

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

für das Jahr 1928.

---

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

---

**V. Folge, 11. Heft.**

(Mit 19 Tafeln und 9 Tafeln Grundwasserstandslinien.)



**Darmstadt 1929.**  
Im Vertrieb beim Hess. Staatsverlag.

**Preis 5.40 Mark.**



# Inhaltsverzeichnis.

	Seite
W. SCHOTTLER: Bericht über die Tätigkeit der Hessischen Geologischen Landesanstalt im Jahre 1928	1
G. KLEMM: Über einen gemischten Augitminette-Kersantit-Gang an der Steinmauer bei Heppenheim a. d. B. Mit Tafel 1 und 2	7
G. KLEMM: Über die Diabase (sog. Gabbros) der Böllsteiner Höhe und ihre Beziehungen zu schieferigen, z. T. geröllführenden Amphiboliten	25
G. KLEMM: Chemische Analysen permischer und postpermischer Gesteine des Odenwaldes	30
W. SCHOTTLER: Über einige in zersetzten Basalten des Vogelsberges auftretende Neubildungen	49
O. SCHMIDTGEN und W. WAGNER: Eine altpaläolithische Jagdstelle bei Wallertheim in Rheinhessen. Mit Tafel 3—15	59
OTTO DIEHL: Einige Erfahrungen bei gesteins- und bodenkundlichen Arbeiten	90
HANS KLÄHN: Über den ersten Fund einer fossilen Bananenfrucht und ihre Fossilisation, unter Berücksichtigung der sediment-petrographischen Vorgänge. Mit Tafel 16 und 17	100
W. FLÖRKE: Ein neues Phonolithvorkommen im Vogelsberg. Mit Tafel 18, Fig. 1, 2, 3	117
W. FLÖRKE: Ein Tischfelsen im Buntsandstein bei Friedelhausen. Mit Tafel 18. Fig. 4, 5	121
WILHELM WEILER: Scombramphodon benedeni Storms aus dem Rupelton des Mainzer Beckens. Mit Tafel 19	123
A. STEUER: Hydrologisch-geologische Beobachtungen in Hessen im Jahre 1927. Mit 8 Tafeln Grundwasserstandslinien	126
H. JÜNGST: Zur vergleichenden Stratigraphie des Rät zwischen Harz und Elsaß	130
C. KÖBRICH: Ein Kupfererz führender Horizont an der oberen Zechsteingrenze im Odenwald	194
THEODOR WALGER: Zur Struktur des Frankenberger Zechsteins	197
E. BRAMESFELD: Prüfung von Rutengängern	203
W. MÜLLER: 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 1928 bis 31. März 1929 (oder zum letzten Male) eingesandt wurden	211



**Notizblatt** Dienstexemplar  
des  
**Vereins für Erdkunde**

und der  
**Hessischen Geologischen Landesanstalt  
zu Darmstadt**

für das Jahr 1928.

---

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

---

**V. Folge, 11. Heft.**

(Mit 19 Tafeln und 9 Tafeln Grundwasserstandslinien.)



**Darmstadt 1929.**

Im Vertrieb beim Hess. Staatsverlag.



# Inhaltsverzeichnis.

	Seite
W. SCHOTTLER: Bericht über die Tätigkeit der Hessischen Geologischen Landesanstalt im Jahre 1928	1
G. KLEMM: Über einen gemischten Augitminette-Kersantit-Gang an der Steinmauer bei Heppenheim a. d. B. Mit Tafel 1 und 2 . . . . .	7
G. KLEMM: Über die Diabase (sog. Gabbros) der Böllsteiner Höhe und ihre Beziehungen zu schieferigen, z. T. geröllführenden Amphiboliten . . . . .	25
G. KLEMM: Chemische Analysen permischer und postpermischer Gesteine des Odenwaldes . . . . .	30
W. SCHOTTLER: Über einige in zersetzten Basalten des Vogelsberges auftretende Neubildungen . . . . .	49
O. SCHMIDTGEN und W. WAGNER: Eine altpaläolithische Jagdstelle bei Wallertheim in Rheinhessen. Mit Tafel 3—15	59
OTTO DIEHL: Einige Erfahrungen bei gesteins- und bodenkundlichen Arbeiten . . . . .	90
HANS KLÄHN: Über den ersten Fund einer fossilen Bananenfrucht und ihre Fossilisation, unter Berücksichtigung der sediment-petrographischen Vorgänge. Mit Tafel 16 und 17	100
W. FLÖRKE: Ein neues Phonolithvorkommen im Vogelsberg. Mit Tafel 18, Fig. 1, 2, 3 . . . . .	117
W. FLÖRKE: Ein Tischfelsen im Buntsandstein bei Friedelhausen. Mit Tafel 18. Fig. 4, 5 . . . . .	121
WILHELM WEILER: Scombromphodon benedeni Storms aus dem Rupelton des Mainzer Beckens. Mit Tafel 19 . . . . .	123
A. STEUER: Hydrologisch-geologische Beobachtungen in Hessen im Jahre 1927. Mit 8 Tafeln Grundwasserstandslinien . . . . .	126
H. JÜNGST: Zur vergleichenden Stratigraphie des Rät zwischen Harz und Elsaß . . . . .	130
C. KÖBRICH: Ein Kupfererz führender Horizont an der oberen Zechsteingrenze im Odenwald	194
THEODOR WALGER: Zur Struktur des Frankenberger Zechsteins . . . . .	197
E. BRAMESFELD: Prüfung von Rutengängern . . . . .	203
W. MÜLLER: 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 1928 bis 31. März 1929 (oder zum letzten Male) eingesandt wurden . . . . .	211



# Notizblatt

des

# Vereins für Erdkunde

und der

## Hessischen Geologischen Landesanstalt zu Darmstadt.

V. Folge, 11. Heft.

---

## 1928

---

### Bericht über die Tätigkeit der Hessischen Geologischen Landesanstalt im Jahre 1928.

Vom Direktor Dr. W. SCHOTTLER.

Unser verehrter Altdirektor Herr Ober-Bergrat Prof. Dr. KLEMM hat auch in diesem Jahre in uneigennützigster Weise seine ganze Arbeitskraft in den Dienst der Anstalt gestellt.

Er äußerte sich gutachtlich über die Wasserversorgung der Gruppe Dreieichenhain—Götzenhain—Dietzenbach, der Gemeinden Messel und Ober-Ramstadt, der Villenkolonie Eberstadt und des Muster- und Versuchsgutes Groß-Umstadt der Hess. Landwirtschaftskammer.

Herr KLEMM setzte ferner die Aufnahmen auf den Blättern Brensbach und Lindenfels fort und versah das Blatt Birkenau mit Nachträgen.

Nur durch seine Mitwirkung war es möglich, daß die Blätter Erbach und Michelstadt nebst gemeinsamer Erläuterung in zweiter Auflage herausgegeben werden konnten. Außerdem ist sein Blatt Birkenau und seine Odenwaldkarte in zweiter Auflage zum Druck gegeben worden.

An der Neuauflage der Geologischen Übersichtskarte des Odenwaldes (1:100 000), deren erste Auflage schon seit langer Zeit vergriffen ist, hat Herr KLEMM seit Jahren unermüdlich gearbeitet. Er hat eine große Anzahl von Begehungen vorgenommen, um alles, was strittig war oder verbesserungsbedürftig erschien, an Ort und Stelle zu prüfen. Auch hat er die mühevolle Zeichnung der Druckvorlage selbst ausgeführt, wie auch die Korrekturen selbst gelesen.

Da der Direktor der Badischen Geologischen Landesanstalt, Herr Ober-Bergrat Dr. SCHNARRENBARGER, in entgegenkommendster Weise die Aufnahmen



des Herrn Landesgeologen Dr. HASEMANN auf Blatt Eberbach noch vor ihrer Veröffentlichung zur Verfügung stellte, war es möglich, das seither unbedruckte Südosteck der Karte auszufüllen, die auch im Nordosten durch die Einfügung des Hess. Blattes Seligenstadt vervollständigt wurde.

Wer in Zukunft die Odenwaldkarte zur Hand nimmt, möge sich vergegenwärtigen, daß dieses Werk ohne die selbstlose Hingabe seines Verfassers von der Geologischen Landesanstalt in absehbarer Zeit nicht hätte herausgegeben werden können.

Auch Herr Ober-Bergrat Prof. Dr. STEUER, ordentlicher Professor der Geologie an der Technischen Hochschule zu Darmstadt, hat unserer Anstalt die Treue gehalten, indem er den von ihm eingerichteten Grundwasserdienst wie seither leitete und den jährlichen Bericht über die Ergebnisse der Beobachtungen verfaßte.

Für die unten noch einmal zu erwähnende sogen. Rieddenkschrift hat er einen Beitrag über die Grundwasserverhältnisse mit mehreren Beilagen geliefert.

Zu Ostern 1928 hat der Oberrheinische Geologische Verein auf die gemeinsame Einladung des Herrn Prof. Dr. SCHMIDTGEN, Direktors des Mainzer Naturhistorischen Museums, und unserer Landesanstalt seine Tagung in Mainz abgehalten, für die Herr SCHMIDTGEN, Herr Landesgeologe Bergrat Dr. WAGNER und Herr Dr. MICHELS, Geologe bei der Preußischen Geologischen Landesanstalt, eine Reihe von wissenschaftlichen Ausflügen ins Mainzer Becken und in sein westliches Randgebiet vorbereitet hatten. Leider mußte Herr WAGNER wegen schwerer Erkrankung auf die Teilnahme an der Versammlung verzichten. Es war aber alles so gut vorbereitet, daß die Teilnehmer an den wissenschaftlichen Ausflügen, dank dem Einspringen der beiden anderen Herren, vollständig auf ihre Kosten kamen.

Im Anschluß an diese Versammlung hatte der Berichterstatter die Ehre, einigen Fachgenossen die wichtigsten Bodenprofile des Flugsandes und Lößes bei Darmstadt und im Vogelsberg zeigen zu dürfen. An dieser Reise beteiligten sich die Herren Abteilungsdirektor Prof. Dr. WOLFF von der Preußischen Geologischen Landesanstalt, Herr Prof. Dr. STREMMER, ordentlicher Professor an der Technischen Hochschule in Danzig, Herr Landesgeologe Dr. MÜNICHSDÖRFER von der Bayrischen Geologischen Landesuntersuchung, Herr Diplom-Landwirt SCHLACHT, Herr Dr. HECK von der Preußischen Geologischen Landesanstalt und Herr Forstassessor JOSEPH. Zum Gelingen der für den Berichterstatter überaus fruchtbaren Reise haben durch Herstellen von Einschlügen der Herr Bürgermeister von Griesheim bei Darmstadt, Herr Forstrat REITZ zu Ober-Ramstadt und Herr Landesforstmeister Staatsrat Dr. WEBER in Konradsdorf wesentlich beigetragen. Ihnen gebührt unser ganz besonderer Dank. Auf dieser Reise wurde auch das Werk Oppau der I. G. Farben-Industrie besucht, wo die Teilnehmer sehr gut aufgenommen wurden und Herr Diplom-Landwirt SCHLACHT die Ergebnisse seiner bodenkundlichen Untersuchungen auf den Versuchsfeldern des Werkes vorführte. In der Woche vor Pfingsten hatte der Berichterstatter das Vergnügen, Herrn Prof. Dr. KRAUS aus Tharandt nebst Mitarbeitern und Schülern über den Vogelsberg zu führen. Auch bei dieser Gelegenheit war der Meinungsaustausch über bodenkundliche Fragen sehr lebhaft und fördernd, weil sich auch die Revierbeamten, Herr Staatsrat Dr. WEBER und Herr Ober-Forstmeister Dr. BAADER zu Schotten an der Führung sehr rege beteiligten und den glatten Verlauf der Fahrt durch



gute Vorbereitung ermöglichten. Deshalb sei den beiden Herren auch an dieser Stelle nochmals herzlich gedankt.

Im Juli hatte der Unterzeichnete Gelegenheit, eine große Reihe von Bodenprofilen kennen zu lernen, die Herr SCHLACHT in den Wäldern der Rheinebene bei Speyer nachgewiesen hat. Die höchst dankenswerte Anregung zu der Fahrt, bei der ein Kraftwagen der bayrischen Regierung in Speyer benutzt werden konnte, ging von Herrn Ministerialdirektor ERB aus. An ihr beteiligten sich ferner die Herren Ober-Regierungsräte SCHERER und ZIEGLER und Herr Ober-Forstmeister WEINKAUF, dessen genaue bodenkundliche Kenntnis seines Reviers allen Beteiligten sehr zustatten kam.

Im August konnte der Unterzeichnete mit Unterstützung der Notgemeinschaft der Deutschen Wissenschaft eine bodenkundliche Reise durch Süddeutschland ausführen, bei der er die bayrischen geologischen bodenkundlichen Aufnahmen bei München kennen lernte. Ferner zeigte ihm Herr Forstmeister Dr. MÜNST zu Spaichingen in Württemberg die Rendzina auf dem weißen Jura des Dreifaltigkeitsberges und sorgte in zuvorkommendster Weise für bequeme Beförderung.

Die diesjährige Versammlung der Vorstände der geologischen Landesanstalten Deutschlands und Deutschösterreichs fand am 4. Oktober 1928 in Goslar statt. Ihr schloß sich am folgenden Tage eine Fahrt durch den Harz an, auf der Herr Geologe Dr. DAHLGRÜN den Teilnehmern den Bau dieses Gebirges in sehr geschickter Weise vorführte. Ihm, wie den Veranstaltern der Fahrt, Herrn Präsidenten Dr. KRUSCH und Herrn Abteilungsdirektor Dr. FLIEGEL, sei an dieser Stelle nochmals bestens gedankt.

Der Berichterstatter wurde von Herrn KLEMM im Odenwalde mehrmals geführt. Er besuchte auch an zwei Tagen die Aufnahmegebiete des Herrn WAGNER in Rheinhessen.

Er hat folgende amtliche Gutachten erstattet: Im Auftrage des Hess. Ministeriums für Arbeit und Wirtschaft über die Schädigung der Gemarkung Rumpenheim durch die dortige Staustufe des Maines. Für das Kulturbauamt Darmstadt wegen Dränung der Gemarkung Altheim, für die Gemeinde Steinbach im Taunus wegen ihrer Wasserversorgung und für die Stadt Erbach im Odenwald wegen des Erdbaches.

Die geologischen Aufnahmen auf den Blättern Darmstadt und Ulrichstein wurden fortgesetzt. Die Arbeiten auf dem letztgenannten Blatt wurden wesentlich gefördert durch die zahlreichen Einschlüge, die Herr Ober-Forstmeister Dr. BAADER herstellen ließ.

Der Berichterstatter hat im Frühjahr die Mitglieder der Forstbezirksgruppe Darmstadt in der Gegend zwischen Eberstadt und der Ludwigshöhe geführt und hat dort einen Vortrag über das Geschehene gehalten.

Er hielt auf der 22. Versammlung des Hess. Forstvereins zu Bad Salzhausen am 20. September einen Vortrag über Gebirgsbau und Bodenbeschaffenheit der Umgegend von Salzhausen. Er beteiligte sich auch vom bodenkundlichen Standpunkt aus an der Führung bei der anschließenden Lehrwanderung, soweit es im gegebenen Rahmen möglich war.

Im Juli fand außerdem unter seiner Führung auf Veranlassung von Herrn Direktor METZ eine bodenkundliche Übersichtsbegehung im Tieflandsanteil des Dienstbezirkes des Landwirtschaftsamtes Worms statt.



Herr Landesgeologe Bergrat Dr. WAGNER hat im Berichtsjahre folgende Arbeiten ausgeführt:

Geologische Nachtragsbegehungen auf Blatt Bingen-Rüdesheim wegen der bevorstehenden Drucklegung und Ausarbeitung der Erläuterung zu diesem Blatt, das er gemeinsam mit Herrn Geologen Dr. MICHELS von der preußischen Geologischen Landesanstalt auf Grund einer Vereinbarung der beiden geologischen Landesanstalten aufgenommen hat. Das Blatt wird im Hess. Staatsverlag erscheinen und ist bereits im Druck. Die Aufnahme des Blattes Ober-Ingelheim wurde zu Ende geführt, so daß im kommenden Jahre nur noch wenige Begehungen notwendig sein werden.

Herr WAGNER beteiligte sich an der für die Mitglieder des Hess. Staats- bzw. Kultusministeriums von Herrn Prof. Dr. SCHMIDTGEN veranstalteten Führung zu den Fährtenaufschlüssen im Rotliegenden bei Nierstein.

Zusammen mit Herrn Prof. Dr. SCHMIDTGEN hat er die Aufgrabung einer paläolithischen Freilandsiedlung bei Wallertheim überwacht und deren geologische Verhältnisse klargestellt.

Ferner hat er im Einverständnis mit der Oberen Bergbehörde eine Tiefbohrung bei Heppenheim an der Bergstraße behufs Feststellung ihrer geologischen Ergebnisse wiederholt besucht.

Er nahm dienstlich teil an der Tagung der Deutschen Geologischen Gesellschaft in Wien und an der Jahresversammlung der Geologischen Vereinigung zu Frankfurt a. M.

Er beteiligte sich ferner an der vom Landwirtschaftsamt Gau-Algesheim veranstalteten Landwirtschaftlichen Woche und nahm mit den Herren vom Landwirtschaftsamt Worms eine geologisch bodenkundliche Begehung des Hügellandanteils ihres Dienstbereiches vor.

Geologische Beratungen wurden erteilt bei der Wasserversorgung von Dromersheim und dem Brückenbau bei Rüsselsheim. Ferner wurden zahlreiche Bau-, Bohr- und Dränaufschlüsse auf den Blättern Alzey, Fürfeld, Pfeddersheim, Gau-Odernheim, Mainz, Wöllstein, Wörrstadt, Eltville und Worms besichtigt.

Wie im Frühjahr war Herr WAGNER auch im Herbst durch längere Erkrankung in der Fortführung seiner Arbeiten stark behindert.

Besonders gefördert wurden die Arbeiten in Rheinhessen durch Herrn Prof. Dr. SCHMIDTGEN in Mainz, der beständig ein wachsameres Auge über alle Neuaufschlüsse hat und stets bestrebt war, Herrn WAGNER in wirksamster Weise zu unterstützen. Auch Herr Studienrat Dr. WEILER in Worms und Herr ZINNDORF in Offenbach trugen wie immer zur Erforschung unseres Tertiärs viel bei.

Herr Landesgeologe Bergrat Prof. Dr. DIEHL hat folgende Aufnahmearbeiten ausgeführt:

Nachträge auf Blatt Lauterbach. Fortführung der geologischen Aufnahme der diluvialen Anteile der Blätter Bensheim und Zwingenberg sowie des Blattes Stordorf. Ferner wurde die bodenkundliche Karte des Forstamtes Kranichstein fertiggestellt und durch eine Darstellung der wichtigsten Bodenprofile und eine Erläuterung ergänzt. Der der Geologischen Landesanstalt vom Hess. Ministerium für Arbeit und Wirtschaft erteilte Auftrag, einen Beitrag zur Denkschrift über die Riedentwässerung zu liefern, wurde von Herrn DIEHL in der Weise durchgeführt, daß er eine geologische Übersichtskarte im



Maßstabe 1:100 000 des Riedes herstellte, die einer geologisch-bodenkundlichen Arbeit über das Ried beigegeben werden wird.

Außerdem fanden unter Führung von Herrn DIEHL bodenkundliche Begehungen von zum Teil längerer Dauer für die Forstämter Kranichstein, Lorsch, Düdelsheim, Büdingen und das Landwirtschaftsamt Büdingen zusammen mit den betreffenden Beamten statt.

Er hat außerdem folgende dienstliche Beratungen ausgeführt: Wasserversorgung von Bindsachsen im Kreise Büdingen, Nieder-Florstadt in der Wetterau, Angersbach bei Lauterbach und Oppershausen bei Butzbach. Außerdem wurde auf Veranlassung der Ministerial-Forstabteilung eine Besichtigung der Tongruben bei Seligenstadt vorgenommen.

Herr DIEHL führte ferner die Dozenten und Studenten des Pädagogischen Instituts zu Darmstadt in die Geologie von Lauterbach durch einen Vortrag und eine Wanderung ein.

Er nahm ferner teil an der Tagung des Oberrheinischen Geologischen Vereins zu Mainz und beteiligte sich, zum Teil als bodenkundlicher Führer, an den Wanderungen Deutscher Pflanzengeographen im Ried und in Rheinhessen. Herr DIEHL hat außerdem die Bohrungen des Herrn Fabrikanten Kunold in Bensheim und der Firma E. Merck im Weiterstädter Wald wissenschaftlich bearbeitet. Für die bereitwillige Überlassung der Bohrproben sei beiden Firmen auch hier bestens gedankt.

Herr Studienrat Dr. WENZ hat die Arbeiten auf Blatt Rodheim fortgesetzt.

Herr Landwirtschaftsassessor ABELS, der freiwillig seit dem 1. November 1927 bis Mai 1928 bei uns arbeitete, hat eine Reihe von Versuchsflächen der Landwirtschaftsämter abgebohrt, um den Einfluß des Untergrundes auf das Gedeihen der Versuchspflanzen festzustellen.

Ferner arbeitet Herr Forstassessor JOSEPH bei uns, der mit Untersuchungen über das Wachstum der Kiefer auf quartärem Sandboden im Forstamt Eberstadt beschäftigt ist.

Herrn Dr. HUNKEL haben wir bei wissenschaftlichen geophysikalischen Untersuchungen, die er im Roßdörfer Wald ausführte, mit Gerät und Arbeitskräften unterstützt.

Herr Forstreferendar WEISSGERBER hat in unserm Sinne und mit unserer Hilfe den bodenkundlichen Teil seiner Meldearbeit über den Weiterstädter Wald ausgeführt.

Herr Dr. WEITZEL hat sich der Mühe unterzogen, Säugetierreste unserer Sammlung von Flörsheim a. M. zu bearbeiten.

Herr KIRCHHEIMER in Gießen hat unsere tertiären Pflanzenreste aus der Riedesel'schen Tongrube bei Lauterbach in fleißiger Arbeit bestimmt und zum Gegenstand einer ausführlichen Abhandlung gemacht.

Herr Prof. Dr. KÖTTGEN in Gießen und Herr Prof. Dr. RÖSSLER, Direktor der Landwirtschaftlichen Versuchsstation in Darmstadt, haben für uns in entgegenkommendster Weise eine Reihe von chemisch-physikalischen Bodenuntersuchungen ausgeführt. Die Gesteinsanalysen wurden nach wie vor von der chemischen Prüfungsstation für die Gewerbe (Direktor Prof. Dr. KREUTZ) durch Herrn Dipl.-Ing. SCHÄFFER ausgeführt. Herr SCHÄFFER hat uns besonders bei der Bearbeitung verwitterter Basalte in wirkungsvollster Weise unterstützt.

Für die Übermittlung geologischer Nachrichten sind wir zu Dank verpflichtet den Herren Lehrer LENGFELDER in Ober-Eschbach, Lehrer MAY



in Heidesheim, Lehrer BRENDL in Ober-Ingelheim, Eisenbahnsekretär KRÄGE und Kulturinspektor VOGT. Letztgenannten Herrn haben wir wegen seiner Verdienste um unsere Anstalt zum Vertrauensmann ernannt.

An der von Herrn Ober-Studienrat Dr. SPILGER veranstalteten Ausstellung zur Förderung des Naturschutzes beteiligte sich die Hess. Geologische Landesanstalt mit Lichtbildern aus ihrem Archiv. Der Direktor schrieb aus diesem Anlaß in Volk und Scholle Nr. 7 einen Aufsatz „Schutz den Denkmälern der Erdgeschichte“. Er und andere Mitglieder der Anstalt beteiligten sich auch an einer ausführlichen Aussprache über diesen Gegenstand, die von der Ministerial-Forstabteilung veranlaßt war. Außerdem wurde eine Führung für die Teilnehmer an dieser Tagung durch die Sammlungen der Geologischen Landesanstalt veranstaltet, die an diesem Tage gedrängt voll waren.

Für Bereicherung unserer Sammlung haben wir zu danken Herrn Inspektor HOFMANN beim Wasserwerk Darmstadt, Herrn Ober-Assistent JAKOB beim Kulturbauamt Friedberg und Herrn Primaner KIRCHHEIMER in Gießen.

Wir konnten in diesem Jahre folgende Abhandlungen herausgeben: Band 8 Heft 3: W. WEILER (Worms), Beiträge zur Kenntnis der tertiären Fische des Mainzer Beckens II. (3. Teil. Die Fische des Septarientons), gedruckt mit Unterstützung des Naturhistorischen Museums der Stadt Mainz und des Landesmuseums zu Darmstadt. — Band 8 Heft 4: K. STAESCHE, Sumpfschildkröten aus hessischen Tertiärablagerungen, gedruckt mit Unterstützung der Notgemeinschaft der deutschen Wissenschaften, der Gewerkschaft Messel, des Landesmuseums zu Darmstadt und des Naturhistorischen Museums zu Mainz.

Im Sommer 1929 wird

G. KLEMM die Neuaufnahme des Blattes Brensbach zu Ende führen und Begehungen auf den Blättern Neustadt-Obernburg und König für deren 2. Auflagen vornehmen.

W. SCHOTTLER die Aufnahmen der Blätter Darmstadt und Ulrichstein zu Ende führen. Er wird ferner die Aufnahme des Blattes Gedern anfangen und auf den Blättern Allendorf und Gießen Begehungen für deren 2. Auflagen vornehmen.

W. WAGNER wird auf den Blättern Mainz und Wörrstadt arbeiten. Er beabsichtigt ferner, die Mainterrassen bis in die Gegend von Frankfurt zu begehnen.

OTTO DIEHL wird die Aufnahme des diluvialen Teiles der Blätter Bensheim und Zwingenberg zu Ende führen und die bei den Riedentwässerungsarbeiten entstehenden Aufschlüsse geologisch untersuchen. Außerdem wird er die beim Braunkohlenbergbau in der Wetterau sich ergebenden Aufschlüsse besichtigen. Die geologische Aufnahme des Blattes Stordorf wird fortgesetzt werden.

Darmstadt, den 9. März 1929.



# Ueber einen gemischten Augitminette-Kersantit-Gang an der Steinmauer bei Heppenheim a. d. B.

Von G. KLEMM.

Mit Tafel 1 und 2.

An der „Steinmauer“, etwa 3 km in Luftlinie südöstlich vom Bahnhofe Heppenheim befindet sich ein der Gemeinde Heppenheim gehöriger Steinbruch, in dem ein Kersantitgang seit dem Jahre 1900 hauptsächlich zur Gewinnung von Pflastersteinen abgebaut worden ist. Der Steinbruch wurde ursprünglich von der Gemeinde selbst, später von verschiedenen Unternehmern betrieben. Seit etwa 2 Jahren ist der Betrieb wieder einmal stillgelegt. Hieran trägt nicht das Material des Ganges Schuld, da es Pflastersteine liefert, die nicht nur in Heppenheim selbst, sondern namentlich auch in Mannheim Verwendung gefunden und sich sehr gut bewährt haben. Es ist vielmehr die Entfernung des Bruches von der Bahnstation Heppenheim und die Notwendigkeit, die im Bruche selbst hergestellten Steine mit Pferdefuhrwerk zur Bahn zu befördern, die den Abbau unrentabel gemacht hat. Durch Anlage einer Drahtseilförderbahn zur Main—Neckar-Bahnlinie und den Abbau des Ganges in mehreren Sohlen, könnte dort wohl ein lohnender Betrieb eröffnet werden. Da die Sohle des Bombachtales da, wo sie den Gang kreuzt, etwa 275 m Meereshöhe hat, die höchste Stelle des Ganges aber eine solche von 370 m, so könnte der Abbau in mehreren Terrassen auf beiden Talflanken erfolgen. Natürlich wären aber zur rationellen Einrichtung des Betriebes nicht unbeträchtliche Kapitalien erforderlich.

Der Kersantit von der Steinmauer ist kurz erwähnt von CHELIUS in den Erläuterungen zu den Blättern Bensheim und Lindenfels<sup>1)</sup>, in seinem „Geologischen Führer durch den Odenwald“<sup>2)</sup> und in seinen „Petrographischen Untersuchungen im Odenwald“<sup>3)</sup>.

Ich selbst habe diesen Gang in meinem „Führer bei geologischen Exkursionen im Odenwald“<sup>4)</sup> und in einer Übersicht über die Minette, Vogesite und Kersantite des Odenwaldes<sup>5)</sup> kurz beschrieben; neuerdings hat ihn auch L. RÜGER in seinem „Geologischen Führer durch Heidelbergs Umgebung“<sup>6)</sup> kurz behandelt.

1) Geologische Karte des Großherzogtums Hessen. Blatt Bensheim, S. 30; Blatt Lindenfels, S. 32.

2) Geologischer Führer durch den Odenwald. 2. Aufl., S. 53.

3) Zentralblatt für Mineralogie usw. 1906. S. 766.

4) Verlag Gebr. Bornträger, Berlin 1910. S. 40, 153.

5) Diese Zeitschrift, V. Folge, Heft 6. 1924. S. 17.

6) Heidelberg, Winter's Univ.-Buchhandlung 1928. S. 69, 277.



Der hier zu besprechende Aufschluß ist bedingt durch die Richtung des Kersantites, im Mittel etwa N 30° O. Er bildet einen etwa 70 m langen und etwa 20 m breiten Schlitz, der in der vor etwa 3—4 Jahren beendeten letzten Abbauperiode namentlich an seinem Ostende und auf seiner nördlichen Flanke bedeutend erweitert wurde, so daß früher nicht gut erkennbare Beziehungen der Gangfüllmasse klargelegt wurden.

Das Streichen des Ganges folgt der Streckungsrichtung des Hornblendegranites, hier etwa N 30° O. Der Gang steht im Mittel saiger. Sein südliches Salband ist fast in der ganzen Längserstreckung bis an die Rückwand abgebaut, so daß jetzt nur noch geringe Reste des Kersantitsalbandes am Hornblendegranit kleben. Erst in der Rückwand des Bruches sieht man einen guten Querschnitt durch den Kersantit, dessen Mächtigkeit etwa 12—14 m beträgt.

Die Nordwestwand des Bruches besteht bis etwa in seine Mitte vorwiegend aus völlig vergrustem Gestein. Nur an einer Stelle, die in der Abbildung Taf. 1, Bild 1 hinter dem Strauchwerk in der linken unteren Bildecke verborgen ist, ragt aus dem Schutte noch etwas weniger zersetzter Kersantit heraus, dessen Salband gegen das Nebengestein noch erkennbar ist.

Dieses letztere besteht vorwiegend aus einem lockeren, schwarzen, an dunklen Glimmerblättchen sehr reichem Gesteinsgrus, der aus einer verhältnismäßig grobkörnigen Augitminette entstanden ist. Diese ist anstehend in z. T. noch ziemlich frischem Zustande in den Klippen zu finden, die auf Taf. 1, Bild 1 mit senkrechtem, in tiefem Schatten liegenden Abbruch nahe der Bruchsohle zu sehen sind. Von dieser Stelle sind auch mehrere Minetteblöcke auf die Bruchsohle abgestürzt.

Mehr gegen die Rückwand des Bruches hin fällt dem Beschauer eine noch recht frische Scholle von Hornblendegranit auf, die ganz im Ganggestein schwimmt. Sie ist etwa 18 m lang und im Südwesten etwa 2—3 m dick, während sie sich nach der Rückwand des Bruches hin spitz auskeilt. Auf ihrer Südseite grenzt der Kersantit mit deutlichem Salband an sie an, auf der nördlichen aber an die Augitminette, die hier am Granit ebenfalls ein deutliches, weit feiner gekörntes Salband bildet. An einzelnen Stellen kann man noch ziemlich frische Kontaktstücke zwischen Minette und Granit finden. Untersucht man die höchsten Teile des Aufschlusses, so beobachtet man von Nordwest nach Südost zu Augitminette, Kersantit und in der Nordostecke des Bruches wieder völlig vergruste Augitminette, die hier gegen Hornblendegranit grenzt. Das nördliche Salband der Minette ist zurzeit durch eine starke Ablagerung von Gehängeschutt und von Steinbruchsabraum völlig verhüllt, so daß man die Mächtigkeit der Minette nicht messen kann.

Es ist also hier an der Steinmauer offenbar zuerst auf einer etwa nordöstlich streichenden Spalte des Hornblendegranites, die in der Richtung seiner Streckung verläuft, zuerst ein Minettegang aufgestiegen. Nach seiner völligen Erhaltung wurde dann die Spalte nochmals aufgerissen und zwar etwas schräge zu der Richtung des Minetteganges. Hier hinein wurde dann ein Kersantit injiziert. Die neue Spalte verläuft so, daß sie das südliche Salband der Minette schräge abschnitt und ein jetzt keilartig erscheinendes Stück der Minette nach Südost verschob, wo es nun in der nordöstlichen oberen Ecke des Aufschlusses zu sehen ist, während nordwestlich vom Kersantitsalbande ein Stück des südlichen Minettesalbandes im Kontakt mit dem Granit erhalten



blieb. Der Kersantit bildet überall sowohl gegen die Minette als gegen den Granit ein ganz dichtes schwarzes Salband.

### 1. Die Augitminette.

Unter den zurzeit aufgeschlossenen Minetten des Odenwaldes erreicht keine andere so große Abmessungen der Gemengteile als die hier zu besprechende. An den meisten Stellen ist sie zu einem schwarzen Grus verwittert, der auf den ersten Blick nur aus Glimmerblättchen zu bestehen scheint. In diesem Grus stecken aber noch vereinzelt frischere Blöcke (vgl. Taf. 1, Bild 1), von denen mehrere auf der Bruchsohle liegen. Diese gestatten auch noch, die ursprüngliche Zusammensetzung des Gesteines annähernd festzustellen. Allerdings ist wegen des großen Glimmerreichtums des Gesteines die Herstellung von Dünnschliffen recht schwierig.

An der oberen Grenze der oben erwähnten Hornblende-Granit-Scholle ist auch das Salband der Minette, das wesentlich kleineres Korn besitzt, stellenweise noch frisch genug für die Herstellung von Dünnschliffen, die hier ihren Zusammenhalt besser bewahren als solche der körnigsten Abart.

Auch im Verwitterungsgrus der Minette sieht man vorwiegend frische Augite und Biotite; es scheint also, als ob die Auflösung des Gesteines zu lockerem Grus vorwiegend auf die mechanische Tätigkeit des Wassers beim Gefrieren zurückzuführen ist, weniger auf seine chemischen Einwirkungen. Dies dürfte in erster Linie auf den großen Glimmerreichtum des Gesteines zurückzuführen sein, der dem Regen- und Schneeschmelzwasser leichten Zugang zu den inneren Gesteinstteilen eröffnet hat, so daß nur ganz vereinzelt Gesteinsblöcke ihren Zusammenhalt bewahrt haben.

Bringt man den Verwitterungsgrus des Gesteins auf das feinmaschige Drahtsieb, so lassen sich beträchtliche Mengen von Feinerde absieben. Auch in diesem Anteil des Verwitterungsgruses findet man noch sehr zahlreiche frische Biotite und Augite, seltener Feldspatreste. Bei Behandlung dieser Feinerde mit vierzigprozentiger Flußsäure geht schließlich alles in Lösung, so daß man auf völlige Abwesenheit des Zirkons schließen kann.

Auf die fast völlige Vergrusung der Minette ist es zurückzuführen, daß bis jetzt ihr Vorhandensein in dem Bruche an der Steinmauer nicht erkannt worden ist. Auch der Verfasser hatte früher ihre Selbständigkeit nicht erkannt, sondern geglaubt, daß es sich hier um eine besondere Ausbildungsform des Kersantites handele. (Diese Zschr. 5. Folge, Heft 6, S. 19. 1923.)

Naturgemäß ist es wegen dieses stark verwitterten Zustandes der Minette auch nicht möglich, die Zusammensetzung des Inneren dieses Ganges zu untersuchen und seine genaue Mächtigkeit festzustellen, weil die einer Untersuchung mittelst Dünnschliffes zugänglichen Blöcke, wie aus der Gestaltung des Aufschlusses hervorgeht, sämtlich aus der Nähe seines südlichen Salbandes herkommen.

Die Dichte der Minette wurde in den Blöcken mit größtem Korn mit der WESTPHAL'schen Wage zu 3,023; 3,006; 2,893, im Mittel also 2,974 bestimmt, während sich für die Randzone die Werte 2,955 und 2,980, im Mittel 2,968 ergaben, also fast derselbe Wert.

In den von der Bruchsohle stammenden Minetteblöcken vom größten Korn erreichen die Biotitblättchen zum großen Teil 3—5 mm, seltener bis über



10 mm Durchmesser. Von einem dieser Blöcke stammt auch die auf S. 21 mitgeteilte Analyse.

Zwischen den Glimmerblättchen sieht man hellrötliche, aus Feldspat und kleineren Glimmerblättchen bestehende Stellen sowie dunkelgrüne Prismen eines Diopsides.

Bisweilen häufen sich die Feldspäte auch in unregelmäßig umrandeten Flecken an, die bis über 2 cm Durchmesser erreichen oder gangartige, meist aber nur unscharf gegen das Hauptgestein abgegrenzte Adern bilden, die oft nur 1—2 mm im Querschnitt messen, ab und zu aber auch stärker werden und sich dann bisweilen ziemlich scharf gegen das dunkle Hauptgestein abgrenzen.

So ist in den Klippen anstehender fester Minette ein rotes, nur wenige Millimeter dickes Trümchen aufgeschlossen, das anscheinend nur aus Feldspat besteht und sich auf mehr als 1 m Erstreckung verfolgen läßt.

Durchschneidet man ein Handstück senkrecht zu einem derartigen Trümchen, so sieht man öfters, daß es nicht durchgeht. Es handelt sich also hier offenbar um ähnliche Reste des Magmas wie die „Dioritpegmatite“ im Diorit, also nicht um eigentliche, jüngere, gangförmige Nachschübe. Auffällig in ihnen ist der Reichtum an scharf ausgebildeten Apatitsäulchen. Stellenweise sind in der Minette an der Grenze gegen eine solche Schliere kleine Augite ohne Feldspat und Glimmer dicht zusammengedrängt. Solche augitreiche Stellen durchsetzen auch in Form sehr unscharf begrenzter Äderchen, die manchmal den roten Feldspatadern annähernd parallel verlaufen, das Hauptgestein. Es hat sich also in diesem an gewissen Stellen eine schlierige Sonderung des Mineralbestandes in helle und dunkle Gemengteile vollzogen. Im ganzen aber sind diese von sehr untergeordneter Verbreitung.

Die Gemengteile der Minette sind in der Reihenfolge der Ausscheidung: Eisenerz, Apatit, Olivin, Augit, Titanit, Biotit und Feldspat. Chlorit (Klinochlor), Kaolin und Kalkspat sind Produkte der Verwitterung bzw. Zersetzung.

Das Eisenerz, wohl nur Magneteisenerz, neben dem Schwefelkies stark zurücktritt, erscheint meist in recht unregelmäßigen Körnern, seltener in deutlichen Kristallen. Apatit dagegen zeigt sich ganz vorwiegend in schlanken Säulen, seltener in unregelmäßigen Körnern. Diese sind oft durch zahllose winzige Flüssigkeitseinschlüsse getrübt, während manche fast frei von solchen sind. Olivin ist nicht selten, aber ausnahmslos in Pilit umgewandelt, oft von feinsten Erzkörnchen durchstäubt. Seine Körner sind fast ausnahmslos sehr unregelmäßig begrenzt.

Der Augit überrascht durch die große Frische, die er selbst im losen Verwitterungsgrus zeigt. Meist ist er gut kristallisiert und ergibt im Querschnitt achteckige, im Längsschnitt sechsseitige Durchschnitte. Die prismatische Spaltbarkeit ist meist sehr deutlich zu sehen. In dünnen Schliften ist er fast farblos, in etwas dickeren ganz leicht grünlich gefärbt. Die größten Augite in den körnigsten Gesteinsabarten sind nicht über 3—4 mm lang und 0,6—0,7 mm dick. Er gehört offenbar zum Diopsid. Zwillingsbildung nach (100) ist häufig, aber nur selten sieht man Andeutungen von Sanduhrbau. Oft ist seine Substanz sehr rein. Gelegentlich umschließt er Erzkörnchen oder Biotit-schüppchen, nicht selten Flüssigkeitseinschlüsse. Manchmal sieht man Umwandlung in ziemlich hellgrüne Schüppchen, die ihrer deutlichen Doppelbrechung und ihrer normalen Interferenzfarben wegen wohl nicht als Chlorit (Pennin), sondern als Klinochlor zu bezeichnen sind. Am Kontakt gegen Granit wird die



Begrenzung der Augite weit weniger regelmäßig und es finden sich da neben scharfen Kristallen auch viele rundliche oder ganz unregelmäßige Körnchen.

Der dunkle Glimmer ist nicht selten regelmäßig sechseckig umrandet. An quer zur Basis geschnittenen Blättchen sieht man oft Verbiegungen, die aber keineswegs von einer Pressung des ganzen Gesteines herrühren, sondern nur von örtlichen, oft schon dem bloßen Auge erkennbaren Verbiegungen der Blättchen an Augitkristallen. Denn man sieht öfters unmittelbar neben solchen stark verbogenen Blättchen völlig normale. Im konvergenten polarisierten Lichte zeigt der Glimmer ein sich bei einer Drehung des Tisches nur sehr wenig öffnendes schwarzes Kreuz, und die Achsenebene liegt in der Symmetrieebene. Es ist also ein Glimmer zweiter Art, ein Meroxen. An Einschlüssen enthält er öfters gut ausgebildete Kriställchen von Augit, ferner Apatit, sowie opake Erzkörnchen. Ab und zu beobachtet man auch stark lichtbrechende farblose, sehr unregelmäßige Körnchen von ?Titanit. Dunkle Höfe um solche Körnchen wurden nicht beobachtet. Oft sieht man eine randliche Umwandlung in einen grünen Saum, der zwischen gekreuzten Nikols in den meisten Fällen zugleich mit dem Biotit dunkel wird, hier und da aber auch Aggregatpolarisation sehen läßt.

Häufig zeigen die Biotitblättchen eine dunklere, fast schwarze Randzone, die nach innen zu unscharf abgesetzt ist.

Unter den Glimmerblättchen des Verwitterungsgruses sieht man nur selten solche mit regelmäßig sechsseitiger Umrandung. Trägt man diesen Grus in Bromoform von  $D=2,81$  ein, so schwimmen die meisten Blättchen oben und fast nur solche mit Einschlüssen von Erz; Augit oder Apatit sinken unter. Wenn man aber das Gestein der frischeren Blöcke pulvert und dessen feinste Teile in Acetyltetrabromid von  $D=2,96$  einrührt, so sinken die allermeisten Glimmerblättchen, auch die, welche sich bei mikroskopischer Untersuchung als ganz einschlußfrei erweisen. Hiernach scheint es also, als ob die Biotitblättchen des Verwitterungsgruses trotz ihrer anscheinenden Frische eine teilweise Auslaugung ihres Eisengehaltes erfahren hätten.

