 45, 51. 1: 253 440. Sheet 9.
 Geological maps of the British Island. II. edition 1912. 1: 584 000.
 Royal geographical Society:
 Geograph. Journal, Vol. XLIII, 5—6; XLIV, 1, 1914.
- St. Louis**, Academy of Science: Transactions, Vol. XXII, 3, 1913.
- Lüneburg**, Naturwissenschaftl. Verein: Jahresheft 22. 1923—1925.
- Lüttich**, Société géologique de Belgique:
 Annales, Bd. XL, 1—3, 1914.
 Mémoires, Tome III¹, 1914.
 Publications relatives, Bd. XL, 5; XLI, 1, 1913.
- Madison**, Wisconsin geological and natural history Survey:
 Bulletin: Scientific Series Nr. 12, 1920; 13, 1922.
 Economic Series Nr. 22.
 Educational Series Nr. 8, 9.
 Soil Series Nr. 49.
 General Series 1048.
- Madrid**, Sociedad geográfica:
 Anuario 1924.
 Boletín: Sumario, Tomo LXIII, 3, 4; LXXIV, 1—4.
 Revista, Tomo XVI, 1—12; XVII, 1—12; XVIII, 1—12; XIX, 1—12.
- Magdeburg**, Naturwissenschaftl. Verein: Abhandlungen u. Jahresbericht Bd. III, H. 3, 4, 5.
 Museum für Natur- und Heimatkunde: Abhandlungen und Berichte, Bd. II, 1—3, 1912.
- Mailand**, Atti de la Società Italiana di Science naturali e del Museo Civico di Storia naturale:
 Vol. LIII, 1914.
- Manchester**, Geogr. Society: Journal XXX—XXXVI, LI, LII.
- Mannheim**, Verein für Naturkunde: 56.—60. Jahresbericht. 1908.
- Marburg**, Gesellschaft für die gesamten Naturwissensch. Sitzungsbericht 1925.
 Schriften: Bd. XV.
- Meißen**, Naturwissensch. Gesellschaft „Isis“: Mitteilungen, Heft 12, 1914.
- Melbourne**, Royal Society of Victoria:
 Proceedings, Vol. XXII, 1909.
 Transactions, Vol. IV, 1895.
 Geological Survey of Victoria (Depart of Mines):
 Bulletin, Nr. 30, 1914.
 Annual Report, 1911.
 Records, Vol. III, Part. I, 1912.
 Memoirs, Nr. 11, 1913.
- Meriden**, Connecticut Transact., Scientific Associat.:
 Annual Adress. Vol. VIII, 1898.

Passau, Naturwiss. Verein: Schriften-Heft 1.

Peking, Geological Survey of China.

General geological map of China 1:1 000 000.

Blatt Taiyuan-Yulin Sheet N.J.19.

Explanation of the geological map of China 1:1 000 000 Taiyuan-Yulin.

Bulletin Nr. 8, 9.

Palaeontologica sinica:

Ser. A. Vol. I fasc. 2.

Ser. B. Vol. IV 1, V 2, IX 3.

Ser. C. Vol. I fasc. 1—4. II fasc. 2—4, IV 1, V 2.

Memoirs.

Ser. A. 1, 3, 5.

Ser. B. 1, 3.

Spezial-Report Nr. 2, Dezember 1926.

Preliminary-Report and the Mineral Resources of Kiangsu.

St. Petersburg:

a) Comité géologique:

1. Mémoires: Nouv. Série Nr. 130, 148, 173, 176, 177.

2. Bulletin: 1923, 10; 1924, 6—9; 1925, 1—10, 1926, 1—9; 1927, 1—5. Beilagen zu 1925, Nr. 1—5. 1927, 1—10.

Literatur: Europäisches Rußland, Permformation. Nutzbare Lagerstätten, Tom. IV, Part. 1—3.

3. Geologische Karten und Beschreibungen von:

Région aurifère de Léna. Lieferung VIII. 1913.

Région aurifère de l'Amour. „ XII. 1912.

Région aurifère de Jenissai. „ XII. 1913.

Région aurifère de la Zéla. „ III. 1913.

Région aurifère de la Sibirie. „ V. 1912.

Région aurifère de la Selednja. „ II. 1912.

Carte géologique de la Russie d'Europe 1:2 510 000.

Carte géologique de la Russie d'Asie 1:10 500 000.

Carte de Gîtes Minéraux et Métallifères de la Russie d'Europe 1:2 510 000.

The detailed geological map of the Apsheron peninsula Alashka Oil Region 1:210 000.

Carte géologique de la Crimée 1:420 000.

Carte géologique de la Asiatique de l'U.R.S.S. 6 Blätter 1:4 200 000.

Geologische Karte Europäischer Teil U.R.S.S. 1:6 300 000.

4. Carte géolog. détaillée: „Bassin houiller du Donetz“. Blatt VII, 27, A 53c, II. 1913.

5. Matériaux pour la Géologie general et appliquée:

Livraison. 1—3, 8, 16, 18, 19, 22, 40, 41, 47, 50, 51, 52, 56, 57, 64, 66—72, 74, 104, 111, 113, 114, 116.

Géologie de la Russie. Tom. II, 3; III, 3; IV, 2.

Nutzbare Lagerstätten. Tom. IV, Part. 4.

Mineral resources Part. 24, 4, 12, 20, 23, 24, 2, 27, 37.

Annual Report on the Mineral Resources of the U.S.S.R. During the Fiseal Yar 1925. 5 Schriften verschiedenen Inhalts.

b) Académie impériale des Sciences de St. Petersburg:

1. Mémoires. VIII. Ser. Vol. XIII, 12.

2. Bulletin. 1926, 12—18. 1927, 1—8.

3. Travaux de la Section géologique du Cabinet de sa Majesté. Vol. VIII. 1912.

4. Travaux du Musée géologique et mineralogique Empereur Pierre le Grand. Tome V, 8. Mineralogische Abteilung Tom. 1. 2. Geologische Abteilung Tom. 1. 2.

c) Russ. mineralog. Gesellschaft:

Verhandlungen, Bd. 55.

Materialien. Bd. XXV. 1912.

d) Observatoire physique central Nicolas:

Annales. 1908. II.

e) Kaiserl. Russ. geographische Gesellschaft:

Nachrichten. Tom 58 1, 2. 59 1, 2.

- Philadelphia, Academy of natural Science: Proceedings. Vol. 1926.
Year Book 1926.
Geographical Society: Bull. Vol. XIV, 2. 1916. Vol. XV, 1. 1917.
- Pittsburgh, Memoirs of the Carnegie Museum. Vol. II. 1905.
- Pisa, Soc. Toscana di scienze naturali:
Memoirs. Bd. XXIX, 1914.
Process Verbali. XXII, 5 u. XXIII, 1 u. 2. 1914.
- Prag, Naturw.-medizin. Verein: Zeitschrift „Lotos“. Bd. 74, Heft 10—12.
- Preßburg, Verein für Natur- und Heilkunde: Bericht. N.F. XXIII. 1912.
- Regensburg, Verein für Naturwissenschaft: XVII. Bericht für das Jahr 1924.
- Reichenberg, Verein für Naturfreunde: Mitteilungen. 49. u. 50. Jahrgang.
- Riga, Korrespondenzblatt des Naturforscher-Vereins. Die baltische Jagd auf der Liv-Estland-Ausstellung 1918.
Arbeiten des Naturforscher-Vereins N.F. Heft 16.
- Rio de Janeiro, Observatorium imperial:
Annuaire 1914.
Revista. Vol. XI. 1912.
Ministerio da Agricultura, Industria e Commercio. Serviço geológico e mineralógico.
Monographias. Vol. I, II, Bol. Nr. 1.
Museo Nacional Bol. Vol. I, 1, 2.
- Rochester, Academy of Sciences: Proceedings. Vol. III. 1895.
- Rom, R. Comitato geologico d'Italia:
Carta geologica 1:100 000 Nr. 96.
Carta geologica 1:25 000 Nr. 97. III. S. O, 97. III. N. O, 104. I. S. E, 104. I.
S. O, 105. IV. N. O, 105. IV. S. O, 232. I. S. E.
Memorie descrittive della Carta geologica d'Italia. Volume XXI.
Memorie per servire alla descrizione de la Carta geologica d'Italia. Vol. X.
Bolletino. Vol. L 2, 3—13, LI 1—13.
- R. Accademia dei Lincei:
Rendiconto. Vol. III, fasc. 12
Rendiconti. VI. Ser. Vol. IV, 11, 12. V. 1—12, VI. 1—12.
Memorie Serie Quinta. Vol. XIII, fasc. 10, 11.
- Rostock, Geologische Landesanstalt: Mitteilungen, N.F. 2.
Geinitz, E. Geologie Mecklenburgs mit geolog. Übersichtskarte von Mecklenburg.
Geographische Gesellschaft: Mitteilungen. 16/17.
- Rouen, Soc. normale de Géogr.: Bulletin. 1913. April—Juni.
- Salem, Essex County: Veröffentlichungen. 1905.
- San Francisco, Geograph. Society Pacific:
Transactions and Proceedings. Vol. VI. 1907.
- San José, Instituto meteorológico nacional: Boletín, Tomo VI. 1893.
- Sendai, Tôhoku Imp. University. Science Report. Second Series: IX. 2, X. 3, XI. 1. Third.
Series: Vol. III, 2.
- Sofia, Bulgarische geologische Gesellschaft. Zeitschrift Jahrg. I.
Annuaire de l'Université de Sofia. XV—XXII.
- Stockholm, Sveriges geologiska Undersökning:
Årsbok. 1925, 1926.
Afhandlingar. Serie Ca, Nr. 19, 20.
Geologische Karten nebst Beschreibungen, Serie Aa, Nr. 129, 136, 139, 145.
Serie Ba, 10.
Serie C, 140.
Serie D, 34.
Serie Aå, Nr. 164, 166.
- Straßburg, Geologische Landesanstalt:
Abhandlungen, Nr. 3.
Mitteilungen, Bd. I, 1, 2.
Geologische Karten nebst Erläuterungen. 1906.
Meteorologischer Landesdienst:
Deutsches Meteorologisches Jahrbuch. 1911.
Monatliche Übersicht der Hauptstation für Erdbebenforschung. 1912.

- Zentralbureau der internationalen seismologischen Assoziation:
 Catalogue général. 1911.
 Catalogue régional. 1911.
 Katalog der registrierten seismischen Strömungen. 1911.
- Gesellschaft für Erdkunde und Kolonialwesen:
 Mitteilungen. 1914. 5. Heft.
- Stuttgart**, Württemb. Statistisches Landesamt:
 Württembergische Jahrbücher für Statistik und Landeskunde. 1916, 2.
 Statistisches Handbuch. Jahrg. 1912/13.
 Deutsches meteorologisches Jahrbuch. 1912.
 Württembergische Vierteljahrsb. für die Landesgeschichte. Heft 5. 1890.
- Württemberg. Statistisches Landesamt: geologische Abteilung:
 Geolog. Karten und Erläuterungen im Maßstab 1:25 000, Blatt Nr. 82.
 Geolog. Karten und Erläuterungen im Maßstab 1:50 000. III. Aufl. Nr. 130. Oberndorf.
 Mitteilungen Nr. 9, 1912.
 Oberrhein. geolog. Verein. N.F. Bd. XVI. Festschrift zur 55. Tagung. XVII.
 Verein für vaterländ. Naturkunde. Jahreshefte. Jahrg. 82 u. Beilage.
 Ergebnisse der pflanzengeographischen Durchforschung von Württemberg, Baden und Hohenzollern.
- Sydney**, Geological Survey of New South Wales (Depart. of Mines):
 Geological Map of South Wales, Nr. 6. 1910.
 Annual Report. 1912.
 Mineral Resources, Nr. 17. 1913.
 Records, Vol. X, Part. 2. 1912.
 Memoirs geological, Nr. 5. 1912.
 Memoirs Palaeontologie, Nr. 6. 1912.
- Thorn**, Kopernikus-Verein für Wissenschaft und Kunst:
 Mitteilungen. Heft 35.
- Tokio**, Imperial geolog. Survey:
 Bull. Vol. XXV, No. 4; XXVI, No. 1.
 Report 93. 94.
 Report Industrial Mineral Survey No. 20, 21, 22.
 Geological Map of Japan u. Erl. Tokuyama, Imabari, 1:75 000.
 Journal of the College of Sciences: Vol. XLV, Art. 6, 7.
 Journal of the Faculty of science imperial University of Tokyo. Section Geology, Mineralogy, Geography, Seismology. Vol. I, Part. 5—7. 10. II. 3. 4.
 National Research Council of Japan: Vol. IV. 3. 4. V. 1. 2.
- Triest**, Società adriatica di scienze naturali: Bol. XVIII—XXVII, XXVIII, Part. 1, 2.
- Tübingen**, Schriften des Vereins für Geschichte und Naturgeschichte: XIII. Heft 1914.
 Württembergische Gesellschaft zur Förderung der Wissenschaft. Jahresbericht 1921. Abhandlungen. Heft 10.
- Ulm**, Verein für Kunst und Altertum: Mitteilungen Nr. 25.
- Upsala**, Geologisches Institut der Universität:
 Akademische Abhandlungen. 1910.
 Bulletin. Vol. XX. Index. Vol. XI—XX. Giraffidae. Mit besonderer Berücksichtigung der fossilen Formen aus China.
- Victoria**, Geological Survey (Depart. of Mines):
 Annual Report. 1910.
 Memoirs. Vol. IX. 1910.
 Records. Vol. III. 1910.
 Geological Maps. Blatt Murmuncu und Wacra. 1911.
- Warschau** (Novo Alexandria), Annuaire géologique et minéralogique. 1910.
 Service géologique de Pologne. Bull. Vol. IV. 1. 2.
 Bibliographie No. 4, 1925. 5, 1926.
 Carte géologique des Carpathes Polonaises Orientales 1:200 000.
- Washington**, Geological Survey:
 Annual Report 47, 48.
 World Atlas of Commercial Geologie. Part I, Distribution of mineral Production.
 Part II, Water Power of the World.
 Monographs, Nr. 23, 54.