Die Feldspäte sind auch in den frischesten Minetteblöcken so stark verwittert und getrübt, daß man vielfach nicht entscheiden kann, ob Orthoklas oder Plagioklas vorliegt. Und auch die Körner, welche noch Andeutungen von Zwillingsstreifung haben, lassen eine genauere Bestimmung nicht mehr zu.

Mit der Annäherung an die Granitgrenze nimmt die Korngröße der Minette deutlich ab. An einer etwa 0,2 m vom Granit entfernten Stelle beträgt die durchschnittliche Größe der Glimmer und der Augite nur noch etwa 0,5—1 mm. Im übrigen ist aber kein wesentlicher Unterschied gegen das Ganginnere zu sehen.

Der Kontakt selbst ist auch fast völlig vergrust. Man kann aber noch einzelne Kontaktstücke finden, die frisch genug für eine mikroskopische Untersuchung sind.

Hier sind die Glimmerblättchen noch etwa 0,2 mm im Durchmesser; meist sind es recht unregelmäßige Fetzen, zwischen denen nur noch vereinzelte sechsseitige Blättchen sich zeigen. Auch die Augite sind meist recht wenig regelmäßig begrenzt. Die größten messen in der Richtung der Vertikalachse etwa 0,5 mm. Sie sinken aber bis zu Körnchen von wenigen  $\mu$  Länge herab.

Vor allem fehlt an Kontaktstücken eine scharfe Grenze zwischen Minette und Granit. (Vgl. die Mikrophotographie Tafel 2, Bild 4.) Schon mit bloßem



Auge kann man feststellen, daß der Granit in einer Zone von etwa 3—5 cm zerspritzt ist und daß sich in dieser Zersprätzungszone Minettetrümchen finden.

Im Dünnschliffe fallen in der Minette in nächster Nähe des Kontaktes zahlreiche bis etwa 0,5 mm lange und etwa halb so dicke braune Hornblenden in vorwiegend gut ausgebildeten Kristallen auf. Die größten werden etwa 2 mm lang und 0,5 mm dick. Auch weit kleinere Kristalle finden sich, sowie auch manche unregelmäßig begrenzte Hornblendekörnchen. An den Querschnitten der Prismen ist nicht selten (100) festzustellen.

Der Augit ist neben Hornblende noch vorhanden, aber nur teilweise in gut begrenzten Kristallen. Umwandlung in Klinochlor ist sehr verbreitet.

Der Biotit der Minette ist bis auf geringe Reste verschwunden; er scheint in der Hauptsache das Material für die Entstehung von Hornblende geliefert zu haben.

In dieser Randzone sind verhältnismäßig viele Apatite ausgeschieden. Auch Titanit ist in kleinen scharfen Kristallen reichlich zu beobachten. Ferner ist hier viel mehr Eisenerz vorhanden als in der normalen Minette.

Im Hornblendegranit fällt mit bloßem Auge eine Rötung der Kontaktzone auf. Im Dünnschliff bemerkt man, daß feinste Minettetrümchen sich mehrere Zentimeter weit in den Granit erstrecken. Auch dieser ist an der Gesteinsgrenze viel reicher an Hornblende als das normale Gestein. Sie stimmt in ihrem optischen Verhalten mit der neugebildeten Hornblende der Minette überein. Meist ist sie auch hier sehr frisch; nur ab und zu ist teilweise Grünfärbung zu beobachten, ohne daß hierbei die Auslöschungsschiefe eine Änderung erfährt. Biotit ist im Gegensatz zum normalen Hornblendegranit im Kontakt sehr spärlich. Die Feldspäte sind sehr unfrisch; oft ist Serizitbildung eingetreten. Sehr auffällig ist eine Umbildung der Plagioklase, bei der statt der früheren Zwillingsstreifung eine feine Faserung eingetreten ist, die als Fortsetzung der ursprünglichen Lamellen erscheint. Für genauere Untersuchungen ist aber das bis jetzt gesammelte Material zu wenig frisch.

Sehr auffällig ist das Fehlen von Quarz in dieser innersten Kontaktzone.

Epidot, der dem normalen, frischen Hornblendegranit fehlt, ist in höchst unregelmäßigen Körnern oder feinkörnigen Aggregaten ziemlich reichlich vorhanden.

Auffällig ist der Reichtum an Titanit, der oft scharf umgrenzte Kristalle bildet. Ziemlich oft enthalten die Hornblenden Titanit, vorwiegend in sehr unregelmäßigen, stark lichtbrechenden Körnern, neben denen aber auch wohlbegrenzte Kriställchen nicht selten sind.

Eine von dieser innersten Kontaktzone recht abweichendes Bild bietet ein Schliff von einer etwa 3—4 cm vom Kontakt entfernten Stelle dar. Hier ist Biotit vorhanden, aber in einer ganz ähnlichen Weise umgewandelt wie es der Verfasser aus Einschlüssen im Trachyt der Gegend nordöstlich von Darmstadt<sup>1)</sup> beschrieben hat. Sie zeigen nämlich meist unregelmäßig begrenzte nur selten im Querschnitt rechteckig umgrenzte Schmelzräume, in deren Mitte gewöhnlich ein opakes Korn von öfters quadratischem Querschnitt liegt, das von einem farblosen Saum umgeben ist. Die opaken Körner dürften wohl Magnet-eisenerz sein. Die helle Zone, die sie umgibt, besteht in den meisten Fällen aus mehreren, unregelmäßig begrenzten Körnern, die im polarisierten Lichte als

<sup>1)</sup> Diese Zeitschrift, IV. Folge, Heft 26. 1905. S. 31. Tafel V. Bild 6.



Interferenzfarbe meist Weiß erster Ordnung zeigen und niedrigere Lichtbrechung als Biotit, aber höhere als Kanadabalsam besitzen. Sie enthalten zahlreiche winzigste Einschlüsse von faseriger oder blättriger Form. Es ist noch zu bemerken, daß nicht alle Glimmerblättchen jene Magneteisenerzkörner mit hellem Rande enthalten und daß ein Teil der Biotitblättchen stark gebleicht worden ist.

Titanite sind reichlich vorhanden, aber nur zum geringsten Teil noch unverändert. Die meisten haben opake Säume, während manche durchaus schwarz geworden sind.

Die braunen Hornblendekristalle sind in diesem Schlicke verschwunden. Statt ihrer finden sich Haufwerke von hellgrünem Strahlstein, die bisweilen radialstrahlige Anordnung zeigen. Auch ganz dünne, farblose Fäserchen desselben Minerals sind nicht selten.

Diese höchst eigentümlichen Veränderungen des Hornblendegranites im Kontakt mit der Minette beabsichtigt der Verfasser, falls es gelingt, frischeres Material zu gewinnen, noch genauer zu untersuchen.

## 2. Der Kersantit.

Das Hauptgestein des in Rede stehenden Bruches an der Steinmauer, der Kersantit, bildet einen etwa 12—14 m mächtigen Gang, der sich nach Norden zu über die Klippen auf der Höhe des Berges über vier jetzt sämtlich stillgelegte Brüche zwischen der Steinmauer und dem Ostende des Dorfes Erbach bis zum Schlangenrain nordwestlich von Kirschhausen verfolgen läßt. In südwestlicher Richtung läuft der Gang bis zur „Espersbach“ nördlich von Hemsbach. Hier beträgt seine Mächtigkeit nur noch etwa 1 m, wie man in dem Hornblendegranitbruch der Firma Rüth & Reinmuth sehen kann. Ein früher in diesem Gangteil befindlicher Steinbruch am Sonnberge bei Laudenschbach ist schon seit längerer Zeit außer Betrieb. Im ganzen scheint die Länge des Ganges etwa 6,5 km zu betragen.

Das Gestein ist im Eingange des Bruches längs des nördlichen Salbandes stark verwittert, zum Teil sogar zu einem schwarzen Grus zerfallen. Auf der Rückwand des Bruches ist es dagegen fast durch die ganze Breite des Ganges ziemlich frisch. An manchen Stellen ist es sehr fest mit dem Hornblendegranit verwachsen, so daß man Stücke aus dem Kontakt gut gewinnen kann. An anderen ist aber der Kersantit viel stärker verwittert als der Granit, so daß streckenweise glatte Granitwände den Steinbruch im Südosten begrenzen. Hier kann man ganz deutlich zwei Absonderungsrichtungen erkennen, deren eine quer zum Streichen des Ganges verläuft bei fast genau saigerem Einfallen. Außerdem sind noch saigere Klüfte in der Längsrichtung des Ganges zu sehen, die aber weniger gut ausgebildet sind als die Querklüfte.

Mit bloßem Auge schon kann man an diesem Kersantit vier durch allmähliche Übergänge miteinander verknüpfte Ausbildungsformen unterscheiden. Das Salband (Tafel 1, Bild 2) sowohl gegen den Hornblendegranit als gegen die Minette ist ganz dicht und läßt nur vereinzelte kleine Einsprenglinge erkennen. In durchschnittlich 10—15 cm Entfernung von der Grenze ist das Gesteinskorn schon als feinkörnig zu bezeichnen. Hier stellen sich fast ganz unvermittelt zahlreiche, durch vorwiegend hellfarbige Mineralien ausgefüllte Blasenräume ein, die an angewitterten Blöcken eine deutlich reihenförmige Anordnung erkennen lassen und in einer Zone von wechselnder Breite (meist



0,2—0,4 m) ziemlich dicht gedrängt zu sein pflegen. Nach dem Ganginneren zu nimmt ihre Häufigkeit rasch ab; man kann aber noch hier und da in einer Entfernung von etwa 4 m vom Salbande einzelne solche helle Flecke beobachten. Gleichzeitig wächst das Gesteinskorn bis auf etwa 2 mm in der Gangmitte an.

Diese hat eine eigentümlich brecciöse Beschaffenheit. Man unterscheidet dort hell- bis dunkelgraue sowie rötliche Gesteinsabarten. Die letzteren, oft scharf gangartig abgesetzt, sind augenscheinlich die jüngsten. Namentlich auf der Südostseite des Bruches in seinen höchsten Teilen heben sich die hellroten, mehrfach verästelten Adern sehr deutlich von dem grauen Kersantit ab.

Die grauen Teile der Gangmitte zeigen eine stark brecciöse Beschaffenheit. Dunkelgraue bis fast schwarze Kersantitschollen werden durchhäutert von heller grauen Trümmern und beide durch fast dichte schwarze. Alle diese sind sehr fest miteinander verwachsen. Das Gestein erhält hierdurch ein primärbrecciöses Gefüge. Dieser Eindruck wird noch verstärkt durch das Verhalten der hellroten Adern (Tafel 2, Bild 2), welche gegen die grauen oft eine deutliche Resorptionszone ausgebildet haben.

Auffällig blasenarm ist der Kersantit stellenweise in den oberen Bruchteilen auf der Südostseite.

Bei der Verwitterung zerfällt der Kersantit zu einem dunklen Grus, der von dem der Augitminette leicht durch die weit geringere Beteiligung des Biotites zu unterscheiden ist. Auf der Nordwestseite des Aufschlusses ist diese Vergrusung besonders in der Gegend des Brucheinganges gut zu sehen. Ziemlich häufig sieht man namentlich in den obersten Teilen des Bruches konzentrisch-schalige Absonderung.

Im Abraum trifft man nicht selten Blöcke hellgrauen Kersantites mit mehrere Zentimeter großen halbkugeligen oder halbeiförmigen Löchern, die offenbar durch Auswitterung von angeschmolzenen Bruchstücken dunkleren Kersantites entstanden sind.

#### a) Die Randzone.

Tafel 1, Bild 2 zeigt einen geschliffenen Block von Hornblendegranit mit dem Kersantitsalband etwa im Maßstab 1:7. Die abgebildete Fläche steht etwas schräge zu der Grenze beider Gesteine, so daß die Breite der Salbandzonen hier etwas zu groß erscheint.

Was zunächst an Schliffen aus der Grenzzone auffällt, ist der sehr geringe Grad der Beeinflussung des Granites. Die Hornblenden zeigen sehr schmale Säume von opaken Körnchen, und auch längs der Spaltrissen und Sprünge sind solche oft ausgeschieden. Am Biotit ist diese Art der Beeinflussung noch geringer (Tafel 2, Bild 5).

Auf zahlreichen Haarspalten dringt der Kersantit meist nur etwa 1 mm tief in den Granit ein. Ab und zu finden sich aber auch, wie das Bild 2 der Tafel 1 zeigt, etwas längere Apophysen. Im Schliffe hebt sich recht deutlich zunächst der Grenze ein sehr einsprenglingsreiches, etwa 1—2 mm breites Band ab, das nur an den allerdünnsten Stellen eines Dünnschliffes sich genauer untersuchen läßt.

Hier fällt an manchen, allerdings nicht an allen Stellen der Grenze ein Saum von kleinen rundlichen, sehr stark lichtbrechenden farblosen Körnchen auf, die wohl als Titanit zu deuten sind. Die Hauptmasse der Grenzzone aber



besteht aus ganz winzigen Biotitschüppchen, zwischen denen farblose, sehr unregelmäßig begrenzte Flecke liegen, die aber überall doppelbrechend zu sein scheinen, so daß wohl kein Glas vorhanden ist. Ob diese farblosen Körnchen Quarz oder Feldspat oder beides sind, ist nicht mit Sicherheit festzustellen. Wahrscheinlich aber herrscht Feldspat darin sehr stark vor. Die sehr oft elliptisch umrandeten Biotitblättchen gehen in ihren Abmessungen bis zu den kleinsten Dimensionen herab. Die meisten aber sind etwa 5—10  $\mu$  groß. Sie liegen so dicht gedrängt und sind so dünn, daß auch an den dünnsten Stellen eines Schliffes stets mehrere übereinander liegen.

Sehr zahlreich sind Einsprenglinge von Olivin und Augit, die beide etwa 0,1—0,3 mm im größten Durchmesser erreichen, zum Teil aber auch wesentlich kleiner sind. Letztere haben in dieser äußersten Randzone zum Teil recht scharf ausgebildete Formen und quer zur Prismenzone meist achteckige Durchschnitte. Sie umschließen nicht selten vereinzelt oder auch zahlreiche Biotitschüppchen und kleine Gasporen, während Umwandlungserscheinungen hier fehlen.

Die überhaupt nur ziemlich spärlichen Erzkörnchen des Gesteins sind vorwiegend im Augit zur Ausscheidung gekommen, abgesehen von den bei der Umwandlung der Olivine entstandenen. Die randlich oft kleinen Einkerbungen sind wohl ein Zeichen beginnender magmatischer Resorption.

Die Olivine finden sich nur selten in gut begrenzten Kristalldurchschnitten. Wohl der größte Teil läßt starke Korrosion erkennen. Oft werden die Olivineinsprenglinge von radial gestellten Biotitblättchen umsäumt, oft zeigen aber auch die Glimmerblättchen keine so regelmäßige Anordnung. Man sieht fast nie frischen Olivin, sondern die Durchschnitte sind von Pilit erfüllt, ganz in der Art, wie es F. BECKE in seiner Arbeit: „Eruptivgesteine aus der Gneisformation des Niederösterreichischen Waldviertels<sup>1)</sup>“ beschrieben hat. Die bei der Umwandlung entstandenen Tremolite sind farblos bis blaßgrün.

In dem Hornblendegranitbruche der Firma Rüth & Reinmuth an der Espersbach bei Hemsbach ist das Salband noch dichter als an der Steinmauer und besteht auch hier ganz vorwiegend aus winzigen Biotitschüppchen, zwischen denen man öfters Anhäufungen zahlreicher stark lichtbrechender farbloser Körnchen von ? Titanit sieht. Hier sind zahlreiche Einsprenglinge von Plagioklas, daneben auch solche von Augit und Olivin. Die Plagioklasleisten erreichen bis über 1 mm Länge, sinken aber vielfach auch bis zu sehr kleinen Strichen herab. Fast alle sind völlig umgewandelt, anscheinend in Muskovit.

Die Augite bilden manchmal kleine Knäuel bis zu 2 mm Durchmesser.

Die dichte Randzone des Ganges an der Steinmauer ist, wie gesagt, nur etwa 1—2 mm breit. Nach innen zu lichtet sich dieselbe rasch, indem die Glimmerblättchen anwachsen und zwischen ihnen helle Stellen erscheinen, die sämtlich Doppelbrechung zeigen. Glas ist hier ebensowenig nachweisbar als in der äußersten Randzone. Recht auffällig ist das Fehlen oder doch nur recht seltene Vorkommen von Apatit in den randlichen Zonen, der in der Gangmitte häufiger vorhanden ist. Auffällig ist es auch, daß im Gegensatz zu der Erzarmut des Kontaktes sich Erzkörnchen in der nächstinneren Zone reichlich finden. An manchen Stellen fallen auch sehr zahlreiche „Insekteneier“ von Titanit auf. Zwischen den Biotitblättchen zeigen sich zahlreiche hellere Stellen, die haupt-

<sup>1)</sup> TSCHERMAKS min. u. petrograph. Mitteilungen V., S. 163. 1883.



sächlich aus mehr oder weniger getrübttem Feldspat bestehen, neben denen Quarz nur spärlich vorzukommen scheint.

Im Gegensatz zu den starken endogenen Kontaktwirkungen am Kersantit stehen die sehr geringen exogenen. Sie beschränken sich darauf, daß die Hornblenden des Granites meist nicht sehr dichte Säume opaker Körnchen tragen und daß auch in ihrem Inneren längs der Spaltrisse solche Körnchen zu beobachten sind. Auf Kontaktwirkung scheinen auch mikropegmatitische oder myrmekitische Verwachsungen von Feldspat und Quarz hinzudeuten, da sie im Granit fern vom Kontakt nicht beobachtet werden konnten. Mikropegmatitische Stellen finden sich auch in den nicht seltenen Graniteinschlüssen des Kersantites; die meisten sind stark zerspritzt, so daß man in der Hauptsache Quarzeinschlüsse sieht. Dieselben sind oft stark angeschmolzen, so daß der Kersantit in stumpfen Apophysen in sie eindringt. Oft haben sich um diese Quarzspritzlinge schmale Säume von Augitkriställchen ausgeschieden.

Die Dichte der blasenfreien Zone des Salbandes ergab sich nach zwei Bestimmungen mit der WESTPHAL'schen Wage (2,843 und 2,833) zu 2,838.

#### b) Die blasenreiche Zone.

In dieser immer noch fast basaltartig aussehenden Zone stellen sich dann unvermittelt zahlreiche Blasenräume ein, die mit vorwiegend hellen Mineralien erfüllt sind. Man kann besonders an größeren angewitterten Blöcken unzweifelhaft eine reihenförmige Anordnung derselben sehen, obwohl deutliche Fluidaltextur im Dünnschliffe nicht zu erkennen ist. Die Blasenräume haben Durchmesser bis zu 2 cm, sinken aber auch anderseits zu sehr kleinen Abmessungen herab. Sie sind erfüllt von Quarz, Feldspat, Kalkspat, zum Teil auch von Epidot und Chlorit. Infolge ihres Quarzgehaltes treten diese Blasenräume auf angewitterten Gesteinsblöcken buckelartig aus der Oberfläche heraus. Die Quarze sind oft gut ausgebildete Kristalle, öfters auch die fast stets ganz getrübtten Feldspäte. Dagegen füllen Kalkspat, Epidot und Chlorit nur die von Quarz und Feldspat nicht beanspruchten Räume aus. Die Verteilung der Blasenräume ist durchaus nicht gleichmäßig, wie dies auch die Abbildung Tafel 1, Bild 2 erkennen läßt. Das Gesteinskorn ist in diesem Gangteile schon wesentlich größer als am Salband, immerhin aber noch recht fein. Die Glimmerblättchen erreichen hier einen durchschnittlichen Durchmesser von etwa 0,2 mm und die Augite haben etwa dieselben Abmessungen. Diese erscheinen zum größten Teile stark angefressen und nur wenige haben noch ebenflächige Begrenzungen. Die Feldspäte, die nur Plagioklase zu sein scheinen, sind zum allergrößten Teile stark getrübt. Sie sind vorwiegend leistenförmig ausgebildet, bis zu etwa 0,4 mm lang und sehr oft mit den Glimmerblättchen randlich verwachsen. Quarz erscheint in der Grundmasse nur spärlich. Als Ausfüllung der Blasenräume ist er sehr verbreitet. In diese ragen die Feldspäte oft mit deutlichen Kristallflächen hinein. Mikropegmatitische Verwachsungen mit Quarz sind häufig.

#### c) Das Ganginnere.

Von der blasenreichen Zone aus nach der Gangmitte zu wächst das Gesteinskorn rasch an. Blasenräume werden immer seltener, finden sich aber noch bis etwa 4 m von der Grenze aus vereinzelt vor. Statt ihrer hat aber das



Gestein ein feinporiges Gefüge; jedoch sind diese Poren durch hydrothermale Neubildungen, besonders Quarz, ausgefüllt. Die Gesteinsfarbe wird deutlich grau; das Gesteinskorn wächst bis auf etwa 2 mm an. Jedoch ist das Innerste des Ganges durchaus nicht homogen, sondern hat entschieden schlierige, oft auch eine primär brecciöse Beschaffenheit. Durch die hell- bis dunkelgrauen Kersantitmassen hindurch setzen bald ziemlich scharf abgegrenzte, bald ganz allmählich mit jenen verschwimmende, feinkörnige bis fast dichte schwarze Adern. Außerdem ändert sich in einem Abstand von etwa 3 m vom Salbande die Zusammensetzung des Ganges durch Eintritt von Hornblende für Biotit.

Eine besondere Stellung, wohl als jüngste Nachschübe, nehmen hellrote fein- bis feinkörnige Adern ein, die weiter unten besprochen werden sollen.

Das Mengenverhältnis zwischen dunklen Gemengteilen und Feldspat ist in den verschiedenen Abarten einigen Schwankungen unterworfen.

Die Feldspäte sind fast sämtlich stark getrübt, was wohl auf hydrothermale Einwirkungen zurückzuführen ist. Es ist daher auch nicht sicher festzustellen, ob neben den stark vorherrschenden Plagioklasen auch Orthoklas vorkommt. Erstere zeigen sehr oft deutlich zonaren Aufbau mit basischerem Korn und saurerem Rande. Auf dem U-Tisch wurde festgestellt<sup>1)</sup>, daß sowohl Andesin mit einem Achsenwinkel von  $85^\circ$  und  $\downarrow a 74^\circ$  Auslöschungsschiefe gegen die Lamellen als auch Labrador von  $77^\circ$  Achsenwinkel und  $\downarrow a 65^\circ$  Auslöschungsschiefe, beide Feldspäte von optisch positivem Charakter, vorkommt. Gegen kleine, später in der Hauptsache mit Quarz ausgefüllte Hohlräume haben die in diese hineinragenden Feldspäte oft gute Begrenzung durch ebene Kristallflächen. Andererseits kommen an solchen Stellen nicht selten mikropegmatitische Verwachsungen mit Quarz vor.

Letzterer bildet auch — nicht allzuhäufig — kleine, höchst unregelmäßig umgrenzte Körnchen, die schon hierdurch sich gut von den später in die Gas-poren des Gesteins zugeführten Quarzen unterscheiden, bei denen scharf-flächige Kristallbegrenzungen oft zu sehen sind.

Von farblosen Gemengteilen sind noch zu nennen: Augit, Apatit und ein farbloses, feinfaseriges Mineral, wohl Tremolit.

Die Augite nehmen an Häufigkeit nach dem Ganginnern zu stark ab; zugleich büßt auch ihre Begrenzung die Regelmäßigkeit ein. Sie machen einen stark zerfressenen Eindruck. Nur hier und da sieht man noch Körner von achtseitigem Querschnitt. Es ist ganz deutlich ersichtlich, daß der Augit, der im Salbande in gut begrenzten Kristallen ausgeschieden ist, in den inneren Gangteilen einer magmatischen Resorption anheimgefallen ist. Das gleiche gilt von den in der Randzone so häufigen, wenn auch fast stets in Pilit umgewandelten Olivinen, die im Ganginnern sehr selten zu finden sind.

Umgekehrt nimmt die Menge von scharf-flächigen Apatitnadeln nach dem Ganginnern hin entschieden zu.

Unter den dunklen Gemengteilen des Ganges ist der Biotit wohl der verbreitetste. Er ist bis auf 3 m vom Salband allein vorhanden und wird von da an nach dem Ganginnern zu allmählich durch Hornblende ersetzt, fehlt aber in den körnigsten, hornblendereichsten Gangteilen nicht ganz. Sein Erhaltungs-

<sup>1)</sup> Vergl. diese Zeitschrift 1923, S. 18.



zustand ist weit weniger frisch als der der Hornblende. Die Umwandlung findet ganz vorwiegend in Chlorit statt.

Die braune Hornblende bildet vorwiegend gedrungene, oft ringsum gut begrenzte Kristalle. Die Axenfarben sind für  $a$  hellbräunlichgelb,  $b=c$  braun. Absorption  $c=b > a$ . Die Auslöschungsschiefe wurde auf dem U-Tisch zu  $13-14^\circ$  bestimmt, der Axenwinkel zu  $77^\circ$ ; optischer Charakter —. Sie zeigt nur selten Zersetzung zu Pennin.

Magneteisenerz ist meist nicht sehr reichlich vorhanden. Es ist nicht selten mit Schwefelkies verwachsen, der auch für sich in geringer Menge ausgeschieden ist.

Titanit findet sich fast in jedem Schliff, manchmal in recht scharfflächigen Kriställchen.

Im Verwitterungsgrus wurde in einer Probe, die an einer vor Abschwemmung geschützten Stelle entnommen wurde, sehr spärlicher Zirkon nachgewiesen.

Die Dichte des körnigen, grauen Kersantites ist nach Bestimmungen mit der WESTPHAL'schen Wage im Mittel von 3 Bestimmungen (2,885; 2,870; 2,954) 2,903. Sie ist also nur wenig höher als die des dichten Salbandes (2,838).

Wie schon oben erwähnt, kann man im Ganginnern verschiedene Gesteinsarten unterscheiden, nämlich hellgraue, dunkelgraue, beide feinkörnig ausgebildet, feinkörnige schwarze Adern und solche eines rötlichen Gesteines. Von letzteren soll weiter unten die Rede sein. Die drei ersteren zeigen im Dünnschliffe nur quantitative Unterschiede in der Verteilung der hellen und der dunklen Gemengteile.

Das Bild 6 der Tafel 2 zeigt einen Schliff von der Grenze eines rötlichen Ganges (oben) gegen dunklen körnigen Kersantit (unten). Man sieht hier vor allem, daß die durch die Mitte des Bildes gehende Grenze beider Gesteinsarten, die sich ihrem Gefüge nach nicht wesentlich unterscheiden, sehr unscharf ist, und daß beide Gesteinsarten sich im wesentlichen nur durch die verschiedenen Mengen der dunklen Gemengteile unterscheiden.

#### d) Rötlicher Kersantit.

Der rötliche Kersantit ist unzweifelhaft der jüngste Nachschub im grauen, von dem er sich im reinsten Zustande ganz wesentlich durch seine Armut an dunklen Gemengteilen unterscheidet. Und zwar scheint als ursprünglicher dunkler Gemengteil dieser Gesteinsart nur Biotit vorhanden zu sein, während die neben ihm mehr oder weniger häufig ausgeschiedene Hornblende wohl nur als Ergebnis der Aufschmelzung und Aufsaugung der älteren Kersantitmassen zu betrachten ist. Wie solche Aufschmelzung vor sich gegangen ist, lehrt ein Blick auf das Bild 2 der Tafel 2. Dieses zeigt schon dem unbewaffneten Auge, daß an vielen, aber nicht an allen Stellen der Grenze zwischen rötlichem und dunklerem Kersantit im ersteren feinkörnige hellgraue Säume ausgeschieden sind. Diese Mischgesteinszonen sind zum Teil nur schmal, zum Teil aber erfüllen sie ganz die jüngeren Nachschübe. Auch erscheinen diese oft reich an Hornblende in einzelnen Krystallen, während manche Stellen solche dunkle Gemengteile völlig vermissen lassen. Gelegentlich ist es zur Ausscheidung bis über 1 cm langer Hornblendenadern gekommen. In dem zur Zeit am besten aufgeschlossenen Gangteil an der Nordwand des Bruches läßt sich ersehen, daß



das Hauptverbreitungsgebiet des roten Kersantites im östlichen Teile des Ganges liegt. Hier sind bis über die Mitte des Ganges hinaus nach Westen zu zahlreiche rote Trümer im dunklen Kersantit zu beobachten und bisweilen reichen solche bis fast ans westliche Salband. Ein sehr eigenartiges Bild bot noch im vorigen Herbst der höchste Teil des Steinbruches auf der östlichen Seite dar. Hier war ein System sich rechtwinkelig kreuzender roter Trümer zu sehen, die teils senkrecht, parallel zur Streichrichtung des Ganges, teils etwa wagerecht verliefen. Leider ist dieser Teil des Ganges im Winter 1928/29 stark verrutscht und dadurch der Beobachtung unzugänglich gemacht. Aber an den großen Blöcken, die in der obersten Abbauterrasse herumliegen und den anstehenden Wänden ist die Primärbreccienbildung der Gangmitte noch vorzüglich zu sehen. Sie läßt sich sogar auf dem Bilde 1 der Tafel 1 bei Betrachtung mit einer schwach vergrößernden Lupe hier und da noch erkennen.

Die auf Tafel 2, Bild 2 in etwa 1:2 der natürlichen Größe abgebildete Stufe läßt klar erkennen, daß die roten Adern die in ihnen eingeschlossenen Bruchstücke der älteren Gangteile meist stark abgeschmolzen haben, so daß man nicht häufig mehr scharfeckige Bruchstücke derselben antrifft. Sie dringen zum Teil in Form schmaler Trümer in jene ein. An mehreren Stellen sieht man die Bruchstücke von feinkörnigen, hellgrauen Säumen umgeben, die offenbar von einer teilweisen Wiederausscheidung der aufgeschmolzenen Teile herrühren. An größeren Stufen fällt auch besonders die sehr ungleichförmige, schlierige oder fleckige Verteilung von Hornblende und Biotit im roten Gestein auf. Die ganz allgemeine Verbreitung dieser Resorptions-Erscheinungen ist auch der Grund davon, daß die Dichte des Gesteins stark wechselt. An 5 im Steinbruche von anscheinend einschlußfreien Stellen geschlagenen Splintern wurden folgende Werte bestimmt: 2,716; 2,722, 2,737, 2,767; 2,829, im Mittel 2,754. An diesem möglichst reinen Material wurde die unten mitgeteilte Analyse 6 ausgeführt, während die Analyse 3 von einer rötlichen Ader stammt, die offenbar reich an eingeschmolzenem, grauem Kersantit ist.

In ihrer mineralischen Zusammensetzung unterscheiden sich diese roten Adern von den grauen durch ihre Armut an dunklen Gemengteilen. Quarz ist ziemlich reichlich vorhanden, anscheinend als Ausfüllung von feinen Gesteinsporen, in welche die Feldspäte oft mit Krystallflächen hineinragen. Diese sind fast ausnahmslos stark getrübt. Die Biotitblättchen haben zum größten Teil eine Umwandlung in Chlorit erfahren, während im Gegensatz zu ihnen die Hornblendens fast sämtlich frisch sind. Erz ist nicht reichlich vorhanden. Titanit kommt spärlicher vor, öfter Apatit. Die hellgrauen, durch Aufschmelzung entstandenen Säume um die roten Adern zeigen einen weit höheren Gehalt an Biotit und Hornblende als das normale rote Gestein, von dem sie sich im übrigen weder in ihrem Gefüge noch in der Art ihrer Gemengteile unterscheiden.

Der auffällig hohe Grad der Zersetzung der Feldspäte und Biotite sowie die recht reichliche Anwesenheit des Quarzes scheinen darauf hinzudeuten, daß diese rote Adern ebenso wie die übrigen Gangteile stark hydrothermal verändert worden sind, wobei sich Quarz, nicht selten auch an anderen Stellen Kalkspat, in den offenbar recht zahlreichen Poren des Gesteines ausschieden.

Von allen Abarten des Kersantites ist diese rötliche die kieselsäurereichste (57,11%  $\text{SiO}_2$ ) und es würden noch höhere  $\text{SiO}_2$ -Werte zu erwarten sein, wenn man ein von Resorptionserscheinungen ganz freies Gestein untersuchen könnte.



### Chemische Verhältnisse.

Unter den hier angeführten Analysen von Minetten des Odenwaldes ist die Augitminette von der Steinmauer weitaus die basischeste. Auch in den Zusammenstellungen von Analysen bei BEGER<sup>1)</sup> und OSANN<sup>2)</sup> finden sich nur ganz wenige von niedrigerem SiO<sub>2</sub>-Gehalte, wie z. B. in der Minette von Mönkalb bei Barr (Unterelsaß) mit nur 41,43%, der aber auch nicht viel niedriger sein dürfte als bei der von Heppenheim, da die Elsässer Minette 5,15% CO<sub>2</sub> aufweist, also recht stark verwittert zu sein scheint. Der Gegensatz der quarzfreien Augitminette gegen die 3 anderen zum Vergleich beigegefügt quarzhaltigen Minetten des Odenwaldes ist jedenfalls sehr gut ausgeprägt. Noch weit saurer sind die sehr stark verwitterten Minetten des Odenwaldes, deren Analysen COHEN<sup>3)</sup> mitgeteilt hat.

Vergleicht man die Zahlen für TiO<sub>2</sub>, so fällt die verhältnismäßig hohe Zahl von 1,55% bei 1. im Gegensatz zu den niedrigen Werten besonders bei 3. und 4. auf. Hier scheinen sicher Fehler in der Bestimmung dieses Stoffes bei letzteren beiden vorzuliegen.

Daß die Minette 1. noch verhältnismäßig recht frisch ist, zeigt der CO<sub>2</sub>-Gehalt von nur 0,55%, der niedriger ist als bei den anderen 3 Minetten, obwohl doch möglichst frisches Gestein für die chemische Untersuchung ausgewählt worden war. Der Glimmerreichtum dieser Gesteine macht eben den Zutritt atmosphärischen Wassers leicht möglich, was sich ja besonders in der starken Trübung der Feldspäte zu erkennen gibt.

Bei den Kersantit-Analysen fällt es auf, daß das so außerordentlich glimmerreiche Salband (5) wesentlich saurer ist als das dunkle, körnige Gestein des Ganginneren, und von dem noch sehr feinkörnigen, dunklen Gestein der Analyse 4 — 1 m vom Salband entfernt — gilt dasselbe. Es muß sich also doch hier zwischen den so überaus reichlich vorhandenen feinen Biotitblättchen mehr Feldspat und Quarz verstecken als es den Anschein hat. Im Vergleich zu dem dunklen Ganginneren erscheint das Gestein der rötlichen Adern (Analyse 2 und 6), das bei Betrachtung mit bloßem Auge doch ganz überwiegend aus Feldspat und Quarz zusammengesetzt zu sein scheint, noch verhältnismäßig kieselsäurearm. Erst wenn man sich davon überzeugt hat, daß es kaum möglich ist, Splitter der roten Gänge zu gewinnen, die ganz frei von Einschlüssen der dunkleren Gangteile sind, wird dies einigermaßen erklärbar.

Bei den glimmerreichen Gesteinen des Salbandes zeigt sich sehr deutlich im Verhältnis der Alkalien der Gegensatz zu dem hornblendereichen Ganginneren.

Es ist hier noch darauf hinzuweisen, daß bei allen hier mitgeteilten Kersantit-Analysen Quarzzahlen (qz) negativ sind, obwohl in allen, vielleicht mit Ausnahme des Salbandes (Analyse 5) Quarz sicher unter dem Mikroskop nachzuweisen ist.

<sup>1)</sup> Der Chemismus der Lamporphyre in NIGGLI, Gesteins- und Mineralprovinzen, Bd. I, Abschnitt VI. S. 248—251.

<sup>2)</sup> ROSEBUSCH, Elemente der Gesteinslehre. 4. Aufl., S. 328.

<sup>3)</sup> BENECKE und COHEN, Geognost. Beschreibung der Umgegend von Heidelberg, S. 161—175.



a) Minetten.

1. Augit-Minette, Steinbruch an der Steinmauer bei Heppenheim (Bergstraße). Lose Blöcke im Steinbruch. Ch.P.St.D. Anal.: SCHÄFFER. Summe einschließlich 0,24% BaO, 0,13% FeS<sub>2</sub>, 0,16% Cl; abzüglich 0,04% O für 2 Cl.
2. (Augit-)Minette. „Weinheim“. Anal.: WEYBERG; Warschauer Univ.-Nachr. 1909, Heft 4—5. Referat im Neuen Jahrbuch für Mineralogie usw. 1912, I, S. 398. Bezieht sich wahrscheinlich auf den jetzt am Ostportal des mittleren Bahntunnels im Birkenauer Tal anstehenden Gang. Eine SiO<sub>2</sub>-Bestimmung der Minette dieses Ganges ergab 50,08%; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 1,07%.
3. Minette, glimmerreich, quarzarm auflässiger Steinbruch am Westgehänge des Felsberges. Spätere Kontrollbestimmungen ergeben TiO<sub>2</sub> 0,18%, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 15,68%. Ch.P.St.D. Anal.: KREUTZ.
4. Quarzminette mit grünblauer Hornblende. Nordöstlich von Hemsbach am Wege nach dem Kreuzberge. Einschließlich 0,21% Cl, abzüglich 0,05% O. Ch.P.St.D. Anal.: KREUTZ.

b) Kersantite.

1. Ganginneres, graue, feinkörnige Abart. Steinbruch an der Steinmauer bei Heppenheim. Summe 100,02 einschließlich 0,29% Cl, abzüglich 0,07% O.
2. Ganginneres, dunkelgrau, feinkörnige Abart. Steinbruch an der Steinmauer bei Heppenheim. Summe 99,59% einschließlich 0,97% Cl abzüglich 0,22% O.
3. Rötlicher Kersantit aus dem Ganginnern, reich an resorbiertem dunklem Kersantit. Fundort wie 1 und 2.
4. Dunkler Kersantit, feinkörnig, etwa 1 m vom Salbande entfernt. Oberer Steinbruch an der „Lee“ südlich von Erbach bei Heppenheim.
5. Salband des Ganges von der Steinmauer.
6. Rötliche Schlieren des Kersantites im Ganginnern. Einschlüsse dunklen Kersantites nach Möglichkeit ausgeschieden. Steinmauer bei Heppenheim. S als FeS<sub>2</sub> = 0,25% bestimmt.

Die Kersantit-Analysen sind ausgeführt von der Chemischen Prüfungsstation für die Gewerbe in Darmstadt. Anal. von 1 und 6: SCHÄFFER. 2: KREUTZ. Die Analytiker der Kersantit-Analysen 3—5 sind nicht festgestellt.

	Minetten.				Kersantite.					
	1	2	3	4	1	2	3	4	5	6
SiO <sub>2</sub> . . . . .	44,49	49,24	52,68	56,09	49,46	51,44	54,05	55,31	55,02	57,11
TiO <sub>2</sub> . . . . .	1,55	0,74	0,20	0,18	1,47	0,13	1,13	0,83	0,99	1,18
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	14,23	11,47	16,27	14,02	16,15	14,78	16,64	14,48	15,78	16,35
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	3,26	1,10	2,31	3,20	4,59	7,04	3,46	2,43	2,15	2,96
FeO . . . . .	6,30	8,34	2,39	2,05	6,66	3,36	4,78	4,51	4,67	3,05
MnO . . . . .	0,35	—	0,10	0,10	fehlt	0,14	—	—	—	0,32
MgO . . . . .	10,85	9,87	3,97	5,17	7,51	7,42	5,25	6,92	6,33	4,01
CaO . . . . .	8,88	5,76	7,19	4,59	7,38	6,89	5,87	5,88	5,68	4,23
Na <sub>2</sub> O . . . . .	2,41	2,67	1,80	2,55	2,28	2,78	4,14	3,06	3,43	4,46
K <sub>2</sub> O . . . . .	4,16	5,75	7,64	9,05	1,53	1,65	2,93	4,00	4,42	3,67
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> . . . . .	0,68	—	0,48	0,77	0,09	0,30	0,18	0,28	0,21	0,29
SO <sub>3</sub> . . . . .	—	—	0,38	—	Spur	—	0,09	0,23	0,38	—
CO <sub>2</sub> . . . . .	0,55	1,56	3,02	0,68	0,52	0,31	0,21	0,60	0,46	0,27
Wasser über 110°	1,19	3,41	1,01	0,75	2,07	2,25	1,23	1,23	0,95	1,15
Wasser unter 110°	0,16		0,32	0,26	0,09	—	0,20	0,18	0,10	0,17
Summe . . . . .	99,55	99,91	99,75	99,81	100,02	99,59	100,16	99,94	100,57	99,71



## Molekularprozent (abgekürzte Analysen), berechnet auf 100,00.

	1	2	3	4	1	2	3	4	5	6
SiO <sub>2</sub> . . . . .	47,90	53,74	60,85	62,56	54,20	56,35	59,13	59,39	59,57	63,52
TiO <sub>2</sub> . . . . .	1,26	0,61	0,17	0,15	1,21	0,11	0,93	0,67	0,64	0,95
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	9,04	7,39	11,09	9,23	10,45	9,55	10,74	9,16	10,09	10,73
(Fe, Mn) O . . . . .	8,66	8,53	4,43	4,72	9,64	9,60	7,25	6,94	6,01	5,63
MgO . . . . .	17,45	16,11	6,86	8,62	12,31	12,16	8,58	11,11	10,41	6,67
CaO . . . . .	10,29	6,76	8,93	5,50	8,69	8,11	6,90	6,79	6,61	5,06
Na <sub>2</sub> O . . . . .	2,53	2,84	2,02	2,76	2,43	2,96	3,61	3,19	3,61	4,83
K <sub>2</sub> O . . . . .	2,87	4,02	5,65	6,46	1,07	1,16	3,06	2,75	3,06	2,61

## Verhältniszahlen nach NIGGLI.

	1	2	3	4	1	2	3	4	5	6
si . . . . .	94	123	156	167	122	129	148	149	150	179
al . . . . .	18	17	28	25	23	22	24	23	25	30
fm . . . . .	51,5	57	29	27	49	50	40	45	41	34,5
c . . . . .	20	16	23	23	19	19	17	17	18	14
alk . . . . .	11,5	10	20	25	9	9	19	19	16	21,5
k . . . . .	0,53	0,59	0,73	0,70	0,30	0,28	0,32	0,32	0,46	0,35
mg . . . . .	0,74	0,65	0,61	0,65	0,56	0,56	0,54	0,61	0,63	0,54
c'/fm . . . . .	0,39	0,28	0,79	0,85	0,39	0,38	0,43	0,38	0,44	0,3
c'/fm . . . . .	0,24	0,15	0,52	0,85	0,14	0,12	0,30	0,20	0,20	0,16
qz . . . . .	— 46	— 17	— 24	— 24	— 14	— 7	— 28	— 11	— 14	— 7
Schnitt . . . . .	III	III	IV	V	III	III	III	III	IV	III

## Verhältniszahlen nach OSANN.

	1	2	3	4	1	2	3	4	5	6
s . . . . .	49,16	54,35	61,02	62,71	55,41	56,46	60,06	60,06	60,21	64,47
a . . . . .	2,5	4,5	7	6,5	2	2,5	4	4	4,5	6
c . . . . .	2	0,5	3	0	4	3	3	2	2	2,5
f . . . . .	15,5	15	10	13,5	14	14,5	13	14	13,5	11,5
k . . . . .	0,68	0,73	0,89	0,84	0,95	0,94	0,91	0,93	0,89	0,99
n . . . . .	4,7	4,1	2,6	3,0	7,0	7,2	5,4	5,4	5,4	6,5
Reihe . . . . .	$\gamma$	$\delta$	$\delta$	$\delta$	$\beta$	$\beta$	$\gamma$	$\gamma$	$\gamma$	$\beta$

## Schlußbemerkungen.

Der Steinbruch an der Steinmauer steht nach dem eingangs mitgeteilten offenbar in einem gemischten Minette-Kersantitgange, dessen Aufsteigen zweifellos in zwei scharf getrennten Zeitabschnitten stattfand, da der Kersantit dasselbe dichte Salband gegen die Minette wie gegen den Hornblendegranit ausgebildet hat. Es ist also zwischen dem Aufstieg der beiden Arten von Ganggesteinen eine deutliche Pause vorhanden gewesen, in der die zuerst emporgedrungene Minette etwa dieselbe Temperatur angenommen hat wie der sie umschließende Granit. So mußte denn der Kersantit bei seinem Aufstieg sowohl an der Minette als am Granit randlich stark abgekühlt werden und ein fast völlig dichtes Salband bilden, während das Ganginnere feinkörnig erstarrte. Nach der Erstarrung des Kersantites rissen dann etwa in seiner Streichrichtung nochmals Spalten auf, in denen eine saure Schmelze emporstieg, die ihr Nebengestein zum Teil stark aufschmolz, so daß sich eine Primärbreccie entwickelte. Es sind also hier in



diesem gemischten Gange drei deutlich unterscheidbare, scharf voneinander getrennte Phasen vorhanden.

Vergleicht man nun dieses Vorkommen mit den von BÜCKING<sup>1)</sup> untersuchten gemischten Gängen des Thüringer Waldes, so fällt eine große Ähnlichkeit in dem gegenseitigen Verhalten der verschiedenen Glieder der Gangfüllung auf. Denn, wie BÜCKING selbst (1887, S. 134) hervorhebt, sind die einzelnen Gesteine scharf gegeneinander abgesetzt. Der Verfasser möchte daher annehmen, daß auch dort eine nochmalige Aufreißung der Gangspalten stattgefunden hat und daß die scharfen Grenzen, mit denen die einzelnen Ganggesteine aneinander abschneiden, auf längere Pausen zwischen den einzelnen Injektionen hindeuten. BÜCKING dagegen nimmt für die Entstehung der verschiedenen Ganggesteine ein einheitliches Magma an (a. a. O. S. 136), das sich dann an Ort und Stelle in zwei oder drei Teilmagmen gespalten habe, wobei Druckschwankungen von wesentlichem Einfluß gewesen seien. Da das dem Verfasser zur Verfügung stehende Material der Ganggesteine des Trusentales die Grenzregionen zwischen den verschiedenen Ganggesteinen nicht umfaßt, muß der Verfasser vorläufig davon absehen, ein Urteil darüber abzugeben, ob die Injektion der gemischten Gänge der Sektion Schmalkalden sich so wie die des Steinmauerganges in mehreren, zeitlich getrennten Phasen vollzogen hat, oder ob BÜCKINGS Ansicht die richtige ist.

Nach den Mitteilungen von ROSENBUSCH (Massige Gesteine, 4. Auflage, Bd. I, S. 667 ff.) müssen die namentlich von BARROIS untersuchten Kersantite der Gegend von Brest (Bretagne) dem Kersantit von Heppenheim sehr ähnlich sein, auch darin, daß dort hellfarbige Nachschübe von Kersantitapliten und Kersantitpegmatiten vorkommen. Auch Minetten finden sich dort in enger Verbindung mit den Kersantiten, aber die bretonischen Minetten sind im Gegensatz zu der von Heppenheim nicht älter, sondern jünger als die Kersantite.

## Erklärung der Tafeln.

### Tafel 1.

- Bild 1. Ansicht des Kersantitbruches an der Steinmauer von der Halde aus. Die rechte östliche Seite des Bruches besteht aus Hornblendegranit mit kleinen Resten des Kersantitsalbandes. In der Stirnwand des Bruches folgen von links nach rechts: Augitminette, Kersantitsalband, brecciöser Kersantit (der den größten Teil der Wand einnimmt), Kersantitsalband, Augitminette. Auf der linken, westlichen Bruchseite liegt in der Mitte eine etwa 3 m dicke Hornblendegranit-Scholle, die sich nach NO zu auskeilt. An sie grenzt links Augitminette an, rechts Kersantit. Beide Salbänder sind hier z. T. ziemlich frisch. Etwas südwestlich von dieser Stelle steht Augitminette, verhältnismäßig frisch an. Ihre Abbrüche gegen die Bruchsohle sind in tiefem Schatten. Das Salband selbst der Minette ist hier nicht zu sehen. Hinter dem Strauche in der Südwestecke des Bildes ist Kersantit im Kontakt mit Minette aufgeschlossen; beide sind hier stark zersetzt.
- Bild 2. Salband des Kersantites gegen Hornblendegranit. Stufe in der Sammlung der Geolog. Landes-Anstalt. Maßstab etwa 1:7 der natürlichen Größe. Man sieht, daß der Kersantit einige stumpfe und eine schlauchförmige, etwas über 10 cm lange Apophyse in den Hornblendegranit entsendet. In einem Abstand von etwa 10 bis 15 cm von der Grenze stellen sich im Kersantit zahlreiche Blasenräume ein, deren Häufigkeit nach dem Ganginneren zu rasch abnimmt.

<sup>1)</sup> Jahrbuch der Preuß. Geol. L.-A. f. 1887. S. 131—139. Erläuterungen zu Blatt Schmalkalden der geol. Karte von Preußen usw. 1906. S. 55—66.



## Tafel 2.

- Bild 1. Blick auf das Südende der Hornblendegranitscholle auf der Westwand des Bruches. An der gegen das Bruchinnere zugekehrten Seite der Scholle klebt noch stellenweise das Kersantitsalband, dessen Mächtigkeit nach oben zu rasch zunimmt, während die Granitscholle immer dünner wird. Auf der westlichen Seite findet sich das Salband der Minette im Kontakt mit dem Granit. Es ist allerdings nur noch an wenigen Stellen frisch genug zur Herstellung von Dünnschliffen.
- Bild 2. Trümer von rötlichem in grauem Kersantit. Steinbruch etwas südlich von Dorf Erbach bei Heppenheim. Maßstab etwa 1:2 der natürlichen Größe.

## Mikrophotographien. 3—6.

Vergrößerung etwa 22fach. Aufnahmen mit Polarisator allein und mit Gelbfilter.

- Bild 3. Körnige Augitminette. Die hellen Körner sind Diopside, oft ringsum von Kristallflächen begrenzt, nicht selten zu sternförmigen Knäueln verwachsen. Ihre Menge ist sehr beträchtlich. Sie sind zweifellos älter als Biotit. Feldspat in völlig getrübtten Körnern ist in geringer Menge vorhanden. Die große Biotitlamelle in der unteren Hälfte des Bildes läßt eine deutliche Verbiegung sehen. Rechts oben neben dem Augitquerschnitt Kalkspat als Ausfüllung eines Hohlraumes. Das schwarze Korn über dem verbogenen Biotit ist in Tremolit umgewandelter, von Eisenerz sehr stark durchtränkter Olivin.
- Bild 4: Mischgestein von Hornblendegranit und Augitminette. Der Hauptteil des Bildes wird von stark getrübttem Feldspat eingenommen, in dem Hornblende-Kristalle ausgeschieden sind. Vom rechten Bildrande her zieht ein Keil von Augitminette in das Bildinnere; die Diopside sind hier zum großen Teil recht unregelmäßig gestaltet.
- Bild 5. Randzone des Kersantites (unten) am Hornblendegranit (oben). Der Kersantit besteht im Kontakt zum größten Teile aus winzigsten dichtgedrängten Biotitschüppchen. Darin liegen zahlreiche, nur zum kleinsten Teile regelmäßig umgrenzte Olivinkriställchen, die fast ganz in Tremolit (Pilit) umgewandelt sind. An Menge stark zurücktretende farblose Diopside haben z. T. regelmäßige Begrenzung. Magnetisierkörner sind sehr spärlich und klein. Der Hornblendegranit zeigt nur in der am oberen Bildrande liegenden Hornblende eine ganz schwache Kontaktwirkung des Kersantites. Diese Hornblende ist nämlich an der Grenze gegen ein oben anstoßendes Glimmerblättchen von einem ganz schmalen Saume opaker Körner begrenzt.
- Bild 6. Grenze eines hellrötlichen Kersantittrümes gegen dunklen, körnigen Kersantit. Oben heller, unten dunklen Kersantit. Man sieht vor allem, daß die in der Mitte des Bildes wagerecht verlaufende Grenze der beiden Gesteine gar nicht festzustellen ist. Der rötliche Kersantit ist nur ärmer an dunklen Gemengteilen, besonders Hornblende. Die Feldspäte sind in beiden Kersantitarten stark getrübt. Zwischen ihnen sieht man namentlich im rötlichen Kersantit an ziemlich vielen Stellen den farblosen Quarz als Ausfüllung der Zwickel zwischen den Feldspäten.



# Ueber die Diabase (sog. Gabbros) der Böllsteiner Höhe und ihre Beziehungen zu schieferigen, z. T. geröllführenden Amphiboliten.

Vorläufige Mitteilung.

Von G. KLEMM.

Die hier als Diabase bezeichneten Gesteine der Böllsteiner Höhe im östlichen Odenwalde sind zuerst von CHELIUS<sup>1)</sup> unter dem Namen „Gabbros“ beschrieben worden. Er faßte sie auf als von Granit umschlossene und injizierte Schollen. Später konnte der Verfasser<sup>2)</sup> nachweisen, daß die von CHELIUS als Gänge von Granit in seinen Gabbros aufgefaßten Gebilde nach seinen in der Sammlung der Hess. Geol. L. A. aufbewahrten Handstücken in Wirklichkeit Bruchstücke granitischer Gesteine sind, die von den „Gabbros“ starke Veränderungen erlitten haben. Da nun zu jener Zeit (1912) das Vorkommen prävariskischer Granite im Untergrunde des östlichen Odenwaldes noch nicht bekannt war, mußten jene Graniteinschlüsse als stark veränderte Bruchstücke der benachbarten Granite aufgefaßt werden. Es ergab sich hieraus die Notwendigkeit der Annahme, daß die „Böllsteiner Gabbros“ jünger als die sie umgebenden Granite seien und daher als Gänge in ihnen aufsetzen mußten. Auch RAMDOHR<sup>3)</sup> teilte diese Auffassung. Der Verfasser<sup>4)</sup> hatte sie deshalb in seiner Zusammenstellung der Analysen der Gesteine des Grundgebirges im Odenwalde als „gabbroide Lamprophyre“ bezeichnet. Bei der jetzt im Gange befindlichen Neuaufnahme des Blattes Brensbach ergab sich nun, daß in manchen Amphiboliten der Gegend von Wallbach usw. Gerölle von verschiedenen Gesteinen, zum Teil auch Graniten vorkommen, ebenso wie dies 1918 von ihm in Amphiboliten der Gegend von Klein-Bieberau usw. (Erläuterungen zu Blatt Neunkirchen, 2. Auflage, S. 13) nachgewiesen worden war. CHELIUS hatte die Amphibolite der Böllsteiner Höhe mit zum Teil ausgewalzten Geröllern als „Flaser-gabbros“ bezeichnet. Die Geröllnatur ihrer Einschlüsse hatte er nicht erkannt.

<sup>1)</sup> Diese Zschr. IV. Folge, Heft 5. 1889. S. 25. Erläuterungen zu Blatt Brensbach S. 17—22. Zentralblatt f. Mineralogie usw. 1906. S. 695—697.

<sup>2)</sup> Diese Zschr. IV. Folge, Heft 33. 1912. S. 24—27.

<sup>3)</sup> Diese Zschr. V. Folge, Heft 5. S. 149—190.

<sup>4)</sup> Diese Zschr. V. Folge, Heft 8. S. 139.



Da nun also die Einschlußnatur des im „Gabbro“ vorkommenden Granites festgestellt war, mußte dieser ein höheres Alter als die anstehenden Granite des Böllsteiner kristallinen Gebirges haben. W. HOPPE<sup>5)</sup> hat vermutet, daß die granitischen Gerölle dem „caledonischen“ Gebirge entstammen, das unter dem variskischen Gebirge anzunehmen sei.

Es fragte sich nun, in welchem Altersverhältnisse jene gabbroiden Gesteine der Böllsteiner Höhe zu den Graniten derselben stehen. Da diese Beziehungen in keinem der früher vorhandenen Aufschlüsse festzustellen waren, wurden vom Verfasser an der Grenze des Vorkommens vom Fuchsstein bei Oberkainsbach mehrere Schürfungen ausgeführt. In einer derselben ließ sich nachweisen, daß der Granit in den mit dem „Gabbro“ fest verwachsenen Amphibolit eindringt, und daß er selbst sich hierbei ganz wesentlich verändert. Er bildet nämlich eine ziemlich glimmerarme Randzone aus, die im Gegensatz zu seinem sonst stark flaserigen Gefüge fast richtungslos ist. Auch fanden sich im Inneren des Bruches an einer zur Zeit nicht mehr aufgeschlossenen Stelle mehrere Blöcke von Flasergranit mit Einschlüssen von Amphibolit. Der Granit hat hier sein früheres Gefüge beibehalten, ist aber hornblendereich geworden. Dasselbe war — allerdings nur in Lesesteinen — am Friedhofe von Affhöllerbach festzustellen. Der ältere Flasergranit der Böllsteiner Höhe ist also jünger wie der „Gabbro“ und die Amphibolite, die, wie gesagt, mit dem Gabbro in engstem primärem Verbande stehen.

Zu bemerken ist auch noch, daß die Diabase mit ihrer Amphibolithülle nach verschiedenen Richtungen hin von zum Teil deutlich primär fluidalen Aplitgängen durchsetzt werden.

Eine zweite Stelle, an welcher der Kontakt von „Gabbro“ und Böllsteiner Granit beobachtet werden kann, befindet sich auf dem Haufensteinberge bei Wallbach, einer nördlich von diesem Dorfe gelegenen Höhe. Auf ihrem Scheitel liegen drei Steinbrüche, deren größter etwa 100 Meter östlich von einem Jagdhaus befindlich ist. Die beiden anderen liegen an einem jetzt stark verwachsenen Waldwege, der wenige Meter östlich von dem erstgenannten Bruche nach Norden geht. An diesem Wege trifft man nach etwa 50 Metern rechts einen kleinen, stark verstürzten Schurf und ungefähr 100 Meter nordwestlich von diesem einen ganz im Buschwalde versteckten Bruch, an dessen Ostwand die Grenze zwischen dem sog. „Gabbro“ und jüngerem, feinkörnigem Granit durch Grabung bloßgelegt werden konnte. Der Granit gibt sich hier durch endogene Veränderung als jünger zu erkennen. Er unterscheidet sich hier nämlich dadurch sehr deutlich von der normalen Ausbildungsform, daß er reichlich Stellen von mikropegmatitischem Gefüge enthält, welche diesem Gestein sonst überall auf der Böllsteiner Höhe fehlen. Ob auch der Gabbro in nächster Nähe des Kontaktes Veränderungen erlitten hat, ist wegen des stark verwitterten Zustandes der Grenzzone nicht festzustellen. Er ist nämlich auf etwa ein halbes Meter Breite vom Granitkontakt aus zu einem unreinen Lehm verändert, während der Granit sehr frisch ist.

Aus den hier mitgeteilten Beobachtungen geht also deutlich hervor, daß die dunklen „gabbroiden“ Gesteine der Böllsteiner Höhe in der Tat Schollen in den Graniten jener Gegend sind, und nicht gangförmig in ihnen aufsetzen können. Die Auffassung von CHELIUS, der die „Böllsteiner Gabbros“

<sup>5)</sup> Diese Zschr. V. Folge, Heft 6. 1924. S. 236.



als Schollen im Granit betrachtete, ist also richtig, wenn er auch auf Grund unrichtiger Beobachtungen zu dieser Auffassung gelangte. Nun fragt es sich aber, wie dann die veränderten Graniteinschlüsse im „Gabbro“ zu erklären sind? Sie können nur von älteren Graniten herkommen, wie dies schon eingangs (Seite 25) erwähnt wurde.

Zunächst mögen hier einige Bemerkungen über die in der Überschrift dieser Mitteilung angewandte Bezeichnung „Diabase“ gemacht werden.

Wenn man die im Kern der Schollen von „Gabbro“, die im Flasergranit des Fuchssteins schwimmen, und dort im östlichen Steinbruche am besten aufgeschlossen sind, untersucht, so sieht man im wesentlichen ein richtungsloses Haufwerk von Plagioklasleisten, in deren Zwickeln die dunklen Gemengteile, besonders die Hypersthene und die monoklinen Augite stecken, wie dies ja RAMDOHR l. c. S. 161 beschrieben hat. Westlich grenzen diese echt ophitischen Diabase an schieferige Amphibolite, die im Westbruche des Fuchssteins allein anstehen. Die Grenze zwischen beiden ist nur schwer aufzufinden, da die Amphibolite im frischesten Zustande eine Schichtung kaum erkennen lassen. Erst bei beginnender Verwitterung tritt diese deutlich hervor. Gegen diese Grenze hin werden die Hypersthene und Augite durch stark äusgefaseren Uralit ersetzt, ebenso wie man dies an den Diabasen des westlichen Odenwaldes bei Roßdorf und Darmstadt feststellen kann. Hier wird die Ähnlichkeit beider Gesteinstypen sehr augenfällig. Auch bei Vierstöck und Wallbach ist dasselbe Verhalten der ophitischen Diabase festzustellen. Die Deutung dieser Umwandlung von Diabas in Uralitdiabas, die der Verfasser in den Erläuterungen zu Blatt Roßdorf (2. Aufl. S. 20—24) gegeben hat, daß nämlich diese Umwandlung durch kontaktmetamorphe Einwirkung der benachbarten Granite erzeugt worden ist, scheint auch hier mit Recht anwendbar zu sein. Ob allerdings, wie er a. a. O. annahm, die Diabase lediglich als Lager in den Sedimenten aufzufassen sind, oder ob sie nicht wenigstens zum Teil in Intrusivverband mit ihnen stehen, das ist ihm neuerdings, namentlich mit Rücksicht auf die hier besprochenen Böllsteiner Diabase, wieder zweifelhaft geworden. Denn die Verbandsverhältnisse der Diabase mit den schieferigen Amphiboliten sind, soweit dies die zurzeit leider recht ungünstigen Aufschlüsse beurteilen lassen, z. B. am Fuchsstein und am Hochstein bei Ober-Kainsbach so unregelmäßig, daß der Gedanke an einen Intrusivverband sehr nahe liegt. Die Annahme aber, daß jene schieferigen Amphibolite durch irgendeine Art von Umwandlung aus den massigen Diabasen entstanden seien, ist mit Rücksicht auf ihre mineralische Zusammensetzung, die recht wesentlich von jener der Diabase abweicht, nicht möglich. Diese Gesteine sind nämlich zum Teil recht reich an Quarz und auch an Biotit und sie sind durch vielfache Wechsellagerung mit Glimmerschiefern, Kalksilikathornfelsen und gewöhnlichen glimmerreichen Hornfelsen eng verbunden. Leider fehlt es auf der Böllsteiner Höhe an guten Aufschlüssen zur Untersuchung dieser Beziehungen zwischen den verschiedenen Gliedern der sedimentären Gesteine, aber man kann doch durch die Untersuchung der Lesesteine sich davon überzeugen, daß zwischen den zweifellosen Schichtgesteinen und den Amphiboliten alle denkbaren Übergänge bestehen.

Unter diesen Amphiboliten sind nun an verschiedenen Stellen solche mit echten Geröllen vorhanden, Gesteine, die CHELIUS mit dem durchaus irrigen Namen „Flasergabbros“ bezeichnete. Es mag hier nur kurz be-



merkt werden, daß die geröllführenden Böllsteiner Amphibolite mit den bekannten Flasergabbros der Höllmühle bei Penig im Sächsischen Granulitgebirge nicht die geringste Ähnlichkeit haben.

Solche geröllführende Amphibolite finden sich namentlich am Haufensteinberge bei Wallbach und längs der „Hohen Straße“ östlich von jenem Dorfe. Sie führen in einer feinkörnigen, deutlich geschichteten Grundmasse weiße, vorwiegend kieselige Gerölle, die bis zu mehreren Zentimetern im größten Durchmesser anwachsen. Neben den rein kieseligen Geröllen kommen aber auch solche vor, die feldspatreich sind und auch Glimmerblättchen führen. Jedenfalls handelt es sich bei diesen Amphiboliten um dieselben Gesteine, die auch auf dem Blatt Neunkirchen bei Klein-Bieberau vorkommen und schon in den Erläuterungen zu Blatt Neunkirchen vom Verfasser kurz erwähnt wurden. Ganz ähnliche Gesteine haben sich auch südlich von Darmstadt am Prinzenberg und an anderen Orten zwischen Darmstadt und Eberstadt gefunden.

Neben diesen Hornblendeschiefen mit deutlichen Geröllen kommen nun aber bei Wallbach am Wasserleitungshochbehälter auch solche Schiefer vor, deren Gerölle offenbar stark ausgereckt und ausgewalzt sind, so daß sie im Haupt- und Längsbruch des Gesteines als schmale, weiße Streifen erscheinen, auf dem Querbruch aber rundliche Begrenzung zeigen.

Wie die mikroskopische Untersuchung lehrt, sind diese ausgewalzten Gerölle oft sehr deutlich mit der Grundmasse des Gesteines verwachsen. Hieraus ergibt es sich, daß die Auswalzung vor der kontaktmetamorphen Umwandlung jener Gesteine erfolgt ist, da sich in den Gemengteilen der Grundmasse des Schiefers keinerlei Anzeichen kataklastischer Umformung erkennen lassen.

Diese Gerölle müssen natürlich von älteren Gesteinen abstammen als denen, welche das variskische Grundgebirge des Odenwaldes aufbauen und können wohl als Hinweis darauf aufgefaßt werden, daß die Mächtigkeit der Schichten jenes Gebirges an denjenigen Stellen, an welchen sich solche geröllführende Amphibolite finden, nach unten zu nicht sehr groß sein kann. Ob nun das kristalline Gebirge, dessen Trümmer sich als Gerölle in den variskischen Amphiboliten vorfinden, caledonisches Alter hat, wie dies HOPPE a. a. O. vermutete, oder ob es noch älter ist, darüber möchte der Verfasser keine bestimmte Ansicht aussprechen.

Jedenfalls ist es sehr wahrscheinlich, daß die geröllführenden Amphibolite der Böllsteiner Höhe mit denen des westlichen Odenwaldes (Klein-Bieberau, Darmstadt usw.) gleichalterig sind. Und dies ist wohl ein neuer Hinweis darauf, daß die von EWALD, v. BUBNOFF und CLOOS geäußerte Ansicht, daß die Gesteine des Böllsteiner Odenwaldes ein höheres geologisches Alter haben als die des westlichen, Bergsträßer Odenwaldes, nicht zutrifft. Ebenso wenig finden die Anschauungen jener Autoren eine Bekräftigung durch die als Schollen in den Böllsteiner Graniten eingeschlossenen Diabase, die mit denen des Bergsträßer Odenwaldes so nahe übereinstimmen.

Bei Affhöllerbach finden sich östlich und südöstlich von dem Friedhöfe Amphibolite mit ausgewalzten Geröllen in enger örtlicher Verknüpfung mit Diabasen, die denen des Hochsteins bei Ober-Kainsbach sehr ähnlich sind. Aufschlüsse fehlen allerdings; aber das Vorkommen von großen, offensichtlich



noch in allernächster Nähe des Ortes ihres Anstehens liegenden Blöcken, lassen keinen Zweifel daran aufkommen, daß hier die Diabase mit geröllführenden Amphiboliten in ursprünglichem Verbande stehen.

Auf Grund obiger Darlegungen ist es nun fast als sicher zu betrachten, daß die Graniteinschlüsse, die in den Diabasen von Vierstöck, Ober-Kainsbach und Affhöllerbach zu finden sind, als stark umgewandelte Bruchstücke von Gesteinen des prävariskischen Untergrundes anzusehen sind.

Endlich möge hier nochmals betont werden, daß die variskischen Böllsteiner Granite, die sich als Gänge in den Diabasen und ihrem Schiefermantel finden, bei aller äußeren Ähnlichkeit mit denen der Nachbarschaft sich doch von ihnen stark durch einen beträchtlichen Hornblendegehalt unterscheiden. Dieser ist offenbar durch Resorption von Hornblende aus den durchbrochenen Amphiboliten oder Diabasen entstanden.

Der Verfasser behält es sich vor, die hier kurz angedeuteten Verhältnisse der Diabase und der geröllführenden Amphibolite und anderer geröllführender Sedimente des krystallinen Odenwaldes noch weiter zu verfolgen. Er hofft, dies im Sommer 1929 ausführen und dann über die gewonnenen Ergebnisse in nächsten Hefte dieser Zeitschrift ausführlicher berichten zu können.



# Chemische Analysen permischer und postpermischer Gesteine des Odenwaldes.

Zusammengestellt von G. KLEMM.

Nachdem früher<sup>1)</sup> eine Zusammenstellung der Analysen präpermischer Gesteine des Odenwaldes gegeben worden ist, sollen nunmehr die vorhandenen Analysen permischer und postpermischer Gesteine, die dem Verfasser bekannt geworden sind, hier mitgeteilt und kurz besprochen werden. Es hat sich dabei ergeben, daß die Zahl der hier in Betracht kommenden Analysen wesentlich niedriger ist, als die der älteren Gesteinsgruppe. Besonders fehlt es noch recht an Analysen von Sedimentgesteinen, was wohl damit zusammenhängt, daß die petrographische Erforschung dieser Gesteinsgruppe bisher den Eruptivgesteinen gegenüber sehr stark vernachlässigt worden ist. Es hängt dies natürlich damit zusammen, daß es wenigstens bei den klastischen Gesteinen mit größerem Korn viel schwerer ist, die durchschnittliche chemische Zusammensetzung richtig zu ermitteln als bei den doch in der Hauptsache viel gleichmäßiger zusammengesetzten Eruptiven.

## 1. Permische Gesteine

### a) Rotliegendes.

#### 1. Quarzporphyre.

Vergleicht man die chemische Zusammensetzung der permischen und der präpermischen Quarzporphyre, so ergeben sich nur geringe Unterschiede, wenn man die Mittel aus den vorhandenen Analysen der beiden Gesteinsgruppen ins Auge faßt. Leider sind die vorhandenen Analysen alle anscheinend an einem recht wenig frischen Material ausgeführt.

---

<sup>1)</sup> Diese Zeitschrift. V. Folge, Heft 8.



Permische Quarzporphyre, Gewichtsprocente.

	1	2	3	4	5	6	7	8
SiO <sub>2</sub> . . . . .	70,93	73,22	74,55	75,39	75,78	77,76	77,92	73,80
TiO <sub>2</sub> . . . . .	—	—	—	—	—	—	—	—
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	16,32	16,33	13,56	12,92	12,16	12,08	10,00	11,60
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	0,65	1,37	0,34	1,71	1,77	1,04	—	1,90
FeO . . . . .	1,37	0,70	1,16	0,85	0,51	—	2,69	0,60
MnO . . . . .	—	—	—	—	—	—	—	—
MgO . . . . .	0,22	0,00	0,38	0,61	0,25	0,04	0,36	0,70
CaO . . . . .	0,66	0,85	0,47	0,65	0,79	0,65	0,76	1,20
Na <sub>2</sub> O . . . . .	0,37	0,84	2,45	2,06	1,16	1,30	1,30	1,40
K <sub>2</sub> O . . . . .	9,16	5,65	6,14	5,34	6,28	7,55	5,20	7,50
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> . . . . .	—	—	—	—	—	—	—	—
SO <sub>3</sub> . . . . .	—	—	—	—	—	—	—	—
CO <sub>2</sub> . . . . .	—	—	—	—	—	—	—	1,60
Wasser über 110°	1,68	1,29	1,74	1,21	1,39	0,72	1,15	1,20
Wasser unter 110°								
Summe . . . . .	101,36	100,25	100,79	100,74	100,09	100,14	99,21	101,50

1. Älterer Quarzporphyr, einsprenglingsreich. Gerölle im Rotliegenden. Leichtersberg bei Schriesheim. Anal.: G. GOLDSCHMIDT.
  2. Jüngerer Quarzporphyr, Edelstein am Ölberg bei Schriesheim. Anal.: F. G. FRICKE.
  3. Kokkolithartiger jüngerer Porphyr, Steinbruch am Apfelkopf. Anal.: A. SEMPER.
  4. Älterer, einsprenglingsarmer Quarzporphyr, Gerölle des Rotliegenden. Anal.: WEIDEL.
  5. Älterer, einsprenglingsreicher Porphyr, Blattengrubwiese am Leichtersberg. Anal.: TH. FRITZSCHE.
  6. Jüngerer Porphyr, Hauptsteinbruch am Kirchberge bei Dossenheim. Anal.: L. DAHMEN.
  7. Porphyr, Dossenheim. Anal.: v. TRIBOLET.
  8. Einsprenglingsreicher, stark verwitterter Porphyr. Gerölle des Rotliegenden, Handschuhshheim. Anal.: N. LUBOWIN.
- 1—8: BENEKE und COHEN, Geogn. Beschreibung der Umgegend von Heidelberg. 1, 4, 5, 8, Seite 209; 2, 3, 6, 7, Seite 260.

Permische Quarzporphyre, Molekularprocente.

	1	2	3	4	5	6	7	Mittel aus 1—7	Mittel aus 4 Analysen präpermischer Porphyre
SiO <sub>2</sub> . . . . .	79,29	81,50	81,78	81,81	83,19	84,03	84,82	82,35	83,50
TiO <sub>2</sub> . . . . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	10,77	10,74	8,78	8,27	7,88	7,70	6,42	8,65	8,74
FeO . . . . .	1,84	1,80	1,35	2,18	1,94	0,85	2,46	1,78	1,56
MgO . . . . .	0,37	0,00	0,62	0,99	0,41	0,07	0,59	0,43	0,49
CaO . . . . .	0,79	1,02	0,55	0,76	0,93	0,76	0,89	0,81	0,56
Na <sub>2</sub> O . . . . .	0,40	0,91	2,61	2,28	1,24	1,37	1,20	1,43	0,66
K <sub>2</sub> O . . . . .	6,54	4,03	4,31	3,71	4,41	5,22	3,62	4,55	4,48
si . . . . .	383	441	449	450	495	526	559	467	506
al . . . . .	52	58	48	45,5	47	48	42,5	49	53
fm . . . . .	11	10	11	17,5	14	6	20	13	12,5
c . . . . .	4	5,5	3	4	5,5	4,5	5,5	5	3,5
alk . . . . .	33	26,5	38	33	33,5	41,5	32	33	31
mg . . . . .	0,17	0,00	0,32	0,31	0,18	0,07	0,19	0,20	0,24
k . . . . .	0,91	0,82	0,62	0,62	0,78	0,79	0,75	0,76	0,87
c/fm . . . . .	0,36	0,55	0,27	0,24	0,4	0,75	0,27	0,37	0,28
Schnitt . . . . .	III	IV	III	II	IV	V	III	III	III
qz . . . . .	+151	+181	+207	+218	+261	+260	+331	+235	+282

\*) Über die chemischen Verhältnisse der Gesteine des kristallinen Odenwaldes und des kristallinen Vorpessarts. — Diese Zeitschrift, 5. Folge, 8. Heft, 1925, S. 153. In dem hier zitierten Verzeichnis ist in der Tabelle der Molekularprocente der präpermischen Quarzporphyre versehentlich Analyse 4 als Mittel aus den Analysen 1—4 bezeichnet, das Mittel aber als 5.



Außer obigen Porphyranalysen sind nur noch die nachstehenden Analysen rotliegender Gesteine vorhanden. Die Melaphyranalyse bestätigt durchaus die auch bei mikroskopischer Untersuchung festgestellte Unfrische des Gesteines, das äußerlich noch ziemlich frisch erschien und jedenfalls der frischeste aller zurzeit überhaupt aufgeschlossenen Melaphyre des Odenwaldes ist. Ob das unter 2) analysierte Gestein ein Melaphyrtuff ist, wie zuerst vermutet wurde, erscheint recht fraglich. Es fehlt aber zur Entscheidung dieser Frage an gutem Vergleichsmaterial.

	1	2	3	4	5	6	7
SiO <sub>2</sub> . . . . .	45,28	67,95	85,91	82,47	78,88	76,35	72,91
TiO <sub>2</sub> . . . . .	—	0,33	—	—	—	—	—
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	17,51	5,77	4,41	9,55	10,43	11,27	17,70
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	7,28	3,76	2,04	0,43	1,61	1,83	1,20
FeO . . . . .	0,91	1,14	1,04	0,57	0,53	1,07	0,44
MnO . . . . .	—	—	Spur	—	—	—	—
MgO . . . . .	3,06	3,81	0,19	Spur	0,49	1,00	0,28
CaO . . . . .	12,29	6,41	0,48	0,53	0,37	1,44	0,13
Na <sub>2</sub> O . . . . .	2,53	1,38	0,88	0,58	0,68	0,30	—
K <sub>2</sub> O . . . . .	0,51	0,98	4,22	4,69	4,37	5,15	5,37
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> . . . . .	0,11	0,34	—	—	—	—	—
SO <sub>3</sub> . . . . .	0,11	0,30	—	—	—	—	—
CO <sub>2</sub> . . . . .	6,92	4,85	—	—	—	—	0,12
Wasser über 110°	1,81	1,91	0,86	1,18	2,10	1,70	1,85
Wasser unter 110°	0,73	0,92	—	—	—	—	—
Summe . . . . .	99,83	99,85	100,03	100,00	99,46	100,11	100,00

1. Melaphyr, relativ frischeste Abart. Steinbruch an der Villa Waldeck bei Traisa. Anal.: Ch. P. St. D.
2. Rote Letten. ? Melaphyrtuff. Westseite des Kohlberges bei Darmstadt. Ch. P. St. D. Analytiker?
3. Bindemittel der Breccie des Rotliegenden. Westlich vom Feuersteinbuckel bei Lampenheim. BENEKE und COHEN, S. 217.
4. Verkieselter Porphyrtuff vom Ölberg bei Schriesheim. Am gleichen Orte, wie vorige S. 222. Anal.: EDEL.
5. Desgl. vom Wendenkopf. Am gleichen Orte wie vorige S. 227. Anal.: FERD. WISSELER.
6. Tuff vom Feuersteinbuckel bei Schriesheim. Am gleichen Orte wie vorige S. 228. Anal.: P. SCHRIDDE.

## Zechsteindolomit.

	1	2	3	4	5	6	7
SiO <sub>2</sub> . . . . .	—	—	—	—	—	94,76	96,48
TiO <sub>2</sub> . . . . .	—	—	—	—	—	—	—
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	0,02	0,06	0,61	1,44	—	0,57	2,29
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	0,61	0,47	—	—	1,01	3,38	0,57
FeO . . . . .	—	—	—	—	—	—	—
MnO . . . . .	1,18	0,47	—	—	—	—	—
MgO . . . . .	19,46	19,07	19,76	19,76	20,63	—	—
CaO . . . . .	29,59	28,83	30,08	31,40	30,85	—	—
Na <sub>2</sub> O . . . . .	0,32	1,24	—	0,21	—	—	—
K <sub>2</sub> O . . . . .	0,14	0,11	—	0,08	—	—	—
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> . . . . .	0,03	0,03	—	—	—	—	—
SO <sub>3</sub> . . . . .	0,01	0,01	—	—	—	—	—
CO <sub>2</sub> . . . . .	45,25	44,07	45,26	—	46,32	—	—
Wasser über 110°	—	—	—	—	—	0,83	0,97
Wasser unter 110°	0,10	0,18	—	—	—	—	—
Summe . . . . .	100,82 <sup>1)</sup>	100,89 <sup>2)</sup>	100,58 <sup>3)</sup>	—	99,68	99,54	100,31



1. Erzbach, Blatt Erbach, Gräflicher Steinbruch.
  - 1) Summe einschließlich 2,95% in heißer Salzsäure unlösliche Bestandteile. Davon sind  $\text{SiO}_2 = 2,08\%$ ;  $\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3 = 0,62\%$ ;  $\text{CaO} = 0,12\%$ ;  $\text{MgO} = 0,06\%$  (Summe 2,88%); ferner  $\text{CuO} = 0,56\%$ .
2. Derselbe Fundpunkt.
  - 2) Summe einschließlich 0,39%  $\text{CuO}$  und 5,96% in  $\text{HCl}$  unlöslicher Substanzen; davon  $\text{SiO}_2 = 4,00\%$ ;  $\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3 = 1,53\%$ ;  $\text{CaO} = 0,26\%$ ;  $\text{MgO} = 0,16\%$  (Summe 5,95%).
3. <sup>3)</sup> Ober-Kinzig; einschließlich 4,87% Gangart.
  - 1.—3. Analysen der Chem. Prüfungsstation f. d. Gewerbe in Darmstadt.
4. Sandig zerfallener Dolomit von Ober-Kinzig. Anal.: C. LUEDECKE. Erl. zu Blatt Brensbach, S. 36.
5. Zechstein, Unterer Wolfsbrunnenweg bei Heidelberg. Mittel aus zwei Analysen von HOFFMANN und BODEWIG. In der Summe 99,68% sind 0,87% Unlösliches mit enthalten. BENECKE und COHEN, Geognostische Beschreibung der Umgegend von Heidelberg. S. 285.
6. u. 7. Verkieserter Zechstein vom Stiftsbuckel bei Heidelberg. 6 braun, kompakt, getüpfelt; 7 licht, bimssteinartig. Am gleichen Orte wie 5. S. 289.

Die Tatsache, daß in 3 von den oben angeführten 5 Zechsteindolomit-Analysen kein Mangan angeführt wird, scheint stark gegen die Annahme zu sprechen, daß die vielfach auf der Oberfläche des Zechsteins anzutreffenden Manganerze Auflösungsrückstände des Dolomits darstellen. Dies Mangan dürfte vielmehr mitsamt den geringen Mengen von Kupfer, Nickel, Kobalt usw. hydrothermal zugeführt sein. In manchen Fällen aber scheint eine oberflächliche Zuführung von Mangan stattgefunden zu haben, das dann durch die Karbonate des Zechsteins auf seiner Oberfläche ausgefällt wurde, ein Vorgang, der sich wohl noch heute an geeigneten Stellen vollzieht. Solche Manganmulme sind dann natürlich auch frei von Schwerspat.

Buntsandstein.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$\text{SiO}_2$ . . . . .	56,36	59,01	61,85	79,66	90,72	80,07	86,90	83,46	94,46
$\text{TiO}_2$ . . . . .	0,83	0,90	0,98	—	2,203	—	—	—	—
$\text{Al}_2\text{O}_3$ . . . . .	19,58	18,66	18,06	9,21	4,64	8,74	6,62	7,59	1,85
$\text{Fe}_2\text{O}_3$ . . . . .	8,71	8,15	7,11	3,57	0,36	2,48	1,35	1,36	2,00
$\text{FeO}$ . . . . .	0,25	0,17	0,30	0,08	0,10	—	—	—	—
$\text{MnO}$ . . . . .	0,02	0,03	0,02	Spur	0,046	—	—	—	0,19
$\text{MgO}$ . . . . .	1,83	1,82	1,71	0,67	0,11	0,65	0,30	0,39	0,17
$\text{CaO}$ . . . . .	0,25	0,25	0,20	0,10	0,11	0,43	—	0,28	0,14
$\text{Na}_2\text{O}$ . . . . .	0,40	0,56	0,42	0,22	0,49	0,78	0,21	0,32	0,16
$\text{K}_2\text{O}$ . . . . .	5,80	5,68	4,38	4,49	2,84	3,22	3,40	3,75	0,23
$\text{P}_2\text{O}_5$ . . . . .	0,47	0,29	0,36	0,02	0,083	0,14	—	0,07	—
$\text{SO}_3$ . . . . .	0,20	0,10	0,10	—	—	0,06	—	0,14	—
$\text{CO}_2$ . . . . .	0,07	0,05	0,11	—	—	0,29	—	0,05	—
Wasser über $110^\circ$	4,38	3,89	3,89	} 1,84	} 0,42	2,51	0,72	2,26	0,24
Wasser unter $110^\circ$	1,24	1,12	0,70			0,85	0,25	0,56	0,73
Summe . . . . .	100,39	100,68	100,19	99,86	100,137	100,22	99,75	100,23	100,17

1.—3. Schieferletten des unteren Buntsandsteins. Tongrube am Moosberge wenig südlich von Vierstöck, Böllsteiner Höhe. Ch. P. St. D. Anal.: WALTER. HOPPE, Diese Zeitschrift. V. Folge, Heft 10, S. 54—105.



Aus 1 wurde durch kochende 10% Salzsäure (viermalige Aufkochung) ausgezogen:  $\text{Al}_2\text{O}_3$  4,73%;  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  7,43%;  $\text{MnO}$  0,03%;  $\text{MgO}$  0,68%;  $\text{CaO}$  0,19%;  $\text{P}_2\text{O}_5$  0,06%;  $\text{Na}_2\text{O}$  0,16%;  $\text{K}_2\text{O}$  1,54%; Summe 14,82%.