- Monograph Series Nr. 2.
 Bulletins Nr. 784, 785 C. D, 786 A. B, 787, 788 A—D, 789, 790 A. B, 791, 792 A—C, 795 A—F.
 Professional Papers. Nr. 137, 147 C, 148, 149.
 Water Supply Paper Nr. 530, 549—551, 553—555, 557, 559, 564—566, 568, 569, 570, 574, 575, 583, 584, 592, 596 A—F.
 Geologische Karten: Atlas Nr. 220. State of Oklahoma.
 Topographische Karten: Sending 62—64.
 Publications. New. Ser. Nr. 2. 1914.
 Mineral Resources. 1916 u. 1917. Part 1. u. 2. gebunden. 1918. 1. u. 2. ungebunden. 1922. II, 34. 1923. I, 14, 17, 18—27. II, 20, 21, 23—31. 1924. I, 1—5. II, 1—3.
 Smithsonian Institution:
 Annual Report 1912.
 Publikationen Nr. 2842, 2848, 2845, 2846, 2862, 2888—2891, 2898, 2906.
 Bulletin 100, 123.
 Yearbook of the Depart. of Agriculture. 1925. 1926.
 Report of the Depart. of Agriculture. 1913 und 1914.
 National Museum. Report. 1911.
 Wellington, Report of the Mining Industry of New Sealand. 1892.
 Wernigerode, Schriften des Naturwissenschaftlichen Vereins des Harzes: Bd. XI. 1896.
 Wien: Geologische Reichsanstalt:
 Jahrbuch. Bd. LXXVI. 3, 4. LXXVII, Heft 1—4.
 Abhandlungen. Bd. XXIV, Heft 1, 2.
 Verhandlungen 1926, 6—12. 1927, 1—12.
 Geologische Karten nebst Erläuterungen. Eisenerz, Wildalpe u. Aflenz, Gleichenberg.
 Naturhistorisches Hofmuseum:
 Annalen. Bd. XLI.
 Geographische Gesellschaft:
 Abhandlungen. Bd. VI. 1915.
 Mitteilungen. Bd. LXIX. Heft 10—12. LXX. 1—12.
 Zoologisch-botanische Gesellschaft:
 Verhandlungen. Bd. LXXXVI, LXXXVII, Heft 1—3.
 Verein der Geographen an der Universität:
 Jahresbericht XIII.
 Geologische Gesellschaft:
 Mitteilungen. Bd. XVIII.
 Wiesbaden, Nassauischer Verein für Naturkunde: Jahrbuch 78.
 Winterthur, Naturwissenschaftl. Gesellsch. Mitteilungen 1925 u. 1926.
 Worms, Handelskammer: Bericht 1912.
 Landwirtschaftliche Winterschule: Jahresbericht 1913/14.
 Würzburg, Physikalisch-medizinische Gesellschaft:
 Sitzungsbericht 1921—1923.
 Verhandlungen N. F. Bd. IL. Nr. 5, L, 1—6.
 Zürich, Geologische Kommission der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft.
 Beiträge zur geologischen Karte der Schweiz. Neue Folge. Lieferung LVI, 1, 2. LVII, 4.
 Geotechnische Serie. Lief. XI, Teil I u. II, XII, XIII, Bd. 1.
 Geologische Karte. 1: 100 000. Blatt Nr. 101 A. B., 102 A. B., 105 A.
 Geologische Karte. 1: 50 000. Nr. 97.
 Geologische Karte 1: 25 000. Nr. 94 E, 110, 111.
 Erläuterungen zu den geologischen Karten Nr. 19, 80, 83.
 Geographisch-ethnographische Gesellschaft: Jahresbericht 1907/08.
 Naturforschende Gesellschaft: Sitzungsberichte. Vierteljahreshefte: LXXI. Jahrgang, Heft 3, 4. LXXII, Heft 1—4.
 Neujahrsblatt 129. 130.
 Zwickau, Verein für Naturkunde: Jahresbericht vom 1. VI. 23—30. V. 26.

Die Böden Hessens

		<u>Böden fester Gesteine</u>	<u>Böden lockerer Gesteine</u>		
Tonig	}	Kalkstein und Dolomit <small>des kristallinen Grundgebirges, Silurs, Devons, Rot- liegenden, Zechsteins, Michelkalks, Tertiärs.</small>	Bohnerzletten, kalkfrei	}	des Tertiärs
		Schiefer <small>des kristallinen Grundgebirges und des Devons kalkfrei</small>	Laterit, kalkfrei, basenarm		
Tonig	}	Basische Erstarrungsgesteine <small>a) Diorit, Gabbro b) Trachyt, Phonolith, Basalte (Melaphyr, Diabas) kalkfrei; reich an Austauschcalcium</small>	Ton, kalkreich (Mergel)	}	des Tertiärs
			Ton, kalkfrei		
			Flußschlick, kalkreich (Mergel)	}	des Quartärs
			Flußschlick, kalkfrei		
Lehmig	}		Löß, kalkreich mit Schwarzerde	}	des Quartärs
			Löß, kalkreich		
			Löß, kalkfrei (Lößlehm)		
			Schwemmlöß, kalkhaltig		
			Schwemmlöß, kalkfrei		
Lehmig Sandig	}	Saure Erstarrungsgesteine <small>Kalkfrei. a) Granit. b) Quarzporphyr</small>	Ton, sandig, kalkhaltig	}	des Tertiärs
		Feldspat- und tonreiche Sandsteine <small>des Devons, Karbons und Rotliegenden. Kalkfrei.</small>	Ton, sandig, kalkfrei		
			Flußschlick, sandig, kalkhaltig	}	des Quartärs
			Flußschlick, sandig, kalkfrei		
Sandig	}	Feldspat- und tonarme Sandsteine <small>des Devons und des Buntsandsteins. Kalkfrei.</small>	Sand, kalkhaltig; mit u. ohne Humus	}	des Tertiärs und Quartärs
		Feldspat- und tonarme Sandsteine <small>der Waderner Schichten. Kalkhaltig</small>	Sand, kalkfrei; mit u. ohne Humus		
Sandig Kiesig	}		Kies, kalkhaltig	}	des Quartärs
			Kies, kalkfrei		
Meist Lehmig	}		Gehängelehm	}	des Quartärs
			Aulehm			}	des Alluviums
Organischen Ursprungs			Torf und Moor	}	des Alluviums

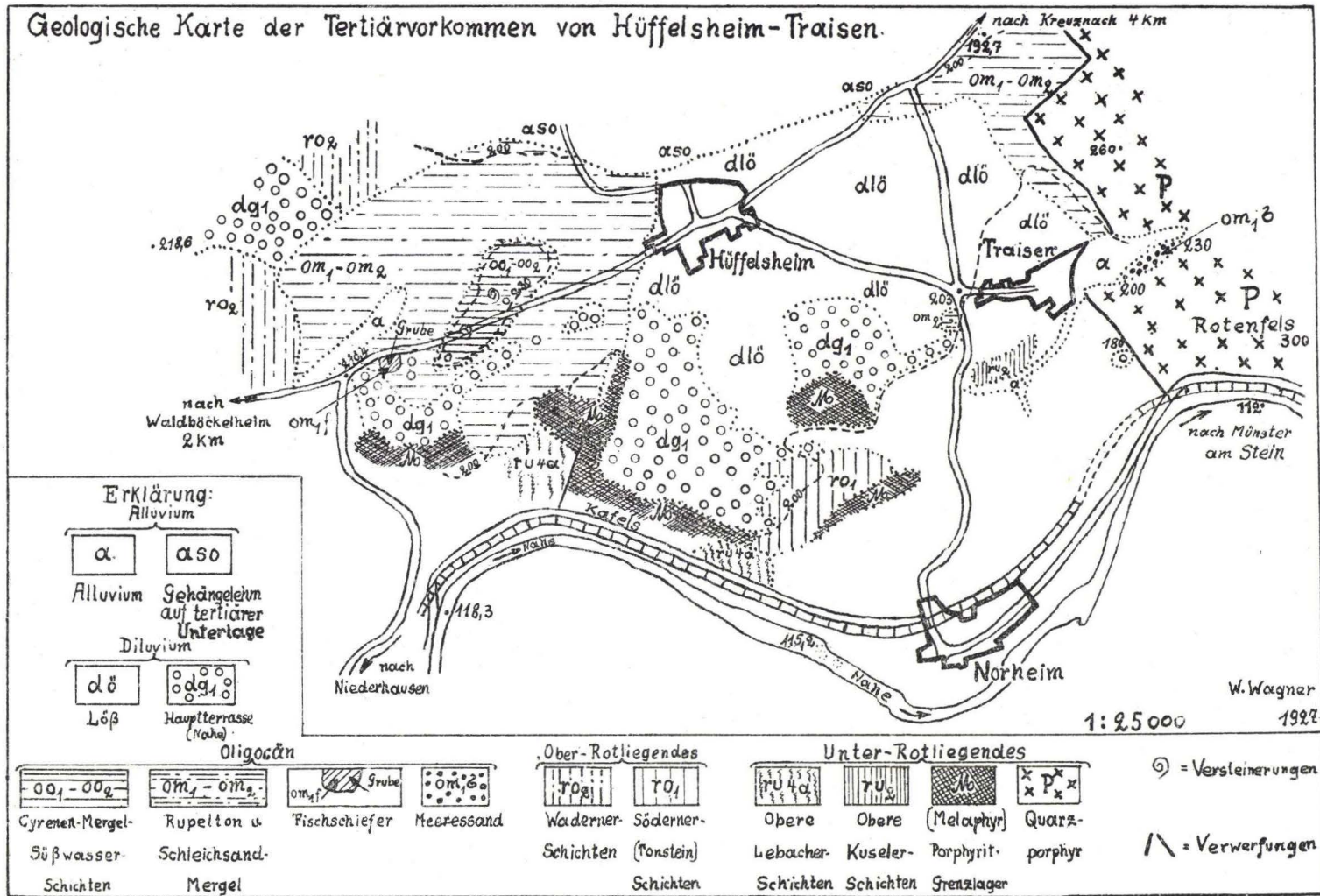
Undurchlässige Schichten im Untergrund

Ton und Lehm	Rheinweiß	Raseneisenerz	Ortstein	Molkenböden und Brandletten
unter	unter	unter	unter	unter
Sand	Schlick, Sand, Aulehm	Schlick	Sandstein	Sandstein, Sand und Löß

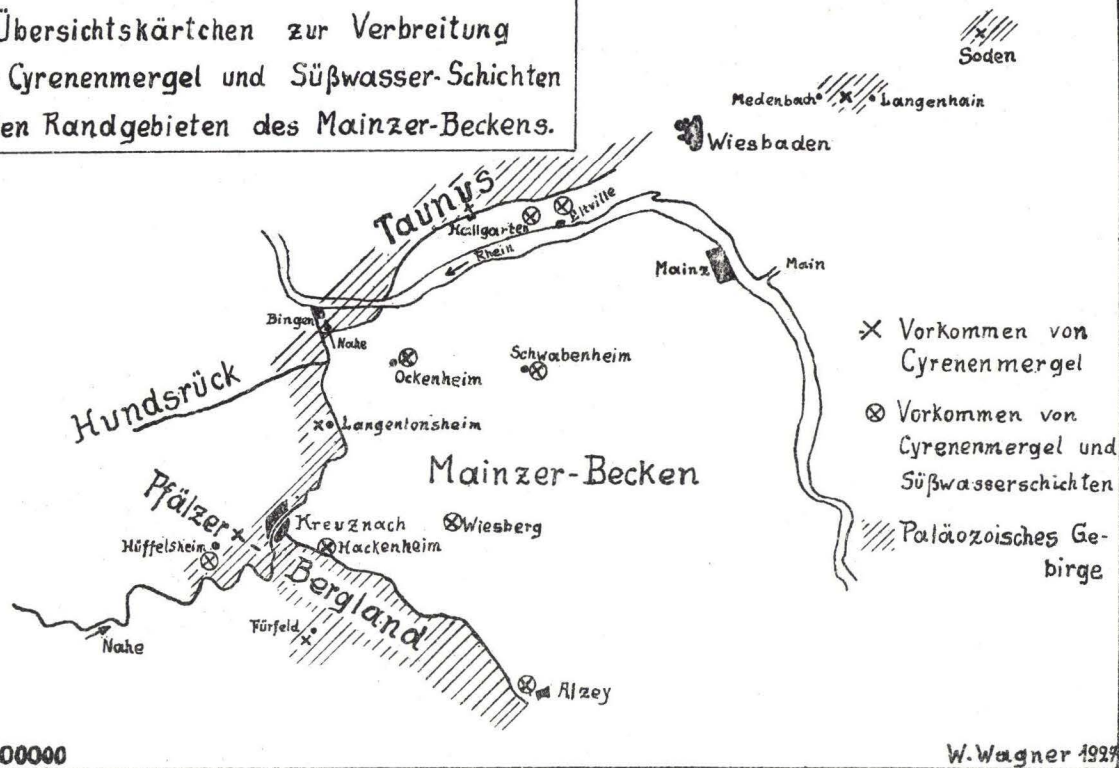
Dr. Schottler

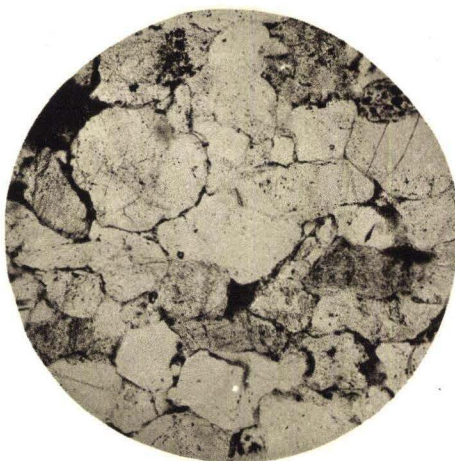
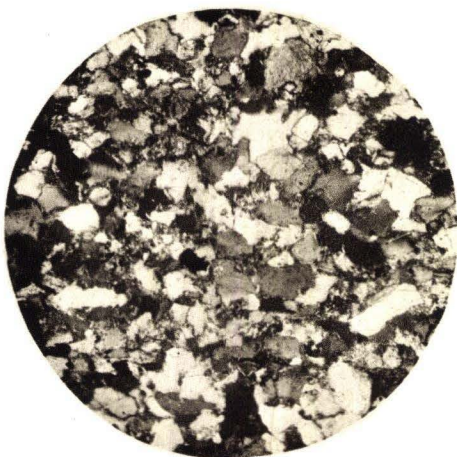
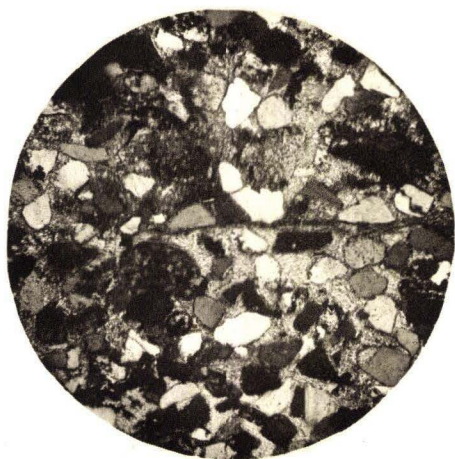
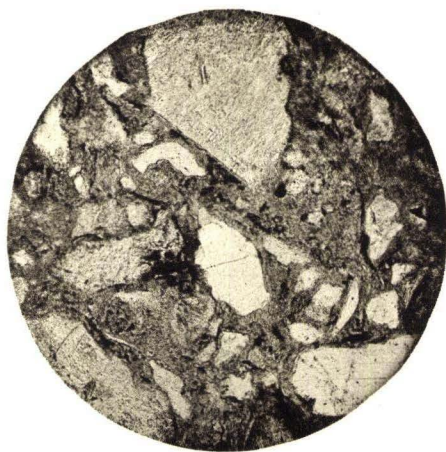
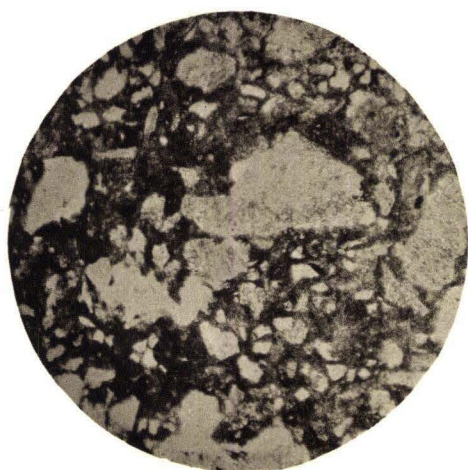
Geologische Karte der Tertiärorkommen von Hüffelsheim-Traisen.

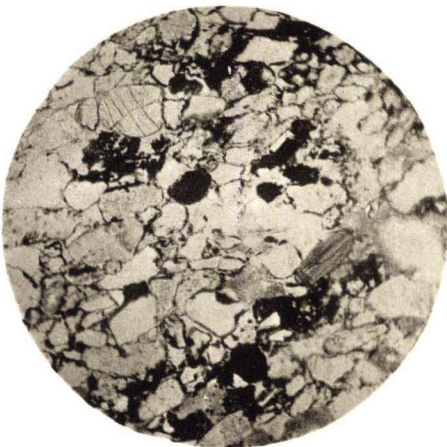
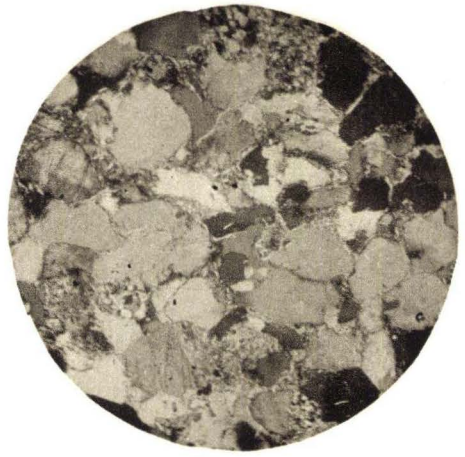
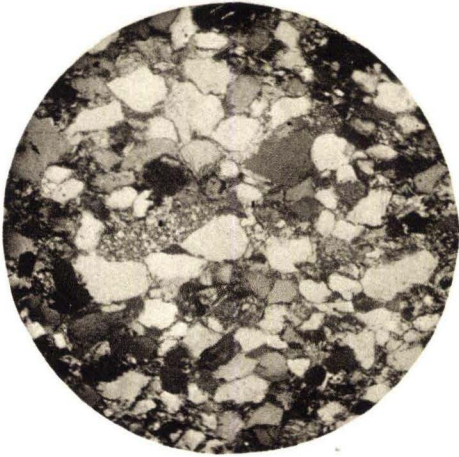
Notizblatt des Vereins für Erdkunde und der Geologischen Landesanstalt
 zu Darmstadt. V. Folge. Heft 10.



Übersichtskärtchen zur Verbreitung
der Cyrenenmergel und Süßwasser-Schichten
in den Randgebieten des Mainzer-Beckens.







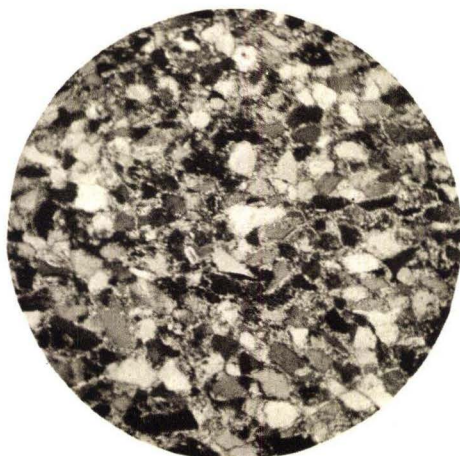
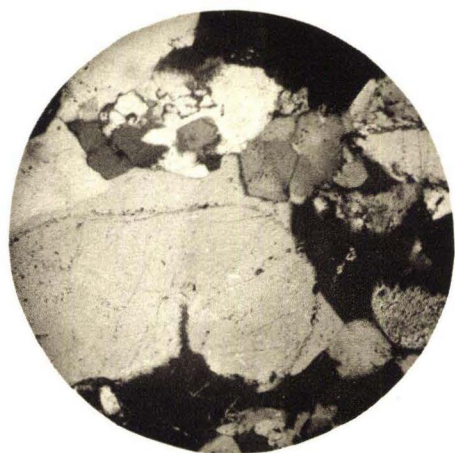
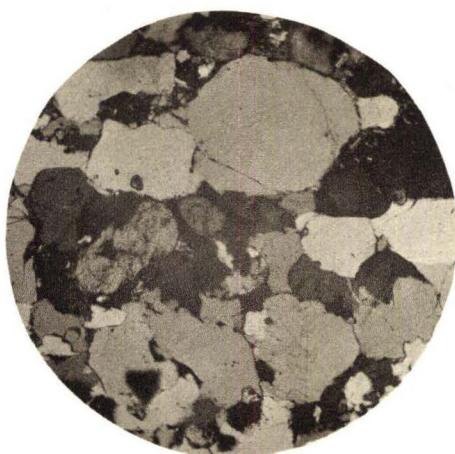
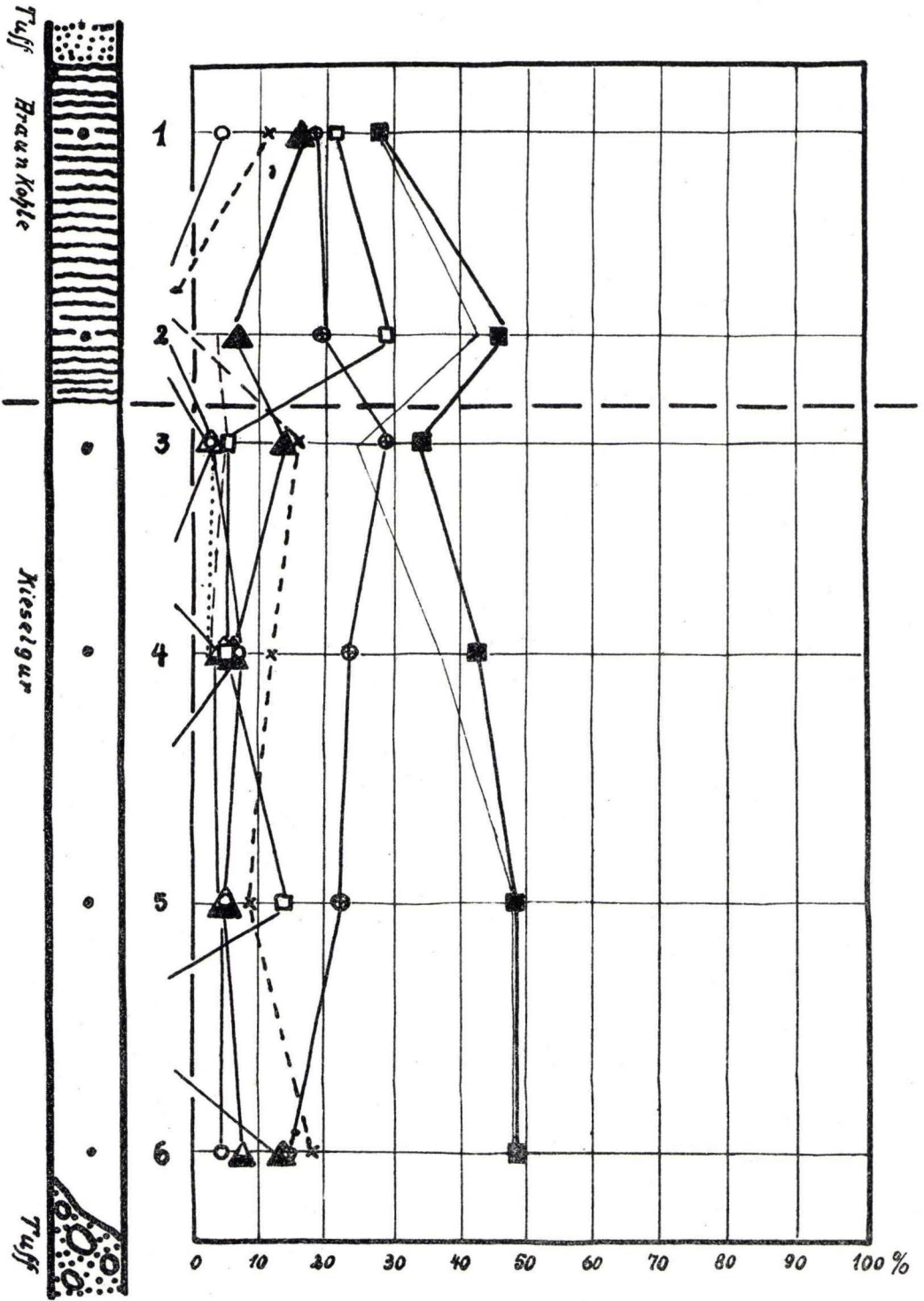


Diagramm der Waldbaumpollen aus der Kieselgur und Braunkohle von Beuern.

TABELLE.

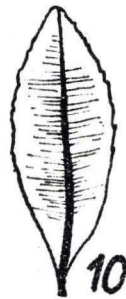
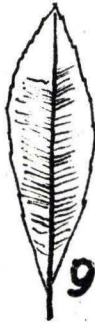
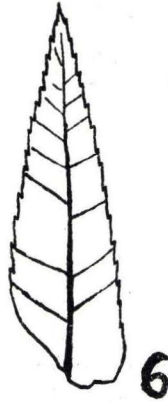
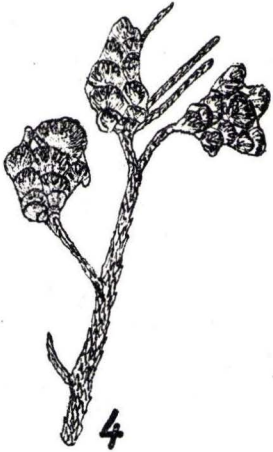
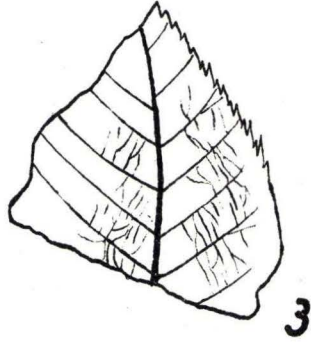
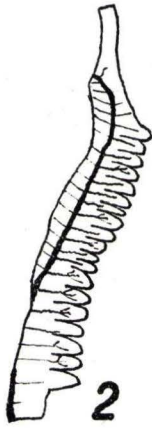
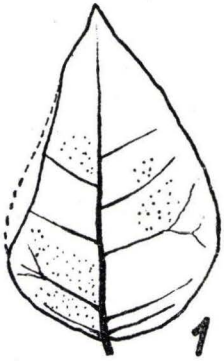
Probe	Acer	Alnus	Betula	Fagus	Fraxinus	Picea	Salix	Ulmus	Quercus	Tilia	Eichen- Mischwald
1	11,6	21	4,7	16,3	—	—	18,6	—	28	—	28
2	—	29	—	6,4	—	—	19,5	—	42	3,1	45,1
3	15,6	4,5	2,2	13,4	—	2,2	29	4,5	24,5	4,5	33,5
4	11,6	4,6	7	7	4,6	—	23,2	2,3	37	2,3	41,6
5	8,7	13	4,3	—	4,3	—	21,7	—	48	—	48
6	17,3	—	3,4	10,3	6,9	—	13,8	—	48,2	—	48,2
Pollen- menge	210	216	54	168	78	48	504	216	624	42	—

Die in dem Diagramm eingezeichneten Abszissen und Punkte (1–6) beziehen sich auf die analysierten Probenentnahmestellen des Profils B. Aus der Tabelle ersieht man die prozentuale Beteiligung der Waldbaumpollen und die gezählte Pollenmenge.