4. Unterer Buntsandstein (Tigersandstein), schwach tonig. Kellerquelle am Wolfsbrunnen bei Heidelberg. Anal.: DITTRICH. Verhandlungen des naturh. medicin. Vereins zu Heidelberg. V. Bd., 1897, S. 502.
5. Pseudomorphosensandstein, Steinbruch hinter der Molkenkur bei Heidelberg. Anal.: THÜRACH. Erl. zu Blatt Heidelberg, 3. Aufl., S. 54.
6. Pseudomorphosensandstein. Stutz bei Kailbach. Ch. P. St. D. Anal.: STADLER. SCHOTTLER, Erläuterungen zu Blatt Sensbach. S. 48.
7. Feinkörniger Sandstein. sm<sub>3</sub>. Bruch nördlich von Seckmauern. VOGEL, Erläuterungen zu Blatt König, S. 33. Ch. P. St. D.
8. Feinkörniger Sandstein. sm<sub>3</sub>. Südlich vom Hornisseberg bei Unter-Sensbach. SCHOTTLER, Erläuterungen zu Blatt Sensbach, S. 49, Ch. P. St. D. Anal.: STADLER.
9. Kieselliger Sandstein des Kugelhorizontes. sm<sub>4</sub>. Konradsbuckel bei Wörth am Main. VOGEL, Erläuterungen zu Blatt König, S. 33.

## Buntsandstein.

	10	11	12	13	14	15	16	17
$\text{SiO}_2$ . . . . .	67,47	78,02	79,55	79,87	83,84	84,63	65,74	77,29
$\text{TiO}_2$ . . . . .	—	0,38	0,46	0,41	0,46	0,43	—	—
$\text{Al}_2\text{O}_3$ . . . . .	15,12	9,30	9,31	8,84	7,40	6,54	15,64	11,30
$\text{Fe}_2\text{O}_3$ . . . . .	4,83	2,89	2,47	2,71	1,52	1,21	6,15	3,20
$\text{FeO}$ . . . . .	—	—	0,21	0,11	0,31	0,11	—	—
$\text{MnO}$ . . . . .	—	0,72	Spur	Spur	Spur	Spur	—	—
$\text{MgO}$ . . . . .	1,30	1,28	0,79	0,75	0,43	0,57	1,27	0,11
$\text{CaO}$ . . . . .	0,20	—	0,31	0,56	0,37	0,13	0,43	0,16
$\text{Na}_2\text{O}$ . . . . .	0,44	0,24	0,53	0,45	0,73	0,70	0,55	0,53
$\text{K}_2\text{O}$ . . . . .	4,34	3,91	3,54	3,42	3,83	3,31	4,49	2,85
$\text{P}_2\text{O}_5$ . . . . .	0,12	0,27	0,22	0,26	0,07	0,40	0,29	0,22
$\text{SO}_3$ . . . . .	0,15	0,09	0,60	0,34	0,12	0,24	0,14	0,16
$\text{CO}_2$ . . . . .	0,44	0,49	0,14	0,11	0,20	0,20	0,08	0,32
Wasser über 110°	4,03	1,66	1,74	1,65	1,01	0,79	3,82	2,85
Wasser unter 110°	1,70	0,78	0,63	0,77	0,09	0,24	1,62	1,17
Summe . . . . .	100,14	100,03	100,50	100,25	100,38	99,53	100,22	100,16

10. Grobkörniger Sandstein. sm<sub>4</sub>. Seitzbuche an der Straße König—Schlossau. SCHOTTLER, Erläuterungen zu Blatt Sensbach, S. 50. Ch. P. St. D. Anal.: STADLER
11. Kaffeebrauner Feinsand. Mittlerer Steinbruch. Steinbach i. Odw.
12. Feinkörniger roter Sandstein. Mittlerer Steinbruch. Steinbach i. Odw.
13. Bläulicher Sandstein. Mittlerer Steinbruch. Steinbach i. Odw.
14. Plattensandstein, nicht verkieselt. 20 cm unter der Dachfläche. Hinterer Steinbruch bei Steinbach i. Odw.
15. Verkieselter Plattensandstein. Dachfläche einer Bank. Hinterer Steinbruch bei Steinbach. 11—15. Ch. P. St. D. Anal.: SCHÄFER. W. HOPPE, Diese Zeitschr. V. Folge. Heft 10. S. 96—98. 1928.
16. Plattensandstein. Erbel bei Reisenbach.
17. Plattensandstein. Südlich von der Wagenlücke bei Hesselbach. 16. u. 17. Ch. P. St. D. Anal.: STADLER. SCHOTTLER, Erläuterungen zu Blatt Sensbach S. 51 und 55.



Muschelkalk.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
SiO <sub>2</sub> . . . . .	—	—	—	0,40	—	—	0,40	—	—	0,18
TiO <sub>2</sub> . . . . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	1,27	2,93	1,86	1,07	1,05	0,65	2,47	1,16	0,55	0,77
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .										
FeO . . . . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
MnO . . . . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
MgO . . . . .	2,15	9,55	0,55	2,07	2,07	0,46	0,51	0,30	0,55	0,35
CaO . . . . .	50,80	36,75	46,44	50,13	51,81	52,26	49,85	52,87	54,14	52,14
Na <sub>2</sub> O . . . . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
K <sub>2</sub> O . . . . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> . . . . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
SO <sub>3</sub> . . . . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
CO <sub>2</sub> . . . . .	42,06	39,46	38,42	41,85	43,05	41,80	41,05	41,56	43,31	41,35
Unlöslich in HCl	3,98	11,13	12,54	5,03	2,25	4,87	5,76	4,32	1,71	5,00
Summe . . . . .	100,26	99,80	99,81	100,55	100,23	100,04	100,04	100,21	100,26	99,79

Die in HCl unlösliche Gangart enthält:

SiO <sub>2</sub> . . . . .	—	—	—	3,67	—	—	4,21	—	—	3,27
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> + Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	—	—	—	0,95	—	—	1,40	—	—	1,50

1. Brecciöser Wellenkalk (genauer Horizont unbestimmbar). Steinbruch zwischen Erlenbach und Dorf Erbach.
  2. Gelber dolomitischer Kalkstein aus demselben Bruch.
  3. Gewöhnlicher Wellenkalk aus demselben Bruch.
  4. Oberste Muschelbank im westlichen Steinbruch.
  5. Vierte Muschelbank in demselben Steinbruch (wie die vorigen zum Terebratelhorizont gehörig).
  6. Gewöhnlicher Wellenkalk zwischen den beiden vorigen Bänken aus demselben Steinbruch.
  7. Wellenkalk desselben Horizontes aus einem östlicher gelegenen Steinbruch im Schliergrund.
  8. Wellenkalk unter dem Schaumkalk. Steinbruch auf der Nöde bei Michelstadt.
  9. Schaumkalk aus demselben Steinbruch.
  10. Dunkler Wellenkalk oberhalb der Schaumkalkbank in demselben Bruch.
- 1—10. Anal.: MARZAHN und BRUDER. Ch. P. St. D. Erläuterungen zu den Blättern Erbach und Michelstadt. 2. Aufl. S. 34 und 35.

Basalte und andere jüngere Eruptivgesteine, Gewichtsprocente.

	1	2	3	3a	3b	3c	3d	3a
SiO <sub>2</sub> . . . . .	38,53	40,19	40,53	40,39	39,31	39,81	36,74	39,38
TiO <sub>2</sub> . . . . .	1,59	—	1,80	1,12	0,50	0,75	—	—
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	10,78	11,91	14,89	15,12	12,39	18,20	—	—
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	4,69	6,24	1,02	10,83	1,32	6,87	—	—
FeO . . . . .	6,18	6,63	11,07		11,22	4,15	—	—
MnO . . . . .	—	Spur	—	0,20	1,30	0,22	—	—
MgO . . . . .	16,41	12,67	8,02	8,76	9,43	8,35	—	—
CaO . . . . .	14,05	13,13	14,62	13,84	14,10	13,83	3,54	3,32
Na <sub>2</sub> O . . . . .	1,65	2,90	2,87	2,62	2,95	3,43	0,80	0,92
K <sub>2</sub> O . . . . .	0,28	2,34	1,95	1,84	1,89	0,77	0,26	0,32
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> . . . . .	1,25	—	1,32	1,23	2,30	1,44	1,64	1,54
SO <sub>3</sub> . . . . .	0,21*)	—	—	0,60	—	0,24	—	—
CO <sub>2</sub> . . . . .	0,23	—	0,17	1,66	1,23	Spur	—	—
Wasser über 110°	3,16	4,15	1,44	1,46	2,42	1,85	5,15	18,45
Wasser unter 110°	1,03					0,41	14,45	
Summe . . . . .	100,04	100,16	99,86	99,67	100,36	99,96	—	—



1. Hauynreicher Nephelinbasalt, Bahneneinschnitt nordöstlich von Offenthal (Blatt Messel). Ch. P. St. D. Anal.: JENE. Bisher noch nicht veröffentlicht.
2. Hornblendebasalt, Mittelechern. Anal.: JANNASCH. v. KRAATZ-KOSCHLAU. Diese Zeitschr. IV. Folge. Heft 17, S. 26.
3. Hauynführender Nephelinbasalt, Roßberg bei Darmstadt. Spez. Gew. 3,043. Anal.: PETERSEN. N. Jahrb. f. Min. usw. 1869. S. 36.
- 3a. Desgl. Roßberg, Nordbruch. Anal.: E. BECKER. Inaug.-Diss. Halle 1904. („Der Roßbergbasalt bei Darmstadt“).
- 3b. Desgl. Roßberg, Herrschaftsbruch. Spez. Gew. 3,1236. Anal.: E. BECKER. Am gleichen Orte wie 3a.
- 3c. Basalt, Roßberg. Ch. P. St. D. Anal. ?. CHELIUS. Diese Zeitschr. IV. Folge. Heft 17, S. 6. Enthält 0,18% Cl.
- 3d. Zersetzter Basalt. Anal. und Ort der Veröffentlichung wie 3c.
- 3e. Desgl. Desgl. Anal.: E. BECKER. Am gleichen Orte wie 3a.

### Basalte und ähnliche jüngere, basische Eruptive, Gewichtsprocente.

	3f	3g	3h	4	5	6	6a	6b
SiO <sub>2</sub> . . . . .	42,93	38,25	39,36	39,04	40,52	39,36	38,57	42,30
TiO <sub>2</sub> . . . . .	— <sup>1)</sup>	—	—	1,61	0,26	4,47	2,90	—
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	20,13	—	—	12,47	18,97	13,16	14,99	12,63
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	7,30	—	—	7,89	10,77	6,39	8,31	15,48
FeO . . . . .		—	—	3,93	2,99	7,68	7,30	5,07
MnO . . . . .	0,60	—	—	—	—	—	0,32	0,12
MgO . . . . .	2,30	—	—	8,93	6,72	6,06	5,82	5,24
CaO . . . . .	10,95	4,12	—	13,84	11,34	8,55	8,35	8,42
Na <sub>2</sub> O . . . . .	8,99	—	—	3,29	3,40	7,18	6,39	5,19
K <sub>2</sub> O . . . . .	2,50	0,35	0,43	1,21	0,42	3,42	3,03	2,73
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> . . . . .	1,50	0,32	0,37	3,98	0,74	1,69	1,92	0,65
SO <sub>3</sub> . . . . .	—	1,65	—	0,15	0,62	—	0,37	—
CO <sub>2</sub> . . . . .	—	0,00	—	0,53	—	—	—	—
Wasser über 110°	0,79	6,02	19,23	1,75	2,40	1,43	1,56	3,59
Wasser unter 110°		13,77		1,17	0,81			
Summe . . . . .	97,99	—	—	99,79	100,08	99,39	100,36	101,42

<sup>1)</sup> Nicht bestimmt.

- 3f. Frischer Nephelinit. Roßberg. Anal.: BECKER. Am gleichen Orte wie 3a.
- 3g. Zersetzter Nephelinit. Roßberg. Anal.: BECKER. Am gleichen Ort wie 3a.
- 3h. Zersetzter Nephelinit. Roßberg. Anal.: Ch. P. St. D. Am gleichen Orte wie 3.
4. Nephelinbasalt, Hitzberg bei Darmstadt. Ch. P. St. D. Anal.: BUTZBACH. KLEMM, Diese Zeitschr. IV. Folge. Heft 28, S. 40.
5. u. 5a. Glasbasalt, Klein-Ostheim bei Aschaffenburg einschl. 0,15% Cl. Spez. Gew. 2,958 bis 2,967. Ch. P. St. D. Anal.: ?. KLEMM, Erläuterungen zu Bl. Schaafheim—Aschaffenburg. S. 33.
6. Shonkinit, Katzenbuckel bei Eberbach. Spez. Gew. 2,94. Anal.: G. LATTERMANN.
- 6a. Desgl. Desgl. Anal.: HEIDENREICH. Spez. Gew. 2,95. Die Summe 99,39 schließt 0,15% SrO und 0,38% CaCl<sub>2</sub> ein.
- 6b. Doleritischer Nephelinit. Spez. Gew. 2,97. Enthält Spuren von NiO und CoO. Anal.: H. ROSENBUSCH.
- 6c. Gelber, pseudobrookitführender, grobkörniger Shonkinit. Spez. Gew. 2,90. Anal.: LATTERMANN.
- 6—6c. FREUDENBERG, Geologie und Petrographie des Katzenbuckels im Odenwald. Mittlgn. der Großh. Bad. Geol. L.-A. Bd. V, S. 267.
7. Basalt, Otzberg. Spez. Gew. 2,857—2,911. Enthält 0,09% Cl. Erläuterungen zu Blatt Groß-Umstadt von CHELIUS, S. 44.
8. Nephelinbasalt, Gipfel des Gaffsteins, Katzenbuckel. Spez. Gew. 3,096. Enthält Spuren von CoO, NiO, SrO, SO<sub>3</sub>, V<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. Anal.: H. ROSENBUSCH.



Basalte und ähnliche jüngere, basische Eruptive, Gewichtsprozente.

	6c	7	8	8a	8b	9	10	11
SiO <sub>2</sub> . . . . .	38,97	40,02	45,04	44,80	35,59	43,31	40,74	43,19
TiO <sub>2</sub> . . . . .	4,63	0,24	—	—	5,98	2,46	3,21	0,14
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	12,44	19,88	11,35	11,11	12,90	14,13	18,52	19,43
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	14,48	11,68	13,92	9,82	7,68	4,64	3,66	9,67
FeO . . . . .	1,34	1,61	4,89	5,82	9,28	6,05	7,06	2,45
MnO . . . . .	—	—	0,19	0,12	—	—	—	—
MgO . . . . .	6,28	4,03	4,62	4,88	5,40	8,43	3,83	3,43
CaO . . . . .	9,27	12,52	7,86	9,54	8,46	11,92	5,61	11,48
Na <sub>2</sub> O . . . . .	4,38	2,93	7,86	6,75	8,35	2,53	9,83	3,93
K <sub>2</sub> O . . . . .	2,44	0,57	2,93	3,67	2,78	1,74	4,71	1,25
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> . . . . .	2,18	0,82	0,12	0,45	2,13	0,53	1,61	0,43
SO <sub>3</sub> . . . . .	—	0,61	—	—	—	0,32*)	—	—
CO <sub>2</sub> . . . . .	—	—	—	—	—	—	—	—
Wasser über 110°	} 3,50	3,49	} 1,52	} 2,96	} 1,63	} 4,60	} 1,46	3,49
Wasser unter 110°		1,31						0,67
Summe . . . . .	99,91	99,78	100,30	99,92	100,18	100,66	99,25	99,56

8a. „Porphyrtiger Nephelinit“. Katzenbuckel, Blockhalden. Spez. Gew. 2,843. Mit Spuren von CoO und NiO. Anal.: H. ROSENBUSCH.

8b. Grauer, feinkörniger Basalt. Fuß des Gaffsteins, Katzenbuckel. Spez. Gew. 2,941. Anal.: LATTERMANN.

8—8b. FREUDENBERG, am gleichen Orte wie 6. S. 223.

9. Monchiquit, „Im neuen Bornwald“ bei Sprendlingen. Ch.P.St.D. Anal.: WALTER. KLEMM, Diese Zeitschr. IV. Folge, Heft 28, S. 33.

10. Nephelinreiche Schliere aus Shonkinit, Michelsberg, Katzenbuckel. Spez. Gew. 2,83. Anal.: LATTERMANN. FREUDENBERG, am gleichen Ort wie 6, S. 279.

11. Monchiquit vom gleichen Fundort wie 9. Ch.P.St.D. Anal.: ? CHELIUS, Diese Zeitschr. IV. Folge, Heft 14, S. 1.

Basalte und ähnliche jüngere, basische Eruptive, Gewichtsprozente.

	12	13	14	14a	14b	15	15a	15b
SiO <sub>2</sub> . . . . .	40,19	44,64	44,22	43,22	43,48	45,17	48,21	48,28
TiO <sub>2</sub> . . . . .	3,21	0,78	—	2,74	2,52	2,70	—	—
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	16,03	16,14	19,54	12,77	15,13	18,27	18,33	20,72
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	6,77	19,35	2,27	7,09	6,40	1,39	4,29	6,24
FeO . . . . .	4,11	2,52	4,33	4,71	4,14	6,64	4,64	3,58
MnO . . . . .	0,63	0,61	0,12	—	—	—	0,13	—
MgO . . . . .	4,27	0,96	6,96	9,12	5,14	2,44	1,41	2,32
CaO . . . . .	5,77	10,78	9,02	10,82	10,31	2,27	2,77	2,88
Na <sub>2</sub> O . . . . .	6,12	1,65	2,46	3,04	4,23	11,35	11,75	11,00
K <sub>2</sub> O . . . . .	4,01	2,24	3,84	2,16	2,83	5,64	5,83	4,43
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> . . . . .	2,32	—	—	0,32	0,29	1,40	—	0,18
SO <sub>3</sub> . . . . .	0,34	0,16	1,36	0,33	1,51	—	—	—
CO <sub>2</sub> . . . . .	—	0,13	—	0,28	0,27	—	—	—
Wasser über 110°	} 5,26	} 0,27	} 5,60	} 0,58	} 0,50	} 1,93	} 1,97	3,17
Wasser unter 110°								3,17
Summe . . . . .	99,24	100,23	99,72	100,56	99,92	99,20	99,47	101,35

12. Shonkinitporphyr, Michelsberg, Katzenbuckel. Enthält 0,21% SrO und Spuren Cl und F. Spez. Gew. 2,713—2,776. Anal.: FREUDENBERG. FREUDENBERG, am gleichen Orte wie 6. S. 293.

13. Basalt, Dolmesberg bei Messel. Enthält Spuren Cl. Spez. Gew. 2,794. Anal.: F. W. SCHMIDT. CHELIUS, Erl. zu Blatt Messel, 1. Aufl., S. 64. Dasselbst eine andere SiO<sub>2</sub>-Bestimmung: 44,39%.



14. Monchiquit, „Häsengebirge“ bei Messel. Glasreiche Abart. Lose Kantengeschiebe in einer Sandgrube. Enthält Spuren von  $TiO_2$ , Cl,  $P_2O_5$ . Eine andere  $SiO_2$ -Bestimmung ergab 43,94%, Anal.: KUTSCHER. CHELIUS, Diese Zeitschrift. IV. Folge, Heft 12, S. 3.
- 14a. Monchiquit, Bahneinschnitt in der Bulau am „Häsengebirge“. Ch. P. St. D. Anal.: WALTER. KLEMM, Diese Zeitschr. IV. Folge, Heft 28, S. 37.
- 14b. Monchiquit vom gleichen Fundort wie der vorige, glasreicher als jener. Ch. P. St. D. Anal.: HERBERGER. KLEMM, am gleichen Orte wie 14a.
15. Nephelinglimmerporphyr, dunkel und grünlichgrau, porphyrisch, Michelsberg, Katzenbuckel. Spez. Gew. 2,63. Anal.: LATTERMANN.
- 15a. „Nephelinporphyr“ mit 0,14% NiO + CoO, Michelsberg. Anal.: H. ROSEBUSCH.
- 15b. Nephelinporphyr mit 0,22% CoO + MnO + NiO. Spez. Gew. 2,760. Anal.: H. ROSEBUSCH.

### Basalte und verwandte jüngere, basische Eruptive, Gewichtsprozente.

	15c	16	17	17a	17b	17c	17d	18
$SiO_2$ . . . . .	45,22	51,03	48,45	54,71	54,98	53,23	50,33	52,53
$TiO_2$ . . . . .	2,10	0,85	1,96	2,78	2,82	2,27	2,53	1,92
$Al_2O_3$ . . . . .	19,09	13,15	11,80	11,39	13,28	13,81	16,40	17,11
$Fe_2O_3$ . . . . .	5,77	4,34	9,15	13,67	10,60	7,11	5,48	6,96
FeO . . . . .	2,20	1,59	0,96	0,48	0,39	2,30	3,11	1,70
MnO . . . . .	0,41	0,26	0,20	Spur	0,37	0,28	0,33	0,31
MgO . . . . .	2,50	6,44	4,00	1,70	1,80	1,88	2,64	2,10
CaO . . . . .	2,62	14,10	5,59	1,82	1,55	2,35	3,49	3,10
$Na_2O$ . . . . .	10,33	3,06	4,18	6,54	5,46	6,16	6,15	3,58
$K_2O$ . . . . .	3,91	2,24	7,05	5,42	6,32	6,67	6,07	7,85
$P_2O_5$ . . . . .	1,03	0,19	3,76	—	0,65	0,34	0,75	Spur
$SO_3$ . . . . .	0,45	1,97 <sup>1)</sup>	0,20	—	—	0,21	0,16 <sup>*</sup>	0,41
$CO_2$ . . . . .	—	—	—	—	—	—	—	—
Wasser über 110°	} 5,06	} 1,17	} 3,02	0,90	} 1,78	} 3,81	} 2,69	2,41
Wasser unter 110°				0,73				0,14
Summe . . . . .	100,78	100,39	100,32	100,14	100,06	100,42	100,13	100,46

1)  $Fe_7S_8$ .

- 15c. Grobkörniger Nephelinglimmerporphyr mit 0,09% F und Spuren von SrO und Cl. Spez. Gew. 2,623. Anal.: HEIDENREICH.  
15—15c. FREUDENBERG, am gleichen Orte wie 6. Seite 304.
16. Theralith, Michelsberg, Katzenbuckel. Mit Spuren von Cl. Spez. Gew. 2,951—2,997. Anal.: HEIDENREICH. FREUDENBERG, am gleichen Orte wie 6. S. 289.  
17—17d. Tinguait, Michelsberg, Katzenbuckel. FREUDENBERG, am gleichen Orte wie 6. S. 315.
17. Dunkelgrüner Tinguait. Mit Spur Cl. Spez. Gew. 2,759. Anal.: HEIDENREICH.
- 17a. Nephelinarmer Ägrintinguait. Mit Spur C. Spez. Gew. 2,70. Ch. P. St. D. Anal.: W. SONNE.
- 17b. Rötlichgrauer, nephelinarmer Tinguait (unfrisch). Mit 0,06% Cl. Spez. Gew. 2,75. Anal.: HEIDENREICH.
- 17c. Dunkelfarbiger Hornblendinguait. Mit Spur Cl. Spez. Gew. 2,66. Anal.: HEIDENREICH.
- 17d. Glimmeringuait. Mit Spur Cl. Spez. Gew. 2,615. Anal.: HEIDENREICH.
18. Syenitische Randfaries des Shonkinit, Michelsberg, Katzenbuckel. Mit Spur Cl. Spez. Gew. 2,661. Anal.: FREUDENBERG, am gleichen Orte wie 6. S. 277.
19. Einschluß von Augityemit im Shonkinit, Michelsberg, Katzenbuckel. Spez. Gew. 2,678 bis 2,694. Anal.: FREUDENBERG, am gleichen Orte wie 6. S. 277.
20. Shonkinitaplit, Michelsberg, Katzenbuckel. Spez. Gew. 2,57. Anal.: FREUDENBERG, am gleichen Orte wie 6. S. 329.
21. Olivinreiche Schlieren aus Shonkinit, Michelsberg. Mit Spur Cl. Spez. Gew. 2,727. Anal.: FREUDENBERG, am gleichen Orte wie 6. Seite 284.
22. Basalt, Mitlechtern. Spez. Gew. 2,9315. Anal.: REINHARDT. LEPSIUS, Diese Zeitschr. IV. Folge. 2. Heft, S. 22.



Basalte und verwandte jüngere, basische Eruptive, Gewichtsprocente.

	19	20	21	22	23	24	25	26	27
SiO <sub>2</sub> . . . . .	57,76	43,60	43,03	42,959	51,87	31,27	51,71	41,63	39,58
TiO <sub>2</sub> . . . . .	1,08	5,19	3,84	—	0,85	4,43	2,18	4,30	5,36
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	17,03	11,95	13,27	16,053	11,27	27,32	15,32	30,23	33,72
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	2,05	3,79	8,10	1,290	5,47	17,87	1,83	2,81	0,16
FeO . . . . .	2,39	2,30	5,23	9,115	4,98	2,91	8,77	2,51	2,56
MnO . . . . .	Spur	0,20	0,11	—	—	0,10	—	—	0,05
MgO . . . . .	2,27	0,75	7,39	8,093	6,21	0,39	6,01	0,17	0,27
CaO . . . . .	4,16	11,11	3,47	12,791	8,57	0,23	7,58	0,86	0,33
Na <sub>2</sub> O . . . . .	4,24	0,80	4,65	4,971	4,34	0,24	3,78	0,57	0,51
K <sub>2</sub> O . . . . .	7,13	10,21	4,54	0,627	2,05	0,15	1,10	0,65	0,28
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> . . . . .	0,47	8,36	0,64	—	0,34	0,25	0,37	0,32	0,31
SO <sub>3</sub> . . . . .	—	0,05 <sup>2)</sup>	Spur	0,732	—	0,15	0,13	0,23	0,33
CO <sub>2</sub> . . . . .	—	Spur	Spur	—	0,68	0,16	1,19	0,41	0,05
Wasser über 110 <sup>0</sup>	0,62	2,27	} 6,03	} 3,439	} 1,71	11,71	—	11,00	13,31
Wasser unter 110 <sup>0</sup>	0,42	0,35				2,39	0,35	4,58	3,19
Summe . . . . .	99,62	100,93	100,30	100,016	98,31	100,57	100,32	100,27	100,01

- 23. Trapp, auflässiger Steinbruch an der Straße von Kahl nach Alzenau. Anal.: FR. KNAPP; Inaug.-Diss. Würzburg 1880.
- 24. Zersetzer Trapp, Baugrube des Stauwerkes Groß-Welzheim a. Main. Anal.: Frau ROST-HOFFMANN. Ch. P. St. D. SCHOTTLER, Erläut. zu Blatt Seligenstadt. S. 31.
- 25. Frischer Trapp. KREBS'scher Steinbruch vor dem Walde südlich von Dietesheim. Ch. P. St. D. Anal.: Frau ROST-HOFFMANN. SCHOTTLER, Der Untergrund der Mainebene zwischen Aschaffenburg und Offenbach. Diese Zeitschr. V. Folge. 5. Heft, S. 115.
- 26. Kaolinisierter Trapp. KREBS'scher Steinbruch vor dem Walde südlich von Dietesheim. Ch. P. St. D. Anal.: Frau ROST-HOFFMANN. SCHOTTLER, Der Untergrund der Mainebene zwischen Aschaffenburg und Offenbach. Diese Zeitschr. V. Folge. 5. Heft, S. 115.
- 27. In eine schwarze Masse umgewandelter Trapp. KREBS'scher Steinbruch vor dem Walde südlich von Dietesheim. Ch. P. St. D. Anal.: Frau ROST-HOFFMANN. SCHOTTLER, Der Untergrund der Mainebene zwischen Aschaffenburg und Offenbach. Diese Zeitschr. V. Folge. 5. Heft, S. 115.

	28	29	30	31	32	33	34
SiO <sub>2</sub> . . . . .	58,24	44,25	41,05	60,85	61,17	72,09	26,47
TiO <sub>2</sub> . . . . .	—	—	—	0,46	0,66	0,78	5,09
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	20,45	27,72	14,70	17,53	20,74	11,71	16,33
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	} 3,51	1,85	12,49	3,44	2,62	6,53	21,81
FeO . . . . .		1,50	7,00	2,43	0,01	0,54	4,78
MnO . . . . .	—	—	—	—	—	—	—
MgO . . . . .	0,38	0,39	6,18	0,46	0,45	0,54	2,13
CaO . . . . .	1,27	2,12	11,19	1,89	2,00	1,90	2,87
Na <sub>2</sub> O . . . . .	8,73	15,89	4,72	6,13	5,40	4,96	0,67
K <sub>2</sub> O . . . . .	5,87	1,61	0,93	4,62	4,57	0,25	0,49
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> . . . . .	Spur	Spur	—	0,27	0,35	0,33	2,05
SO <sub>3</sub> . . . . .	Spur	—	—	0,51 <sup>1)</sup>	0,14 <sup>1)</sup>	—	—
CO <sub>2</sub> . . . . .	0,39 <sup>2)</sup>	1,18 <sup>2)</sup>	—	1,33	0,20	0,18	0,27
Wasser über 110 <sup>0</sup>	} 1,52	} 3,02	} 2,23	—	0,76	0,28	8,83
Wasser unter 110 <sup>0</sup>				0,80	0,20	7,68	
Summe . . . . .	100,36	99,53	100,49	99,96	99,87	100,20	99,63

1) FeS<sub>2</sub> — 2) Cl.

- 28. Phonolith, Ostrand des Lindigwaldes bei Klein-Ostheim.
- 29. Dasselbe Gestein, in Salzsäure lösliche Teile.
- 30. Basalt, Kleinostheim im Vorspessart. Anal.: STÖBER. BÜCKING, Der nordwestliche Spessart. Abhandl. Kgl. Preuß. Geol. L.-A. N.F. Heft 12, S. 212.



31. Trachyt, Sporneiche, östlich von Messel; frischeste Abart. Mittel aus 3 Analysen. Ch. P. St. D. Anal.: P. KLEMM, Diese Zeitschr. IV. Folge. Heft 26, S. 16.
32. Dasselbe Gestein, aber etwas verwittert. Am gleichen Orte wie 31.
33. Trachyt mit zahlreichen Quarztrümchen. Hundertmorgenschneise nördlich von Roßdorf. Ch. P. St. D. Anal.: P. KLEMM, Erläuterungen zu Blatt Roßdorf. 2. Aufl., S. 86.
34. Verwitterungsrinde des Basaltes, Roßberg bei Darmstadt. Noch nicht veröffentlicht. Ch. P. St. D. Anal.: STADLER.

	SiO <sub>2</sub>	
Basalt Dietzenbach	44,64%	} Bl. Messel. 1. Aufl. S. 64—67. Analytiker: F. W. SCHMIDT.
„ Häsengebirge	43,94%	
„ Sprendlingen	43,14%	
„ Eiche, zwischen Sporneiche und Mainzer Eichen	42,81%	
„ Dieburger Weg	42,28%	
„ Dieburger Weg	42,19%	
„ Stücksbühl	42,18%	
„ Offenthal	39,68%	
„ „	39,54%	
„ „	39,58%	
„ Hainer Wald	39,61%	
„ Wingerte bei Egelsbach	39,19%	
„ Bulau	39,02%	
„ Kirchhof bei Langen	37,97%	
„ Eichwäldchen Philippeich bei Götzenhain	37,39% 37,11% 36,80%	
„ Steinbuckel bei Traisa	44,04%	} Bl. Roßdorf. 1. Aufl. S. 102. Analytiker: F. W. SCHMIDT.
„ Katzenschneise	43,83%	
„ Kühruh am Spisseroth	43,83%	
„ Stetteritz	36,65%	
„ Roßberg	39,25%	
„ dgl. grobkörnig	38,74%	
„ Steinberg bei Darmstadt	38,71%	} Bl. Darmstadt. S. 54. Analytiker: RUDOLF.
„ Oberlaudenbach	43,79%	
„ Erbach, Weg nach Kirsch- hausen	39,12%	} Bl. Lindenfels. S. 39. Ch. P. St. D. Analytiker: ?
„ Eulsbach	42,99%	
Glasbasalt Hasenberg b. Mömlingen	39,79%	} Bl. Neustadt-Obernburg. S. 18. Ch. P. St. D. Analytiker: ?
Nephelinbasanit Eisenbach, nordwestl. vom Tal	40,42%	
„ Eisenbach, südöstl. vom Tal	39,84%	
Glasbasalt Querberg	42,50%	
„ Buchberg	42,29%	
Basalt Neidberg bei Groß-Wallstadt	41,71%	



Basalt vom Breitestein	38,59%	} Bl. Groß-Umstadt. S. 44. Analytiker: KUTSCHER, RUDOLF und Ch. P. St. D.
„ von der von der Heyd-Mühle	40,76%	
„ vom Förstberg	40,65%	
„ vom Galgenberg bei Zipfen	39,36%	
„ Niederklingen	40,76%	

Basalte und ähnliche jüngere, basische Eruptive, Molekularprozente.

	1	2	3	4	5	6	7
SiO <sub>2</sub> . . . . .	39,98	42,48	43,59	43,84	45,86	45,85	47,19
TiO <sub>2</sub> . . . . .	1,25	—	0,85	1,36	0,22	2,63	0,21
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	6,61	7,41	9,74	8,26	12,67	9,05	13,83
FeO . . . . .	9,08	10,87	10,94	10,39	12,04	14,96	11,99
MgO . . . . .	25,52	20,03	14,08	14,99	11,37	10,14	7,11
CaO . . . . .	15,70	14,92	16,52	16,70	13,80	8,75	15,87
Na <sub>2</sub> O . . . . .	1,67	2,71	3,15	3,59	3,74	6,48	3,36
K <sub>2</sub> O . . . . .	0,19	1,58	1,13	0,87	0,30	2,14	0,44
si . . . . .	68	74	75	80	85	89	90
al . . . . .	11,5	13	17,5	15	23,5	17	26,5
fm . . . . .	59	53,5	45	46,5	43,5	48,5	36,5
c . . . . .	26,5	26	30	30,5	25,5	18	29,5
alk . . . . .	3	7,5	7,5	8	7,5	16,5	7,5
mg . . . . .	0,74	0,65	0,56	0,59	0,49	0,40	0,37
k . . . . .	0,10	0,37	0,26	0,20	0,08	0,25	0,11
c/fm . . . . .	0,45	0,48	0,66	0,66	0,58	0,37	0,63
Schnitt . . . . .	IV	IV	IV	IV	IV	III	IV
qz . . . . .	— 78	— 78	— 95	— 80	— 45	— 77	— 40

	8	9	10	11	12	13	14
SiO <sub>2</sub> . . . . .	46,68	47,56	47,59	50,10	48,72	50,71	50,34
TiO <sub>2</sub> . . . . .	1,69	2,03	2,82	0,12	2,93	0,67	1,81
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	7,78	9,15	12,76	13,30	11,47	10,82	8,54
FeO . . . . .	15,17	9,43	9,18	10,85	11,02	19,56	8,86
MgO . . . . .	8,31	13,84	6,69	5,95	7,74	1,63	12,19
CaO . . . . .	9,81	14,07	7,05	14,32	7,79	13,16	12,46
Na <sub>2</sub> O . . . . .	8,32	2,70	11,11	4,43	7,22	1,82	3,63
K <sub>2</sub> O . . . . .	2,24	1,22	2,80	0,93	3,11	1,63	2,17
si . . . . .	91	94	96	101	101	104	105
al . . . . .	15	18	26	26,5	24	22	18
fm . . . . .	45,5	45,5	32	34	39	44	44
c . . . . .	19	28,5	14	29	16	27	26
alk . . . . .	20,5	8	28	10,5	21	7	12
mg . . . . .	0,36	0,60	0,42	0,39	0,41	0,08	0,58
k . . . . .	0,21	0,31	0,20	0,19	0,30	0,46	0,37
c/fm . . . . .	0,42	0,63	0,44	0,85	0,41	0,62	0,60
Schnitt . . . . .	III	IV	IV	V	III	IV	IV
qz . . . . .	— 91	— 38	— 116	— 41	— 83	— 24	— 43



	15	16	17	18	19	Mittel
SiO <sub>2</sub> . . . . .	54,38	54,61	59,64	61,22	65,09	49,76
TiO <sub>2</sub> . . . . .	1,05	0,69	2,20	1,68	0,92	1,32
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	13,13	8,30	9,45	11,77	11,32	10,28
FeO . . . . .	8,19	5,17	9,31	8,08	4,01	10,48
MgO . . . . .	3,73	10,30	4,31	3,66	3,83	9,76
CaO . . . . .	3,24	16,22	3,77	3,88	5,04	11,21
Na <sub>2</sub> O . . . . .	12,59	3,18	6,57	4,06	4,65	5,00
K <sub>2</sub> O . . . . .	3,69	1,53	4,78	5,65	5,14	2,19
si . . . . .	119	122	156	165	192	102
al . . . . .	29	18,5	24,5	32	33	21
fm . . . . .	26	34,5	35,5	32	23	41,5
c . . . . .	9,5	36,5	10,5	10,5	15	23
alk . . . . .	35,5	10,5	29,5	25,5	29	14,5
mg . . . . .	0,31	0,67	0,32	0,31	0,49	0,48
k . . . . .	0,23	0,33	0,42	0,58	0,52	0,30
c/fm . . . . .	0,35	1,06	0,30	0,33	0,64	0,55
Schnitt . . . . .	III	IV	III	III	IV	IV
qz . . . . .	- 123	- 20	- 62	- 37	- 22	- 56

## Isolierte Gemengteile aus Basalten usw. des Katzenbuckels.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
SiO <sub>2</sub> . . . . .	51,58	38,69	37,47	35,64	62,67	43,36	43,70	52,57	52,20	—
TiO <sub>2</sub> . . . . .	5,88	12,56	10,86	12,02	—	—	—	2,18	3,12	46,79
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	0,95	9,45	12,91	14,71	19,48	33,49	32,31	1,33	2,36	—
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	16,23	3,09	0,88	1,01	2,03	1,50	1,07	5,86	8,51	48,64
FeO . . . . .	3,59	10,63	11,64	11,09	—	—	—	3,23	—	—
MnO . . . . .	0,34	0,09	—	—	Spur	—	—	0,15	0,12	—
MgO . . . . .	5,19	13,80	14,68	13,11	0,07	—	—	12,36	12,83	4,53
CaO . . . . .	5,35	0,83 <sup>1)</sup>	1,52 <sup>1)</sup>	1,99 <sup>1)</sup>	0,15	0,90	0,84	18,49	18,42	—
Na <sub>2</sub> O . . . . .	10,08	1,69	0,94	1,43	2,45	13,36	15,83	3,80	2,56	—
K <sub>2</sub> O . . . . .	0,63	7,96	8,66	8,22	13,02	7,13	5,60	1,03	0,78	—
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> . . . . .	—	0,71 <sup>2)</sup>	—	—	—	—	—	—	—	—
SO <sub>3</sub> . . . . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
CO <sub>2</sub> . . . . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Wasser über 110°	0,89	0,76	1,80	1,06	—	1,39	1,39	—	—	—
Wasser unter 110°	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Summe . . . . .	100,71	100,26	101,36	100,28	99,87	101,13	100,74	101,00	100,90	99,96

1) BaO 2) F.

1. Ägirinaugit aus Shonkinitporphyr. Anal.: LATTERMANN. FREUDENBERG, Mittlgn. d. Großh. Bad. Geol. L.-A. Bd. V. S. 298. Spez. Gew. 3,501.
2. u. 3. Titanbiotit (Wodanit). 2. Sp. Gew. 3,501. Anal.: HEIDENREICH; 3. LATTERMANN. Sp. Gew. 3,102.
4. Anomit aus porphyrischem Gestein des Michelsberges. Spez. Gew. 3,115. Anal.: LATTERMANN. 2—4. a. a. O. S. 321.
5. Sanidin aus grobkörnigem Nephelingslimmerporphyr. (Enthält Spuren von Ägirin). Anal.: HEIDENREICH, a. a. O., S. 336.
6. u. 7. Nephelin aus Shonkinit. Spez. Gew. 2,5478. 6. Anal.: GMELIN, 7. Anal.: SCHERER, a. a. O., S. 245.
8. Graugrüner Augit aus Shonkinit. Spez. Gew. 3,227. Anal.: LATTERMANN, a. a. O., S. 253.
9. Gelber Augit entstanden aus graugrünem. Spez. Gew. 3,268. Anal.: LATTERMANN.
10. Pseudobrookit entstanden aus Ilmenit (?). Anal.: LATTERMANN, a. a. O., S. 265.



## Tertiär.

Eocäner Faulschlamm-schiefer von Grube Messel. Analytiker: H. SPIEGEL.

Der Schiefer besteht aus wechselnden Mengen (im Mittel 31%, im Maximum 43%) von anorganischer Substanz und von Bitumen.

Bitumen C = 63,4%; H = 9,0%; O = 24,5%; N = 1,9%; S = 1,2%; Summe 100,00, während die eigentliche Schiefersubstanz im Mittel folgende Zusammensetzung hat:

SiO <sub>2</sub>	=	81,00%
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	}	= 12,16 „
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		
MgO	=	0,91 „
CaO	=	2,51 „
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	=	0,94 „
Lösliche Salze	=	0,51 „
Summe		<u>98,03%</u>

Mittelligocäner Septarienton (Rupelton). Erlenbruch bei Offenbach. Analytiker TH. PETERSEN. Offenbacher Berichte 1870/71, S. 94.

Quarzsand	23,31%
Lösliche SiO <sub>2</sub>	34,80 „
TiO <sub>2</sub>	Spur
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	14,65 „
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2,09 „
FeO	3,03 „
MnO	Spur
MgO	3,23 „
CaO	4,40 „
Na <sub>2</sub> O	0,61 „
K <sub>2</sub> O	2,08 „
FeS <sub>2</sub>	0,65 „
SO <sub>3</sub>	0,11 „
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Spur
Cl <sub>2</sub>	„
CO <sub>2</sub>	5,02 „
H <sub>2</sub> O über 110° (einschl. 0,2—0,3% organ. Substanz)	6,40 „
	<u>100,36%</u>
Feuchtigkeit	19,07 „

## Verkieselte Schwerspatgänge unbekanntes Alters.

1. Borstein bei Reichenbach. Analytiker: Dr. A. LANGFURTH, Altona.
2. Altenbach östlich von Schriesheim. Analytikerin JULIE LERMONTOFF. BENECKE und COHEN, a. a. O., S. 179.