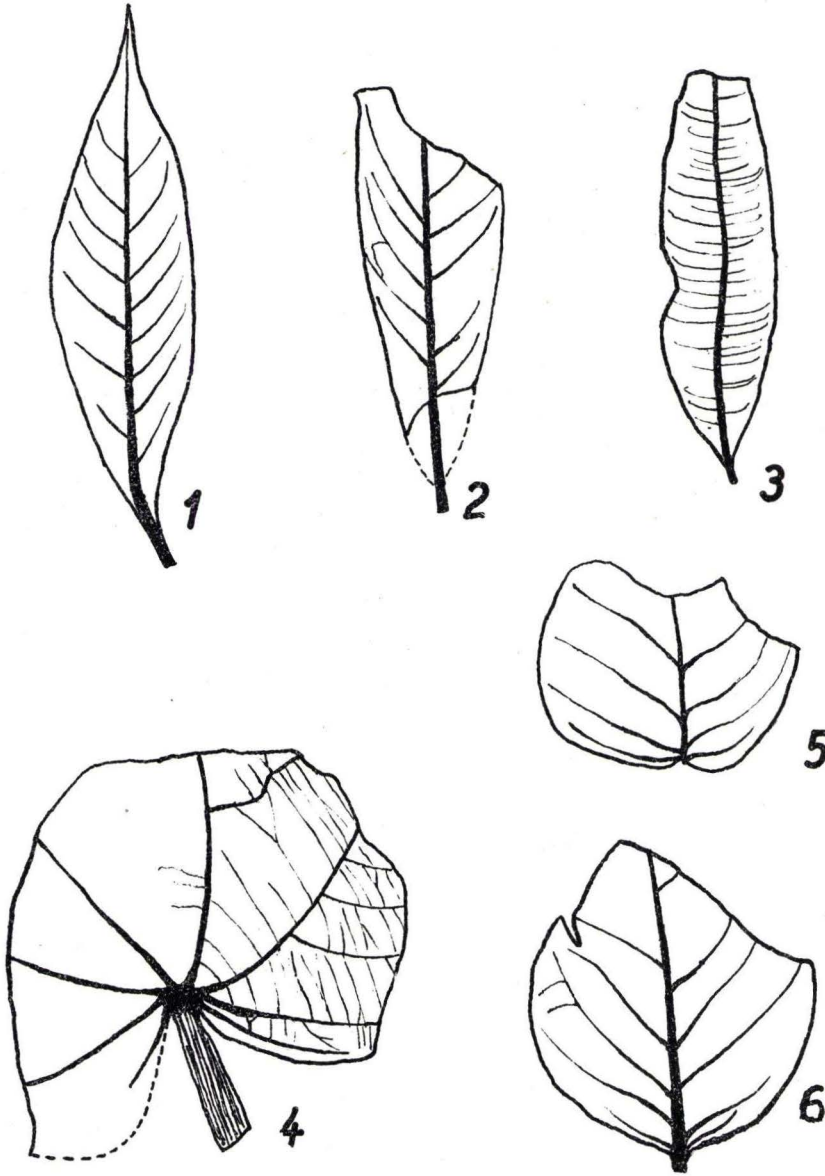
Tafel 8

- Fig. 1: *Sphaeria* sp. Auf einem Blatt von *Populus mutabilis* Heer (nat. Gr.)
Fig. 2: *Aspidium meyeri* Heer ($\frac{2}{3}$ d. nat. Gr.)
Fig. 3: *Corylus Mac Quarrii* Heer (ca. nat. Gr.)
Fig. 4: *Glyptostrobus europaeus* Brongn. sp. (ca. nat. Gr.)
Fig. 5: *Quercus mediterranea* Ung. ($\frac{3}{4}$ der nat. Gr.)
Fig. 6: *Quercus drymeja* Ung. ($\frac{3}{4}$ d. nat. Gr.)
Fig. 7: *Poaecites laevis* Al. Br. (ca. nat. Gr.)
Fig. 8: *Quercus elaena* Ung. ($\frac{4}{5}$ d. nat. Gr.)
Fig. 9: *Myrica lignitum* Ung. ($\frac{2}{3}$ d. nat. Gr.)
Fig. 10: *Myrica lignitum* Ung. (ca. nat. Gr.)



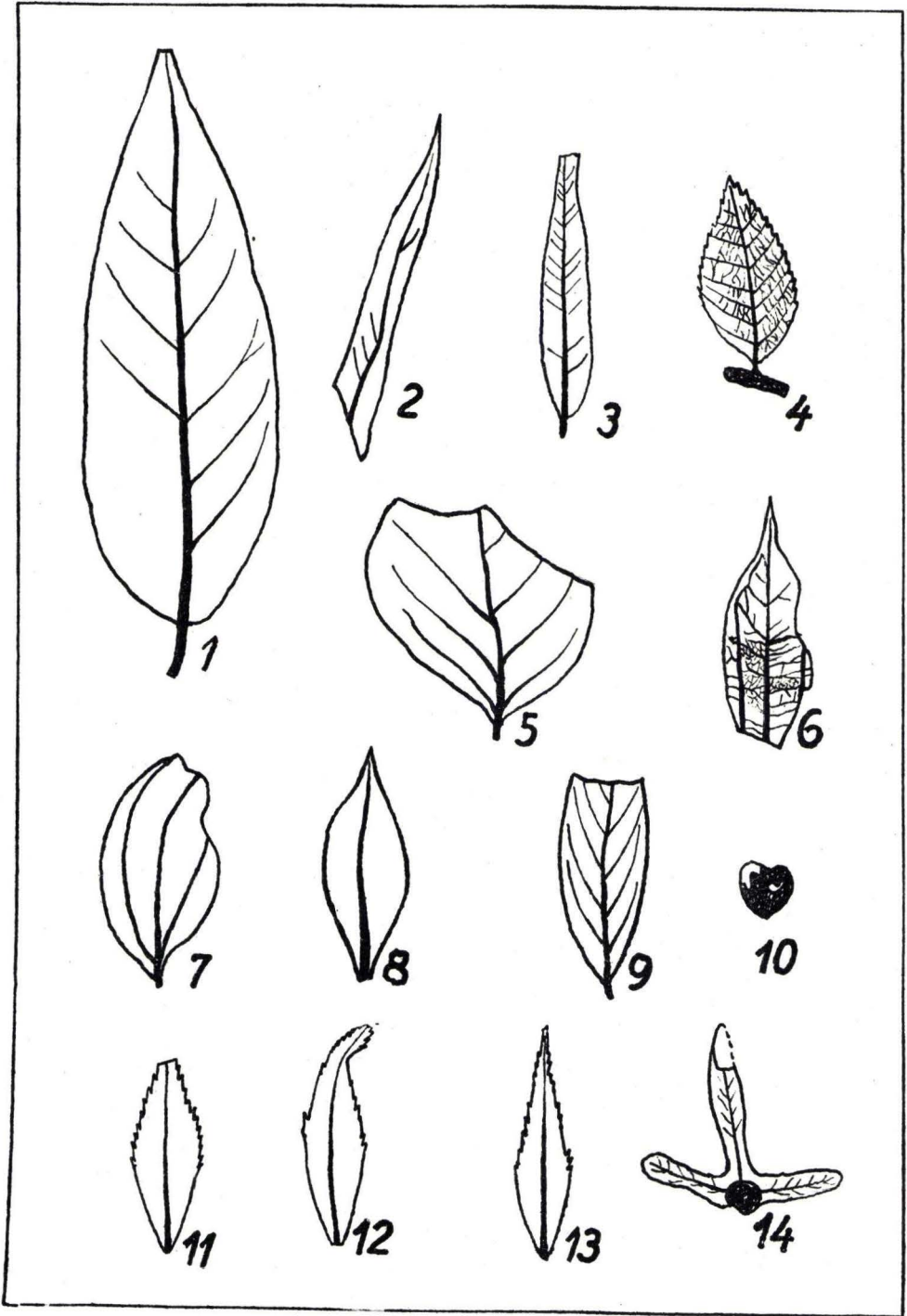
Tafel 9

- Fig. 1: *Ficus lanceolata* Heer ($\frac{3}{5}$ d. nat. Gr.)
Fig. 2: *Ficus lanceolata* Heer ($\frac{2}{3}$ d. nat. Gr.)
Fig. 3: *Ficus multinervis* Heer ($\frac{3}{4}$ d. nat. Gr.)
Fig. 4: *Ficus tiliaefolia* Al. Br. sp. ($\frac{2}{3}$ d. nat. Gr.)
Fig. 5: *Populus mutabilis* Heer (ca. nat. Gr.)
Fig. 6: *Populus mutabilis* Heer ($\frac{5}{8}$ d. nat. Gr.)



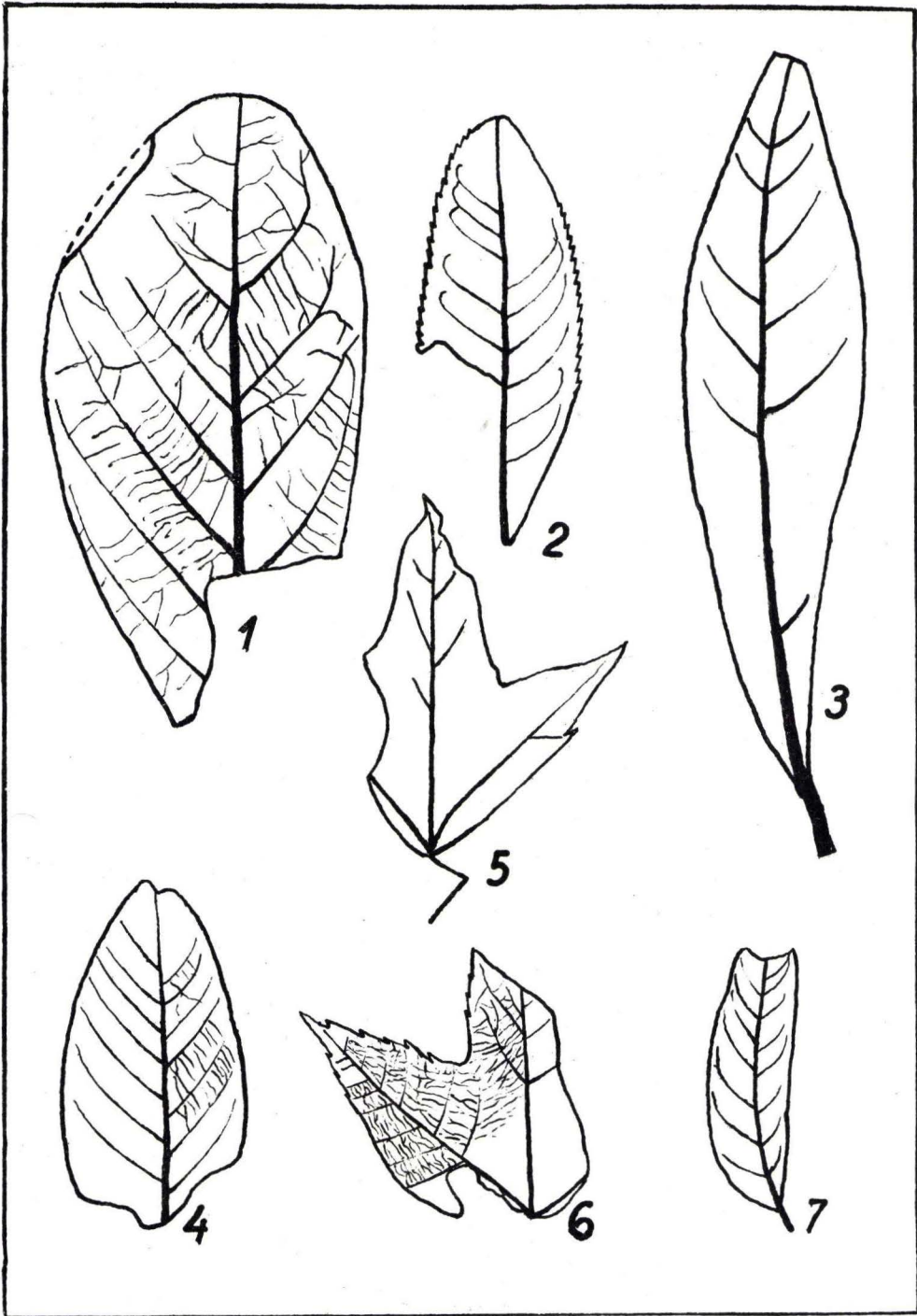
Tafel 10

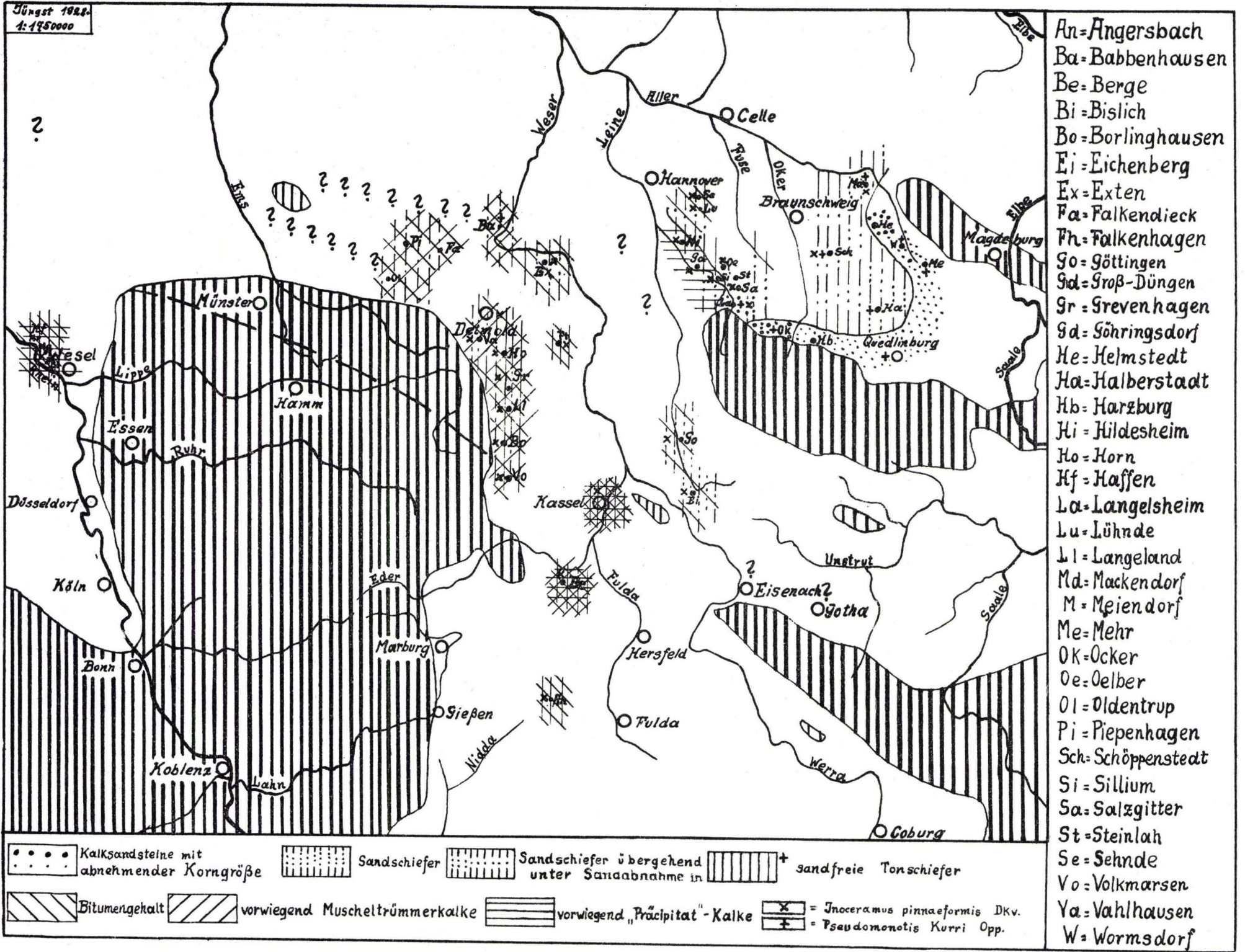
- Fig. 1: *Elaeagnus acuminata* Web. (ca. nat. Gr.)
- Fig. 2: *Salix Brauni* Egh. (ca. nat. Gr.)
- Fig. 3: *Salix Brauni* Egh. ($\frac{3}{4}$ d. nat. Gr.)
- Fig. 4: *Ulmus longifolia* Ung. var. *minuta* Göpp. (ca. nat. Gr.)
- Fig. 5: *Populus mutabilis* Heer (ca. nat. Gr.)
- Fig. 6: *Cinnamomun Scheuchzeri* Heer (ca. nat. Gr.)
- Fig. 7: *Cinnamomun Scheuchzeri* Heer ($\frac{1}{5}$ d. nat. Gr.)
- Fig. 8: *Celastrus ligniticus* Ett. (ca. nat. Gr.)
- Fig. 9: *Laurus primigenia* Ung. (ca. nat. Gr.)
- Fig. 10: *Magnolia* sp. (ca. nat. Gr.)
- Fig. 11-13: *Hakea Dryandroides* Ett. (ca. nat. Gr.)
- Fig. 14: *Engelhardtia Brongniartii* Sap. ($\frac{3}{4}$ d. nat. Gr.)



Tafel 11

- Fig. 1: *Juglans Unger* Heer ($\frac{4}{5}$ d. nat. Gr.)
Fig. 2: *Pterocarya denticulata* Web. sp. ($\frac{4}{5}$ d. nat. Gr.)
Fig. 3: *Apocynophyllum lanceolatum* Ung. (ca. nat. Gr.)
Fig. 4: *Rhamnus rectinervis* Heer ($\frac{3}{4}$ d. nat. Gr.)
Fig. 5: *Acer trilobatum* Stbg. sp. var. *Buranum* n. v. (ca. nat. Gr.)
Fig. 6: *Acer trilobatum* Stbg. sp. var. *tricuspidatum* Al. Br. (ca. nat. Gr.)
Fig. 7: *Sapindus falcifolius* Al. Br. (ca. nat. Gr.)

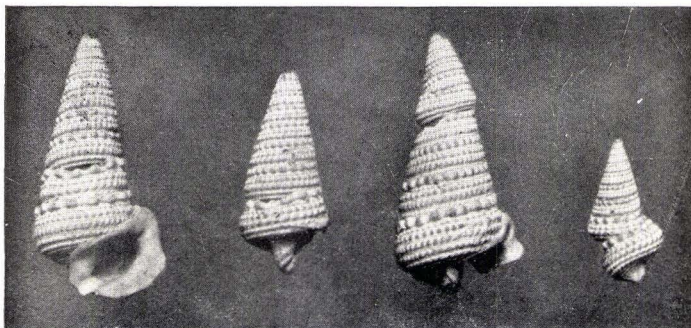






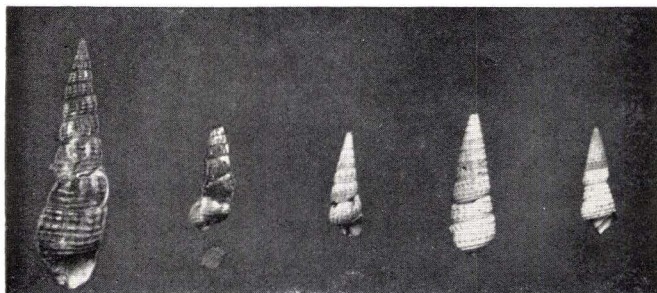
Eider Rostgans (*Casarca Casarca L.*)
Sandlöß bei Mainz, etwas über nat. Größe.
Original: Naturhistor. Museum der Stadt Mainz.

Abb. 2.



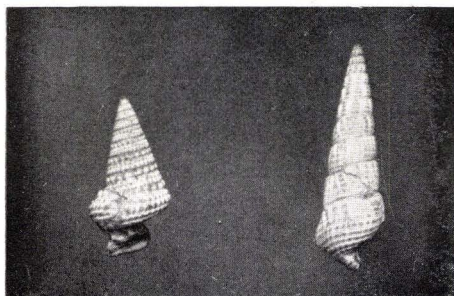
a b c d
 Tympanotomus margaritaceus Brocchi mit Schalendefekten. Nat. Gr.
 a u. b. Originale Naturhistorisches Museum Mainz
 c u. d. Originale Geologische Landesanstalt Darmstadt.

Abb. 3.



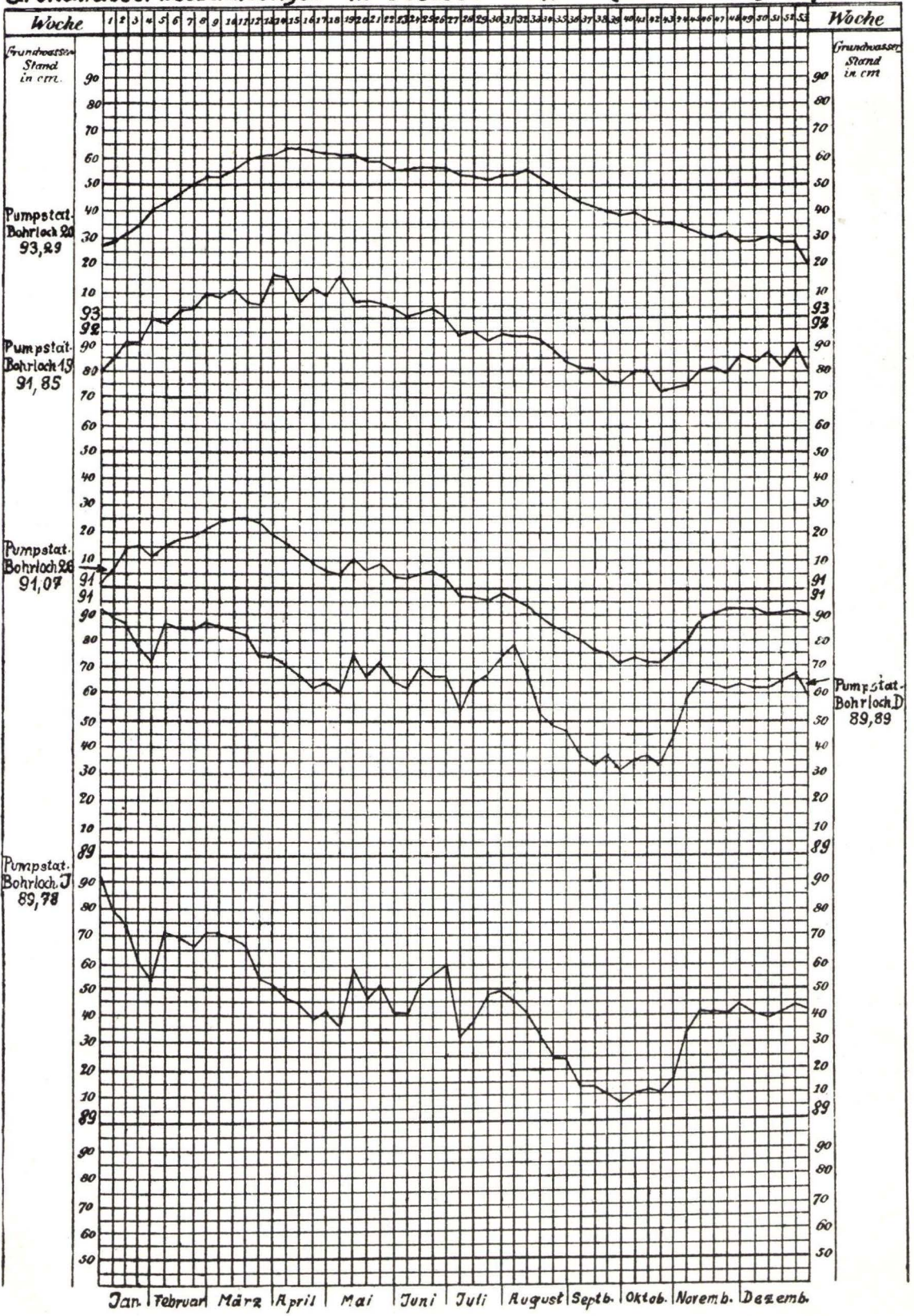
a b c d e
 a—c Potamites plicatus var. galeotti NYST.
 d—e Potamites Lamarecki BRONG.
 a, b, e. Originale Geologische Landesanstalt Darmstadt
 c, d. Originale Naturhistorisches Museum Mainz.

Abb. 4.

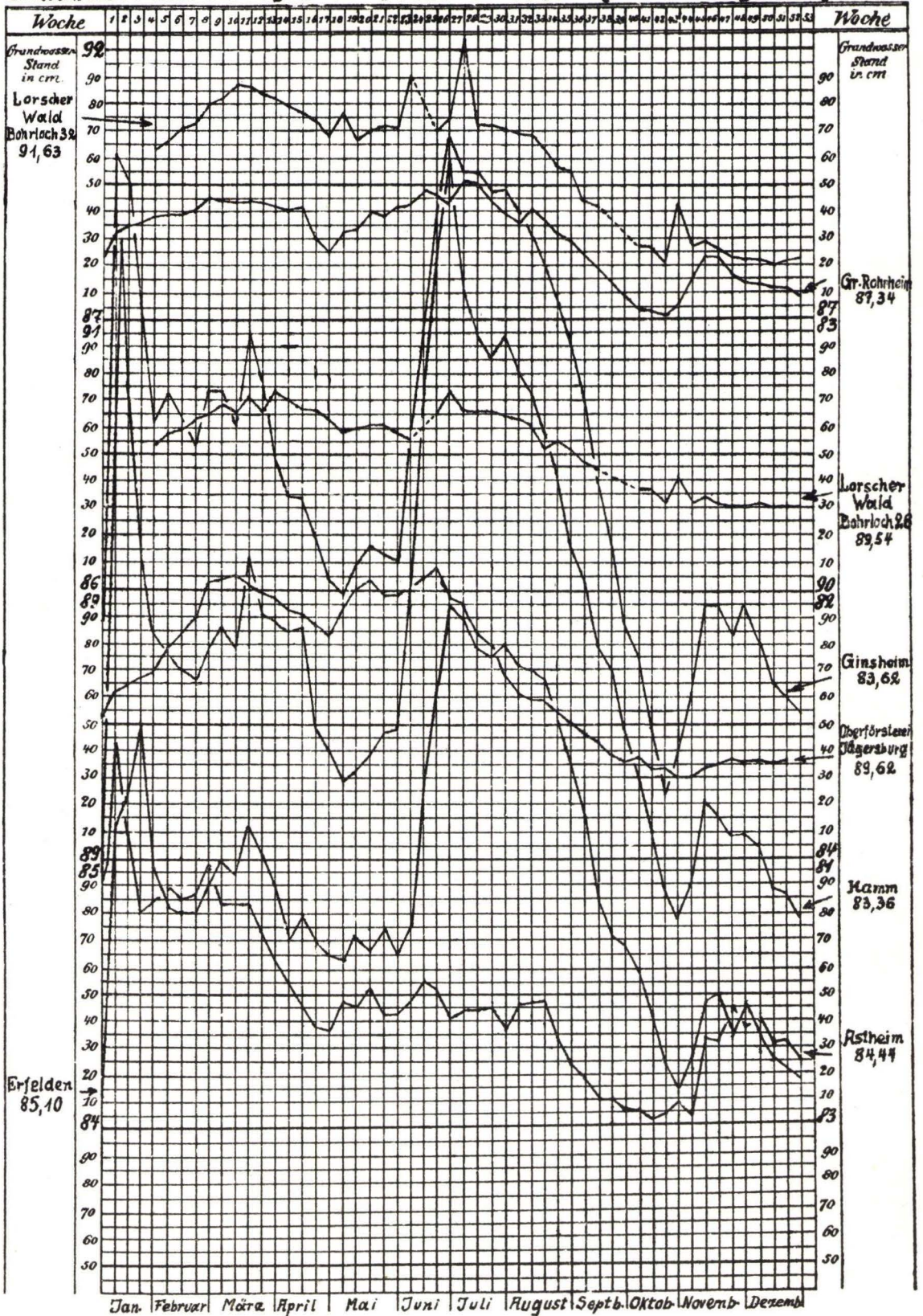


a b
 Schalen mit verheilten Querbrüchen.
 a. Tympanotomus margaritaceus Brocchi
 Original, Geologische Landesanstalt Darmstadt
 b. Potamites plicatus var. galeotti NYST.
 Original, Naturhistorisches Museum Mainz.