	1.	2.
SiO <sub>2</sub>	96,97	94,756
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,98	3,198
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,40	1,066
FeO	—	0,076
MgO	0,10	0,005
CaO	0,20	—
Na <sub>2</sub> O	0,11	0,003
K <sub>2</sub> O	0,14	0,001
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,60	—
SO <sub>3</sub>	Spur	—
H <sub>2</sub> O	0,50	0,690
	<hr/>	<hr/>
	100,00	99,795

## Analysen von Manganerzen.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Unlös. in HCl	3,04	5,89	0,82	—	—	—	—	—	—	—
SiO <sub>2</sub> . . . . .	0,19	0,03	0,07	23,82	} 46,92	} 11,34	} 15,90	} 22,06	} 27,65	} 9,08
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	0,78	0,44	0,22	6,83						
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	6,40	1,70	1,24	17,64	16,09	46,64	6,00	34,33	25,34	46,64
MnO . . . . .	66,34	59,50	68,34	29,64	27,38	28,72	56,00	24,61	34,01	28,72
MgO . . . . .	0,64	0,50	0,62	—	—	—	—	—	—	—
CaO . . . . .	1,20	1,23	1,03	—	—	—	—	—	—	—
BaO . . . . .	1,32	15,33	4,86	8,59	—	—	13,80	—	—	—
CuO . . . . .	—	0,23	0,09	0,21	—	—	—	—	—	—
ZnO . . . . .	—	—	—	0,30	—	—	—	—	—	—
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> . . . . .	0,88	0,91	1,73	0,73	—	—	0,50	—	—	—
As <sub>2</sub> O <sub>5</sub> . . . . .	—	—	—	0,51	—	—	—	—	—	—
Co+Ni . . . . .	0,36	0,27	0,43	—	—	—	—	—	—	—
SO <sub>3</sub> . . . . .	—	—	—	1,14	—	—	—	—	—	—
CO <sub>2</sub> . . . . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Wasser über 110°	3,66	2,89	3,56	} 10,30	} 9,70	} 13,30	} 7,20	} 19,00	} 23,00	—
Wasser unter 110°	1,04	0,21	0,72							
O . . . . .	13,64	11,00	13,80	—	—	—	—	—	—	—
Na <sub>2</sub> O . . . . .	0,12	0,55	0,40	—	—	—	—	—	—	—
K <sub>2</sub> O . . . . .	0,53	0,02	2,60	—	—	—	—	—	—	—
Summe . . . . .	100,14	100,61	100,03	99,71	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

1. Psilomelan, Bockenrod, Schacht I. Ch. P. St. D. Die in HCl unlöslichen Teile bestehen aus SiO<sub>2</sub> = 2,73%; Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> + Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = 0,19%; CaO = 0,05; Mg = 0,03%; Summe 3,00%. Erläuterungen zu Blatt Brensbach—Böllstein von G. CHELIUS. S. 44.
2. Psilomelan, Grube Georg bei Rohrbach. Ch. P. St. D. Die in HCl unlöslichen Teile bestehen aus: SiO<sub>2</sub> = 5,17%; Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> + Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = 0,57%; MgO = 0,03%; CaO = 0,12%; Summe 5,89%. Erläuterungen zu den Blättern Erbach und Michelstadt von G. KLEMM. 2. Aufl., S. 16.
3. Psilomelan, Erzbach. Ch. P. St. D. Die in HCl unlöslichen Teile bestehen aus SiO<sub>2</sub> = 0,66%; Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> + Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = 0,14%; Summe 0,80%. Am gleichen Orte wie 2. S. 17. Li war in den Proben 1—3 auch spektral-analytisch nicht nachweisbar.
- 4—6. Manganerze von den Gruben Gottfried und Adolph bei Bockenrod. Anal.: ? Mitgeteilt durch Bergverwalter Folmer. — Die analysierten Erze sind Stichproben und bestehen aus Psilomelan, Pyrolusit, Brauneisenerz, Goethit, Hämatit, Baryt und verschiedenen Gangarten.
7. Desgleichen von Grube Fortuna bei Erzbach. Mitgeteilt durch Bergverwalter Folmer.
- 8—10. Desgleichen von Grube Juno bei Rohrbach. Mitgeteilt durch Bergverwalter Folmer. Erläuterungen zu den Blättern Erbach und Michelstadt von G. KLEMM. 2. Aufl. S. 16.



	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Unlösli. in HCl	1,00	44,02	11,55	4,21	2,55	4,30	2,50	9,35	—	0,53
SiO <sub>2</sub> . . . . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	—	—	—	35,69 <sup>1)</sup>	13,94 <sup>1)</sup>	1,93 <sup>1)</sup>	1,54 <sup>1)</sup>	—	11,34	—
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	3,54	8,71	3,37	1,53	0,46	—	—	25,64	46,64	—
MnO . . . . .	62,97	32,90	59,05	22,89	3,78	55,83	56,11	36,81	28,72	59,48
MgO . . . . .	—	—	—	0,66	14,67	—	—	—	—	0,63
CaO . . . . .	—	—	—	0,86	21,50	2,10	2,30	—	—	0,85
BaO . . . . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
CuO . . . . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
ZnO . . . . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> . . . . .	—	—	—	—	—	0,05	0,05	—	—	—
As <sub>2</sub> O <sub>5</sub> . . . . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Co+Ni . . . . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
SO <sub>3</sub> . . . . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
CO <sub>2</sub> . . . . .	—	—	—	36,04	42,53	35,60	37,80	—	—	37,66
Wasser über 110 <sup>0</sup>	—	—	—	—	—	—	—	28,20	13,30	—
Wasser unter 110 <sup>0</sup>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
O . . . . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Na <sub>2</sub> O . . . . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
K <sub>2</sub> O . . . . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Summe . . . . .	—	—	—	99,86	99,43	99,51	99,80	100,00	100,00	99,15

11—13. Psilomelan aus Spalten im Buntsandstein von Freienstein bei Gammelsbach, Blatt Beerfelden. Anal.: ?.

14—18. Unreiner Manganspat. Gruben Gottfried und Adolph bei Bockenrod.

19. Unreiner Manganspat. Grube Fortuna bei Erzbach.

20. Krystallisierter himbeerroter Manganspat. Grube Gottfried bei Bockenrod. Anal.: ?.

14—20. Erläuterungen zu Blatt Brensbach—Böllstein von C. CHELIUS. S. 47—49.

Stalaktiten von Eisensinter aus einem auflässigen Stollen im Schriesheimer Tal oberhalb des Ortes. Anal.: H. KUBACSKA. BENECKE und COHEN, Geognost. Beschr. der Umgegend von Heidelberg. S. 186:

Gangart 3,80; SO<sub>3</sub> 7,08; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 8,69; As<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 20,72; Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 48,86; H<sub>2</sub>O 11,31; Summe 100,46.

Pinitoid (umgewandelter Feldspat) aus dem Quarzporphyr des Wachenberges. Am gleichen Orte wie die vorige Analyse, S. 278. Anal.: COHEN:

Rückstand (unlöslich in Schwefelsäure) 12,44%; SiO<sub>2</sub> 44,53%; Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 31,50%; FeO 2,56%; MgO 0,36%; Na<sub>2</sub>O 0,07%; K<sub>2</sub>O 3,62%; H<sub>2</sub>O 4,98%. Summe 100,00%.

1) FeO.

Diluviale und alluviale Ablagerungen.

	1	2	3	4	5	6	7
SiO <sub>2</sub> . . . . .	69,03	75,49	74,16	75,34	77,60	62,38	62,30
TiO <sub>2</sub> . . . . .	—	—	—	—	—	—	—
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	13,38	11,66	10,54	10,73	9,06	10,69	7,25
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	5,56	3,56	4,52	3,92	3,27	2,69	3,02
FeO . . . . .	—	—	—	—	—	—	—
MnO . . . . .	—	—	—	—	—	—	0,14
MgO . . . . .	1,24	0,52	1,15	1,11	0,58	1,80	2,25
CaO . . . . .	0,60	0,67	0,73	0,40	0,54	10,56	11,22
Na <sub>2</sub> O . . . . .	0,59	1,34	1,47	0,91	2,04	2,09	1,03
K <sub>2</sub> O . . . . .	1,99	2,10	2,26	1,80	1,92	1,53	1,06
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> . . . . .	0,18	0,14	0,12	0,71	0,00	0,05	0,15
SO <sub>3</sub> . . . . .	0,15	0,13	0,13	0,25	—	—	—
CO <sub>2</sub> . . . . .	0,08	0,13	0,23	0,01	—	—	9,22
Wasser über 110 <sup>0</sup>	4,40	3,29	2,74	3,32	5,16 <sup>2)</sup>	8,49 <sup>2)</sup>	2,32
Wasser unter 110 <sup>0</sup>	3,09	1,20	1,99 <sup>1)</sup>	1,72	—	—	—
Summe . . . . .	100,29	100,16	100,26*)	100,23	100,17	100,28	99,96

1. Toniger Sand. Grube an der Straße Schlossau—Waldauerbach.
2. Lehm. Grube am Tollen Rott bei Ober-Sensbach.
3. Lehm. Grube in den unteren Heumatten bei Hesselbach.  
1) Summe einschließlich 0,16% Humus.
4. Lehm. Grube westlich von Oberscheidental.  
1—4. SCHOTTLER, Erläuterungen zu Blatt Sensbach. S. 52—57. Ch. P. St. D. Anal.: STADLER.
5. Sandiger Letten. Haberich bei Weitengesäß.
6. Löß aus 1,5 m Tiefe. Lehmgrube an der Sange bei Rimhorn.  
5. und 6. VOGEL, Erläuterungen zu Blatt König, S. 34. Anal.: Ch. P. St. D.
7. Oberer Löß. Geisackerhohl bei Groß-Umstadt.

	8	9	10	11	12	13	14
SiO <sub>2</sub> . . . . .	69,85	56,60	73,64	66,75	64,66	32,35	59,99
TiO <sub>2</sub> . . . . .	—	—	—	—	—	—	—
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	18,77	7,52	11,36	10,48	10,85	7,19	12,89
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .		3,00	4,44	4,03	6,25	1,55	3,77
FeO . . . . .	—	—	—	1,02	2,53	1,29	1,42
MnO . . . . .	—	0,16	0,18	—	—	0,16	—
MgO . . . . .	—	2,22	1,23	0,37	1,59	2,10	0,30
CaO . . . . .	—	12,61	1,25	3,86	3,45	28,37	3,25
Na <sub>2</sub> O . . . . .	—	0,34	1,18	1,10	1,04	0,79	0,91
K <sub>2</sub> O . . . . .	1,28	1,52	1,43	2,25	2,52	1,31	2,32
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> . . . . .	0,19	0,10	0,15	0,18	0,10	Spur	0,21
SO <sub>3</sub> . . . . .	—	—	—	—	—	—	—
CO <sub>2</sub> . . . . .	—	10,40	—	1,73	1,49	22,29	1,13
Wasser über 110°	—	5,99	5,18	5,52	5,14	2,70	10,12
Wasser unter 110°	—						
Summe . . . . .	—	100,45	100,04	100,24	100,39	100,27	100,00

8. Oberer Löß. Steinbornshohl bei Groß-Umstadt. Lößlehm. Warte bei Groß-Umstadt. SiO<sub>2</sub> = 57,01%; CO<sub>2</sub> = 9,23%; CaCO<sub>3</sub> = 20,98%.
9. Unterer Löß. Geisackerhohl bei Groß-Umstadt.
10. Laimen. Geisackerhohl bei Groß-Umstadt.  
7—10. Erläuterungen zu Blatt Groß-Umstadt von CHELIUS und VOGEL. Anal.: RUDOLF, KUTSCHER und Ch. P. St. D.
11. Lehm, Holzspen am Ostrande des Sandbruches bei Wolfskehlen, Oberkrume. Summe einschließlich 2,95% C. Spez. Gew. 2,615.
12. Untergrund des vorigen. Summe einschließlich 0,77% C. Spez. Gew. 2,583.
13. Kalkreiche Schicht (Rheinweiß) im Untergrunde. Summe einschließlich 0,17% C und 0,41% N. Spez. Gew. 2,708.
14. Humoser Lehm, Mirst bei Crumbach. Summe einschließlich 3,28% C. Spez. Gew. 2,555.  
Lehm von der Ziegelei zwischen Griesheim und Wolfskehlen, Oberkrume. SiO<sub>2</sub> = 60,95%.  
Lehmiger Sand, Weilerhof SiO<sub>2</sub> = 80,46%; CO<sub>2</sub> = 0,79%; Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = 10,05%.  
Flugsand, Klappach bei Darmstadt, Untergrund. SiO<sub>2</sub> = 73,24%; CO<sub>2</sub> = 7,05%.  
Lehmiger Sand (Rheinschlick), Altrhein bei Erfelden. SiO<sub>2</sub> = 51,44%; Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = 10,27%;  
Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = 4,39%; K<sub>2</sub>O = 1,90%; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> = 0,17%; CO<sub>2</sub> = 10,65%; Glühverlust 17,72%;  
CaCO<sub>3</sub> = 24,20%.  
Neckarschlick, Lachenbruch beim Weilerhof, Untergrund. SiO<sub>2</sub> = 35,90%; Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = 9,96%.  
CHELIUS, Erläuterungen zu Blatt Darmstadt, S. 52. Anal.: RUDOLF.



Diluviale Gesteine.

	15	16	17	18	19	20	21
SiO <sub>2</sub> . . . . .	68,68	56,884	58,22	56,77	67,38	86,28	77,01
TiO <sub>2</sub> . . . . .	—	—	—	—	—	0,18	0,26
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	18,24	5,417	7,89	7,21	12,12	2,69	5,94
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	—	4,496	3,46	3,43	6,54	1,21	1,52
FeO . . . . .	3,24	—	—	—	—	0,27	0,40
MnO . . . . .	—	—	1,68	1,66	1,54	—	—
MgO . . . . .	0,81	1,784	0,82	0,33	0,16	0,59	1,24
CaO . . . . .	0,86	15,019	11,45	12,80	0,99	3,19	4,66
Na <sub>2</sub> O . . . . .	1,14	0,020	2,67	1,38	1,24	0,95	0,66
K <sub>2</sub> O . . . . .	1,10	0,996	1,78	1,82	1,84	1,42	1,83
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> . . . . .	—	—	—	—	—	0,49	0,17
FeS <sub>2</sub> . . . . .	—	—	—	—	—	0,17	—
CO <sub>2</sub> . . . . .	—	15,527	10,24	12,08	0,84	2,16	3,23
Wasser unter 110 <sup>a</sup>	} 8,17	} 3,099	} 1,76	} 2,51	} 7,23	} 0,24	} 2,09
Wasser unter 110 <sup>b</sup>							
Summe . . . . .	102,24	100,242	100,14	100,05	99,88	99,86	99,91

	22	23	24	25	26	27	28	29
SiO <sub>2</sub> . . . . .	32,61	74,41	37,46	71,02	71,74	83,10	82,40	65,21
TiO <sub>2</sub> . . . . .	0,37	0,70	0,35	0,74	0,99	0,60	0,59	0,46
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	7,44	11,65	5,65	11,71	10,56	7,44	7,15	4,90
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	3,03	2,52	2,14	3,64	3,48	1,22	1,33	1,07
FeO . . . . .	0,29	0,28	0,48	0,51	0,36	0,46	0,61	0,56
MnO . . . . .	—	—	—	—	—	—	—	—
MgO . . . . .	3,37	1,20	1,96	1,33	1,49	0,63	0,73	0,89
CaO . . . . .	24,92	0,62	25,09	1,14	2,35	0,74	0,91	12,59
Na <sub>2</sub> O . . . . .	0,83	0,87	0,56	1,50	1,30	2,18	1,92	1,72
K <sub>2</sub> O . . . . .	1,47	2,33	1,42	1,80	1,72	1,94	1,99	1,76
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> . . . . .	0,11	0,10	0,15	0,33	—	0,11	0,24	0,30
FeS <sub>2</sub> . . . . .	0,12	0,11	0,06	0,22	0,11	0,12	0,14	0,22
CO <sub>2</sub> . . . . .	20,98	0,19	20,39	—	1,32	0,32	0,25	9,95
Wasser über 110 <sup>a</sup>	2,67	2,96	2,59	3,73	3,10	0,66	1,07	0,17
Wasser über 110 <sup>b</sup>	1,90	2,48	1,78	2,43	1,74	0,30	0,42	0,20
Summe . . . . .	100,11	100,42	100,07	100,26	100,26	99,82	99,75	100,00

15. Weißer Töpferton, Waldhilsbach südöstlich von Heidelberg. Anal.: A. BÖHRINGER, BENECKE und COHEN, Geogn. Beschr. d. Umg. v. Heidelberg, S. 578.
16. Löß, Bahnhof Ober-Ramstadt. Spez. Gew. 2,558. Anal.: REINHARDT.
17. Löß, Hohlweg an der Westseite des Roßberges, 2 m unter der Lößlehmdecke. Eine zweite SiO<sub>2</sub>-Bestimmung ergab 58,39%. Spez. Gew. 2,479.
18. Löß, Hohlweg südlich von Zeilhard, 6—7 m unter der Oberfläche. Eine zweite SiO<sub>2</sub>-Bestimmung ergab 56,83%. Spez. Gew. 2,390.
19. Laimen östlich von Nieder-Modau, Straße nach Rohrbach. Eine zweite SiO<sub>2</sub>-Bestimmung ergab 67,57%. Spez. Gew. 2,216.  
Teilbestimmungen:  
Löß, Fichtengarten bei Wembach 0,5—1 m mächtig:  
SiO<sub>2</sub> = 70,94%; Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = 12,23%; CaO = 1,07%.  
Lößlehm über dem vorhergehenden:  
SiO<sub>2</sub> = 70,94%; Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = 12,23%; C<sub>2</sub>O = 1,07%.  
Laimen unter dem Löß von Fichtengarten:  
SiO<sub>2</sub> = 74,18; Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = 10,71; MnO reichlich; CaO = 1,14%.
20. Dünensand, Äpfelkammer südlich von Viernheim. 2 m unter der Oberfläche.
21. Lehmiger Sand, Weidig südlich von Heddeshheim. 0,6 m unter der Oberfläche.

- 48 G. KLEMM: Chemische Analysen permischer und postpermischer Gesteine des Odenwaldes
22. Gelber Neckarschlick, Löhl nördlich von Straßenheim. 1,2 m unter der Oberfläche.
  23. Grauer Neckarschlick einer alten Rinne, Hambusch südöstlich von der Station Großsachsen-Heddesheim. 0,8 m unter der Oberfläche.
  24. Gelber Neckarschlick, Oberfeld nördlich von Wellstadt. 0,5 m unter der Oberfläche.
  25. Lehm des jüngsten Weschnitzschuttkegels. 1 m unter der Oberfläche. „Im Loch“ westlich von Weinheim.
  26. Lehm des jüngsten Weschnitzschuttkegels. 0,5 m unter der Oberfläche. Kirschbaumgewann westlich von Weinheim. Ch.P.St.D. 20—26. SCHOTTLER. Erläuterungen zu Blatt Viernheim. S. 81.  
27—29. Flugsandprofil, Schlagschneise bei Darmstadt.
  27. Verlehmter Flugsand 0,6—0,8 m.
  28. Festeres Band an der Basis des verlehnten Flugsandes.
  29. Unverlehmter Flugsand, sehr mächtig. Ch.P.St.D. Anal.: DEHN. SCHOTTLER, Diese Zeitschr. 4. Folge. Heft 34, 1913, S. 59.



# Ueber einige in zersetzten Basalten des Vogelsberges auftretende Neubildungen.

## Vorläufige Mitteilung.

Von W. SCHOTTLER.

Im folgenden soll kurz über das Auftreten von Pseudobrookit und eines ihm verwandten neuen Minerals, Pseudomorphosen nach Olivin und Magnet-eisen, sowie über Anorthoklas als Neubildung berichtet werden.

Bekanntlich ist es nur selten möglich, Dünnschliffe von stark zermürbten Gesteinen herzustellen. Das Härten gelingt selbst bei vermindertem Luftdruck nach WÜLFING (ROSENBUSCH-WÜLFING, Mikroskopische Physiographie der petrographisch wichtigsten Mineralien, Bd. 1, 1. Hälfte, S. 20) nur dann, wenn Poren vorhanden sind, in die der Balsam eindringen kann. Eher führt das Schleifen in Öl zum Ziele, weil dabei das Quellen der Kolloide vermieden wird, das bei Anwendung von Wasser unfehlbar zur Auflösung des Schliffes führt.

Aber auch gelungene Dünnschliffe befriedigen oft nicht, wenn das Gestein schon so stark von Kolloiden durchtränkt ist, daß es zum größten Teil undurchsichtig ist. Versucht man aber die Aufhellung durch Behandeln mit Salzsäure herbeizuführen, so geht der Schliff oft zugrunde.

Das Anschliffverfahren ist auch nicht anwendbar, weil es bei so bröckeligen Stoffen mit Bestandteilen von sehr verschiedener Härte kaum möglich ist, die für eine erfolgreiche Beobachtung nötige Politur zu erzielen.

Meist bleibt deshalb gar nichts anderes übrig, als die abgesehen vom vorsichtigen Abbürsten oder Abblasen nicht weiter vorbereiteten, oft sehr zerbrechlichen Stücke, so wie sie sind, zu beschauen. Das gelingt aber viel besser als mit der Lupe durch Verwendung eines binokularen Mikroskops. Diese Beobachtungsweise ist bei einiger Übung und etwas Geduld derart fördernd, daß man sie nie unterlassen sollte. Sie ist deshalb auf unserer Anstalt schon seit drei Jahrzehnten in Gebrauch. Ganz unentbehrlich ist das binokulare Mikroskop für die Untersuchung der durch Schlämmen erhaltenen Anteile, die am besten durch Sieben noch weiter zerlegt werden. Denn bei annähernd gleicher Korngröße entgeht so leicht nichts Wesentliches dem Blick.

Die meisten Proben zerfallen schon beim Einlegen in Wasser in oft sehr bezeichnender Weise, so daß zur völligen Zerkleinerung nur noch kurze Zeit gekocht zu werden braucht. Die feinsten beim Eintrocknen zusammenbackenden Korngrößen, mit denen vorläufig noch nichts anzufangen ist, werden darauf



durch Abschlämmen entfernt. Das kann in einfachster Weise mit Hilfe einer Porzellanschale geschehen, indem man den Stoff im Wasser aufwirbelt, genügend lange absitzen läßt und dann die Trübe abgießt. Freilich muß das Abschlämmen vorsichtig geschehen, damit die leichteren meist farblosen Mineralien, die oft sehr klein sind, nicht unbeachtet durchgehen. Es ist deshalb sicherer, ein Schlämmgerät, wie etwa das SCHÖNE'sche, anzuwenden.

An den unveränderten Stücken und an den gröberen Schlämm- und Siebrückständen kann man die Struktur stets gut erkennen. An beiden ferner den Mineral- und Gelbestand, wobei freilich zu beachten ist, daß durch das Schlämmen die leicht in Wasser aufschwemmbar gele entfernt werden, wofür dann aber die widerstandsfähigeren und die kristallisierten Mineralien besser sichtbar werden. Beide treten in den feineren Anteilen auch einzeln auf. Sie können durch Behandeln mit schweren Flüssigkeiten in bekannter Weise nach Arten getrennt werden. Die sogenannten Schwergemengteile, von denen sich ja auch die meisten durch ihre dunkle Farbe bemerklich machen, können bei diesem Verfahren der Wahrnehmung nicht wohl entgehen. Sie sind, wenn sie in bezeichnenden Pseudomorphosen vorliegen, auch in den leichteren Anteilen kaum zu übersehen.

So gelang es dem Verfasser schon vor längerer Zeit mit Hilfe einer von G. KLEMM hergestellten Clericischen Lösung, deren Eigengewicht auf etwas mehr als 4 gesteigert werden konnte, außer Magnet- und Titaneisen auch Pseudobrookit von dem massenhaft auftretenden Brauneisen eines zu toniger vielfarbiger Masse zersetzten Basalts vom Hessenbrücker Hammer bei Laubach aus Bohrloch 2 7,5—8,5 m unter Tag zu trennen (6, S. 93). Dieser erste Pseudobrookit aus dem Vogelsberg ist von P. RAMDOHR auf meine Bitte hin bestätigt und genauer untersucht worden (4, S. 191).

In der Folgezeit ist dieses Mineral auch als Bestandteil zwar noch frischer, aber durch Frittung oder Gas- bzw. Warmwasserwirkung veränderter Basalte von mir an mehreren Orten (7, S. 58; 8, S. 73—76) und dann auch von O. DIEHL (1, S. 96, 97 und 2, S. 54) nachgewiesen worden.

Im Hangenden des oben erwähnten tonig zersetzten Basalts vom Hessenbrücker Hammer erscheint von 5,4—7,5 unter Tag ein gelblichgraues, erdiges, von Rostbändern durchzogenes Verwitterungserzeugnis (6, S. 93), dessen vom Brauneisenerz durch Anwendung einer Flüssigkeit vom Eigengewicht 3,3 befreite schwere Bestandteile insgesamt braun erscheinen, weil neben größeren Bröckchen von Titanmagneteisen und kleinen Kristallen von Magneteisen noch ein lichtbräunliches bis gelbliches Mineral vorhanden ist, das entweder das Titanmagneteisen mit kristallinischen Krusten überzieht oder einzeln in winzigen isometrischen Kriställchen auftritt, die noch nicht genau bestimmt werden konnten.

Außer den beschriebenen enthält das Gestein keine kristallisierten Bestandteile mehr. Es löst sich auch einschließlich des Erzes zum allergrößten Teil in verdünnter Salzsäure, so daß ein brauner Rest bleibt, der nur das in Rede stehende Mineral mit Erz vermischt enthält. Durch Behandeln mit konzentrierter Salzsäure kann Eisen unter Erhaltung der Form ausgezogen werden. Der in der Schwefelsäure lösliche gelbgraue Rückstand der Salzsäurebehandlung besteht nur aus  $\text{TiO}_2$ . Da neben den 2,69 v. H.  $\text{TiO}_2$ , aus denen der in Salzsäure unlösliche Rückstand des ganzen Gesteins in der Hauptsache zusammengesetzt ist, nur 0,13 v. H.  $\text{CaO}$  vorhanden sind, kann an Perowskit nicht gedacht



werden, eher an ein ähnlich wie der Pseudobrookit zusammengesetztes, aber anders kristallisierendes Mineral.

Während das gelbe Verwitterungserzeugnis aus Teufe 5,4—7,5 des Bohrloches 2 beim Hessenbrücker Hammer weiter keine in Salzsäure unlöslichen Bestandteile enthält, ist es bei dem vielfarbigem Verwitterungstone in seinem Liegenden (7,5—7,8 m) anders. Abgesehen von einem ungeformten, von Salzsäure nur ausbleichbaren Gel, dem bereits erwähnten Pseudobrookit und den Eisenerzen tritt noch der Olivin deutlich hervor. Er ist unter Erhaltung seiner Form bis in die kleinsten Einzelheiten zu einer gelblichweißen Masse umgewandelt, die ich früher (6, S. 93) ohne genauere Untersuchung als Speckstein bezeichnet habe. Sie wird allerdings wie dieser auch von konzentrierter kochender Salzsäure nicht angegriffen, hat aber eine ganze andere Zusammensetzung. Denn eine im Jahre 1921 auf der chemischen Prüfungsstation für die Gewerbe in Darmstadt durch Frau ROST-HOFMANN ausgeführte Analyse ergab nur 2,38 v. H. MgO, dagegen einen ganz überraschenden Tonerdegehalt von 28,51 v. H., dem 40,15 v. H. SiO<sub>2</sub> gegenüberstehen. Dies Ergebnis, das ich bis jetzt nur einigen Fachgenossen bei Gelegenheit der Versammlung der Deutschen Geologischen Gesellschaft zu Darmstadt im Jahre 1921 mündlich mitgeteilt habe, veranlaßte mich, die Sache zunächst zurückzustellen. Nun aber ermutigen mich neuere von anderen gemachte Beobachtungen zur Veröffentlichung. Wenn man zu den mitgeteilten Zahlen noch die 11,71 v. H. chemisch gebundenen Wassers hinzunimmt, so ergibt die Umrechnung die Formel  $2\text{SiO}_2, 1\text{Al}_2\text{O}_3, 2\text{H}_2\text{O}$ , die man als die des in Rede stehenden Stoffes gelten lassen kann, weil die nicht geringen Mengen von TiO<sub>2</sub> = 4,63 v. H. und Eisen (3,55 v. H. in der Oxyd- und 1,74 v. H. in der Oxydulform) sichtbar auf Verunreinigung mit Erzkriställchen beruhen, die so fest an der Oberfläche der Kristalle haften, daß sie nicht entfernt werden können. Da auch die Magnesia im Molekül nicht untergebracht werden kann, muß sie mit den übrigen sämtlich unter 1 v. H. bleibenden Oxyden als Verunreinigung in Rechnung gestellt werden. Die chemische Formel und die Unlöslichkeit in Salzsäure deuten zweifellos auf Kaolin. Doch wurde nach SCHRÖDER eine auffallend stärkere Lichtbrechung,  $n_D$  1,60—1,62, gefunden.

Diese Pseudomorphosen sind bis jetzt einzig in ihrer Art. Denn im allgemeinen verschwindet der zur Serpentinisierung neigende Olivin, der auch im Muttergestein der Zersetzungserzeugnisse des Bohrloches 2, einem basischen Basalt der Romröder Abart (Gethürmser Typus ROSENBUSCH), von 26—90 m unter Tage nachgewiesen ist (6, S. 94), ebenso wie der Augit schon ganz im Anfang der Gesteinszersetzung vom Schauplatz.

In einem zwar schon sehr mürben, aber doch noch wenig ausgelaugten mittelsauren Basalt von Rixfeld, in dem die eingesprengten Augite noch vollkommen frisch sind, ist er in einen bräunlichgelben faserigen Stoff umgewandelt, der noch nicht genauer untersucht ist. Über seine Beständigkeit weiß man natürlich nichts. Es wäre aber immerhin möglich, daß auch dieser Olivin hier wie in anderen Fällen beim Fortschreiten der Zersetzung zusammen mit dem Augit verschwände, wie das meistens der Fall ist. Es kommt aber auch, wie in dem weiter unten zu erwähnenden Trapp von Bad Nauheim, vor, daß der Augit eher zerstört wird als der Olivin.

Sehr unempfindlich gegen die natürliche Zersetzung sind die eisenreichen, rotbraun geränderten, innen meist



gelben Olivine, die sich in Salzsäure leicht lösen. Man trifft sie selbst in vollkommen ausgebleichten Basalten an, in denen außer ihnen nur noch das Erz erhalten ist.

Gute Belegstücke für diesen Fall, der durchaus nicht selten ist, sind durch den verstorbenen Herrn W. WILDENHAYN aus einem Schacht  $\frac{1}{2}$  km westlich von Hochwaldhausen bei Ilbeshausen in die Sammlungen der Geologischen Landesanstalt in Darmstadt und des Geologischen Instituts der Universität Gießen gekommen. HARRASSOWITZ (3, S. 261) hat von diesem zersetzten Gestein bereits einen Salzsäureauszug veröffentlicht, aus dem er den Schluß zieht, daß sein weißer Anteil nicht aus Kaolin, sondern aus einem Allophanmineral besteht, dessen Zusammensetzung noch deutlicher hervorträte, wenn von dem in Salzsäure löslichen Anteil noch der Olivin in Abzug gebracht würde. Obwohl der Fall häufig ist — wurde er doch z. B. auch bei mehreren Bohrungen im Seental bei Freienseen (8, S. 129) nachgewiesen —, geht doch die Ausbleichung, mit Ausnahme des Olivins natürlich, meist nicht so weit wie bei Ilbeshausen.

Dieser beständige, rotbraune Olivin wurde, um nur noch zwei andere Beispiele zu nennen, auch als Bestandteil eines vollständig zersetzten Basalts festgestellt, den ich bei Langsdorf im Jahre 1912 gesammelt habe. Er verschwindet dort vollkommen in der dunklen Grundmasse, aus der nur zahlreiche dicht gelagerte kleine Plagioklase herausleuchten, die in eine mattweiße, in Salzsäure unlösliche, aber mit Natronlauge leicht angreifbare Masse von der Formel  $2\text{SiO}_2, \text{Al}_2\text{O}_3, 2\text{H}_2\text{O}$  umgewandelt sind, deren Lichtbrechung aber höher ist als die des Kaolins.

Auch in dem zu einer grauen in Wasser nicht vollständig zerfallenden Masse umgewandelten Leuzitbasanit aus dem Bohrloch 5 bei Münster (6, S. 97, 98), von dem weiter unten noch ausführlicher zu reden sein wird, tritt dieser eisenreiche beständige Olivin auf.

Hier, wie auch bei Langsdorf und Ilbeshausen, fehlt das Titaneisen, während das Magneteisen, das wahrscheinlich meist stark  $\text{TiO}_2$ -haltig ist, in sehr kleinen Kriställchen auftritt, die leicht übersehen werden. Jedenfalls ist auch ursprünglich kein Titaneisen in erheblicher Menge vorhanden gewesen. Das ergibt sich bei Bohrloch 5 aus dem Schliff des frischen Gesteins, der einen biotitführenden Leuzitbasanit mit großen poikilitisch auftretenden Plagioklassen zeigt. Auch das Ilbeshäuser Gestein führt Biotit. Er ist aus seinem weißen Zersatz gewinnbar. Doch ist er vollkommen ausgebleicht, d. h. wohl in Bauerit verwandelt, während er in dem graugelben Zersatz des Bohrloches 5, in dem die Zersetzung, wie noch gezeigt werden soll, andere Wege einschlug, noch vollkommen erhalten ist. Wegen des Biotitgehaltes möchte ich den ausgebleichten Basalt von Ilbeshausen, dessen weiße Masse die ursprüngliche Struktur nicht mehr erkennen läßt, ebenfalls für einen basischen halten, während das vollkommen zersetzte Gestein von Langsdorf mit den wohl erhaltenen Feldspatpseudomorphosen ein mittelsaurer Basalt der Kohlhabart mit viel Olivin und feinkörnigem isometrischem Erz gewesen sein mag. (8, S. 53 ff.)

Verschwunden ist also das Titaneisen in diesen Fällen nicht. Es war vielmehr von Anfang an nicht vorhanden. Denn titaneisenhaltige Basalte verlieren dieses Erz bei den hier beschriebenen Vorgängen nicht. Die chemische Passivität des Magneteisens und des Titaneisens, denen sich natürlich auch



noch das Titanmagneteisen anschließt, ist, wie HARRASSOWITZ nach TAMMANN hervorhebt, sehr groß. Sie überstehen nach HARRASSOWITZ sogar die Lateritisierung (3, S. 346), was ich ebenfalls bestätigen kann.

Selbst die Neubildung von Pseudobrookit und ähnlichem geht anscheinend durchaus nicht immer auf Kosten dieser Erze.

Nur einmal wurde bei meinen Untersuchungen eine auffallende Umwandlung des Magneteisens beobachtet. Die Fundstelle des betreffenden Gesteins liegt südlich von Bad Nauheim.

Dort war im Jahre 1927 vorübergehend unter dem Usaschotter eine oben grünlich, unten dunkelocker gelb gefärbte tonige Masse aufgeschlossen, die äußerlich nicht im geringsten an Basalt erinnert, sich aber durch weniger umgewandelte Stücke aus der Tiefe als zersetzter Trapp erwies. An ihnen tritt das für viele Trappgesteine bezeichnende Gerüst der Plagioklase gut hervor. Der Augit aber ist auch aus den Zwickeln der am wenigsten verwitterten Proben, die erreichbar waren, restlos verschwunden, während der Olivin in ihnen noch als wolkige undurchsichtige Masse mit erhaltener Form sichtbar ist. Aber auch er wird im weiteren Verlauf des Vorganges bald aufgelöst, so daß im erwähnten Zersatz nur noch Titan- und Magneteisen auftreten, während alle anderen Basaltminerale gänzlich verschwunden sind.

Das gleichmäßige Auftreten von Magnet- und Titaneisen und die übereinstimmende kristallographische Ausbildung dieser Erze in den verschiedenen Teilen des Zersetzungsprofils liefern zugleich die einzigen Beweisstücke für die Zusammengehörigkeit der beschriebenen Gebilde, so daß die Entstehung des oberen Profils durch Zersetzung eines einheitlichen Ergusses angenommen werden kann.

Ganz unbeeinflusst ist aber auch das Erz nicht geblieben, wenigstens das Magneteisen nicht. Denn seine schönen Kriställchen sind unter vollständiger Erhaltung der Form im oberen grünlichen Teil des Zersatzes in einen gelben undurchsichtigen weichen Stoff umgewandelt, der in Schwefelsäure löslich, in Salzsäure aber vollkommen unlöslich ist, während sich das unveränderte Magneteisen auch in letzterer Säure löst. Da das Umwandlerzeugnis des Magneteisens vollkommen undurchsichtig ist, kann, ehe die chemische Untersuchung vorgenommen ist, über seine Zusammensetzung nichts gesagt werden.

Dadurch daß sich auch das Titaneisen in Schwefelsäure löst, bleibt bei dem gelben und dem grünen Zersatz überhaupt kein in dieser Säure unlöslicher Rückstand.

Der nur angewitterte Trapp dagegen hinterläßt bei der gleichen Behandlung einen schneeweißen Rest, der nur aus Plagioklas besteht. Er weist den nicht unerheblichen  $K_2O$ -Gehalt von 2,96 v. H. auf. Das Analyseergebnis, das später mitgeteilt werden soll, läßt auf einen Andesin-Oligoklas schließen.

Auch in DÖLTERS Handbuch der Mineralchemie findet man in Bd. II 3 (1921) S. 230 z. B. unter Nummer 118 und 122 Kaliegehalte in ähnlich zusammengesetzten Plagioklasen angegeben. Diese Feststellung ist also nicht an und für sich, wohl aber für den Vogelsberg neu und unter Umständen von Bedeutung für den Verlauf der Zersetzung seiner Basalte.

Beim Vergleich des Feldspatpulvers mit Kanadabalsam zeigte sich die auffallende Erscheinung, daß ein Teil der Feldspäte in beiden Haupt-



schwingungsrichtungen stärkere, ein anderer Teil aber schwächere Lichtbrechung hat als dieses Harz.

Die Prüfung nach dem Einbettungsverfahren SCHRÖDERS VAN DER KOLK ergab dann auch Werte für  $n_D$ , die zwischen 1,527 und 1,558 schwanken, niemals aber wurde ein Blättchen angetroffen, dessen Lichtbrechung auch nur in einer Richtung schwächer war als 1,527 (Benzonitril). Wahrscheinlich sind also Plagioklase von verschiedener Zusammensetzung als ursprüngliche Ausscheidungen der Trapplava vorhanden, die sich zum Teil sogar dem Albit nähern. Dafür spricht auch die Tatsache, daß im Schliff außer den großen noch eine zweite Folge kleiner Plagioklasleisten in den eckigen Räumen zwischen den ersteren zu beobachten ist. Die oben mitgeteilte Analyse stellt also einen Durchschnittswert dar.

Wenn also in diesem Trapp wahrscheinlich auch sehr saure Plagioklase auftreten, so ist doch ein Alkalifeldspat als ursprünglicher magmatischer Bestandteil sicher nicht ausgeschieden worden.

An Neubildung von Alkalifeldspat auf wässrigem Wege könnte man aber, nach dem, was ich sogleich mitteilen werde, auch hier denken. Man dürfte ihn allerdings nicht in dem Ergußteil suchen, dessen ursprüngliche Feldspäte noch frisch sind, sondern im Zersatz, der aber in diesem Falle so stark verändert ist, daß auch die Nachfolgemineralien oder -gele des Plagioklases nicht mehr nachweisbar sind.

Man muß also den neugebildeten Feldspat in anderen Zersetzerzeugnissen suchen, die zwar manchmal vollkommen ausgebleicht sind, aber trotzdem beim Einlegen in Wasser nicht so rasch und vollständig zerfallen, wie fast alle bis jetzt besprochenen. Daß die Feldspatneubildung keine vereinzelte Erscheinung ist, ergibt sich daraus, daß sie in zwei ziemlich weit auseinander liegenden Gegenden zum ersten Male nachgewiesen werden konnte. Bemerkenswert ist ferner auch die Tatsache, daß die Basalte, aus denen dieser Feldspat hervorgegangen ist, nicht bloß die größten Gegensätze chemischer, mineralischer und struktureller Art aufweisen, die im Vogelsberg vorkommen, sondern auch einen großen Altersunterschied aufweisen.

Denn der basische Basalt vom Hessenbrücker Hammer, der das eine Vorkommen trägt, hat sich in einer Vorphase der ersten Ergußepoche gebildet, die ich für spätestens obermiozän halte, während ich den sauren Basalt des unteren Maintals, auf dem die anderen Vorkommen liegen, zur fünften und letzten Ergußepoche rechne, der ich oberpliozänes Alter zuschreibe (9, S. 55; 10, S. 28).

Zuerst fiel mir im Jahre 1919 an einem durch Anwendung von Öl statt Wasser ausnahmsweise gelungenen Dünnschliff von Basaltzersatz aus dem schon oben genannten Bohrloch 5, Teufe 11,95—18,50 m beim Hessenbrücker Hammer ein in der durchweg trüben und undurchsichtigen Masse aufleuchtendes farbloses Mineral auf, das spärlich in kleinen xenomorphen Blättchen von geringer Licht- und Doppelbrechung auftrat. Seine Bestimmung gelang damals nicht, da ich am allerwenigsten an einen Alkalifeldspat gedacht hätte. Erst auf einem weiten Umwege kam ich diesem Mineral näher, das auch beim Schlämmen mit Wasser und Trennen mit schweren Lösungen wegen seiner Kleinheit und ständigen Verwachsung mit anderen Mineralien übersehen worden war, wieder zurück. Das geschah, als ich im vergangenen Winter daran ging,



die durch Behandeln mehr oder minder stark veränderter Basalte mit Salzsäure und Schwefelsäure erhaltenen Rückstände mineralogisch zu untersuchen.<sup>1)</sup>

Dabei fiel es besonders auf, daß einige der untersuchten Zersatzproben in Salzsäure und Schwefelsäure unlösliche Reste von blendend weißer Farbe lieferten. Bei frischen Basalten ist dieser in beiden Säuren unlösliche Rückstand grau. Er besteht nach dem Ergebnis der mikroskopischen Untersuchung aus einem Gemenge von Plagioklas und Augit, die beide kaum angegriffen sind. Das Magneteisen geht meist schon mit Salzsäure in Lösung, ebenso der Olivin. Denn beide Mineralien leisten dieser Säure nur Widerstand, wenn sie in den oben erwähnten Pseudomorphosen auftreten. Erhalten bleibt bei diesem Eingriff außer dem Plagioklas und dem Augit nur noch das Titaneisen, das aber von der Schwefelsäure in Lösung gebracht wird, während die beiden anderen Mineralien durch die Schwefelsäure ebensowenig merklich angegriffen werden als von der Salzsäure.

Basalte, in denen die Veränderung wenigstens so weit fortgeschritten ist, daß der Augit entweder spurlos verschwunden oder nur noch als Gel vorhanden ist, werden deshalb einen rein weißen, aus Plagioklas bestehenden, in den beiden Säuren unlöslichen Rückstand liefern.

Ein Beispiel dafür bietet der schon oben (S. 53) besprochene, in seinen tieferen Teilen erst den Beginn der Zersetzung zeigende Trapp von Bad Nauheim. Er bot zwar Gelegenheit, den Kaligehalt des Plagioklasses festzustellen, lehrte aber im Übrigen nichts Neues.