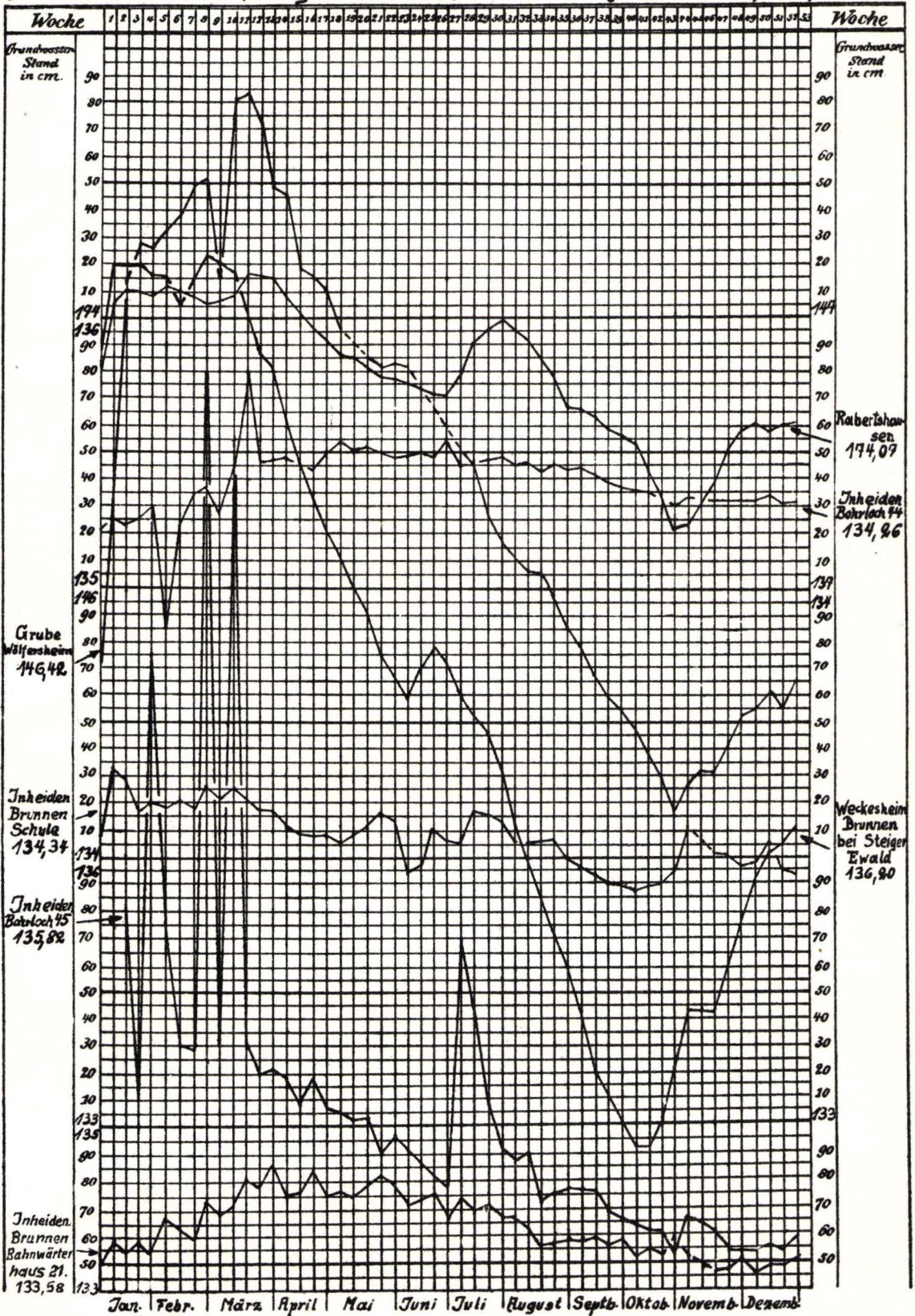
Grundwasserbeobachtungen in Hessen 1926 (Darmstadt) Tafel 1



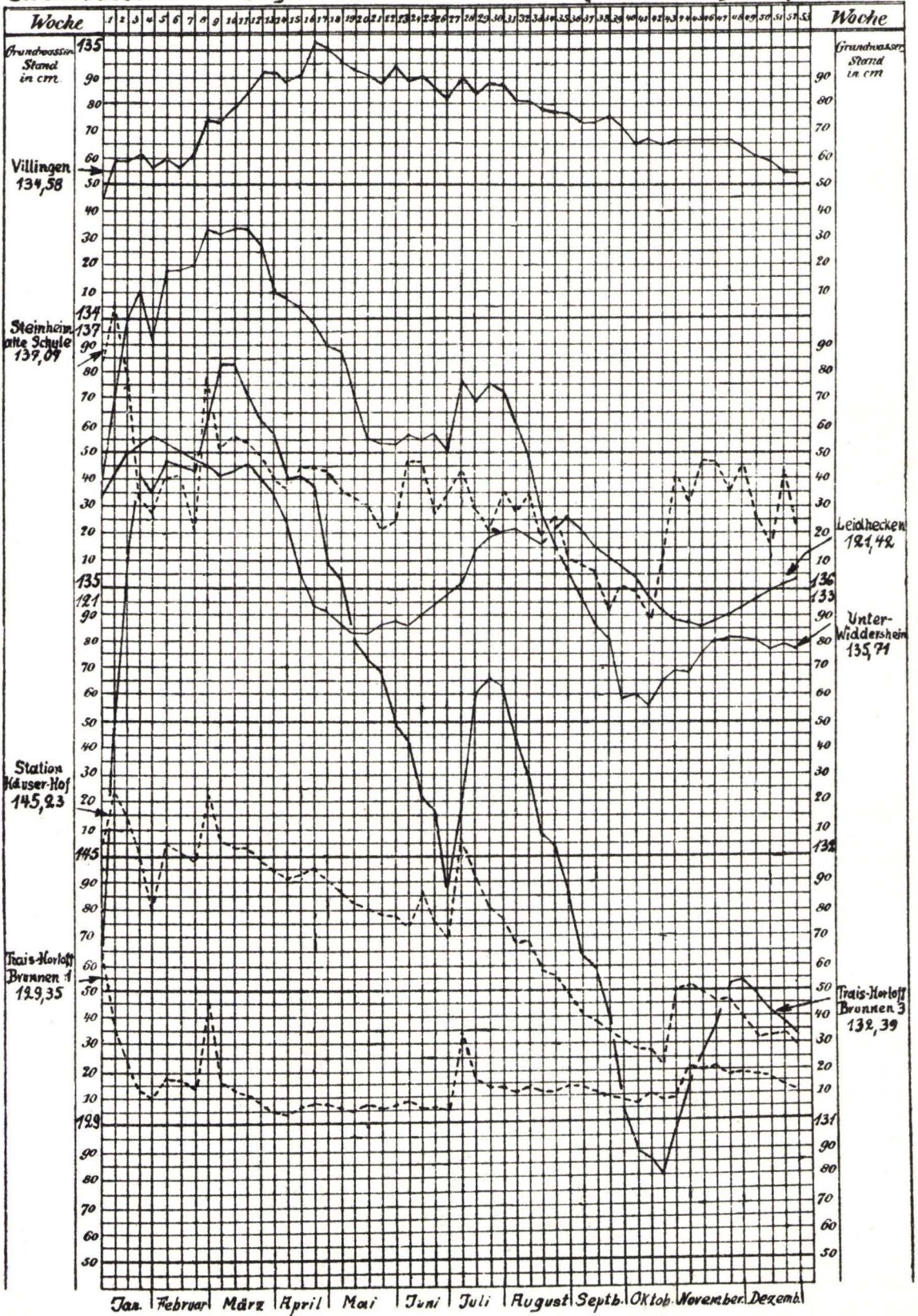
Grundwasserbeobachtungen in Hessen 1926 (Hess. Ried) Tafel 2



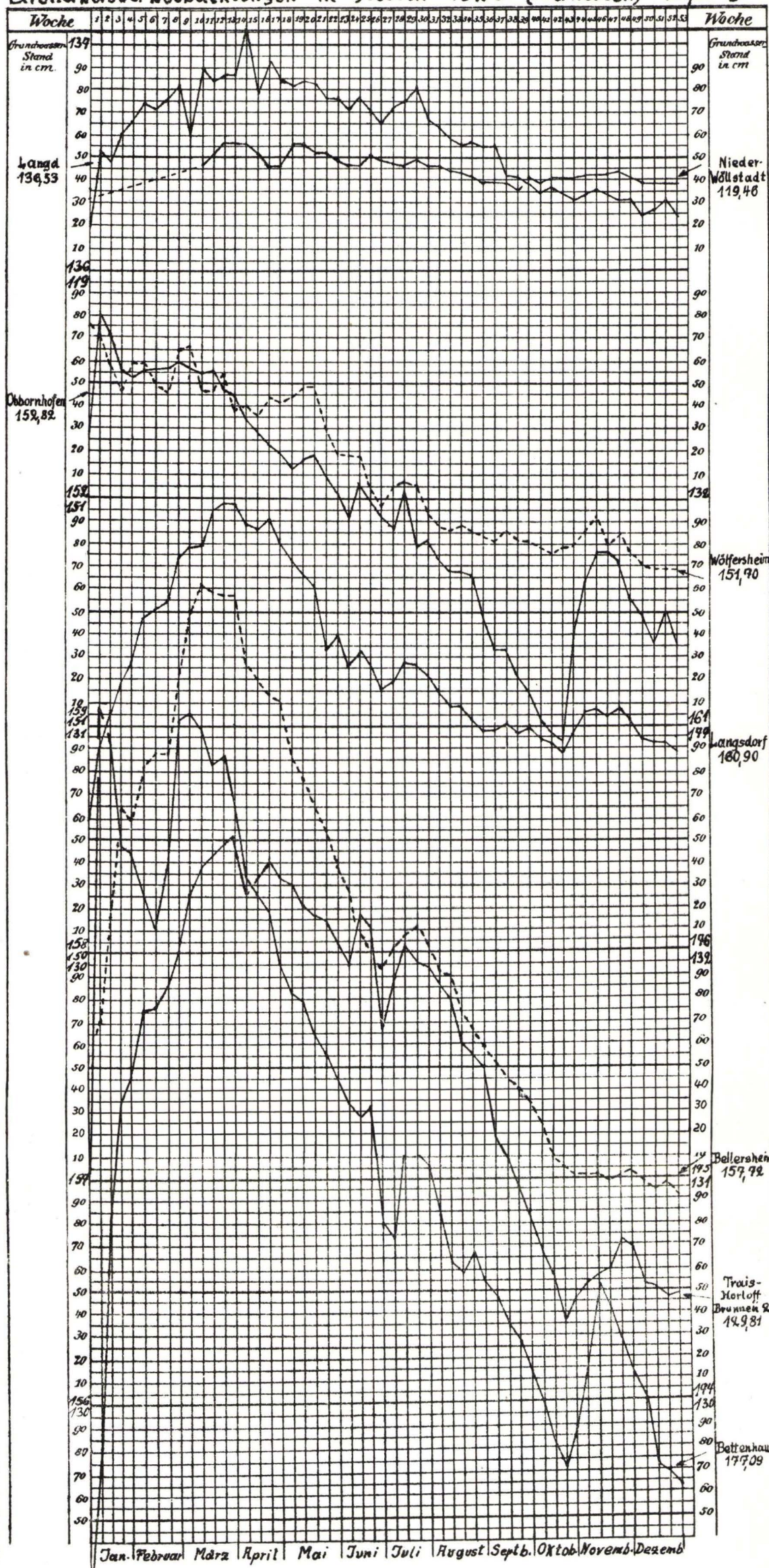
Grundwasserbeobachtungen in Hessen 1926 (Oberhessen) Tafel 3



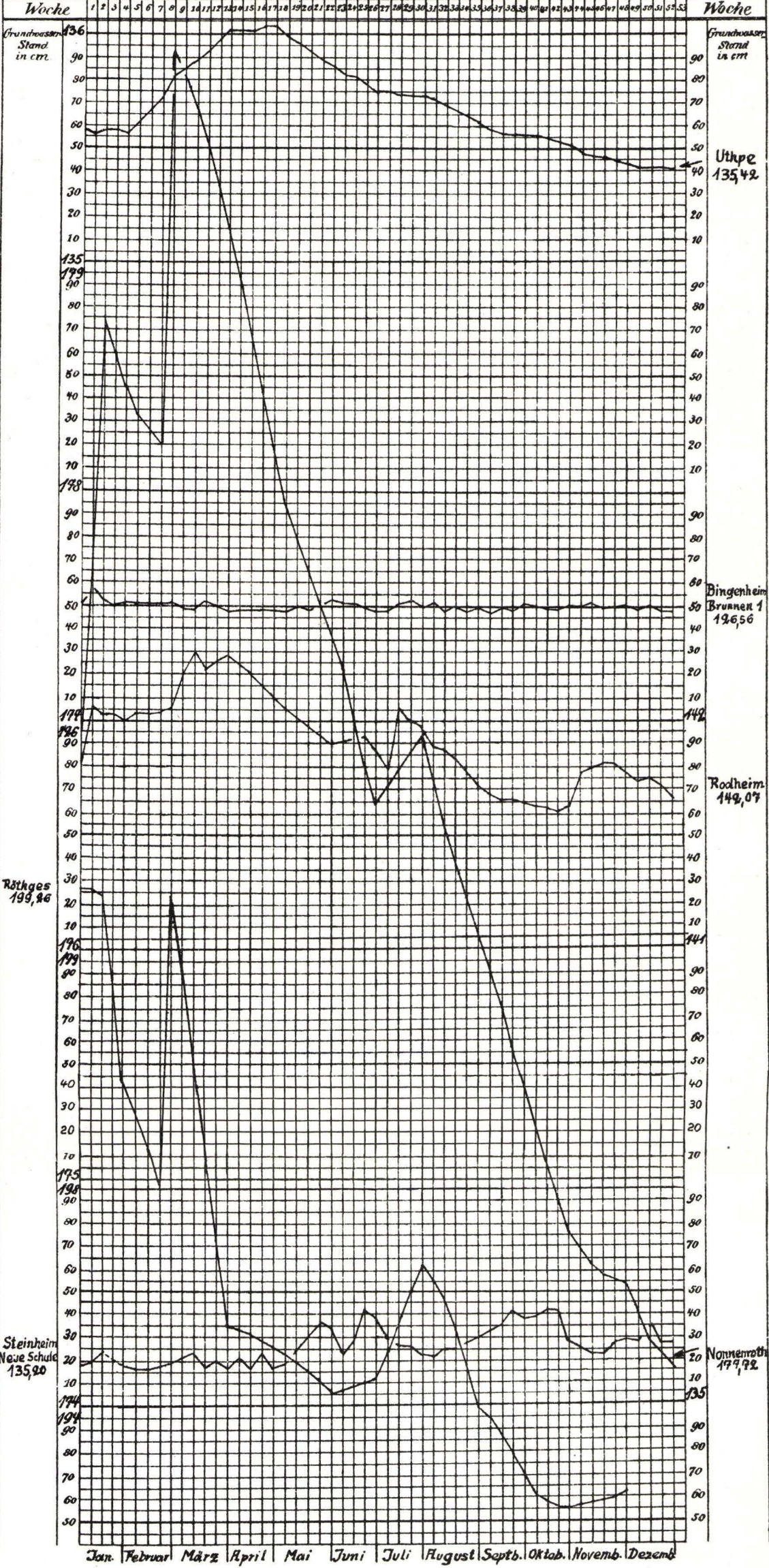
Grundwasserbeobachtungen in Hessen 1926 (Oberhessen) Tafel 4



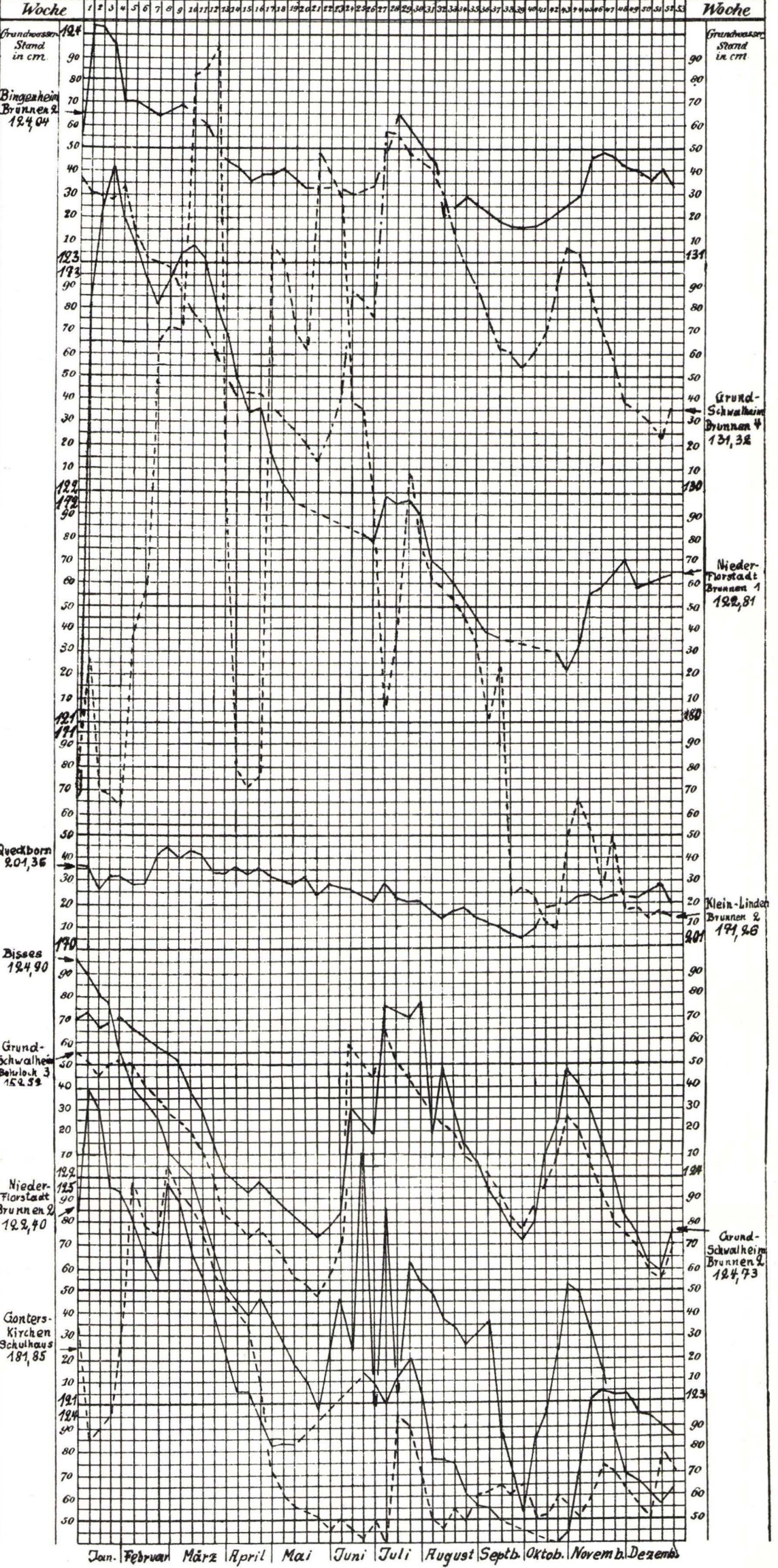
Grundwasserbeobachtungen in Hessen 1926 (Oberhessen) Tafel 5.



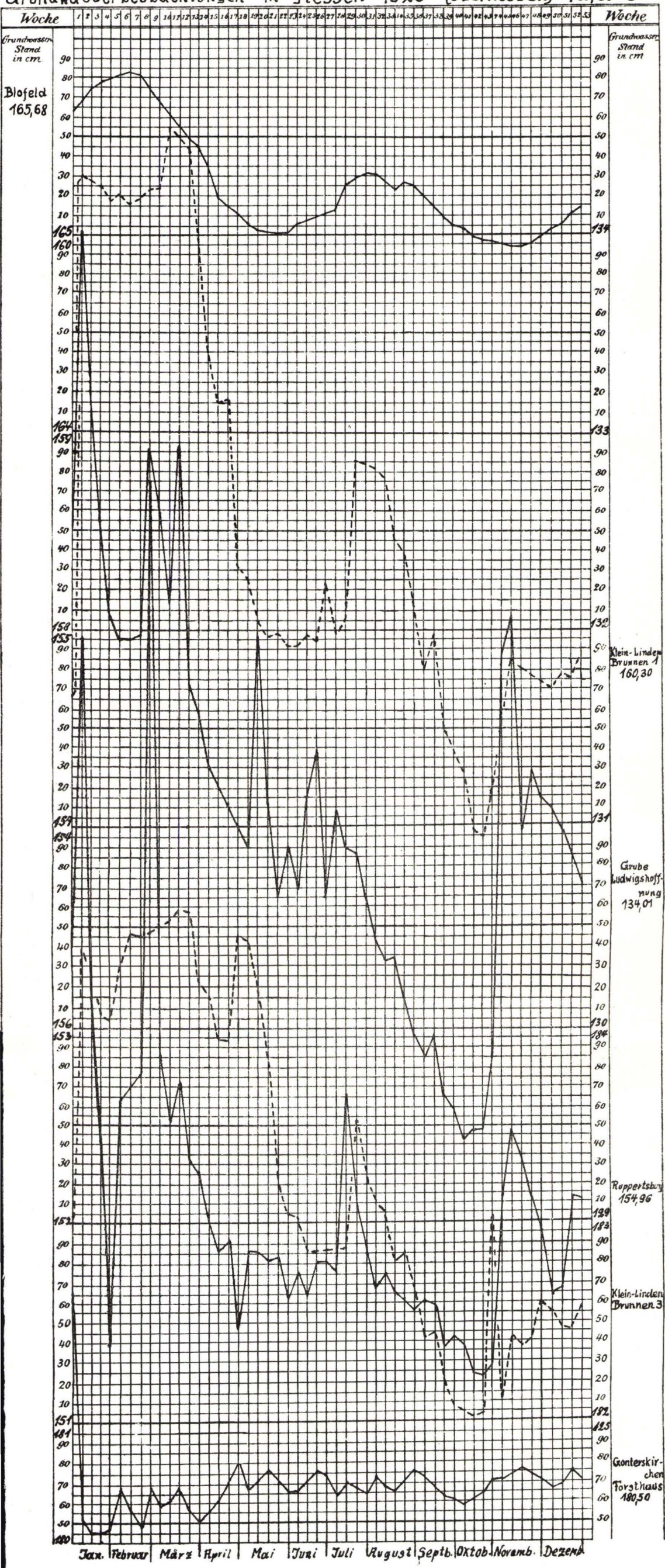
Grundwasserbeobachtungen in Hessen 1926 (Oberhessen) Tafel 6.



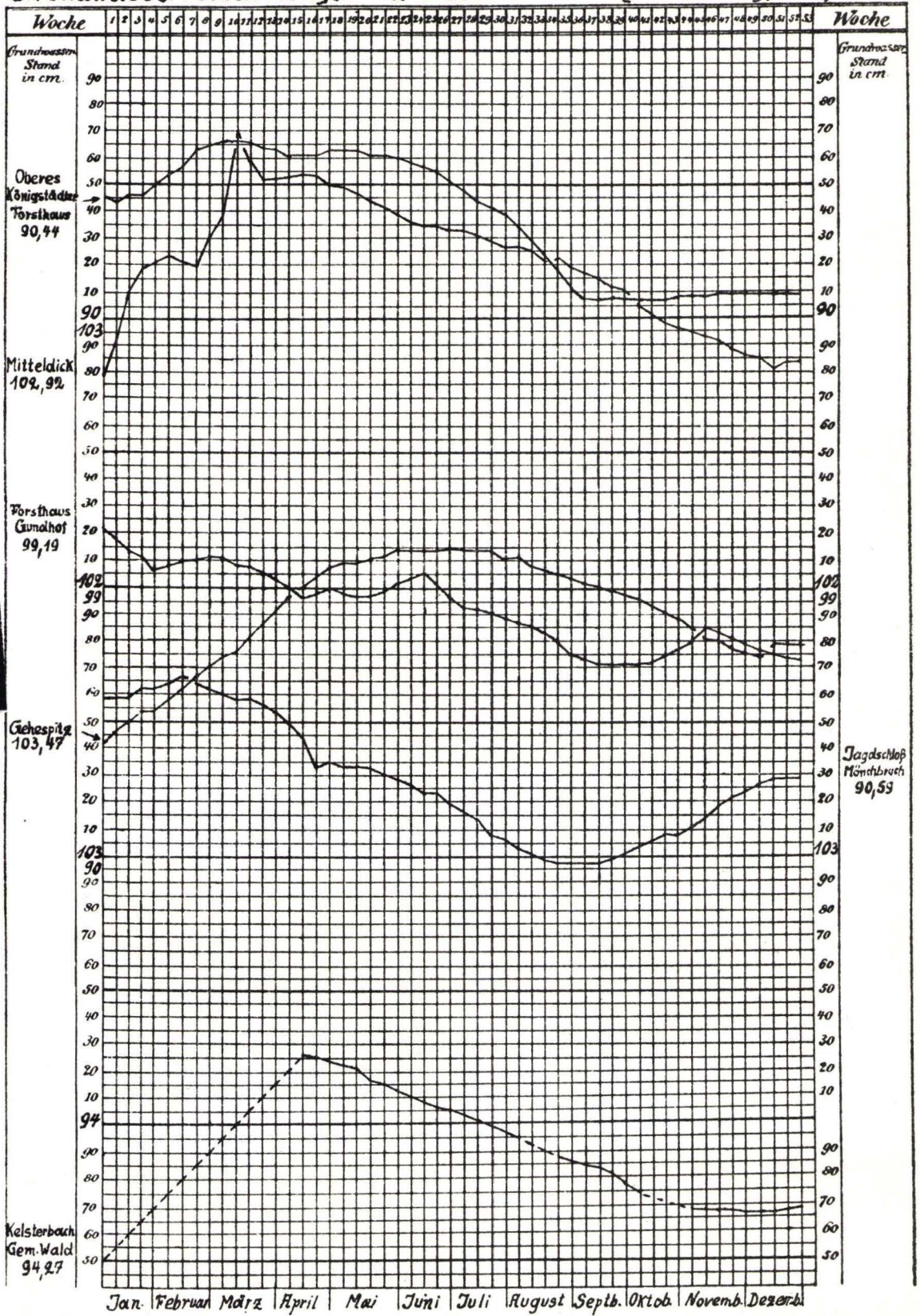
Grundwasserbeobachtungen in Hessen 1926 (Oberhessen) Tafel 7



Grundwasserbeobachtungen in Hessen 1926 (Oberhessen) Tafel 8



Grundwasserbeobachtungen in Hessen 1926 (Starkenburg) Tafel 9



Im Verlage von W. Engelmann in Leipzig:

Geologie von Deutschland

Von Dr. Richard Lepsius,

Geh. Oberbergat,

Professor an der Hochschule, Direktor der Geol. Landesanstalt zu Darmstadt.