Dagegen war es im höchsten Grade überraschend, daß sich schneeweiße kristallinische Rückstände auch bei der Behandlung solcher zersetzter Basalte ergaben, deren ursprünglicher Plagioklas entweder ganz verschwunden oder bis auf spärliche Reste in Stoffe umgewandelt ist, die wenn nicht schon in Salzsäure bzw. Natronlauge, so doch sicher in Schwefelsäure löslich sind.

Es war möglich, an den durch Schlämmen mit Wasser und Trennen mit schweren Flüssigkeiten sich ergebenden aus oben (S. 54) angeführten Gründen niemals reinen Proben, die Abwesenheit der Zwillingstreifung, die mangelnde gerade Auslöschung und ein Lichtbrechungsvermögen festzustellen, das in einer Hauptschwingungsrichtung schwächer, in der anderen ganz wenig stärker als 1,527 (Benzonitril) ist. Wenn auch dies optische Ergebnis durchaus eindeutig und hinreichend war zur Bestimmung als Anorthoklas (vgl. E. WEINSCHENK, Die gesteinsbildenden Mineralien, 3. Aufl. (1915), S. 234, 235), so war doch auch die chemische Nachprüfung und die dadurch mögliche Bestimmung des Verhältnisses der Alkalien sehr erwünscht. Sie ergab sich ohne weiteres, weil die ganze Arbeit von Anfang an auf die Herstellung von Säureauszügen ausging. Doch bedurften die Rückstände sorgfältiger Prüfung unter dem Mikroskop, sonst wären Fehlschlüsse unvermeidlich ge-

<sup>1)</sup> Ich habe früher das Verfahren nach VAN BEMMELEN angewandt, der den Rückstand der HCl-NaOH-Behandlung mit H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> behandelt, während ich jetzt in der von MEIGEN und HARRASSOWITZ bevorzugten Weise vorgehe, indem ich den H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>-Auszug vom Ausgangsstoff herstellen lasse. Ich möchte nicht verfehlen, dem Herrn Kollegen HARRASSOWITZ für die bereitwillige Überlassung der Analysenvorschrift auch an dieser Stelle bestens zu danken. Nach ihr hat Herr Dipl.-Ing. SCHÄFFER von der Chemischen Prüfungsstation für die Gewerbe in Darmstadt sehr gewissenhaft und verständnisvoll gearbeitet.



wesen. Auf die auftauchenden Schwierigkeiten und die Art, wie ihre Überwindung versucht wurde, kann ich im Rahmen dieser vorläufigen Mitteilung nicht eingehen. Ich werde jetzt nur die Ergebnisse mitteilen, die so waren, daß sich das molekulare Verhältnis der Tonerde zur Summe der Alkalien stets als 1:1 ergab. Zur Kieselsäurezahl aber wurde es zwar einige Male annähernd richtig, d. h. zu 5,5 statt 6, mehrmals aber viel zu groß gefunden, weil es offenbar nicht immer gelang, die aus dem in Schwefelsäure löslichen Anteil stammende Kieselsäure durch Kochen mit Natronlauge vollständig zu entfernen.

Für den Zersatz vom Hessenbrücker Hammer (Bohrloch 5) ergibt die Analyse für den Anorthoklas das Verhältnis  $\text{Na}_2\text{O}:\text{K}_2\text{O}=1,2:1$ . Das Gestein ist, wie schon erwähnt, ein Leuzitbasanit, wenn auch keiner der basischsten. Denn er enthält in frischem Zustand 44,20 v. H.  $\text{SiO}_2$ .

Die eisenreichen Olivine dieses Basalts, die auch im Zersatz noch erscheinen, sind bereits S. 52 erwähnt worden. Sie stehen im Gegensatz zu denen des Basalts aus Bohrloch 2, die beginnende Serpentinbildung erkennen lassen. Auch im Bohrloch 5 tritt der Plagioklas wie in dem ebenfalls schon S. 50 genannten, aber trotz einer Entfernung von nur 700 m in ganz anderer Weise zersetzten aus Bohrloch 2 als letzte kristallisierte Ausscheidung in poikilitischer Verwachsung mit Augit und Magnet Eisen der Grundmasse auf. Der wichtigste uns hier am meisten angehende Unterschied ist aber der, daß der Basalt aus Bohrloch 2 neben dem Plagioklas als farblosen Anteil der Grundmasse nur Glas, der in Rede stehende außerdem aber auch Leuzit enthält, der durch seine Einschlußkränzchen sofort auffällt.

Von den übrigen Gemengteilen sind im Zersatz weder die Einsprenglings- noch die Grundmassenaugite erhalten, aber auch nicht der Plagioklas. Dagegen ist im Dünnschliff der Leuzit noch kenntlich. Ferner sind im geschlammten Zersatz noch Biotit, Apatit und Magnet Eisen in sehr kleinen Kriställchen nachweisbar. Dazu kommt als zweifellose Neubildung der Anorthoklas in winzigen Blättchen.

In den Dünnschliffen ist er gar nicht so selten. Er fällt dadurch, daß er das einzige noch durchsichtige anisotrope Mineral ist, besonders auf. Da man in diesen Schliffen die Stellen, an denen die Feldspäte und die Augite gesessen haben, nicht wieder erkennen kann, läßt sich auch nicht mit Bestimmtheit sagen, wo sich der neugebildete Anorthoklas angesiedelt hat. Pseudomorphosen noch Plagioklas bildet er sicherlich nicht. Das geht ohne weiteres aus der sehr verschiedenen Größe, die beide Mineralien hier haben, hervor. Doch treten die winzigen, stets xenomorphen Anorthoklase hier in der Regel in kleinen Gruppen gleichzeitig auslöschender Kriställchen auf, die durch zwischengelagerte trübe Gelmasse voneinander getrennt sind und ebenfalls nicht die Größe der Plagioklase des frischen Gesteins erreichen. Deshalb vermute ich, daß sich der neugebildete Anorthoklas in den durch das Auswittern der Grundmassenaugite entstandenen Hohlräumen der magmatischen Plagioklase ausgeschieden hat, welche letztere zu diesem Zeitpunkt, ebenso wie die des gleich zu beschreibenden Zersatzes vom unteren Maintal schon umgewandelt und erweicht waren und erst später unkenntlich wurden. Denn es ist eine Erfahrung, die man auch an lateritiserten Basalten macht, daß nur die Intersertalstruktur der Plagioklase bei starker Zersetzung noch lange sichtbar zu sein pflegt. Sie verschwindet erst, wenn sich auch die Pseudomorphosen des Plagioklases nicht



mehr halten können. Wo aber stammt der Kaligehalt dieses neugebildeten Alkalifeldspats her?

Man könnte versucht sein, zu antworten: aus dem Leuzit. Dann müßte man aber nachweisen, daß dieser in Analzim umgewandelt ist, was man aber auf optischem Wege nicht feststellen kann.

Nun finden sich aber von den 1,41 v. H.  $K_2O$ , die der Zersatz im ganzen enthält, im Rückstand der Schwefelsäurebehandlung, d. h. also im Anorthoklas, nur 0,68. Der Rest steckt wahrscheinlich in dem bereits mit Salzsäure zerstörbaren Leuzit, der also demnach wohl nicht in Analzim umgewandelt ist. Man ist demnach zu der Annahme gezwungen, daß das Kalium aus dem Plagioklas stammt, was im Hinblick auf den Befund am Trapp von Bad Nauheim und die im Untermaintal gemachten Beobachtungen, die gleich mitgeteilt werden sollen, das Wahrscheinlichste ist.

Im Verbreitungsgebiet des sauren Basalts der bekannten Steinheimer Abart, die früher Anamesit genannt wurde, hat W. SCHAUF zuerst auf gewisse Zersetzungserzeugnisse dieses Gesteins aufmerksam gemacht, deren weite Verbreitung W. WENZ (5, S. 12) nachgewiesen hat. Sie sind braun bis schneeweiß gefärbt und eignen sich vorzüglich zur Verfolgung der zur Abscheidung von Anorthoklas führenden Vorgängen, über die vorerst nur Weniges in Kürze mitgeteilt werden kann.

Der meist in geringer Menge vorhandene, mehr oder weniger in Serpentin umgewandelte Olivin verschwindet, wie gewöhnlich, schon sehr bald, was hier aber auch der hie und da vorkommende mit eisenreicher Rinde tut. Ebenso verhält sich der Augit. Doch erstrecken sich die Einflüsse, die diese Mineralien zerstören, wie wir schon am Trapp von Bad Nauheim gesehen haben, zunächst nicht auf den Plagioklas, auch nicht auf den Apatit und selbstverständlich nicht auf das Titaneisen, das sie alle überlebt, wie unter Umständen auch das Magnet-eisen. In dem braunen und weißen Zersatz ist der Plagioklas wenigstens der Form nach noch vorzüglich erhalten, so daß er im Verein mit den oft untereinander parallelen Titaneisenblättchen dazu beiträgt, daß das Wesentliche der für diese Basaltart so bezeichnenden Intersertalstruktur erhalten bleibt, wenn auch aus Plagioklas ein weißer, sehr weicher kaolinartiger Stoff geworden ist, der noch nicht genauer untersucht ist. Nur in Verbindung mit dem in dieser Weise umgewandelten Plagioklas tritt der neugebildete Anorthoklas auf. Aber nie hat er den Platz des Plagioklases eingenommen. Wenn man einmal in einem der durch Umwandlung weich gewordenen Plagioklase etwas glasigen Feldspat findet, ist es sicher ein unzersetzter Rest magmatischen Plagioklases. Manchmal sind die glasklaren winzigen Anorthoklasblättchen allerdings auf verwittertem Plagioklas aufgewachsen, meist aber füllen sie die Räume zwischen den Titaneisenblättchen als xenomorphe kristallinische Massen aus, die beim Behandeln mit Schwefelsäure natürlich auseinanderfallen. Das ist auch der Grund, weshalb man niemals Blättchen mit sicher deutbarer kristallographischer Begrenzung findet.

Der saure Basalt des unteren Maintales hat einen hohen  $SiO_2$ -Gehalt. Er beträgt im frischen Gestein nach einer schon veröffentlichten Analyse 51,71 v. H. (11, S. 115). Ihm entspricht ein Kaligehalt von nur 1,10 v. H., der, weil Leuzit nicht vorhanden ist, jedenfalls in der Hauptsache aus dem Plagioklas stammt. Geringe Mengen könnten aber auch in dem Glase stecken, dessen Zusammensetzung unbekannt ist. Es ist also ohne weiteres klar, daß der Kali-

gehalt des neugebildeten Alkalifeldspats auch in diesem Falle aus dem magmatischen Plagioklas des Gesteins stammt.

Ausführlicheres über diesen Gegenstand hoffe ich in Bälde bringen zu können.

### Bücher und Karten.

1. DIEHL, O. Beiträge zur Kenntnis der Basalte des Vogelsberges. Dieses Notizblatt für das 1924, V. Folge, Heft 7, S. 90—123.
2. DIEHL, O. Blatt Alsfeld der geologischen Spezialkarte von Hessen 1:25 000 nebst Erläuterungen. Darmstadt 1926.
3. HARRASSOWITZ, H. Laterit. Material und Versuch erdgeschichtlicher Auswertung. Fortschritte der Geologie und Palaeontologie. Band IV, Heft 14. Berlin 1926.
4. RAMDOHR, P. Ein neues Vorkommen von Pseudobrookit. Dieses Notizblatt für das Jahr 1919/22, V. Folge, Heft 5, S. 191—193.
5. SCHAUF, W. und WENZ, W. 2. Die Steinheimer Basaltdecke. Geologische Exkursionen in der Umgegend von Frankfurt a. M. Selbstverlag der Senckenbergischen Naturforschenden Gesellschaft Frankfurt 1920.
6. SCHOTTLER, W. Blatt Laubach der geologischen Spezialkarte von Hessen 1:25 000 nebst Erläuterungen. Darmstadt 1918.
7. SCHOTTLER, W. Blatt Hungen der geologischen Spezialkarte von Hessen 1:25 000 nebst Erläuterungen. Darmstadt 1921.
8. SCHOTTLER, W. Blätter Nidda—Schotten der geologischen Spezialkarte von Hessen 1:25 000 nebst Erläuterungen. Darmstadt 1924.
9. SCHOTTLER, W. Die Geologie von Salzhausen nebst einem Überblick über den Bau der Wetterau und des Vogelsberges. Dieses Notizblatt für das Jahr 1924, V. Folge, Heft 7, S. 23—55.
10. SCHOTTLER, W. Der Bauplan des östlichen Vogelsberges im Vergleich mit dem des westlichen. Dieses Notizblatt für das Jahr 1926, V. Folge, Heft 9, S. 9—29.
11. SCHOTTLER, W. und HAUPT, O. Der Untergrund der Mainebene zwischen Aschaffenburg und Offenbach. Dieses Notizblatt für das Jahr 1923, V. Folge, Heft 5.
12. WENZ, W. Neue Beobachtungen an der Steinheimer Trappdecke. Senckenbergiana, Band 2, S. 192—198. Frankfurt a. M. 1920.



# Eine altpaläolithische Jagdstelle bei Wallertheim in Rheinhessen

Von O. SCHMIDTGEN und W. WAGNER.

Mit Tafel 3—15.<sup>1)</sup>

Immer mehr ringt sich in wissenschaftlichen Kreisen die Ansicht durch, daß die diluviale Prähistorie, die Erforschung des Paläolithikums, insbesondere des Altpaläolithikums nur dann ein ersprießliches Ergebnis für die Kulturgeschichte des Menschen zeitigen kann, wenn sie sich auf geologischer und paläontologischer Unterlage aufbaut.

In Frankreich, dem Lande der reichsten Fundplätze paläolithischer Kulturen, entstand in vieljähriger Arbeit eine nach Werkzeugstypen geordnete Gliederung des Paläolithikums, die zugleich Anspruch darauf erhebt, eine Altersgliederung desselben darzustellen.

Diese Gliederung in die Stufen Prächelléen, Chelléen, Acheuléen, Moustérien, Aurignacien, Solutréen, Magdalénien und Azylien erlaubt aber nur in Frankreich einen sicheren Schluß über das relative Alter eines Fundes zu ziehen, der nach seiner Beschaffenheit in einen der Typenkreise eingereiht wird, so daß eine rein typologische Gliederung entstand. Die für den Menschen günstigen Lebensumstände, in dem stets eisfreien Frankreich während der Eiszeit, wurden die Veranlassung für die reiche Hinterlassenschaft seiner primitiven Kulturgüter, die eine Gliederung in einzelne Formenkreise erlaubte. Diese gleichen, für die Kulturentwicklung des Menschen günstigen Umstände, erwiesen sich als ungeeignet, in Frankreich eine gesicherte diluviale geologische Gliederung zu schaffen.

Es prägen sich hier die mannigfaltigen Klimaschwankungen der Diluvialzeit meist nur undeutlich in der Beschaffenheit der diluvialen Gesteinsablagerungen aus.

Umgekehrt sind die Verhältnisse in Deutschland, wo die Unterschiede zwischen Eisphasen und Zwischeneisphasen in der Diluvialzeit, im nicht vereisten Gebiet, sich schroffer auswirkten und wo die Ablagerungen des zeitweise unter Eis liegenden Gebietes, zu denen des nicht vereisten Landes zwischen der alpinen Vergletscherung und dem nordischen Inlandeise in Beziehung gebracht werden können. Hier kann eine eingehende geologische Gliederung selbst auf größere Gebiete hin geschaffen werden, sie ist aber noch nicht geschaffen worden.

<sup>1)</sup> Die Herstellung der Tafeln ermöglichte das Naturhistorische Museum der Stadt Mainz.

Andererseits sind diese ungünstigen Lebensbedingungen für den Menschen in Deutschland der Grund für eine geringere Bevölkerung des Landes. Das Leben als herumstreifende Jägerhorden ist das übliche, länger dauernde Besiedelungen sind seltener und die Kultur demnach eine besonders niedere. Schon aus dieser Erwägung heraus, ist der Schluß zu ziehen, daß die französische Typologie nicht ohne weiteres auf die deutsche übertragen werden darf. Es ist zweckmäßiger, wie dies WIEGERS<sup>2)</sup> getan hat, für das deutsche Paläolithikum deutsche Bezeichnungen zu wählen.<sup>3)</sup> Tatsächlich hat sich auch gezeigt, daß Werkzeuge des gleichen Formenkreises in Deutschland einer anderen Zeit angehören als in Frankreich. Außerdem ist die Zahl der an deutschen Fundstätten aufgesammelten Werkzeuge des Altpaläolithikums im allgemeinen meist eine geringere, so daß das Fundinventar oft nur schwer mit einem der französischen Formenkreise in Einklang gebracht werden kann.

Es ist deshalb zweifellos richtiger, von einer Altersbestimmung auf Grund eines Werkzeuges abzusehen, dieses also nicht zu einer stratigraphischen Auswertung zu benützen, vielmehr festzustellen, in dieser oder jener geologisch eindeutig bestimmten Schicht des Diluviums treten Kulturzeugnisse des eiszeitlichen Menschen auf, die dieses oder jenes Aussehen haben und äußerlich mit Erzeugnissen eines bestimmten französischen Formenkreises in Verbindung gebracht werden können. Ja es hat sich bereits gezeigt und es wird sich noch mehr herausstellen, daß im Altpaläolithikum Deutschlands verschiedene Kulturkreise zeitlich nebeneinander leben.

Bei der Erforschung der diluvialen menschlichen Kultur wird das einzig sichere zunächst die geologische Bestimmung der jeweiligen Fundschicht sein.

Es fragt sich aber, ist bei jedem Fund die Einreihung der Schicht, aus welcher derselbe stammt, in ein bestehendes geologisches System möglich?

Da ist zunächst die Vorfrage zu klären, „Besteht heute eine sichere diluviale Gliederung, die so ins Einzelne geht, daß sie für die Einstufung der paläolithischen Kulturen benutzt werden kann und die für ganz Europa Gültigkeit hat?“ Leider muß diese Frage verneint werden.

Eine Gliederung kann nur in Anlehnung an die eiszeitlichen Bildungen Nordeuropas und der Alpen — an die Moränen — vorgenommen werden. Diese müssen ihrerseits in Verbindung gebracht werden mit den diluvialen Bildungen im zwischenliegenden eisfreien Gebiet, insbesondere mit den Flußterrassen und den Lössen, wobei sich die Übergangsbereiche vom vereisten Gebiet zu dem eisfreien, wie SOERGEL<sup>4)</sup> nachgewiesen hat, allein zu einer Vollgliederung, die sich auf einen reichen Gesteinswechsel gründen kann, eignen.

Wenn aber heute noch Meinungsverschiedenheiten darüber bestehen, ob die Flußterrassen glazialer oder interglazialer Entstehung sind, oder gar, ob die

<sup>2)</sup> F. WIEGERS, Diluvialprähistorie als geologische Wissenschaft. Abh. d. Preuß. Geol. Landesanst. N. F. H. 84. Berlin 1920.

<sup>3)</sup> Die deutschen Bezeichnungen für paläolithische Kulturen sind die folgenden: Vor-Faustkeilstufe (Praechelléen), Untere Faustkeilstufe (Chelléen), Hundisburger Stufe und Markkleeberger Stufe (Acheuléen), Weimarer Stufe und Sirgensteiner Stufe (Moustérien), Willendorfer Stufe (Aurignacien), Predmoster Stufe (Solutréen), Thainger Stufe (Magdalénien), Ofneter Stufe (Azylien).

<sup>4)</sup> W. SOERGEL, Die Gliederung und absolute Zeitrechnung des Eiszeitalters. Fortschr. d. Geologie u. Paläontologie. H. 13. 1925.



Löbe einer kalten oder warmen Phase angehören, so muß eine Unsicherheit bei dem Prähistoriker gegenüber der geologischen Methode aufkommen.

Wir wissen heute auf Grund astronomischer wie geologischer Spezialforschung, daß das Diluvium einen häufigen Wechsel von kalten und warmen Phasen aufweist, deren zeitliches und klimatisches Ausmaß sehr verschieden groß ist, und denen von dem einen oder dem anderen Forscher mehr oder weniger Bedeutung beigemessen wird.

Bis jetzt gilt als Großgliederung für das Alpengebiet noch die PENK'sche Einteilung in 4 Eiszeiten (Günz-, Mindel-, Riß- und Würm-Eiszeit) und 3 Zwischeneiszeiten.<sup>5)</sup> In Norddeutschland glaubt man nur 3 größere Eisphasen (Elster-, Saale-, Weichsel-Eiszeit) mit 2 Zwischeneiszeiten erkennen zu können, die den 3 letzten des Alpengebietes gleichgesetzt werden, wenschon sich auch hier in letzter Zeit die Stimmen mehren, die für eine noch ältere Eiszeit eintreten.<sup>6) 7)</sup> In Klimaänderungen, die innerhalb dieser Zeiten nachgewiesen werden konnten, glaubt man nur untergeordnete Wärmeschwankungen erkennen zu dürfen.

Ob diese Ansicht berechtigt ist, ist zu bezweifeln. Man sieht deutlich, daß die letzte Eiszeit (Würm-Eiszeit) in mehrere Phasen trennbar ist, deren Anwesenheit sich in Gesteinsablagerungen und klimatischen Umbildungen derselben nachweisen läßt. Die Spuren der Würm-Eiszeit konnten während des verhältnismäßig kurzen Zeitraumes der Postglazialzeit noch nicht in dem Maße von den herrschenden geologischen Kräften beseitigt werden, wie dies bei den Ablagerungen der vorhergehenden Eiszeiten der Fall war. Diese wurden durch die glazialen Wirkungen der nachfolgenden Eiszeiten und durch ihre Nebenwirkungen im nicht vereisten Gebiet mehr oder weniger stark überwältigt.

Es ist deshalb zweckmäßiger und logischer, bei der Großgliederung nicht mehr von 4 Eiszeiten, sondern von 4 Eiszeitgruppen zu reden. Je weiter wir also in die Diluvialzeit zurückgehen, um so unsicherer wird die stratigraphische Stellung einer diluvialen Bildung.

Wie kann eine gesicherte geologische Gliederung des Diluviums geschaffen werden?

Zunächst dürfen nur regionale und nicht örtliche Gesichtspunkte zur Gliederung Verwendung finden. Auch darf dieselbe nicht einseitig nach faunistischen Gesichtspunkten geschaffen werden, wie dies BOULE in Frankreich getan hat. Frankreich war in den Eiszeiten das Asyl für die bei dem Vordringen des Eises zurückweichenden Tiere. Es lassen sich deshalb die Faunen in einer und derselben Zeitspanne in Deutschland und Frankreich nicht vergleichen, was die Unsicherheit in der Parallelisierung deutscher und französischer Funde noch erhöht.

Sind wir uns einmal darin einig, welche Bedeutung die jeweilige Fauna und Flora innerhalb einer diluvialen Schicht für die klimatische Beurteilung derselben hat und insbesondere unter welchen klimatischen Bedingungen die einzelnen Bildungen des Diluviums entstanden sind, so sind damit die Unterlagen für eine gesicherte diluviale Gliederung gegeben.

<sup>5)</sup> PENK und BRÜCKNER, Die Alpen im Eiszeitalter. Leipzig 1901—1909.

<sup>6)</sup> P. RANGE, War Deutschland drei- oder viermal vom Inlandeis bedeckt? Zeitschr. d. D. Geol. Ges. 78. Bd. 1926. Monb. S. 151.

<sup>7)</sup> L. VAN WERVEKE, Norddeutschland war wenigstens viermal vom Inlandeis bedeckt. Zeitschr. d. D. Geol. Ges. 79. Bd. 1927. Monb. S. 135.



Es ist dann Sache der genauen stratigraphischen Forschung, die nur durch eine geologische Spezialaufnahme über ganze Länder erzielt werden kann, alle diese Bildungen glazialer und interglazialer Natur untereinander in Zusammenhang zu bringen und ihrem Alter nach zu ordnen.

So werden allmählich die Differenzen beseitigt werden, die oft noch über die Altersstellung einer Schicht, z. B. einer Terrasse oder eines Lößes herrschen, besonders wird eine kritiklose Parallelisierung derartiger Bildungen, auf Grund einiger weit auseinander gelegener Aufschlüsse, wie dies noch des öfteren der Fall ist, unterbleiben. Es wird auch zu einer einheitlichen Bezeichnung der einzelnen diluvialen Bildungen kommen, die heute noch nicht vorhanden ist und auf deren Fehlen viele Mißverständnisse zurückzuführen sind.

Wir kehren jetzt zu der ersten Frage zurück: Ist bei jedem Fund die Einreihung der Schicht, aus welcher derselbe stammt, wenigstens in ein örtlich bestehendes geologisches System möglich?

Von vielen paläolithischen Erzeugnissen, die in älterer Zeit gefunden wurden, fehlt eine genaue Angabe über die Lage des Gegenstandes im geologischen Profil. Heute, wo man den Wert einer weitgehenden Gliederung der diluvialen Schichten erkannt und zum Teil auch durchgeführt hat, kann man dieses Versäumnis leider oft nicht mehr nachholen, so daß nur eine indirekte, vielfach recht unsichere Einstellung solcher älterer, oft sehr wertvoller Funde, in die diluviale Chronologie möglich ist.

Eine weitere Schwierigkeit für die Einordnung eines Fundes in das gesicherte geologische System bietet die Art der Fundstätte. Diese läßt oft eine Einreihung gar nicht oder nur unvollkommen zu. Dies gilt insbesondere für die Grotten-Felsüberhänge (abris) und die Höhlen. In dieser Art treten die überwiegende Zahl der französischen Funde auf.

Von ausschlaggebender Bedeutung sind die Freilandstationen des Menschen, bei denen die Einbettung ihrer Kulturerzeugnisse in bestimmten geologischen Schichten erfolgte. Diese genau zu erforschen, um ihre genaueste Stellung innerhalb der Diluvialgeologie zu ermöglichen, ist die Forderung der heutigen prähistorischen und paläoanthropologischen Forschung.

Schon einmal, in den Jahren 1922/23 bot Rheinhessen Gelegenheit, eine paläolithische Freisiedlung nach geologischen Gesichtspunkten zu erforschen und stratigraphisch sicher zu stellen. Es ist der von E. NEEB und O. SCHMIDTGEN<sup>8)</sup> gemachte Fund auf dem Linsenberg von Mainz.

Jungpaläolithische Erzeugnisse des Menschen — Werkzeuge und Kunstgegenstände — aus dem sog. Aurignacien wurden zusammen mit eiszeitlichen Tierresten bei einer Brandstätte auf der verlehnten Oberfläche des sog. Jüngeren Löß I gefunden. Wie aus dem unverwitterten Zustand der Tierknochen hervorgeht, stammen diese und die sie begleitenden menschlichen Erzeugnisse nicht aus der Verlehmungszone des Jüngeren Löß I, sondern bereits aus dem Jüngeren Löß II. Der Mensch, der hier lebte, gehörte dem Beginn des zweiten Kältevorstoßes der letzten Eiszeitgruppe an.

<sup>8)</sup> E. NEEB, O. SCHMIDTGEN, Eine altsteinzeitliche Freilandraststelle auf dem Linsenberg bei Mainz. Mainzer Zeitschrift XVII/XIV, Mainz 1922/24.



Gab der Fund vom Linsenberg bei Mainz uns einigen Aufschluß über das Leben einer jungpaläolithischen Menschenform (Aurignac) so gibt uns ein neuer Fund, der im Lauf der Jahre 1925—1928 in der Ziegelei SCHICK am Bahnhof Wallertheim im Wiesbachtal gemacht wurde, einen Einblick in das Leben und die Umwelt der altpaläolithischen Menschenform, des viel älteren *Homo primigenius*, im nicht vereisten Gebiet während der Zeit der größten Vergletscherung Europas in der letzten Eiszeitgruppe.

Schon im Jahre 1925 sprach anlässlich einer geologischen Besichtigung der Ziegeleigrube O. SCHMIDTGEN die Vermutung aus, daß hier der Ort sei, an dem man hoffen könne, Reste des eiszeitlichen Menschen zu finden. Eine ständige geologische Überwachung der Grube war die Folge. Sie führte zur Aufstellung eines für die Diluvialgeologie wertvollen Profils, zur Ermittlung einer großen Zahl diluvialer Tiere und endlich führte sie zur Entdeckung einer Reihe altpaläolithischer Werkzeuge in einer geologisch eindeutigen Schicht.

Nur wenige verhältnismäßig wasserarme Bäche entwässern das Rheinhessische Plateau, das als eines der niederschlagsärmsten Gebiete Deutschlands zu bezeichnen ist.

Zu diesen Bächen gehört der Wiesbach, der in nordwestlicher Richtung den Südwesten des Rheinhessischen Plateaus durchfließt und nördlich von Bad Kreuznach bei Gensingen in die Nahe mündet (Taf. 5, Fig. 3). Von der Quelle, wenig nördlich vom Donnersberg, bis Uffhofen durchfließt der Wiesbach fast ausnahmslos Gesteine des Rotliegenden und unter diesen auch verschiedenartige Melaphyre von teils dichter, teils blasiger Ausbildung. Die Hohlräume der letzteren sind teils von Bergkristall und Amethystdrusen, teils von Achat, Karneol und Chalcedon ausgefüllt, die drei letztgenannten Mineralien finden sich auch als Kluftausfüllungen der zum Teil recht dichten Melaphyre. Kein Wunder, daß diese harten Mineralien bei dem Zerfall des Gesteins sich im Bachschotter bemerkbar machen. Aber auch aus unterrotliegenden Konglomeraten sind die härteren Gemengteile, weißer Quarz, rötliche und grauviolette Quarzite und schwarze Kieselschiefer in den Wiesbachschottern enthalten, während die mürben Arkosen und Sandsteine und die dunklen Tonschiefer sich außer in Form von Quarzsand nur in verhältnismäßig kleinen Geröllen zu erkennen geben. Endlich treten noch felsitische Quarzporphyrgerölle auf, die aus dem Gebiete des Steiger Berges bei Uffhofen stammen dürften. Wir legen einen so großen Wert auf die Bestimmung dieser harten Geschiebe des Wiesbaches, da diese sich alle in den Terrassenschottern bei unserer paläolithischen Fundstätte von Wallertheim finden und das Material zur Herstellung der Werkzeuge lieferten. Von Uffhofen-Flonheim an tritt der Wiesbach in das Tertiärgebiet ein und nimmt in folgedessen aus diesen weichen Gesteinen viel Material auf, das allerdings zur Schotterbildung nicht geeignet ist; aber die zahlreichen in den Schichten des Meeressandes, der Schleichsande und Cyrenenmergel enthaltenen Muschel- und Schneckenreste sind widerstandsfähig genug, um in der Gegend von Wallertheim in gut erhaltenem Zustand den charakteristischen Bestandteil der Wiesbachschotter abzugeben. Dazu treten mehr vereinzelt noch wenig abgerollte Süßwasserkalke des Cyrenenmergels und Kalke der Corbicularschichten. Hin und wieder finden sich auch Bohnerze.

Der Wiesbach ist, wie auch die anderen rheinhessischen Bäche, ein alter Fluß, dessen Lauf sich im Tertiärgebiet schon im Altdiluvium nachweisen läßt. Wir haben auf den Höhen des — aus oberoligozänen brakischen



Cyrenenmergeln und Süßwasserschichten aufgebauten — Kuhhimmels und Steitberges (siehe Taf. 5, Fig. 3) etwa 3 km westlich des heutigen Bachlaufes, 80 m über seinem heutigen Wasserspiegel, 10 m mächtige Ablagerungen des Baches, die der Hauptterrassengruppe zuzurechnen sind. Bei Sprendlingen sind in einer Ziegelei an der Straße nach St. Johann die älteren Mittelterrassenschotter (Hochterrassenschotter) rund 30—35 m über dem heutigen Bachbett aufgeschlossen und am Bahnhof Sprendlingen sind in der Ziegelei SCHNELL ebenso wie am Bahnhof Wallertheim in der später eingehend zu besprechenden Ziegelei SCHICK durch den Grubenbetrieb die untere Mittelterrasse und die Niederterrasse des Wiesbaches freigelegt worden. Also vier verschiedenalterige Terrassen des Wiesbaches aus dem Alt- und Jungdiluvium sind in der Gegend von Wallertheim nachweisbar. Alle diese Terrassen lassen sich in zahlreichen Resten bis zur Einmündung in die Nahe verfolgen, wo sie sich in das gleiche Terrassensystem der Nahe eingliedern lassen. Während der Bach im Altdiluvium seinen Lauf von Uffhofen unmittelbar nach Nordwesten über den Kisselberg, Kuhhimmel und Streitberg nach Sprendlingen hin genommen hat, fließt er heute bedeutend weiter östlich in einem Bogen über Armsheim, Schimsheim, Wallertheim und Gau-Bickelheim. Das ganze Gelände innerhalb dieses Flußbogens ist bis auf geringe Teile von einer mächtigen Lößdecke überzogen, die auch noch die Schotter der Niederterrasse verhüllt.

Die Dampfziegelei W. und E. SCHICK baut auf der linken Seite des Wiesbaches und unmittelbar westlich des Bahnhofes Wallertheim seit vielen Jahren den Löß ab.

Bei dem in westlicher Richtung fortschreitenden Abbau, der sich zunächst in einem typischen unverlehmtten Löß über der Niederterrasse des Wiesbaches bewegte, stieß man (siehe Taf. 4) ziemlich unvermittelt auf eine ungefähr Süd-Nord die Grube durchziehende Wand, die einen wesentlich anderen Aufbau zeigte. Zu unterst lag eine schwarze humose Lehmschicht, überdeckt von einer starken Lage entkalkten braunen Lößlehms, der von dem bisher im vorderen Grubenteil abgebauten typischen Löß überlagert war. Die Kiesunterlage hörte auf, man war offenbar bis zum Uferrand des Wiesbaches vorgedrungen, den dieser in der Niederterrassenzeit hier angelegt hatte. Immer weiter schritt der Abbau der Grube fort und er enthüllte endlich das heutige Bild.

Betrachten wir zunächst einmal die Wand, welche die Grube nach West-südwesten hin abschließt und an dieser das Profil, das sich vor dem Ende der Rollbahn ergibt (siehe Tafel 5 Fig. 1).

Die Grubensohle und die Schichten, die sich etwa 4 m darüber aufbauen, bestehen aus gelblichgrauen und gelblichbraun gestreiften sandigen Mergeln, die hin und wieder einen nicht unerheblichen Glimmergehalt aufweisen. Auf Grund ihrer petrographischen Beschaffenheit sind sie als sandige Mergel der sog. „Schleichsande“ anzusprechen, welche den Abschluß des marinen Mitteloligozäns im Mainzer Becken bilden. Die wenigen Reste von *Cytherea (Meretrix) incrassata* bestätigen diese Einstufung, die überdies der geologische Aufbau der Umgebung fordert. Auf der Mergeloberfläche liegen 0,80 bis 1,20 m mächtige Bachschotter, welche einer Terrasse des Wiesbaches angehören, deren petrographische Zusammensetzung oben geschildert wurde und deren Unterkante rund 8 m über dem heutigen Bachbett liegt. Über diesen Kiesen folgt ein schwach sandiger, geschichteter strohgelber Löß von 1,30 m Stärke, der etwa 3 m weiter südlich auskeilt. Statt seiner stellt sich ein dunkel-



brauner entkalkter und etwas humoser Lößlehm ein, der nach Süden hin zu größerer Mächtigkeit anschwillt. In unserem Profilschnitt trennt sein nach Norden auskeilendes Ende den erwähnten äquaten geschichteten Löß von einem ungeschichteten typischen Windlöß, der hier eine Mächtigkeit von 3,80 m aufweist und in seinem obersten Teil die verlehnte Ackerkrume bildet. Etwa 2 m unter Gelände macht sich in ihm ein kleiner brauner Streifen von 2 cm Stärke bemerkbar (siehe Taf. 6, Fig. 2).

#### Wie ist dieses Profil geologisch zu deuten?

Kommt man von Osten, der Bahn her, in die Ziegelei, so sieht man, daß die Grube in zwei durch einen Weg getrennte Teile zerfällt, der vordere Teil ist abgebaut und in dem abgebauten Grubenfeld liegen der Ziegelofen, die Trockenräume und das Büro. Unter dem Weg führt ein Durchgang in den hinteren Grubenbau. Folgt man dem Geleise der Rollbahn (siehe geologischer Grubenplan Taf. 3), so sieht man sehr bald, daß diese auf Bachschottern aufliegt, die hier die Grubensohle bilden. Es sind Wiesbachschotter, deren Oberkante in rund 124 m NN liegt, und deren Mächtigkeit, wie Schurfgruben gezeigt haben, in dem hinteren Grubenbau 1,05 bis 1,50 m beträgt. Sie ruhen auf den oben erwähnten mitteloligozänen Mergeln der Schleichsande auf. Ihre Unterkante befindet sich etwa 3,5 m bis 4 m über dem Spiegel des heutigen Wiesbaches. Wir sehen in ihnen die Schotter der Niederterrasse des Wiesbaches. Jünger als diese können sie nicht sein, da sie noch von, bis 7 m mächtigen, zumeist ungeschichteten Lößmassen überdeckt werden. Älter als die Niederterrasse können sie ebenfalls nicht sein, da sie die erste Talstufe des Wiesbaches bilden und nur 3,5 bis 4 m mit ihrer Unterkante über demselben zu liegen kommen. Sind diese die Schotter der Niederterrasse des Wiesbaches, so müssen die Wiesbachschotter, die in dem eben besprochenen Profil an der Westsüdwestwand über dem Schleichsandmergel liegen und deren Unterkante rund 8 m über dem heutigen Wiesbach auftritt, der nächst älteren Terrassenstufe desselben angehören, d. h. der „unteren Mittelterrasse“, die wir mit MORDZIOL<sup>9)</sup> künftig als Talwegterrasse bezeichnen. Sie entspricht der Mittelterrasse STEINMANN<sup>10)</sup> oder der älteren Stufe der Niederterrasse VAN WERVEKES<sup>11)</sup> im Elsaß. Man wird vielleicht einwenden, daß diese als selbständige Terrasse (Talwegterrasse) bezeichneten Schotter noch zur Niederterrasse gehören könnten, daß die nach der Bildung der Niederterrasse erfolgte Seitenerosion des Baches diesen höheren Teil der Terrasse noch habe stehen lassen. Diese Ansicht kann aber widerlegt werden durch die Tatsache, daß auf dieser höheren Terrasse 2 Löße mit trennender Verlehmungszone liegen, während die einwandfreien Niederterrassenschotter nur den jüngeren dieser beiden Löße tragen. Es handelt sich also bei der als „Talwegterrasse“ des Wiesbaches bezeichneten Schotterstufe tatsächlich um eine selbständige, im Alter wesentlich von der Niederterrasse verschiedene Terrasse.

<sup>9)</sup> C. MORDZIOL, Flußterrassen und Löß am Mittelrhein. Festschr. z. 75jährigen Bestehen d. Naturw. Ver. in Koblenz 1926, S. 23 f.

<sup>10)</sup> G. STEINMANN, Über die Gliederung des Pleistozäns im badischen Oberland. Mitt. Bad. Geol. Landesanst. B. 1893. S. 760 f.

<sup>11)</sup> L. VAN WERVEKE, Nochmals die Mittelterrasse STEINMANN'S. Gliederung des Lößes. Mitt. d. Geol. Landesanst. v. Els.-Lothr. Bd. VIII. H. 1. 1913. S. 137 f.



Hiermit gewinnen wir einen festen Ausgangspunkt für den gesicherten geologischen Unterbau unserer Betrachtungen, denn die einzelnen Löße können in ihrer Altersstellung nur im Verband mit den Flußterrassen richtig gewertet werden.

Die größte Vergletscherung der Alpen, die der erste Vorstoß in der Würm-Eiszeitgruppe mit sich brachte, hinterließ den Jungmoränenkranz, der mit der Talwegterrasse — GUTZWILLERS<sup>12)</sup> Mittelterrasse bei Basel und J. HUGS<sup>13)</sup> älterem fluvioglazialen Niederterrassenschotter oberhalb von Basel — in Zusammenhang gebracht werden kann.<sup>14)</sup> Der zweite Vorstoß des Eises der gleichen Würm-Eiszeitgruppe schuf die unverwitterten Moränen (Jugendmoränen), die in die Niederterrassenschotter hinüberleiten.

Alle Löße, die in den Eisphasen der Würm-Eiszeitgruppe zur Bildung kamen und sich den jeweiligen Terrassenschottern genetisch anschließen, sind logischerweise als „Jüngere Löße“ zu bezeichnen. Also jede Lößbildung über der Talwegterrasse ist jüngerer Löß.

Wir bezeichnen mit SOERGEL<sup>15)</sup> den Löß des ersten Eisvorstoßes als „Jüngeren Löß I“, den des zweiten Vorstoßes als „Jüngeren Löß II“. Damit setzen wir uns allerdings, wie dies schon MORDZIOL betont hat, in Gegensatz zur historischen Entwicklung der Begriffe jüngerer und älterer Löß. Unseren Jüngeren Löß I benennt MORDZIOL am Mittelrhein älteren Löß, sowie auch STEINMANN<sup>16)</sup> und RAUFF am Niederrhein. Die Trennung in jüngeren und älteren Löß vollzog E. SCHUMACHER<sup>17)</sup> 1883 zum erstenmal in dem klassischen Lößprofil von Achenheim bei Straßburg. Es zeigte sich dort bald, daß der ältere Löß in 3 bis 4 zeitlich wesentlich voneinander getrennte Löße zerfällt, daß der oberste sog. ältere Löß unserem Jüngeren Löß I gleichzusetzen ist, und daß der sog. Jüngere Löß unserem Jüngeren Löß II entspricht und bei Straßburg, wie SCHUMACHERS Aufnahme von Blatt Geispolsheim deutlich zeigt, der Niederterrasse der Breusch aufsitzt. L. VAN WERVEKE<sup>18)</sup> nennt diesen obersten älteren Löß SCHUMACHERS schon seit 1913 „Jüngerer Löß“ und den bisher als Jüngeren Löß bezeichneten Löß „Jüngsten Löß“ und was noch wichtiger auch für unsere Betrachtungen ist, er erkannte schon damals richtig, daß „der obere Teil des älteren Löß“ (also VAN WERVEKES Jüngerer Löß und unser Jüngerer Löß I) jünger als die sog. Mittelterrasse ist. So kommt

<sup>12)</sup> A. GUTZWILLER, Die Gliederung der diluvialen Schotter in der Umgebung von Basel. Verh. d. Naturf.-Ges. Basel 1912. Bd. XXIII.

<sup>13)</sup> J. HUG, Die Zweiteilung der Niederterrasse im Rheintal zwischen Schaffhausen und Basel. Zeitschr. f. Gletscherk. 3. Bd. 1909. S. 214—219.

<sup>14)</sup> E. KRAUS, Der Blutehm auf der süddeutschen Niederterrasse als Rest des postglazialen Klimaoptimums. Geogn. Jahresh. Bd. 34. München 1921. E. KRAUS trennt zwischen Basel und Mülhausen fünf Stufen der Niederterrasse, von denen der älteren Stufe V und der Stufe III größere Bedeutung beigemessen werden. Wir sehen in diesen beiden Stufen die ältere Niederterrasse (untere Mittelterrasse = Talwegterrasse) und die jüngere Niederterrasse (eigentl. Niederterrasse).

<sup>15)</sup> W. SOERGEL, Löße, Eiszeiten und paläolithische Kulturen. Jena 1919. Verl. G. Fischer. S. 110 f.

<sup>16)</sup> G. STEINMANN, Über das Diluvium am Rodderberg. Sitzungsber. d. Niederrhein. Geol. Ges. Bonn 1906.

<sup>17)</sup> E. SCHUMACHER, Erläuterung zur geolog. Karte der Umgegend von Straßburg. 1: 25 000. 1883.

<sup>18)</sup> L. VAN WERVEKE, Nochmals die Mittelterrasse STEINMANNS. Gliederung des Löß. Mitt. der Geol. Landesanst. von Elsaß-Lothringen. Bd. VIII. H. 1. 1913. S. 149.



VAN WERVEKE zu der an sich sehr berechtigten Ansicht, daß diese „sog. Mittelterrasse“ als ältere Niederterrasse bezeichnet werden muß. Diesen Ausdruck würden wir auch verwenden, wenn wir es nicht für zweckmäßiger hielten, um bei dem Ausdruck „Niederterrasse“ Verwechslungen zu vermeiden, die Bezeichnung MORDZIOLS Talwegterrasse zu verwenden. Nachdem wir den innigen Zusammenhang von Talwegterrasse und Niederterrasse und ihre Stellung innerhalb der letzten Eiszeitgruppe (Würm) erkannt haben, dürfen wir mit der historischen Begriffsbildung brechen und sie durch die, durch die geologischen Verhältnisse natürlich gegebene ersetzen.

Diese Betrachtungen über die Beziehungen der Löße zu den Flußterrassen in der letzten Eiszeitgruppe wollen wir nicht schließen, ohne nochmals zu betonen, daß unsere Untersuchungen in Rheinhessen in dieser Hinsicht ein wichtiges Ergebnis gezeitigt haben. In Rheinhessen kommen, wie im Rheintal bei Straßburg (E. SCHUMACHER, L. VAN WERVEKE) und am Mittelrhein im Neuwieder Becken (C. MORDZIOL) noch 2 Lößbildungen über der Talwegterrasse (älteren Niederterrasse oder unteren Mittelterrasse) zur Ablagerung. Die Talwegterrasse fällt nicht zwischen die Bildung dieser beiden Löße, wie dies STEINMANN glaubte, sondern vor die Entstehung derselben. Dieses Ergebnis ist also kein örtlich beschränktes, sondern läßt sich vom Oberrhein bei Straßburg bis zum Neuwieder Becken hin nachweisen.

Betrachten wir nach diesen Erörterungen über die Terrassen und Löße das Profil, das uns die Grubenwand bietet, welche den Abschluß der Grube nach Nordnordwesten hin bildet (siehe Taf. 5, Fig. 2). Im westlichen Teil des Profils (siehe Taf. 7, Fig. 1) sehen wir die mitteloligozänen Schleichsandmergel (Schicht a in Profil Fig. 2) überlagert von den Talwegterrassenschottern (b), über diesen noch Reste des äquaten Jüngeren Löß I (c), dem diskordant ein mächtiger Jüngerer Löß II (1) aufgelagert ist. Gehen wir die Grubenwand entlang nach Osten, so keilt der Jüngere Löß I bald aus und Jüngerer Löß II liegt diskordant auf der Talwegterrasse. Doch gleich darauf bricht dieses Profil völlig ab. Wir stehen an dem alten Gehänge eines Schleichsandmergelberges, das überstreut ist von den auf ihm heruntergeglittenen Geröllen der Talwegterrasse. Eine Mulde hat sich hier offenbar in der alten tertiären Oberfläche herausgebildet, die von diluvialen Bildungen ausgefüllt worden ist. Diese geben uns Aufschluß sowohl über die Zeit der Bildung der Mulde und der sie erfüllenden Schichten, als auch über die Vorgänge, die sich während der Ausfüllung dieser Mulde ereignet haben. Wir erhalten auf diese Weise Einblick in die klimatischen Veränderungen, die sich während ihrer Sedimentation vollzogen haben. Wir lernen die Tierwelt kennen, die sich zu gewissen Zeiten an dieser von Wasser erfüllten Senke aufhielt und von dem Menschen hier gejagt wurde und endlich geben bestimmte Ablagerungen in der Mulde uns einen gewissen Aufschluß über die Kultur dieses Urmenschen.

Über der aus Schleichsandmergel gebildeten flachwelligen Muldensohle liegt zunächst eine Schicht, die sich aus umgelagertem Schleichsandmergel und von den Hängen hinein geschwemmtem Jüngeren Löß I zusammensetzt, der keinerlei Verlehmung aufweist (d Taf. 5, Fig. 2; Taf. 7, Fig. 2). Etwa 20 bis 30 m vom Muldenrand nach Osten hin, scheint die tiefste Stelle gelegen zu haben. Schüsselförmig in die Schicht d eingesenkt, findet sich hier eine aus dem gleichen Material wie diese zusammengesetzte Ablagerung (d<sup>1</sup>), die sich aber durch einen geringen Humusgehalt und zahlreiche Schalenreste von Land-



und Süßwasserschnecken auszeichnet. Es fanden sich folgende Konchylien: *Planorbis planorbis* LIN., *Cochlicopa lubrica* MÜLL., *Helicopsis striata* MÜLL., *Pupilla muscorum* LIN., *Vallonia pulchella* MÜLL.

Wir sind also zu der Annahme berechtigt, daß sich in unserer Mulde zu dieser Zeit zum erstenmal ein stehendes Wasser befand.

Allmählich wird nun durch die Abtragung des Lößes I auf dem Mergelberg die Talwegterrasse mehr und mehr freigelegt. So kommt es, daß sich jetzt dem aus Löß I und Mergel zusammengesetzten Ausfüllungsmaterial Gerölle beimischen. Eine Schicht von 20 bis 35 cm Stärke mit bald stärkerem, bald schwächerem Kiessandgehalt kommt zur Bildung (e). Sie ist unsere Fundschicht.

Wie war das Klima zu dieser Zeit? Der Höhepunkt in der Kältephase war sicher schon überschritten. Die Lößbildung des Jüngeren Löß I war schon beendet. Erodierende Wässer zeigen an, daß die Herrschaft der trockenen Staubwinde vorüber ist. Aber noch war das Klima kalt, denn nirgends sehen wir Anzeichen einer Verlehmung des Jüngeren Lößes I. Er ist in unverändertem, frischem Zustand in unsere Mulde hineingespült worden. Die Ablagerung vollzog sich während des Abklingens des ersten Eisvorstoßes der Würm-Eiszeitgruppe (E IVa SOERGEL). Immer stärker wird jetzt die Beimengung der Schleichsandmergel bei dem Ausfüllungsmaterial der Mulde und wir sehen die Fundschicht von einem Mergellehm überdeckt, dessen Mächtigkeit im tiefsten Muldentheil etwa 80 cm beträgt und der nach dem Rande hin auskeilt. Er wird infolge des stärkeren Mergelgehaltes für Wasser undurchlässig und auf ihm vollzieht sich eine noch stärkere Sumpfbildung in unserer Mulde. Eine insgesamt 40 bis 50 cm starke, von Raseneisenkonkretionen durchsetzte, lehmige Humusschicht zieht sich, durch ihre tiefschwarze Farbe als das auffallendste Band im Profil kenntlich, durch diesen Grubenteil (siehe Taf. 7, Fig. 2). Sie ist kalkfrei bis kalkarm und zerteilt sich in 3 Einzelbänder, von denen das oberste und unterste besonders humusreich sind, während die trennende, etwa 10 cm starke Mittellage einen hohen Gehalt an braunrotem Raseneisen aufweist, was sich auch in der Gesamtfärbung dieses Bandes bemerkbar macht. Schließen wir von den heutigen Verhältnissen auf die früheren, so dürfen wir annehmen, daß die eben genannten Bildungen in einem niederschlagsreichen, kühlen Klima sich vollzogen.

Dem feuchten, aber noch verhältnismäßig kalten Klima folgt dann ein ausgesprochen gemäßigtes mit reichlichen Niederschlägen. Es vollzieht sich die Verlehmung des Jüngeren Löß I. In Taf. 5 Fig. 1 sehen wir deutlich noch auf dem Jüngeren Löß I Reste der ursprünglichen Verlehmungsdecke desselben, die dann infolge Abschwemmung der Verlehmungsmassen nach der Mulde hinab, rasch an Mächtigkeit zunimmt. Taf. 5 Fig. 2 zeigt uns die völlige Ausfüllung der Mulde durch eingeschwemmte Massen des verlehmten Jüngeren Lößes I, ja noch ein Übergreifen des Lößlehmes in nordöstlicher Richtung über die Mulde hinaus (siehe Grubenplan, Taf. 3). Dem Gehänge folgend, sehen wir Lößkindellagen (Kalkkonkretionslagen) dieser bis 2,70 m starken Verlehmungszone eingeschaltet. Sie stellt die wesentliche Bildung der warmen Zeit zwischen erstem und zweitem Vorstoß der Würm-Eiszeitgruppe dar; die Verlehmungsdecke, welche die sog. Hauptherdschicht SCHUMACHERS<sup>19)</sup> bei Straßburg trägt.

<sup>19)</sup> E. SCHUMACHER, Bildung und Aufbau des oberrheinischen Tieflandes. Mitt. der Geol. Landesanst. von Elsaß-Lothringen. Bd. 2. 1890. S. 288.



In dieser Zeit, nachdem schon die Verlehmung des Jüngeren Lößes I sich im wesentlichen vollzogen, schneidet erst der Wiesbach kräftig in das Gelände ein und im Nordostteil der Grube (siehe Grubenplan, Taf. 3) sehen wir noch deutlich das alte Bachgehänge in Form des umgeschwemmten Lößlehms des Jüngeren Löß I anstehen. Der Wiesbach führte einen großen Teil der Bildungen unserer Mulde hinweg. Der Uferrand zieht sich etwa in südnördlicher Richtung in Schlangenwindungen quer durch die Grube (siehe Grubenplan, Taf. 3). Etwa 5 bis 6 m tief räumte der Bach in dieser Wärmephase das Gelände aus, eine Leistung, die ein so kleiner Bach nur in einem langen Zeitraum zustandebringen konnte. Ein Klimaumschwung setzte dann wieder ein. Die Zeit starker Verwitterung und Erosion wird erneut abgelöst durch die Zeit der Anhäufung des mechanisch zertrümmerten Materials, die Bildung von Terrassenschottern beginnt. Eine 1 bis 2 m starke Kiessandablagerung des Wiesbaches, die Niederterrasse entsteht. Immer trockener und kälter wird das Klima. Die regelmäßigen starken Winde setzen ein und bald verhüllt der Lößstaub nicht nur die Niederterrasse (siehe Taf. 4), sondern auch die älteren diluvialen Bildungen bis weit hinauf auf die Berghöhen. Im südlichen Teil unserer Grube erreicht dieser Jüngere Löß II eine Mächtigkeit von 7 m, im nördlichen Teil liegen noch 4 m von ihm über der Verlehmungszone des Jüngeren Löß I.

Nicht unerwähnt darf bleiben, daß auch dieser Jüngere Löß II nicht eine ununterbrochene Lößbildung darstellt. Ziemlich genau 2 m unter der Ackerkrume zieht sich durch das ganze Grubengebiet ein verlehmtter Lößstreifen von etwa 2 cm Stärke, der auf eine kurze Klimaschwankung während dieser Lößbildung hinweist.

Unsere stratigraphischen Untersuchungen ließen uns eine lückenlose diluviale Abfolge erkennen, die mit dem 1. Vorstoß der Würm-Eiszeitgruppe anhebt (Eiszeit IVA SOERGEL) und sich bis über den 2. Vorstoß (Eiszeit IVb SOERGEL) derselben hin in einzelnen Phasen verfolgen läßt. Wir sehen innerhalb dieser Zeit zunächst sich die Talwegterrasse des Wiesbaches bilden und den Jüngeren Löß I darüber ablagern. Dann kommt es im Bachbereich des Wiesbaches in seiner südnördlichen Flußrichtung zur Ausbildung einer mindestens 4 m tiefen Mulde oder Rinne. Ihre Erstreckung in dieser Richtung ist uns noch nicht bekannt, dagegen wissen wir, daß ihre Breitenausdehnung im nördlichen Grubenteil 50 m nicht überschritten hat. Wir können dann die langsame Ausfüllung der mit Wasser erfüllten Mulde verfolgen. Wir sehen, wie diese längere Zeit die Wasserstelle für eine reiche Tierwelt der Umgebung war, wie dieser Umstand den Urmenschen dazu veranlaßte, hierher seinen Jagdplatz zu verlegen und wie diese Wasserstelle allmählich versumpfte und endlich in einer wärmeren Zeit von den von den Hängen herabgeschwemmten und inzwischen verlehmtten Lößmassen eingedeckt wurde. Dann erkennen wir, wie der Wiesbach sich tief in das Gelände einschneidet und mit seiner Erosion einen großen Teil der mit Sedimenten ausgefüllten Mulde entfernt. Zum Schluß sehen wir, wie der Wiesbach die von ihm geschaffene Erosionsrinne z. T. wieder mit Schotter erfüllt und der Lößstaub des Jüngeren Löß II den ganzen Schauplatz durch eine dicke Decke völlig verhüllt, die der heutige Grubenabbau zum großen Teil entfernte und uns so Gelegenheit zum Einblick gegeben hat.

Aus der Art der diluvialen Ablagerungen und der in ihnen gefundenen Tierwelt lassen sich gut die Klimaschwankungen in jener Zeit verfolgen. Die Talwegterrasse vollzog sich mit dem Beginn eines kalten Klimas. Trockene,



gleichmäßig wehende Winde führten dann die Lößmassen herbei und der zu meist hier äquate Jüngere Löß I ist das Produkt aus der Zeit der größten Kälte, gebildet in einem gestauten Wasser. Dann sehen wir, wie das Klima — wohl verbunden mit einer Temperaturzunahme — feuchter wird, ausgeprägt in der Bildung der Mulde und den schneckenführenden Ablagerungen in derselben bis zum Abschluß der Sumpfbildung. Dann erfolgt der starke Klimaumschwung, verbunden mit der großen Rückzugsschwankung der Gletscher. Der Jüngere Löß I verlehmt, häuft sich am Gehänge an und in diese Ablagerungen schneidet, begünstigt durch das feuchte, warme Klima, der jetzt wasserreiche Wiesbach sich tief ein. Dieser langen Periode der Zwischeneiszeitphase folgt wieder eine Verschlechterung des Klimas, ausgesprochen durch die Ablagerungen der Wiesbachschotter der Niederterrasse, und diese Temperaturabnahme wird immer schärfer. Von den vereisten Gebieten im Norden und Süden blasen wieder die trockenen, kalten Winde und diese Antizyklone häufen den Staub zu großen Lößbergen an, die das Gelände weithin überdecken, und eine kalte Steppe hervorbringen. Daß dann nochmals eine vorübergehende Verbesserung des Klimas im Jungdiluvium stattfand, lehrt uns der Verlehmungstreifen, der in geringer Mächtigkeit im oberen Teil unseres Jüngeren Lößes II erscheint und möglicherweise in Andeutung den Ausdruck für die Achenschwankung darstellt. Solche Bänder sind, wie SCHUMACHER bei Straßburg gezeigt hat, keine örtliche Erscheinung, sondern lassen sich über größere Erstreckung verfolgen. SCHUMACHER sah in ihnen auch einen Ausdruck von glazialen Klimaschwankungen.

Für unsere prähistorische Betrachtung kommt nur die Fundschicht (e) in Betracht, die sich in der Mulde durch Einspülung von Gehängematerial gebildet hat und etwa 8 m unter der heutigen Oberfläche liegt. Unsere eingehenden stratigraphischen Untersuchungen erlauben uns eine genaue Unterbringung der Fundschicht im Diluvialprofil der Würm-Eiszeitgruppe und somit erhalten wir auch eine genaue Altersstellung. Die Ablagerung der Fundschicht vollzog sich während des Abklingens des ersten Eisvorstoßes der Würm-Eiszeitgruppe (E IVa SOERGEL). Ja die Untersuchungen KÖPPEN-WEGENERS und SOERGELS<sup>20) 21)</sup> über die Aufstellung einer absoluten Zeitrechnung im Eiszeitalter, gestatten uns, nachdem die genaue stratigraphische Stellung der Fundschicht möglich war, ihr Alter nach Jahrtausenden anzugeben. Der erste Eisvorstoß umfaßt die Zeit zwischen 118 und 110 Jahrtausenden. Da sich unsere Fundschicht im letzten Teil dieser Phase bildete, so dürfte der Urmensch hier etwa in der Zeit zwischen 113 und 110 tausend Jahren gewilt haben.

Bevor wir nun auf die gemachten Funde an Tierresten und Artefakten eingehen, erscheint es uns zweckmäßig, noch einmal besonders darauf hinzuweisen, daß alle nachfolgend aufgeführten Stücke ausschließlich aus der bisher als „Fundschicht“ bezeichneten Lage stammen. In den am oberen Rande der Mulde, wie oben geschildert, liegenden Schottern der Talwegterrasse wurde bisher nicht ein einziger Knochenrest gefunden, in den über der Fundschicht liegenden, noch stärker humosen Schichten als diese, ebenfalls nicht. Es soll

<sup>20)</sup> W. KÖPPEN und A. WEGENER, Die Klimate der geologischen Vorzeit. Gebr. Bornträger. Berlin 1924.

<sup>21)</sup> W. SOERGEL, Die Gliederung und absolute Zeitrechnung des Eiszeitalters. Fortschritte der Geol. und Paläontologie. H. 13. Berlin 1925.



damit noch einmal gesagt werden, daß eine evtl. Einschwemmung in die Fundschicht mit den spärlich darin vorhandenen Terrassenschottern nicht stattgefunden hat. Übrigens ist auch an keinem der gefundenen Knochenreste die geringste Spur eines Transportes zu sehen. Alle im folgenden aufgeführten Fundstücke befinden sich, soweit es nicht anders vermerkt ist, im Naturhistorischen Museum der Stadt Mainz.

Zunächst seien die gefundenen Tierreste aufgeführt, deren Zahl sehr groß ist.

### *Bison.*

Nach der Zahl der gefundenen Knochenstücke stehen an erster Stelle die Reste eines Bovinen, von welchem in sehr großer Menge besonders wohlerhaltene Zähne gefunden wurden. Wir sind mit HILSHEIMER<sup>22)</sup> der Überzeugung, daß eine sichere Unterscheidungsmöglichkeit zwischen einzelnen Zähnen von *Bison priscus* und *Bos primigenius* nicht besteht. Wenn auch schon öfter von verschiedenen Autoren auf geringe Unterschiede an den Zähnen hingewiesen wurde und diese als sicheres Unterscheidungsmerkmal angegeben wurden, so hat sich bei der Durchsicht größeren Materials doch stets gezeigt, daß die angeblichen Unterschiede individueller Natur waren und innerhalb der normalen Variationsbreite lagen, die ja bei diesen Zähnen sehr groß ist.

Wenn wir trotzdem die in Wallertheim gefundenen Reste zu *Bison priscus* zählen, so ist diese Ansicht einmal gegründet auf den gefundenen Hornstuhl und andererseits auf die Form der Metacarpalia.

Der einzige Hornstuhl (Taf. 8, Abb. 1 — Orig. Landes-Museum Darmstadt) stammt von einem linken Horn. Die Spitze ist abgebrochen, auch an der Basis fehlen größere Teile. Das Fragment hat eine größte Länge von 280 mm (außen gemessen), es dürfte ursprünglich etwa 450 mm lang gewesen sein. Es handelt sich um den Rest eines sehr schwach nach vorn und etwas nach oben gebogenen Hornstuhles, wie sie für *Bison priscus* charakteristisch sind. Der Umfang ist nicht kreisrund, sondern mehr oval, dabei ist die vordere Fläche etwas abgeflacht, die hintere dagegen stärker gerundet. In den ganz anders gestalteten Hornstuhl von *Bos primigenius* paßt dieses Stück nicht hinein. Wie schon gesagt, gründet sich unsere Bestimmung weiterhin auf Reste des Metacarpus. Von diesem Knochen ist ein fast vollständiges Stück (Landes-Museum Darmstadt), sowie mehrere proximale und distale Enden vorhanden. HILSHEIMER<sup>23)</sup> zeigt den Unterschied der oberen Gelenkflächen des Metacarpus zwischen Ur und Wisent. Gerade diese Stücke liegen uns in mehreren Exemplaren vor, sie sprechen in ihrer Form alle für die Zugehörigkeit zu *Bison priscus*. Wir glauben also, die Wallertheimer Reste dieser Form zuzählen zu müssen. In besonders großer Menge wurden Zähne gefunden. Um nur einige Zahlen anzugeben, sei erwähnt, daß wir bei unseren Aufsammlungen der letzten 3 Jahre

19 letzte linke Unterkiefer-Molare,  
19 letzte rechte Unterkiefer-Molare,  
24 letzte linke Oberkiefer-Molare,  
21 letzte rechte Oberkiefer-Molare

<sup>22)</sup> Briefliche Mitteilung.

<sup>23)</sup> M. HILSHEIMER, Wisent und Ur im K. Naturalien-Kabinett zu Stuttgart, in Jahreshfte des Vereins für Vaterländische Naturkunde in Württemberg. Jahrgang 1909. Stuttgart 1909. S. 264.



gefunden haben, abgesehen von den mehr oder weniger unbestimmbaren Bruchstücken. Bei diesen Zahlen sind die schon in früheren Jahren gefundenen Stücke des Landes-Museums nicht eingerechnet, um das Bild der in den letzten 3 Jahren von uns unter ständiger Kontrolle abgebauten und abgesammelten Fläche nicht zu stören. Es ist ja interessant festzustellen, daß, unter Berücksichtigung der Bruchstücke, fast die gleiche Zahl der einzelnen Zahnarten gefunden wurde. Wir dürfen also auf dieser Fläche mit den Resten von etwa 24 Tieren rechnen. Natürlich geben diese Zahlen kein Bild von der Gesamtheit der Tiere, aber sie lassen sich aus den eben angeführten Gründen mit der Zahl der anderen auf der gleichen Fläche gefundenen Tierreste in Vergleich stellen und geben so die Möglichkeit, Schlüsse auf das Maßenverhältnis der einzelnen Tierformen zueinander zu ziehen.

Das besondere dieser Zähne ist ihre teilweise ganz bedeutende Größe. Die größte Länge bei 33 gut meßbaren M 3 des Unterkiefers schwankt zwischen 52 und 45 mm, wobei die meisten zwischen 50 und 48 liegen. Bei den M 3 des Oberkiefers schwankt die Länge zwischen 39,6 und 33 mm, die meisten liegen hier zwischen 35 und 37. Die Größenmaße, welche bei den anderen Zähnen entsprechend sind, übertreffen weit die Größe der Zähne des altdiluvialen *Bison priscus* aus den Mosbacher Sanden.

Erwähnt sei noch mit Rücksicht auf spätere Betrachtungen, daß die meisten Zähne von verhältnismäßig jungen Tieren stammen, wie die nachfolgende Tabelle beweist:

	nicht oder kaum angekau	etwa $\frac{1}{3}$ abgekaut	etwa $\frac{1}{2}$ abgekaut	stärker abgekaut
Mand. sin. M 3	14	4	1	—
Mand. dex. M 3	13	4	2	—
Max. sin. M 3	14	7	3	—
Max. dex. M 3	14	5	2	—

Die weitaus größte Zahl weist auf ein Alter der Tiere von höchstens 4—5 Jahren hin, ganz alte Tiere waren überhaupt nicht dabei.

Die besondere Größe dieser Bisonten, welche sich bei den Zähnen gezeigt hat, findet sich natürlich auch bei den übrigen Knochenresten in entsprechendem Maße. Es fanden sich bisher bei unseren Aufsammlungen eine größere Menge bestimmbarer Extremitätenreste wie Metacarpalia, Metatarsalia, Calcanei, Astragali, Naviculocubicoide, andere Fußwurzelknochen und Phalangen. Außer den Mittelfußknochen waren diese meist vollständig erhalten. Die Mittelfußknochen dagegen fanden sich nur in Bruchstücken. Das Landes-Museum in Darmstadt besitzt aus früheren Aufsammlungen an dieser Stelle den einzigen fast vollständig erhaltenen Metacarpus. Wir haben nur proximale und distale Enden. Der Schaft war nie vorhanden, er ist vom Menschen zerschlagen wor-



den, wie die vielen gefundenen Bruchstücke beweisen, um an das Mark zu gelangen.

Wie schon oben erwähnt, zeichnen sich die gefundenen Knochenreste fast alle durch besondere Größe aus. Die Vergleichsmaße der Wallertheimer Stücke mit den im Mainzer Museum befindlichen entsprechenden Resten aus den Mosbacher Sanden sind:

Metacarpus	Breite proximal. Ende mm.	Dicke proximal. Ende mm.	Breite distal. Ende mm.	Dicke distal. Ende mm.
Wallertheim	90—92,6	52,5—57	88,9—90,1	43,7—49
Mosbach	84,6—88	49,8—50,4	81,4—90,8	46,3—48,8

Dasselbe Verhältnis zeigt sich bei den Vergleichsmaßen der übrigen gefundenen Knochenreste.

Wir können daraus den Schluß ziehen, daß der jungdiluviale Wallertheimer *Bison priscus* meist wesentlich größer und stärker gewesen ist wie der altdiluviale Mosbacher *Bison priscus*, eine Tatsache, die ja auch an anderen Stellen schon beobachtet worden ist.

Nun bedarf aber noch folgendes der Erwähnung. Unter den Bisonresten von Wallertheim befinden sich auch einige Stücke — 1 proximales Ende (Taf. 8, Abb. 3) und 1 distales Ende des Metacarpus, 2 Astragali und 1 Phalange II —, welche einer wesentlich kleineren Form angehören, wie nachstehende Zahlen beweisen. (Vergl. dazu obige Tabelle.)

Metacarpus	Breite proximal. Ende mm.	Dicke proximal. Ende mm.	Breite distal. Ende mm.	Dicke distal. Ende mm.
Wallertheim	70,4	44	70,5	41,2
Mosbach	70,4	43	71,2	39,2

Entsprechend klein sind auch die übrigen oben angeführten Reste. Es sei besonders gesagt, daß es sich nicht etwa um Knochen jugendlicher Individuen handelt, die Epiphysen-Diaphysen sind vollständig verknöchert.

Diese Funde verdienen deshalb besonderer Erwähnung, weil sich in den Mosbacher Sanden neben dem eigentlichen *Bison priscus* auch als größte Seltenheit eine kleine Form findet. Das Mainzer Museum hat einen Metacarpus, welcher in seiner Größe genau mit dem Wallertheimer proximalen Ende über-



einstimmt, ein anderer Metacarpus Mosbacher Provenienz hat ähnliche Maße wie das distale Stück von Wallertheim (s. obige Tabelle). Es scheint sich also auch hier zu bestätigen, daß in Wallertheim neben dem großen *Bison priscus* auch eine kleinere leichtere Form lebte.

HILSHEIMER<sup>24)</sup> schreibt: „Es findet sich nämlich in den diluvialen Ablagerungen Europas, wenn auch sehr selten, eine dem lebenden Wisent ähnliche kleinere Form“ und an anderer Stelle: „Diese kleinere mehr dem Wisent ähnliche Form dürfte die Waldform sein.“ Auch SÖRGEL<sup>25)</sup> ist der Ansicht, daß zwei Bisonformen vom älteren Diluvium an gleichzeitig nebeneinander gelebt haben, von welchen die eine, kleinere, die an *Bison bonasus* erinnernde Waldform ist.

Das Wallertheimer Material ist bis jetzt zu gering, um für diese neue Fundstelle die Frage zu klären. Das gehört auch nicht in den Rahmen dieser Arbeit. Es ist beabsichtigt, diese Frage später einmal in Verbindung mit den Mosbacher Funden und denjenigen aus den altdiluvialen Sanden von Mauer bei Heidelberg, wo sich auch eine kleinere Bisonart (Waldform) findet, in einer besonderen Arbeit zu behandeln.

Für unsere Betrachtungen ist es aber wichtig annehmen zu dürfen, daß unter den Wallertheimer Bovinenresten neben der Steppenform *Bison priscus boj.* auch wahrscheinlich die kleinere Waldform *Bison bonasus spec.* vorhanden ist.

### *Equus.*

Nach der Zahl der gefundenen Knochen und Zähne kommen an zweiter Stelle die Pferde. Wir haben eine linke Unterkieferhälfte mit Symphysenpartie, sowie eine große Zahl von einzelnen, manches Mal zu 2—3 zusammengehörigen Ober- und Unterkieferzähnen gefunden. Sie mögen etwa 10 verschiedenen Individuen angehören. Von Extremitätenknochen sind je vier vollständige Metacarpalia und Metatarsalia vorhanden, der eine der letzteren zu einem vollständigen Hinterfuß von der Phalange III bis zur Tibia gehörend, sowie eine größere Anzahl proximaler und distaler Enden dieser Knochen. Entsprechende Bruchstücke von Humerus, Ulna, Radius und Tibia fanden sich, außerdem neben wenigen Fußwurzelknochen in großer Zahl Phalangen jeder Art. Trotz dieser immerhin zahlreichen Reste ist eine genaue Bestimmung sehr schwierig, da besondere, für eine Art bestimmte charakteristische Merkmale bei den Pferden kaum vorhanden sind. ANTONIUS<sup>26)</sup> sagt: „Nach dem Gebiß allein ist es schwer ein Pferd mit Sicherheit einer bestimmten Rassengruppe einzureihen.“ HILSHEIMER<sup>27)</sup> schreibt sogar neuerdings, daß einzelne Knochen, Teile von Schädeln oder etwa gar einzelne Zähne, selbst ganze Zahnreihen zur Feststellung der Art bei Pferden nicht genügen. Auch SCHWARZ<sup>28)</sup> weist darauf hin, daß die individuellen Schwankungen sehr groß sind, und daß

<sup>24)</sup> M. HILSHEIMER, in Brehms Tierleben, 4. Auflage. Bd. IV. Säugetiere. 1916. S. 364.

<sup>25)</sup> W. SÖRGEL, Diluviale Säugetiere in Baden, in Mitt. des Großh. Bad. Geologischen Landesamts. IX. Band. 1. Heft. 1914. S. 60.

<sup>26)</sup> O. ANTONIUS, Stammesgeschichte der Haustiere. Jena 1922.

<sup>27)</sup> M. HILSHEIMER, Natürliche Rassengeschichte der Haus-Säugetiere. Berlin 1926. S. 109.

<sup>28)</sup> E. SCHWARZ, Über diluviale Pferde der *Equus caballus*-Gruppe, in Jahrbuch der Preuß. Geol. Landesanst. 1927. Bd. 48. S. 430.



Merkmale, wie sie zur Unterscheidung von Arten und sogar Gattungen von verschiedenen Forschern benutzt wurden, völlig von ihnen bedeckt werden, d. h. innerhalb der großen Variationsbreite aufgehen. Wir wollen deshalb auch hier auf Einzelheiten nicht näher eingehen, denn es ist hier nicht der Platz, die noch nicht völlig geklärte Frage der diluvialen Wildpferde Deutschlands zu erörtern. Wenn wir aber die in Wallertheim gemachten Funde bestimmten Arten zurechnen wollen, dann müssen wir den Anhaltspunkt nehmen, der neben gewissen Zahnbildern bei der Beurteilung der verschiedenen Formen nach Einzelresten eine besondere Rolle spielt, nämlich die Größe.

Sobald wir unter diesem Gesichtspunkt das Wallertheimer Material betrachten, so scheidet es sich, von einer unten noch zu besprechenden Ausnahme abgesehen, in zwei Gruppen, eine eines größeren Typus und eine eines kleineren. Diese zwei Gruppen finden sich bei den Zähnen und allen vorhandenen Knochenstücken mehr oder weniger deutlich ausgeprägt. Es sollen hier nicht, um dies zu beweisen, die Maße aller Reste angegeben werden; nur an einem Zahn und an den Mittelfußknochen sei es durchgeführt.

Der vorderste Praemolar (P. 1) des gefundenen linken Unterkiefers hat eine Länge der Kaufläche von 29,7 mm, ein anderer isolierter P. 1 desselben Abkaustadiums mißt an dieser Stelle 37,5 mm. In etwa demselben Verhältnis zueinander stehen die übrigen Zähne, alle lassen sich nach den entsprechenden Maßen in diese zwei Gruppen einteilen. Zum Vergleich mit Bison sei bemerkt, daß sich unter den Pferdezähnen zwei stark abgekaute befinden, welche recht alten Tieren zuzurechnen sind, daß es sich aber bei den übrigen Zähnen meist um die jüngerer, nur in zwei Fällen um die etwas älterer Tiere handelt.

Die Längenmaße der Mittelfußknochen betragen

Metacarpalia, mm	244	246	232	223,5
Metatarsalia, mm	291,4	294	277,5	276

Also auch hier deutlich zwei Gruppen, welchen auch die Maße bei den übrigen Extremitätenknochen, soweit sie unverletzt und deshalb zu messen sind, entsprechen.

Die Zahnmaße und auch die Form der Zähne, auf die hier nicht näher eingegangen werden soll, passen einerseits in die Variationsbreite von *Equus germanicus* NEHRING-WÜST, andererseits in die von *Equus przewalskii* POL. = *ferus* PALL., wie sie in der Arbeit von REICHENAU<sup>29)</sup> angeführt sind.

Wir dürfen also annehmen, daß damals zwei Wildpferde in der rheinhessischen Steppe gelebt haben, das eine zum Formenkreise des größeren *Equus germanicus*, das andere zu dem des kleineren *Equus przewalskii* gehörend. Reste beider Formen sind in gleichalterigen Ablagerungen Rheinhessens schon öfter gefunden und zum Teil auch beschrieben worden.

Aus der Reihe ganz heraus fallen drei zusammengehörige, ebenfalls aus der Fundsicht stammende Unterkieferzähne. Sie sind in jeder Beziehung ganz besonders klein und zierlich. Der dabei befindliche linke M 3 hat eine

<sup>29)</sup> W. v. REICHENAU, Beiträge zur näheren Kenntnis fossiler Pferde usw., in Abh. der Großh. Hess. Geol. Landesanst. Bd. VII. H. 1. Darmstadt 1915.



Länge der Kaufläche von 26,7 mm und eine größte Breite von 12 mm, der entsprechende M 3 des schon verschiedentlich angeführten linken Unterkiefers eine Länge von 30 mm und eine Breite von 15 mm bei gleichem Abkaustadium. Entsprechend sind auch die Maße der anderen Zähne. Sie fallen aus der Variationsbreite von *Equus przewalskii* heraus und wären vielleicht *Equus hemionus* zuzusprechen. Auch Herr Prof. ANTONIUS, dem die Zähne vorlagen, hat diese Vermutung, natürlich unter allem Vorbehalt, geäußert. Schon öfter sind ja Reste des Kulan neben denjenigen anderer Eiszeittiere gefunden worden, auch in unserer Nähe, in der Höhle von Steeden in Nassau. Es wäre also nicht ausgeschlossen, daß dieses Charaktertier einer ausgesprochenen Steppen-Fauna auch hier, wenn auch nur sehr vereinzelt, gelebt hätte.

### *Cervus elaphus* L.

Vom Hirsch wurden von uns bisher 4 Geweihreste gefunden. Sie stammen sicher von vier verschiedenen Individuen, wie ihre Größe deutlich beweist. Erhalten ist stets der Rosenstock mit der Krone und einem kleineren Geweihrest, bei zwei Stücken sind am proximalen Ende des Rosenstocks auch noch Schädelteile (Frontalia) vorhanden.

Die Hirschreste stammen von zwei schwachen, einem mittelstarken und einem starken Hirsch. Alle Geweihreste sitzen fest auf dem Rosenstock, es sind noch keine Anzeichen dafür vorhanden, daß die Nekrose unterhalb der Krone beginnt, wie dies etwa 4—5 Wochen vor dem Abwerfen des Geweihes zuerst schwach zu sehen ist. Andererseits ist festzustellen, daß die Reste von Hirschen stammen, deren Geweih völlig ausgebildet war, denn nicht fertige Geweihe sind innerlich noch nicht so fest wie die vorliegenden, sie würden sich sicher nicht so gut gehalten haben, sondern wohl zerfallen sein.

Das Geweih des Hirsches ist Anfang August fertig. Die ersten Spuren der Nekrose treten im Januar auf. Die Wallertheimer Geweihreste stammen also von Hirschen, welche nur in der Zeit von August bis Januar gejagt sein konnten.

### *Rangifer tarandus* L.

Zwei Stangen-Fragmente von Renttieren konnten bisher geborgen werden. Sie stammen von sehr kleinen Geweihen und zwar sind es die proximalen Teile von Abwurfstangen; die sehr schwache Krone ist an beiden vorhanden. Anschließend an das oben beim Hirsch Gesagte und die daraus gezogenen Schlußfolgerungen sei erwähnt, daß das Renttier sein Geweih im Dezember abwirft.

### *Rhinoceros antiquitatis* BLUMB.

Die Fundstücke vom Nashorn sind beschränkt auf eine Ulna nebst Radius, ein distales Metacarpal-Fragment und zwei Scapula-Fragmente. Im Landesmuseum Darmstadt sind außerdem noch ein Calcaneus, ein Tibia-Schaft, eine distale Tibia-Epiphyse und ein Metacarpal-Fragment. Allen Stücken ist charakteristisch eine plumpe Massigkeit. Unser Metacarpal-Fragment z. B. hat in seinem distalen Teil eine größte Breite von 75 mm bei einer Dicke von 49,6 mm. Zähne wurden bisher nicht gefunden, so daß eine genaue Bestimmung der Art nicht möglich ist. Aber die Massigkeit der Knochen unter Berücksichtigung des Alters der Fundschicht und der Begleitfauna weist nur auf das wollhaarige Nashorn, *Rhinoceros antiquitatis* BLUMENB. hin, dessen Reste in gleichalterigen Schichten bei uns sehr oft gefunden worden sind.







Alle diese Reste haben eine ganz bedeutende Größe, weshalb es angebracht erschien, hier einige Maße anzuführen, damit man ein Bild von der Mächtigkeit dieser Großkatze bekommt. In der Form unterscheiden sich die Reste nur ganz unwesentlich von denjenigen rezenter Großkatzen. Die in der vorhergehenden Tabelle dabei gesetzten Vergleichsmaße beziehen sich auf die entsprechenden Knochen des im Mainzer Museum befindlichen Skelettes eines sehr starken rezenten männlichen Berberlöwen (Taf. 8, Abb. 6 und 7).

Die beiden weiteren Knochen zeigen etwa dieselben Verhältnisse. Das Zahnbruchstück ist zu unbedeutend um seine Maße anzugeben, es entstammt aber einem ebenfalls viel größeren Reißzahn als dem entsprechenden des rezenten Löwen.

Alle gefundenen Knochenreste zeichnen sich durch besondere Größe und Massigkeit aus. Die Großkatze von Wallertheim war also wesentlich stärker wie unsere heutigen stärksten Löwen. Sie hatte die gewaltige Größe der an vielen anderen Stellen gefundenen Reste der *Felis spelaea* GOLDF.

War es ein Löwe oder ein Tiger? Diese Frage läßt sich nach den Skelettresten nicht entscheiden, denn es gibt am Skelett keine völlig sicheren Unterschiede zwischen diesen beiden Großkatzen. Am Schädel glauben manche Forscher [z. B. BOULE<sup>30</sup>), WURM<sup>31</sup>)] solche festgestellt zu haben, es ist aber sehr die Frage, ob sie nicht bei großem Material in der Variationsbreite verschwinden. Wir wollen aber diese Frage hier nicht zu lösen versuchen, sondern nur in diesem Zusammenhange einmal die Frage stellen, ob die „Löwin“ von Combarelles, die beste Zeichnung, welche wir von dieser diluvialen Großkatze besitzen, nicht ein Tiger sein könnte. ABEL<sup>32</sup>) hat diese Frage zuletzt angeschnitten mit besonderem Bezug auf die Wiedergabe von Streifen und Strichen am Kopfe dieser Zeichnung. Wir knüpfen an etwas anderes an. Warum soll der Magdalénien-Jäger eine Löwin dargestellt haben und nicht einen Mähnenlöwen. Im allgemeinen hat er doch stets in seinen Zeichnungen das besonders charakteristische einer Tierform, meist sogar in übertriebener Weise, im Bilde festgehalten. Wo er mehrere Tiere dargestellt hat, da ist auch manches Mal ein weniger charakteristisches (Weibchen) dabei, da wo es sich aber um Einzeldarstellungen handelt, hat er stets die in der Form charakteristischeren und stärkeren männlichen Tiere gewählt (Bison, Renntier u. a.). Die Frage nach der Anwesenheit des Tigers in der Diluvialzeit, gegen die ja biologisch sicher nichts einzuwenden wäre, ist also immerhin gegeben, zumal auf der Zeichnung von Combarelles mindestens ebensoviel für den Tiger wie für den Löwen spricht.

### *Ursus spelaeus* ROSENM.

Der Bär ist vertreten durch einen linken Oberkiefer Eckzahn und durch das proximale Ende einer mächtigen Ulna. Der Oberkiefer Eckzahn ist sehr plump. Er hat in der Mitte einen Durchmesser von  $37,7 \times 24$  mm. Die Schliiff-Facette vom Eckzahn des Unterkiefers ist sehr stark. Der Zahn stammt aller Wahrscheinlichkeit nach von einem alten sehr großen Tier. Dafür spricht auch der ganz ungewöhnlich starke Ulnarest. Bei der Form des Eckzahnes und der Massigkeit der Reste kommt nur der Höhlenbär in Frage.

### *Canis lagopus* L.

Vom Eisfuchs haben wir bisher nur einen Oberkiefer Eckzahn gefunden. Er paßt in seiner Größe genau in die normale Variationsbreite dieser Art.



*Arvicola spec.*

Ein Unterkieferbackenzahn der Wühlmaus wurde gefunden. Er war defekt und nicht einwandfrei zu bestimmen. Nagespuren an Knochenstücken, von welchen unten noch die Rede sein wird, lassen der Größe nach auf die Anwesenheit der Wasserratte (*Arvicola amphibius* SCHREB.) schließen.

*Elephas primigenius* BLUMB.

Eine Molaren-Lamelle des Mammut wurde bisher in der Fundschicht nachgewiesen. Sie genügt als Beweis, daß das Mammut in der rheinhessischen Steppe lebte, ein Beweis, der übrigens auch durch zahlreiche Funde an anderen Stellen unseres Gebiets erbracht ist.

Hier wäre anzufügen, daß wir an einer anderen Stelle der Grube im südlichsten Teil ebenfalls Mammutreste gefunden haben und zwar an der Basis des Jüngeren Löß II der letzten Eiszeit. Diese Reste sind deshalb erwähnenswert, weil sie von einem ungewöhnlich kleinen Tier stammen. Der Astragalus z. B. hat einen größten Querdurchmesser von nur 128 mm. Die Reste stammen nicht etwa von einem jungen Tiere, alle Epiphysen sind vollständig mit den Diaphysen verknöchert, aber von einer jener Diminutivformen, wie sie als eine der vielen Degenerationserscheinungen im Mammutstamme auch an anderen Fundorten beobachtet worden sind.

*Arctomys bobac.*

Von einem Arbeiter erhielten wir 2 Unterkieferhälften und eine Anzahl Nagezähne des Steppenmurmeltieres. Angeblich hatte er sie früher einmal ebenfalls aus der Fundschicht geborgen. Da diese Angabe nicht mehr nachzuprüfen war, Reste des Steppenmurmeltieres bei uns aber überall auch im Jüngeren Löß II der letzten Eiszeit gefunden werden, so wäre ja die Möglichkeit, daß diese Reste aus dieser Schicht stammen. Wir wollen diese Funde also nicht sicher als aus der Fundschicht stammend bezeichnen.

Die Fauna von Wallertheim weist also folgende Arten auf:

<i>Bison priscus,</i>	<i>Sus scrofa,</i>
<i>Bison bonasus, spec.</i>	<i>Felis spelaea,</i>
<i>Equus germanicus,</i>	<i>Ursus spelaeus,</i>
<i>Equus przewalskii = ferus,</i>	<i>Canis lagopus,</i>
<i>Equus hemionus?,</i>	<i>Arvicola spec.</i>
<i>Cervus elaphus,</i>	<i>Elephas primigenius.</i>
<i>Rangifer tarandus,</i>	<i>Arctomys bobac?</i>
<i>Rhinoceros antiquitatis,</i>	

Diese Fauna ist nicht einheitlich, das können wir auch nicht erwarten. Wie oben gezeigt wurde, liegt das Alter der Fundschicht in der ausgehenden ersten kalten Phase der letzten Eiszeit. Wir haben also noch Formen aus der kalten

<sup>30)</sup> M. BOULE, Les grandes Chats des cavernes. Annales de paléontologie. 1. Fasc. 1 u. 2. Paris 1906.

<sup>31)</sup> A. WURM, Beiträge zur Kenntnis der diluvialen Säugetier-Fauna von Mauer an der Elsenz. 1. *Felis leo fossilis*, in Jahresbericht des Oberrheinischen Geologischen Vereins N. F. Bd. II. H. 1.

<sup>32)</sup> O. ABEL, Lebensbilder aus der Tierwelt der Vorzeit. 2. Auflage. Jena 1927. S. 51.



Phase zu erwarten, gemischt mit Formen, welche, infolge der beginnenden Erwärmung, schon wieder zugewandert waren. Hirsch und Wildschwein weisen ja allein schon zumindest auf offene Buschwälder hin, welche in der Nähe gewesen sein müssen. Man müßte denn annehmen, daß die Tiere von den damals bewaldeten Abhängen des Taunus oder Hunsrück vereinzelt hierher gewechselt wären, eine Annahme, zu der aber eigentlich kein Grund vorliegt.

Wir dürfen wohl als Vegetationsbild eine weite Grassteppe annehmen, die an geschützten Stellen von einem lichten offenen Buschwald abgelöst wurde.

Natürlich haben wir auch versucht durch Pollenanalyse der humosen Schichten etwas über die Pflanzenwelt der damaligen Zeit zu erfahren. Alle Untersuchungen dieser Art sind bisher negativ ausgefallen. Herr Dr. FIRBAS vom Botanischen Institut der Universität Frankfurt, der eine große Anzahl von Schichtproben untersuchte, schreibt uns darüber: „Bei dem Material aus den humosen Schichten von Wallertheim ist an irgendeine Identifikation von Pflanzenresten nicht mehr zu denken, da es sich bei allen humosen Proben ausschließlich um strukturlose abgesättigte Stoffe handelt. Keine einzige erhaltene Zelle war zu finden, an Pollen ist nicht zu denken. Auch die humose Auskleidung der ehemaligen Wurzelröhrchen ist völlig strukturlos. Es handelt sich hier eben offenbar um humose Böden, die zeitweise völlig austrockneten und durchlüftet wurden, so daß eine völlige Zersetzung der Pflanzenreste eintreten konnte, wobei der Nährstoffgehalt der Böden, vor allem der hohe Kalkgehalt, einer raschen absorptiven Sättigung der humosen Stoffe besonders günstig war.“

In der Grassteppe befand sich also dort eine zunächst kleine Wasserstelle, vielleicht ein Sumpf, dessen Ufer wohl in der warmen Jahreszeit, besonders auf den Herbst zu, manches Mal völlig ausgetrocknet waren und sich mit Steppengras bedeckten. Nach starken Niederschlägen oder mit den Schmelzwässern des Frühjahrs wurde die Wasserstelle wieder größer, die trocken gelegenen flachen Ränder wurden wieder vom Wasser bedeckt.

Daß die Ufer zeitweise trocken lagen, darauf weist auch der Fund von angenagten Knochenresten hin. Unter den aufgeschlagenen Knochenstücken, von welchen später noch die Rede sein wird, fanden sich eine große Anzahl, welche von Mäusen, wohl Wühlmäusen (s. o.), benagt worden sind. Bei einem Stück ist der Rand ringsum stark benagt (Taf. 14, Abb. 3 u. 3a). Die Spuren der Nagezähne sind überall und in sehr großer Zahl deutlich zu sehen. Auf einem Bruchstück eines Pferde-Metatarsus sind ebenfalls deutliche Nagespuren. Wir führen dies deshalb besonders an, weil sie in ihrer Größe auf die Wasserratte (*Arvicola amphibius*) hinweisen. Diese angenagten Knochen lagen in der Fundschicht nahe dem Rande des Sumpfes zu. Sie können nur benagt worden sein, wenn diese Stelle trocken lag. Auch die an denselben Stellen gefundenen, später noch zu beschreibenden Werkzeuge beweisen, daß die Stelle, d. h. der Rand des Sumpfes an dieser Stelle, auf eine Breite von 4—6 m zeitweilig trocken gelegen war, Steppengras wuchs darauf, wie die Wurzelröhrchen beweisen.

Wenn auch schon beim ersten Besuche der Grube und der versuchten Deutung des Profiles die sichere Vermutung bestand, daß an dieser Stelle, an welche das Wild der Steppe zur Tränke kam, der Eiszeitmensch, wenn er überhaupt hier war, gejagt haben müsse, so ergab sich doch einwandfrei seine zeitweilige Anwesenheit erst dann, als wir in großer Zahl Knochenstücke seiner Beutetiere fanden. Alle diese Bruchstücke stammen nämlich von aufgeschla-



genen Knochen, wie man sie auch anderwärts an Menschenniederlassungen der Eiszeit gefunden hat. Diese Bruchstücke haben eine ganz charakteristische Form. Niemals springen Knochen unter der Einwirkung von Frost oder Hitze (Sonnenbestrahlung) in dieser Weise. Die so entstandenen Bruchstücke sehen ganz anders aus, die Knochen reißen längs und quer und zerfallen schließlich in eine Menge kleiner und kleinster Stückchen. Bei aufgeschlagenen Knochen hat man immer größere, ganz unregelmäßige Stücke verschiedenster Gestalt. Dazu kommt noch bei uns das Vorhandensein zahlreicher proximaler und distaler Gelenkköpfe, welche deutlich zeigen, daß sie mit Gewalt abgesprengt sind, d. h. übrig geblieben sind, wenn der Schaft durch einen Schlag zertrümmert worden war. Das Knochenmark muß für diese Eiszeitjäger ein ganz besonderer Leckerbissen gewesen sein, denn selbst kleine Knochen fanden sich aufgeschlagen.

Im Frühjahr 1928 fanden wir dann das erste Knochenstück, welches wir, als vom Menschen bearbeitet, ansprechen konnten. Es handelt sich um das Bruchstück eines sehr dicken Knochens, nach seiner Massigkeit zu beurteilen, kann er unseres Erachtens nach nur dem Oberarm eines starken Bisonten, noch eher aber dem eines Nashornes entstammen. Aus dem Zufallsstück, wie es bei der gewaltsamen Zertrümmerung des Knochens entstanden war, ist hier durch Nachhilfe von Menschenhand ein ganz primitives Werkzeug mit einer Spitze entstanden. Taf. 9, Abb. 1 zeigt das Stück von der Außenseite. Hier ist sehr deutlich zu sehen, daß auf der rechten Seite durch Abarbeiten (Abschleifen oder Abkratzen) die Spitze hervorgerufen wurde. Taf. 9, Abb. 1c zeigt in ihrer Seitenansicht diese Stelle besonders gut. Auch auf der linken Seite des Bruchstückes ist durch kleine Abschlüge nachgeholfen, ebenso zeigt die hier entstandene Fläche, wie Taf. 9, Abb. 1b beweist, in ihrer Abrundung die Spuren des Gebrauchs. Ob der hintere Rand auch zugeschlagen ist, läßt sich nicht feststellen.

Auch ohne die so deutlichen Spuren der Bearbeitung, besonders auf der rechten Seite, würde man dieses Stück doch als durch Menschenhand, wenigstens zum Teil, geformt ansprechen müssen, denn durch Zerspringen, ob nun infolge eines gewaltsamen Schlages oder infolge von Temperatureinflüssen, wird niemals eine so regelmäßig geformte Spitze entstehen.

Daß diese unsere erste Annahme richtig war, bestätigten dann die weiteren, nach dem Rande der Mulde zu gemachten Funde.

Das Taf. 10, Abb. 1 und 1a wiedergegebene Stück zeigt denselben Typus. Auch es entstammt einem sehr dicken Knochen, welcher eine stumpfe Leiste hat. Seiner ganzen Form nach würden wir es für ein Stück aus der Mitte der vorderen Seite einer Nashorn-Tibia halten. Auch hier ist durch Schleifen oder Schaben, besonders auf der rechten Seite, nachgeholfen, die Spitze zu bilden. Die Kanten sind durch Gebrauch etwas abgerundet. Links ist ein Längsspahn abgebrochen, der Bruch ist alt. Wenn man dieses fehlende Stück ergänzt, dann gleicht das Ganze noch viel mehr dem vorher beschriebenen.

Ein weiteres Stück hat fast vollständig die Form des zuerst beschriebenen, hier fehlt an einem alten Bruch ein Längsspahn auf der rechten Seite.

Ein ganz anders gestaltetes Werkzeug liegt in Taf. 10, Abb. 2 und 2a vor. Es zeigt deutlich die Spuren der Bearbeitung und Benutzung. Auch es ist aus einem Bruchstück entstanden, welches bei der Zertrümmerung des Knochens schon zufällig eine ähnliche Form bekommen hatte. Die linke konkave Seite



(Taf. 10, Abb. 2a), welche zur Spitze führt, ist in der Dicke des Knochens glatt geschliffen oder geschabt. Sie hat an der Außenseite des Knochens eine scharfe Kante, welche sich bis zur Spitze erstreckt. Die rechte konvexe Seite ist überall stark abgerundet, keine Kante ist mehr vorhanden. Es hat den Anschein, als ob diese Abrundung ebenfalls künstlich hervorgerufen wäre. Die Spitze ist durch zwei besondere Zuschläge noch einmal besser zugespitzt. Das ganze Stück könnte man als gebogenen Stichel bezeichnen. Vielleicht lag es so in der Faust, daß die konvexe Seite nach vorn, die konkave nach hinten und die Innenseite des Knochens nach der Handfläche zu gerichtet war, während die Innenseite der Finger auf der Außenseite des Knochens lag. Dann hätte die Spitze unten aus der Faust herausgeragt. Die Benutzung wäre so gewesen, wie es BACHOFEN<sup>33)</sup> für die Bärenneckzähne gezeigt hat. So wäre auch die Rundung, ob absichtlich oder durch Gebrauch entstanden, auf der in diesem Falle vorderen Seite verständlich.

Das Taf. 11, Abb. 2 wiedergegebene Stück hat an seinem hinteren Ende eine seitwärts abstehende Spitze. Es stammt von einem sehr dicken Röhrenknochen. An dieser Spitze ist vielleicht etwas nachgeholfen, sonst ist von Bearbeitung nichts zu sehen. Die stark abgerundeten Kanten weisen aber auf längere Benutzung hin. Wir haben hier vielleicht ein reines Zufallsstück, welches wegen seiner günstigen Form benutzt wurde und zwar glauben wir in ähnlicher Weise wie das zuletzt beschriebene.

Die beste Knochenspitze zeigt Taf. 11, Abb. 1, 1a, 1b. Auch hier ist sehr schön zu sehen, wie durch Längsabsplisse und durch kleine Retuschen die Spitze und die Kanten geschärft worden sind. Besonders beachtenswert ist hier, daß die Bearbeitung auf beiden Flächen stattgefunden hat. Es handelt sich wohl auch hier um das Bruchstück eines Oberschenkel- oder Oberarmknochens. Er war recht dick und das veranlaßte den Bearbeiter, an der rechten Seite ein großes Stück abzuschlagen und die so entstandene Fläche zu glätten. Dadurch ist rechts eine scharfe Schneide nach der Spitze zu entstanden (Taf. 11, Abb. 1a). Links hat er es wohl auch versucht, hier gelang es aber nicht so gut, weshalb er von der anderen Seite aus nachgeholfen hat (Taf. 11, Abb. 1b). Durch einen Abschlag von hier aus, d. h. von der Außenseite des Knochens, hat er ebenfalls die Kante bis zur Spitze etwas geschärft. Kleine Retuschen haben hier an verschiedenen Stellen noch nachgeholfen, diesen Zweck zu erreichen.

Ein ganz gleichartig bearbeitetes Knochenstück zeigt Taf. 11, Abb. 3 und 3a. Auch hier ist der Knochen an sich sehr dick. Auf der rechten Innenseite ist ganz genau so, wie bei dem zuletzt beschriebenen Werkzeug, auf der rechten Seite nach der Spitze zu ein größeres Stück abgeschlagen und die Fläche in derselben Weise geglättet. Auch hier ist scheinbar von außen nachgeholfen, um die Kante besser zu schärfen. Es ist ein großes Stück der Außenseite des Knochens abgeschlagen und die Schneide dadurch schärfer geworden.

Alle diese Knochenwerkzeuge, wenn wir sie so nennen wollen, zeigen eine außerordentlich primitive Form und eine ebensolche Bearbeitung. Es ist wohl zu merken, daß sicher keines von ihnen bewußt aus einem Knochen herausgeschlagen ist, um zu einem Gebrauchsgegenstand verarbeitet zu werden. Alles sind Zufallsstücke, wie sie beim gewaltsamen Zertrümmern von Röhrenknochen entstehen. Diejenigen nun, welche schon eine etwas gebrauchsfähige Form

<sup>33)</sup> Freiherr A. BACHOFEN VON ECHT, Über Schlißflächen und Abnutzungsspuren der Eckzähne des Höhlenbären von Mixnitz, in Paläontolog. Zeitschrift. Bd. V. 1928. S. 238.



hatten, sind dann durch kleine Nachhilfen, wie weiteres Abschlagen, Abschleifen oder Abschaben von Flächen usw. gebrauchsfähig gemacht worden. Am vollendetsten sind zweifellos die beiden zuletzt genannten Stücke. Wir wollen darauf hinweisen, daß ein Teil der bearbeiteten Knochen eine gewisse Ähnlichkeit mit denjenigen hat, welche R. R. SCHMIDT<sup>34)</sup> auf Tafel 3 unter 1—4 aus dem Sirgenstein abbildet.

Über die Verwendung dieser Werkzeuge läßt sich natürlich aus ihrer Form mit Sicherheit kaum etwas sagen. Bei Beurteilung dieser Frage muß man sich zunächst vorstellen, daß der heutige Zustand der Knochenbruchstücke ein anderer ist, wie damals, als sie hergestellt wurden. Steinartefakte behalten ihre Härte, die Knochen dagegen sind völlig ausgelaugt und dadurch weich geworden. Im frischen Zustand, wenn der Knochen noch hart ist, sind die Spitzen und Kanten an derartigen Bruchstücken scharf, schärfer wie diejenigen vieler Steinwerkzeuge. Unter diesem Gesichtspunkt betrachtet können die gefundenen Knochenwerkzeuge sehr wohl zum Abhäuten der Tiere, zum Zerschneiden des Fleisches, zum Ablösen des Fleisches von den Knochen geeignet haben, andererseits konnten sie sicher Verwendung finden bei der Bearbeitung und Verwertung der Felle. Mit einem Stichel, wie Taf. 10, Abb. 2, konnten bei einer Handhabung, wie oben angenommen, tierische Häute zerschnitten oder mit Löchern versehen werden, sicher besser wie mit vielen der Steinwerkzeuge. Daß die Knochenwerkzeuge bei der Jagd Verwendung fanden, ist ihrer ganzen Form nach — es käme hier höchstens die Spitze Taf. 11, Abb. 1 in Frage — nicht anzunehmen. Wir werden später, bei Besprechung der Jagd, noch darauf zurückkommen.

Im Juli 1928 fanden wir die ersten Steinwerkzeuge.<sup>35)</sup> Alle bestehen aus Material, wie es sich in den Wiesbachschottern der Talwegterrasse in Massen findet. Daß alle aus Geröllstücken dieser Terrasse hergestellt sind, beweisen die mehr oder weniger großen, noch erhaltenen alten Geröllflächen, welche sich an verschiedenen Werkzeugen finden. Sie selbst sind nicht gerollt, denn alle Kanten sind sehr scharf, keine Spur einer Abrollung ist hier vorhanden, die sich ja an den Kanten sofort zeigen würde. Das Material der Werkzeuge ist in erster Linie Quarzit in verschiedener Ausbildung, wie er im Gebiet des oberen Wiesbaches als Geröllbestandteil unterrotliegender Konglomerate vorkommt, ferner wurden verschiedenartige dichte Melaphyre benützt.

Das erste gefundene Stück, Taf. 12, Abb. 1, 1a, 1b, 1c, besteht aus einem eisenschüssigen, braunroten Gangquarz, der offenbar einer Spaltenausfüllung im Melaphyr entstammt. Nach der gebräuchlichen Typologie wäre es als Handspitze zu bezeichnen. Er ist sehr flach, zeigt auf beiden Seiten eine über die ganze Fläche sich erstreckende Retusche, die auf der einen Seite, Taf. 12, Abb. 1a, vollendeter ist, wie auf der anderen. An den Rändern sind in großer Zahl kleine und kleinste Retuschen zu sehen. Eine eigentliche Spitze am oberen Ende ist nicht vorhanden.

Das Taf. 12, Abb. 2, 2a, 2b wiedergegebene Stück dürfte als Spitzkratzer zu benennen sein, es hat die Form und Ausbildung einer typischen Moustierspitze. Es besteht aus einem sehr feinkörnigen dichten Quarzit von grauvioletter Farbe. Eine mikroskopische Untersuchung des Gesteins erwies ein sehr dichtes Quarzit-

<sup>34)</sup> R. R. SCHMIDT, Die diluviale Vorzeit Deutschlands. Stuttgart 1912.

<sup>35)</sup> Das erste Stück wurde bei einem gemeinsamen Besuch der Grube von Herrn Prof. Dr. BEHRENS, Mainz, gefunden. An demselben Tage fanden wir noch 2 weitere ählicher Art.



grundgewebe, in dem eckige, größere Quarzitbruchstücke fest eingebettet liegen. Dem Gesteinsgefüge entsprechend, haben wir es mit einem besonders harten und zugleich zähen Material zu tun. Die eine Fläche ist beinahe vollkommen glatt. Nur an ihren hinteren Enden stehen einige Steilretuschen. Die andere Fläche, Taf. 12, Abb. 2, ist in der Längsrichtung von einem stumpfen Grat durchzogen, die Retuschen erstrecken sich über diese ganze Fläche. Kleine Randretuschen finden sich nur an der auf der Abbildung rechten Seite. Die ganze Bearbeitung ist eine sehr primitive.

Das schönste Stück ist ein halbmondförmiger Schaber (Taf. 12, Abb. 3a, 3b, 3c). Es ist ebenfalls aus einem sehr feinkörnigen, dichten Quarzit von grauvioletter Farbe gefertigt, grüne Adern durchziehen das Gestein. Die eine Seite ist vollständig glatt, ohne direkte Spuren der Bearbeitung. Es dürfte die Sprungfläche nach dem Nucleus zu sein. Die andere Fläche Taf. 12, Abb. 3 zeigt deutlich größere Retuschen, welche nach dem Rand, d. h. nach der linken Kante zu, immer kleiner werden. An der Kante selbst stehen lauter feine Steilretuschen nebeneinander. Das Stück ist rechts dick und fällt nach der linken Kante zu ab, ebenso nach oben und unten. An der rechten Seite ist ein halbrundes Stück herausgeschlagen.

Aus demselben Material besteht ein ganz roh bearbeitetes Werkzeug, welches Taf. 13, Abb. 1, 1a, 1b wiedergegeben ist. Es ist auch nur auf der einen Fläche bearbeitet und zeigt hier einige größere muschelförmige Retuschen, nur in der Mitte der linken Kante sind einige kleine Randretuschen angebracht.

Einen großen Schaber zeigt Taf. 13, Abb. 2 und 2a. Er besteht aus einem dichten Melaphyr. Die eine Seite ist völlig flach, ohne Bearbeitung; es ist die Fläche, an welcher das Stück von einem größeren Geröll abgesprungen ist. Auf der anderen Fläche sind große Späne muschelförmig abgeschlagen. Ein dreistrahligter Grat ist vorhanden, aber noch nicht ganz vollendet, denn links hinten steht noch ein Teil der alten Gerölloberfläche. Die Spitze ist durch einige Retuschen zugeschärft, ebenso die rechte Kante.

Aus dem gleichen Material stammt das Stück Taf. 14, Abb. 2, 2a, 2b. Hier haben wir den rohen Abschlag von einem Geröll; ob die Retusche am hinteren Ende besonders angebracht wurde, oder beim Abschlagen des ganzen Stückes entstand, läßt sich nicht sagen. Die Kanten sind schon an und für sich sehr scharf, deshalb fehlen auch alle kleineren Retuschen. Hier war scheinbar durch den ersten Schlag ein brauchbares Werkzeug entstanden. Ein auf der Innenseite abgeschlagener kleiner Buckel stellt vielleicht die einzige Nachbearbeitung dar.

Aus dichtem Melaphyr besteht der Schaber Taf. 13, Abb. 3 und 3a. Auch hier ist auf der rechten Seite ein großer Teil der alten Gerölloberfläche stehen geblieben. Die linke und vordere Kante sind durch zahlreiche kleine Retuschen geschärft.

Schließlich sei noch ein Schaber aus dichtem Melaphyr angeführt, Taf. 14, Abb. 1 und 1a; er ist in der Mitte sehr dick (siehe Seitenansicht), fällt ziemlich steil nach den Kanten zu ab. Letztere tragen zahlreiche steilstehende Randretuschen.

Die übrigen gefundenen Stücke bestehen alle aus dem gleichen Material, alle sind aus Geröllstücken der Talwegterrasse des Wiesbaches herausgeschlagen. Sie sind in ihrer Bearbeitung sehr primitiv, ein bestimmtes einheitliches System in der Art der Bearbeitung ist nicht zu erkennen. Wir wollen davon absehen,



sie einem bestimmten der seitherigen Typen zuzurechnen, zumal wir ja die in diesem Falle sicher viel wichtigere Eingliederung durch die oben angeführte Altersbestimmung haben. Berücksichtigen wir diese, so sind die Wallertheimer Werkzeuge viel primitiver als diejenigen, die wir aus den gleichaltrigen Fundstellen Frankreichs kennen. Wir sind uns bewußt, daß einige mit bestimmten Formen des Moustiers Ähnlichkeit haben. Vielleicht ergeben die weiteren Grabungen noch mehr Material, so daß dann an bestimmte Vergleiche gedacht werden kann.

Über die Verwendung dieser Geräte durch den Menschen läßt sich ebenso wenig Bestimmtes sagen, wie bei den Knochenartefakten. Eines ist sicher, zur Jagd konnten sie keine Verwendung finden. Dazu waren sie alle zu stumpf und zu plump. Wir denken auch hier viel eher an die Verwendung als Messer beim Zerlegen des Wildes, als Schaber und Kratzer bei anderer Tätigkeit.

Wie sich nun, nach Kenntnis des Inventars der Jäger, die Jagd selbst abgespielt haben mag, darüber können wir nur Vermutungen haben. Aber gerade das primitive Inventar schließt von selbst gewisse Jagdmethoden aus. Wir glauben mit SOERGEL<sup>36)</sup> annehmen zu dürfen, daß die Menschen sicher mit Holzspeeren gejagt haben. Eichen wuchsen damals am Taunusabhang im heutigen Rheingau. Mit ihren Stein- und Knochenwerkzeugen konnten sie wohl, wenn auch nur in langer, mühseliger Arbeit, Äste davon abschneiden, welche sie dann zurichteten und mit Hilfe des Feuers zuspitzten. Mit derartigen Lanzen konnten sie mehr erreichen als mit Speeren, in welche sie als Spitze ihre Stein- oder Knochengeräte eingeklemmt hätten. Als einzigstes käme ja hierfür nur die Knochenspitze, Taf. 11, Abb. 1, in Betracht. Wir sind aber der Überzeugung, daß auch sie in ihrer Wirkung durch eine Eichenholzspitze wesentlich übertroffen wurde. Wenn diese Spitze in Holz eingeklemmt gewesen wäre, dann würde man vielleicht auch die Spuren davon an ihr sehen.

Der Speer setzt natürlich eine Angriffsjagd voraus. Dies war aber in dem besonderen Falle von Wallertheim selbst gut bewehrtem Wild gegenüber möglich. Die Tiere kamen zur Tränke, hier konnte der Jäger im Schilf versteckt das geeignete Stück erwarten und dann aus nächster Nähe den Speer werfen. Auch größere Tiere, wie die Bisonten, konnte er auf diese Weise töten, oder zum mindesten doch so stark verwunden, daß sie dann leicht endgültig getötet werden konnten. Die Tiere, deren Reste wir an der Wasserstelle gefunden haben, wird er wohl auch zum größten Teil dort erlegt haben.

Weiterhin kommt natürlich auch noch die Fallgrubenjagd dazu. Mammut und Nashorn konnten sicher nur auf diese Weise erbeutet werden. Aber auch andere Tiere, wie Bisonten und Pferde, wurden sicher von ihm so gejagt. Die Tiere kamen täglich zur Tränke, meist hielten sie dabei wohl ihre Wechsel, die der Jäger bald kannte. Er brauchte also nur auf diesen Wechseln kleine Gruben anzulegen, in welche die Tiere beim Darüberlaufen mit einem Bein versanken. Dann bewirkte schon der nachsackende schwere Körper Knochenbrüche oder so starke Zerrungen und Verrenkungen, daß die Tiere meist nicht mehr fort konnten und nun leichter zu erlegen waren.

Andere Formen der Jagd waren unter Berücksichtigung des Geländes wegen des völligen Fehlens von Steilabstürzen usw. nicht möglich.

<sup>36)</sup> W. SOERGEL, Die Jagd der Vorzeit. Jena 1922.

<sup>37)</sup> W. SOERGEL, Das Aussterben diluvialer Säugetiere und die Jagd des diluvialen Menschen. Jena 1912. S. 33.



Während bei allen übrigen Stationen der Eiszeitjäger die Bisonten in geringster Zahl auftreten, so daß SOERGEL<sup>37)</sup> sagen konnte: „Beide Arten-Wisent und Ur, haben in der Jagd des diluvialen Menschen im allgemeinen keine große Rolle gespielt“, sind sie hier weitaus in der Mehrzahl unter der Beute vertreten. Dies weist darauf hin, daß sie sicher in besonders großer Anzahl in der damaligen Steppe lebten. Daß diese stark bewehrten Tiere aber von dem Wallertheimer Eiszeitjäger so leicht gejagt werden konnten, das ist zu erklären aus den, wie schon oben geschildert, besonderen Verhältnissen der Wasserstelle in der Steppe, die die Tiere fast immer dieselben Wechsel einhalten ließ und somit dem Jäger Gelegenheit gab, seine Jagd nicht auf den Zufall einzustellen, sondern auf Grund genauer Beobachtungen des Wildes.

Auch in Wallertheim wurden hauptsächlich junge Tiere, wie oben in den Tabellen festgelegt ist, erbeutet. Das deutet auch sehr auf die beiden, von uns angenommenen Jagdmethoden hin. Junge, vorwitzige Tiere kamen zuerst in die Fallgruben, sie kamen aber auch aus Mangel an Vorsicht und Erfahrung zuerst an die Tränke.

Die Hirschgeweihreste sagen uns, daß die Jagd hauptsächlich im Herbst stattgefunden hat. Natürlich haben die Jäger nicht an der Wasserstelle selbst gegessen, denn sonst würden sie ja das Wild verjagt haben. Sie kamen im Herbst öfter auf ihren Jagdzügen hierher, haben mit großem Erfolg gejagt und das Wild zum größten Teil an Ort und Stelle zerlegt und wahrscheinlich auch verspeist. Die aufgeschlagenen Knochen haben sie in den Sumpf geworfen, damit ihre Witterung die Tiere nicht vom weiteren Besuch der Stelle abhielt. Auch sie selbst werden nicht allzuoft an dieser Stelle gejagt haben, denn sonst würden ja auch dadurch die Tiere vergrämt worden sein. Der Fund von gebrauchsfähigen Werkzeugen in der Fundschicht und zwar in der Nähe des Randes der Wasserstelle sagt uns, daß dieser Rand sicher manches Mal bei Anwesenheit der Jäger trocken gelegen haben muß, denn gebrauchsfähige Werkzeuge hätten sie sicher nicht mit Absicht in das Wasser geworfen. Sie sind hier zufällig in den Boden getreten worden, oder schoben sich unter Steppengras und sind so für ihn verloren gegangen. Er hat aber wohl auch hier manches Mal Werkzeuge geschlagen, wie ein gefundener Nucleus aus dichtem Melaphyr<sup>38)</sup> beweist. Die angenagten Knochen zeigen uns, wie schon oben erwähnt wurde, ebenfalls die zeitweilige Trockenlegung der Ränder des Sumpfes, denn nur auf dem Lande konnten sie von Wühlmäusen benagt werden. Das gleiche beweisen die pollenanalytischen Untersuchungen. Wenn wir auf Grund der Geweihreste annehmen, daß die Jagd im Herbst stattgefunden haben muß, dann wird diese Annahme durch die eben angeführten Beobachtungen und Schlußfolgerungen unterstützt. Nach der doch immer größeren Trockenheit des Sommers ist der Herbst die Jahreszeit, in welcher am ehesten mit einer teilweisen Austrocknung des Sumpfes gerechnet werden könnte. Die Niederlassung der Jägerhorde selbst war weiter von der Wasserstelle entfernt. Vielleicht an einer Schlinge des Wiesbaches, wo sie von drei Seiten durch das Wasser gegen die Angriffe von Raubtieren geschützt war. Eine irgendwie geschützte Stelle mußten sie ja wählen, Höhlen oder andere Unterschlupfmöglichkeiten waren aber in dem Gelände nicht vorhanden.

<sup>38)</sup> Auf Grund einer mikroskopischen Untersuchung durch Herrn Bergrat Dr. W. SCHOTTLER handelt es sich um einen glasreichen, dichten Melaphyr, in dem die zahlreichen feinen Zwischenräume durch Kalkspat ausgefüllt sind.



### Lebensbild.

Die geologischen und stratigraphischen Resultate in Verbindung mit den gemachten Funden setzen uns in den Stand, ein Lebensbildnis zu entwerfen, wie es in einer Skizze nach unseren Angaben von Herrn Konservator KESSLER festgehalten wurde. Im Hintergrund sehen wir den charakteristischen Berg des mittleren Rheinhessens, den Wiesberg. Rechts anschließend die Höhen nach Vendersheim zu. Im Vordergrund ist die mit Schilf bewachsene Wasserstelle in der Nähe des heutigen Wallertheim. Dazwischen dehnt sich weithin die trockene Grassteppe aus, die geschützten Stellen, die Abhänge des Wiesberges und der anderen Hügel, sind mit offenem Buschwald bedeckt. Der Tag geht zur Neige. Von überall her aus der weiten Steppe ziehen die Tiere zur Tränke an die Wasserstelle, auf dem Wege dorthin immer wieder Halt machend, um zu äsen. Links im Hintergrund, noch weit entfernt, weiden 2 Mammute. Im Vordergrund links kommen Nashörner gezogen, um Wasser zu schöpfen und vielleicht sich zu suhlen. In der Mitte des Bildes zwischen dem Wiesberg und dem Sumpf äst ein Rudel Hirsche, links davon, etwas näher, verhofft eine Herde der kleinen Wildpferde. Rechts am Bildrande erscheinen die Vorläufer der Wisentherde, welche ebenfalls im Anzug ist. An der Wasserstelle selbst aber, im Schilf versteckt, wartet die Großkatze auf ihre Beute, die sie an dieser günstigen Stelle stets findet.

Das ist der Lebensraum, in dem der Wallertheimer Eiszeitjäger lebte und mit Erfolg jagte.

---

Zum Schluß ist es uns eine angenehme Pflicht, allen denen herzlich zu danken, welche uns bei unseren Arbeiten unterstützt haben. Vor allen Herrn Ziegeleibesitzer SCHICK in Wallertheim, welcher uns jederzeit nicht nur alle Untersuchungen und Grabungen in seiner Grube gestattete, sondern uns auch in jeder nur möglichen Weise unterstützte und förderte. Stets half uns auch in entgegenkommendster Weise der Bruchmeister Herr OSWALD.

Die Mittel für die seitherigen Grabungen usw. stellte die Stadt Mainz, sowie die ständigen Freunde und Förderer des Mainzer Naturhistorischen Museums, die Herren Kommerzienrat H. HESS, Kommerzienrat MASBACH, die Direktion der Mainzer Aktienbrauerei (Kommerzienrat Dr. OTTO JUNG) und die Mainzer Volksbank (Direktor REINS).

Material aus früheren Aufsammlungen in Wallertheim erhielten wir von dem Landes-Museum in Darmstadt (Professor Dr. HAUPT). Bei den Bestimmungen unterstützten uns die Herren Dr. HAAS, Frankfurt a. M. (Schnecken), Dr. FIRBAS, Frankfurt a. M. (Pollenanalyse) und Professor Dr. ANTONIUS, Wien (Pferdezähne). Ihnen allen nochmals herzlichen Dank!



## Gliederung der diluvialen Ablagerungen von Wallertheim i. Rheinl. u. Umgebung.

Allgemeine geologische Gliederung	Geologischer Vorgang	Klima	
Würmeiszeitgruppe	Bühl-Vorstoß	Jüngster Löß über dem obersten Verlehmungsstreifen 2 m	kalt, trocken
	Achenschwankung	Oberster Verlehmungsstreifen im Jüngeren Löß II 2 cm	gemäßigt
	2. Vorstoß der Würmeiszeit	Jüngerer Löß II 5 m	kalt, trocken
		Niederterrassenschotter des Wiesbach 1—1,5 m	kalt
	Große Rückzugschwankung	Erosion des Wiesbaches	warm, sehr feucht
		Verlehmung des Jüngeren Löß I bis 2,70 m sog. begrabene Schwarzerde von Sprendlingen	warm, feucht
	1. Vorstoß der Würmeiszeit	Sumpfbildung 0,30—0,50	Ablagerung in einer Mulde
Zusammengeschwemmter unverlehmter Jüngerer Löß I ~ 0,80 m			
Ausfüllung durch Talwegterrassenschotter und unverlehmtem Jüngeren Löß I Fundschicht 0,35 m			
Zusammengeschwemmter unverlehmter Jüngerer Löß I bis 1,10 m			
	Herausbildung einer örtlichen Mulde		
	Jüngerer Löß I zu unterst in stehendem Wasser abgesetzt mindestens 0,90 m		kalt, trocken
	Talwegterrasse des Wiesbaches 1,10 m		kalt
Risseiszeitgruppe	Hochterrasse des Wiesbaches bei Sprendlingen — St. Johann 35 m über dem Bachspiegel		kalt
Mindel oder Günz-Eiszeitgruppe	Hauptterrasse des Wiesbaches westlich Wallertheim (Kuhhimmel-Streitberg) 10 m mächtig; 80 m über dem Bachspiegel		kalt



**Rheinhessen und Randgebiet während der letzten Eiszeitgruppe.**

Geologische Gliederung	Geologischer Vorgang	Klima	Kulturen	Jahre vor der Gegenwart in Jahrtausenden nach Köppen-Wegener
Bühlvorstoß (Würm III) (Eiszeit IV c)	Jüngster Löß über der obersten Verlehmung des Jüngeren Löß II	kalt		26—21
Achenschwankung (Zwischeneiszeit IV b—IV c)	Verlehmung im Jüngeren Löß II	feucht gemäßigt	Magdalénien vom Lindengrund bei Heddesheim bei Kreuznach	66—26
2. Vorstoß (Würm II) (Eiszeit IV b)	Bildung von Jüngeren Löß II Aufschüttung der Niederterrasse	Höhepunkt der Vereisung kalt, trocken  kalt	Aurignacien vom Linsenberg bei Mainz	74—66
Große Rückzugschwankung (Zwischeneiszeit IV a—IV b)	Austiefung durch Bäche und Flüsse Bildung der Verlehmung des Jüngeren Löß I	feucht gemäßigt  gemäßigt		110—74
1. Vorstoß (Würm I) (Eiszeit IV a)	Bildung von Jüngeren Löß I Aufschüttung der Talwegterrasse	Höhepunkt der Vereisung kalt, trocken  kalt	Moustérien von Wallertheim in Rheinhessen	118—110



# Einige Erfahrungen bei gesteins- und bodenkundlichen Arbeiten.

Von OTTO DIEHL.

Bei der geologischen Aufnahme von Gebieten mit vorherrschend feinkörnigen und lockeren Sedimenten wie Sand, Löß, Lehm und dergleichen stellt sich gar zu oft das Bedürfnis nach einer guten mechanischen Analyse ein, die über die Zusammensetzung nach Korngrößen auszusagen vermag. Ganz ähnliches gilt für bodenkundliche Untersuchungen, wenn auch die Bedeutung bodenkundlicher Laboratoriumsarbeiten recht verschieden beurteilt wird.

Gewiß sind die Beobachtungen und Untersuchungen im Felde an natürlichen oder künstlichen Aufschlüssen stets von geradezu ausschlaggebender Bedeutung, und doch scheinen mir experimentelle Untersuchungen an Bodenproben im Laboratorium von großem Wert zu sein. Und zu solchen Böden mögen von den eingangs erwähnten lockeren Sedimenten alle diejenigen gerechnet werden, denen alsbald nach ihrer Ablagerung die für Böden so kennzeichnende „Bewegung“ im Sinne STREMMES zukommt. (S. Einleitung. Vergl. auch 9.)

Es seien deshalb einige Bemerkungen zur Frage der mechanischen Bodenanalyse und die eine oder andere Erfahrung beim Experimentieren mit Böden der verschiedensten Art gestattet. Dabei war ich genötigt, die in unsrer Anstalt vorhandene Apparatur zu berücksichtigen, damit die schon reichlich vorliegenden Analysenergebnisse der früheren Jahre zum Vergleich mit neueren herangezogen werden können. Es handelt sich um das SCHÖNE'sche Schlämmverfahren, dessen Vorzüge und Nachteile hier ganz kurz besprochen seien, weil hieraus erst klar werden kann, nach welcher Richtung etwa eine Verbesserung oder Vereinfachung der Methode (für die Zwecke unsrer Anstalt) ins Auge zu fassen wäre.

Das Zerlegen des Bodens mittels der Schlämmanalyse gestattet eine recht wertvolle Untersuchung der einzelnen Fraktionen unter dem Doppelmikroskop. Es läßt sich, um nur einige Beispiele anzuführen, feststellen, welche Bestandteile eines frischen, kalkhaltigen Sandes bei der Verlehmung eine Umwandlung erfahren haben, ob die Kalifeldspäte völlig oder nur teilweise zersetzt sind, und ob bei der mit der Verlehmung des Sandes verbundenen Kalkabfuhr nicht doch noch Reste von Kalkkarbonat vorhanden sind, die mit der Salzsäureprobe im Felde nicht festzustellen waren. Der dem Vogelsberger Basaltverwitterungsboden etwa beigemischte Löß ist mittels des Schlämmverfahrens nach SCHÖNE sehr rasch dadurch nachzuweisen, daß man den staubfeinen Lößquarz durch Einstellung auf eine leicht zu findende Schlämmgeschwindigkeit



keit in einer Fraktion anreichert, da für diesen Quarz eine ganz bestimmte Korngröße vorzuherrschen pflegt. Ferner ist recht sicher festzustellen, in welcher Korngröße kalkhaltiger Böden das Kalkkarbonat vorhanden ist und in welcher Form es vorliegt. Auch sind z. B. in der Braunkohlenformation etwa vorhandene Pollen durch sorgfältige Zerlegung der in Frage kommenden Schichten mit Sicherheit zu erkennen, mögen diese Schichten nun stark humos oder ausgesprochen leutig sein. Auch für den Nachweis von anderen kleinen Organismen wie Foraminiferen, Ostracoden u. dergl. ist die Methode von Erfolg. Nehmen wir die doch recht einfache Handhabung, die große Übersichtlichkeit und die sehr schnell ausführbare Aichung hinzu, die den Ersatz etwa zerbrochener Röhren leicht ermöglicht, so dürfte der große Wert dieser SCHÖNE'schen Schlämmanalyse für gesteins- und bodenkundliche Arbeiten recht deutlich hervorgehen.

Freilich stehen diesen Vorzügen große Nachteile meines Erachtens in dreierlei Hinsicht gegenüber. Einmal beansprucht das Abschlämmen der Feinteilchen unter 0,01 mm, wozu eine Schlämmsgeschwindigkeit von nur 0,2 mm erforderlich ist, ungewöhnlich viel Zeit. Dann ist eine Abtrennung noch feinerer Teilchen, wie sie für bodenkundliche Zwecke nicht mehr gut entbehrt werden kann, ganz und gar unmöglich. Schließlich kommt, wenigstens für uns, die recht erhebliche Härte des Wassers (15 deutsche Härtegrade) hinzu, was die Ergebnisse des Abschlämmens wegen der überaus starken