I. Band. Das westliche und südliche Deutschland.

Mit einer geolog. Uebersichtskarte, einer Profiltafel und 136 Profilen im Text.

gr. 8^o. 800 S. M. 24.—

II. Band. Das östliche und nördliche Deutschland.

Mit 88 Profilen im Text und 2 Profiltafeln,

gr. 8^o 548 S. M. 18.— 1910.

III. Band. 1. Lieferung. Schlesien und die Sudeten.

Mit 28 Profilen im Text und 1 tektonischen Karte.

gr. 8^o. 194 S. M. 8.— 1910.

Im Verlage von Justus Perthes in Gotha:

Geologische Karte des Deutschen Reiches

bearbeitet von Dr. Richard Lepsius,

in 27 Blättern im Maßstabe von 1 : 500000,

Preis für ein Blatt M. 2.—.

Im Kommissionsverlag von A. Bergsträßer (W. Kleinschmidt) in Darmstadt

Halitherium Schinzi, die fossile Sirene des Mainzer Beckens

von Dr. Richard Lepsius.

Eine vergleichende anatomische Studie.

Mit 10 lithogr. Tafeln.

Abhandlungen des mittelrheinischen geologischen Vereins.

1882. 4^o. Geb. M. 10.—.

Das Mainzer Becken, geologisch beschrieben

von Dr. Richard Lepsius

mit einer geologischen Karte.

1883. 4^o. Geb. M. 12.—.

Karten des mittelrheinischen geologischen Vereins

im Maßstab 1 : 50000, nebst Erläuterungen.

Preis für ein Blatt 8.40 M.

Sektionen: Allendorf—Treis; Alsfeld; Alzey; Biedenkopf—Laasphe; Büdingen—
Gelnhausen; Darmstadt, Dieburg; Erbach; Gladenbach; Herbstein—
Fulda; Lauterbach—Salzschlirf; Mainz; Schotten; Worms.

Von der Hessischen Geologischen Landesanstalt herausgegeben
im Hessischen Staatsverlag:

**Topographische Uebersichtskarte
des Odenwaldes und der Bergstraße**

Mit Höhenlinien. — Maßstab 1 : 100 000. — 1907. Preis M. 3.60

**Höhenstufenkarte
des Odenwaldes und der Bergstraße**

Maßstab 1 : 100 000. — 1909. Preis M. 3.60

**Geologische Uebersichtskarte
des Odenwaldes und der Bergstraße**

von G. Klemm.

Maßstab 1 : 100 000. — 1911. — Preis M. 6.75. Vergriffen.

Geologischer Führer durch das Großherzogtum Hessen

mit 13 Tafeln.

1911. Preis M. 1.50. Vergriffen.

Im Verlage von Gebr. Bornträger in Berlin:

Führer bei geologischen Exkursionen im Odenwald

von Oberbergrat Prof. Dr. G. Klemm in Darmstadt.

Mit 40 Textabbildungen.

Die Kriegsschauplätze 1914—1918

geologisch dargestellt.

Heft 1.

Elsaß

von

Dr. E. Kraus

und

Dr. W. Wagner

a. o. Professor der Geologie in Königsberg i. Pr.

Landesgeologe in Darmstadt

Im Verlage von Georg Westermann, Braunschweig:

Der Vogelsberg, sein Untergrund und Oberbau

Eine gemeinverständliche Heimatkunde

von Dr. Wilhelm Schottler,

Bergrat und hessischer Landesgeologe in Darmstadt.

Im Hessischen Staatsverlag in Darmstadt:

Notizblatt des Vereins für Erdkunde und der Hess. Geolog. Landesanstalt zu Darmstadt.
I.—III. Folge, 1854—1880, in Heften je M. 5,40.

IV. Folge, Heft 1—35, 1880—1914, nebst Mitteilungen der Hess. Zentralstelle für die Landesstatistik, je M. 5,40. Sonderabdrücke des Notizblattes je M. 1.80 (soweit vorhanden). Herausgeb. v. R. Lepsius.

V. Folge, Heft 1, 1915, V. Folge, Heft 2, 1916, V. Folge, Heft 3, 1917, V. Folge, Heft 4, 1918, V. Folge Heft 5 1919/1922, V. Folge Heft 6 1923, V. Folge, Heft 7, 1924, V. Folge, Heft 8, 1925, Heft 9 1926, V. Folge Heft 10 1927 nebst Mitteilungen der Hess. Zentralstelle für die Landesstatistik M. 5.40. Sonderabdrücke des Notizblatt je M. 1.80 (soweit vorhanden). Herausgegeben von der Direktion der Geologischen Landesanstalt.

Abhandlungen der Hessischen Geologischen Landesanstalt zu Darmstadt. gr. 8^o.

- Band I. Heft 1. 1884. M. 4.50. R. Lepsius, Einleitende Bemerkungen über die geologischen Aufnahmen im Großherzogtum Hessen. — C. Chelius, Chronologische Uebersicht der geolog. und mineralogischen Literatur über das Großherzogtum Hessen. — Heft 2 1885. M. 18.— Fr. Maurer, Die Fauna der Kalke von Waldgirmes. Nebst Atlas. — Heft 3. 1889. M. 4.50. H. Schopp, Der Meeressand zwischen Alzey u. Kreuznach, Mit 2 lithogr. Tafeln. — Heft 4 1898. F. v. Tchihatchef, Der körnige Kalk v. Auerbach-Hochstädten a. d. Bergstr. (Heft 4 vergriffen.)
- Band II. Heft 1. 1891. M. 9.— Chr. Vogel, Die Quarzporphyre der Umgegend von Groß-Umstadt, mit 10 lithogr. Tafeln. — Heft 2. 1892. M. 9.— A. Mangold, Die alten Neckarbetten in der Rheinebene. Mit 1 Übersichtskarte und 2 Profiltafeln. — Heft 3. 1893. M. 4.50. L. Hoffmann Die Marmorlager von Auerbach. Mit 1 Tafel. — Heft 4. 1895. M. 5.40 G. Klemm, Beiträge zur Kenntnis des kristallinen Grundgebirges im Spessart. Mit 6 Tafeln.
- Band III. Heft 1. 1897. M. 5.40. G. Klemm, Geologisch-agronomische Untersuchung des Gutes Weilerhof, nebst Anhang von G. Dehlinger. Mit 1 Karte. — Heft 2. 1897. M. 3.60 K. v. Kraatz-Koschlau, Die Barytvorkommen des Odenwaldes. Mit 2 Tafeln. Heft 3. 1898. M. 5.40 Ernst Wittich, Beiträge zur Kenntnis der Messeler Braunkohle mit ihrer Fauna. Mit 2 Tafeln. — Heft 4. 1899. M. 9.— C. Luedecke, Die Boden- und Wasserverhältnisse der Provinz Rheinhausen, des Rheingaus und Taunus.
- Band IV. Heft 1. 1901. M. 9.— C. Luedecke, Die Boden- und Wasserverhältnisse des Odenwaldes und seiner Umgebung. Mit 2 Tafeln. — Heft 2. 1906. M. 9.— W. von Reichenau, Beiträge zur näheren Kenntnis der Carnivoren von Mauer u. Mosbach. Mit 14 Tafeln. — Heft 3 1908. M. 9.— W. Schottler, Die Basalte der Umgegend von Gießen. Mit 4 Tafeln und 3 Figuren im Text.
- Band V. Heft 1. 1910. M. 9.— Richard Lepsius, Die Einheit und die Ursachen der diluvialen Eiszeit in den Alpen, mit 12 Profilen im Text. Heft 2. 1911. M. 4.50. A. Steuer, Ueber den Wert ständiger Bodenwasserbeobachtungen für wissenschaftliche und praktische Zwecke und die Einrichtung eines ständigen Beobachtungsdienstes im Großherzogtum Hessen. Heft 3. 1913. M. 9.— B. Sandkühler, Ueber Malchite u. verwandte Gangsteine im Odenwald. Mit 4 Tafeln, 1 geolog. Karte u. 17 Abbildungen im Text. Heft 4. 1915. M. 9.— H. Engelhardt und W. Schottler, Die tertiäre Kieselgur von Altenschlirf im Vogelsberg. Mit 18 Tafeln.
- Band VI. Heft 1. 1913. M. 9.— A. Steuer, Marine Conchylien aus dem Mainzer Becken, I. Mit 8 Tafeln. — Heft 2. 1922. M. 7.20. W. Weiler, Beiträge zur Kenntnis der tertiären Fische des Mainzer Beckens. I. Mit 3 Tafeln. — Heft 3. 1922. M. 12.60. H. Harrassowitz, Die Schildkrötengattung Anosteira von Messel bei Darmstadt und ihre stammesgeschichtliche Bedeutung. Mit 6 Tafeln. — Heft 4. 1925. M. 18.— O. Haupt, Die Paläohippiden der eozänen Süßwasserablagerungen von Messel bei Darmstadt. Mit 29 Tafeln.
- Band VII. Heft 1. 1915. M. 7.50. W. von Reichenau, Beiträge zur näheren Kenntnis fossiler Pferde aus deutschem Pleistozän, insbesondere über die Entwicklung und die Abkaustadien des Gebisses vom Hochterrassenpferd (*Equus mosbachensis* v. R.). Mit 14 Tafeln. Heft 2. 1917. M. 4.50. P. Revilliod, Fledermäuse aus der Braunkohle von Messel bei Darmstadt. Mit 1 Tafel und 18 Abbildungen im Text. — Heft 3. 1921. M. 4.50. F. Meunier, Die Insektenreste aus dem Lutetien von Messel bei Darmstadt. Mit 4 Tafeln. — Heft 4. 1922. M. 15. H. Engelhardt Die alttertiäre Flora von Messel bei Darmstadt. Mit 40 Tafeln.
- Band VIII. Heft 1. 1925. M. 7.20. F. K. Drescher, Zur Tektonik und Petrographie der Diorite von Fürstenstein (Bayerischer Wald). Mit 1 Karte, 2 Tafeln und 15 Textfiguren. — Heft 2, 1927, M. 7.— K. Hummel, Die Schildkrötengattung *Trionyx* im Eozän von Messel bei Darmstadt und im aquitanischen Blätersandstein von Münzenberg in der Wetterau. Mit 11 Tafeln. — Heft 3. M. 7.— W. Weiler (Worms), Beiträge zur Kenntnis der tertiären Fische des Mainzer Beckens II. (3. Teil: Die Fische des Septarientones.) Mit 6 Tafeln. — Heft 4. M. 7.50. K. Staesche, Sumpfschildkröten aus hessischen Tertiärablagerungen. Mit 9 Tafeln.

Geologische Karte von Hessen

im Maßstabe 1:25000.

Herausgegeben von der Hess. Geologischen Landesanstalt zu Darmstadt.

- I. Lieferung, Bl. Messel, Roßdorf nebst Erläuterungen, aufgenommen von C. Chelius. 1886] Vergriffen.
- II. Lieferung, Bl. Darmstadt, Mörfelden nebst Erläuterungen, aufgenommen von C. Chelius 1891. Vergriffen.
- III. Lieferung, Bl. Babenhausen, Neustadt, Schaafheim, Groß-Umstadt nebst Erläuterungen, aufgenommen von C. Chelius, G. Klemm und Chr. Vogel. 1894. Vergriffen.
- IV. Lieferung, Doppelbl. Bensheim und Zwingenberg nebst gemeinsamer Erläuterung, aufgenommen von C. Chelius und G. Klemm. 1896. Vergriffen.
- V. Lieferung, Bl. König, Brensbach, Doppelbl. Erbach und Michelstadt, aufgenommen von C. Chelius, G. Klemm und Chr. Vogel. 1898. Vergriffen.
- VI. Lieferung, Bl. Lindenfels, Neunkirchen, aufgenommen von C. Chelius, Bl. Beerfelden, Doppelbl. Neu-Isenburg und Kelsterbach, aufgenommen von G. Klemm nebst Erläuterungen. 1901. Lindenfels vergriffen.
- VII. Lieferung, Bl. Birkenau, aufgenommen von G. Klemm, Groß-Gerau, aufgenommen von A. Steuer, nebst Erläuterungen. 1905. Birkenau vergriffen.
Bl. Viernheim (Käferthal), aufgenommen von W. Schottler, nebst Erläuterungen. 1906.
Bl. Sensbach (Schlossau), aufgenommen von W. Schottler, nebst Erläuterungen. 1908.
Bl. Oppenheim, aufgenommen von A. Steuer, nebst Erläuterungen. 1911.
Bl. Messel (II. Aufl.), aufgenommen von G. Klemm, nebst Erläuterungen. 1911.
Bl. Allendorf a. d. L., aufgenommen von W. Schottler, nebst Erläuterungen. 1913. Vergr.
Bl. Gießen, aufgenommen von W. Schottler, nebst Erläuterungen. 1913. Vergriffen.
Bl. Roßdorf (II. Auflage), aufgenommen von G. Klemm, nebst Erläuterungen. 1913.
Bl. Fürfeld, aufgenommen von H. Schopp, nebst Erläuterungen. 1913.
Bl. Laubach, aufgenommen von W. Schottler, nebst Erläuterungen. 1918.
Bl. Neunkirchen (II. Auflage), aufgenommen von G. Klemm, nebst Erläuterungen. 1918.
Bl. Hungen, aufgenommen von W. Schottler, nebst Erläuterungen. 1921.
Bl. Seligenstadt, aufgenommen von W. Schottler, nebst Erläuterungen. 1922.
Doppelbl. Nidda und Schotten, aufgenommen von W. Schottler, nebst Erläuterungen. 1924.
Bl. Wöllstein, aufgenommen von W. Wagner, nebst Erläuterungen. 1926.
Bl. Alsfeld, aufgenommen von O. Diehl, nebst Erläuterungen. 1926.
Bl. Herbstein, aufgenommen von W. Schottler, nebst Erläuterungen. 1928.
Doppelbl. Erbach und Michelstadt (II. Auflage), aufgenommen von G. Klemm, nebst gemeinsamer Erläuterung. 1928.

Preis für 1 Blatt nebst Erläuterungen	5.— R M.
Blatt Seligenstadt nebst Erläuterungen	7.50 R M.
Die Doppelblätter nebst gemeinsamer Erläuterung	10.— R M.
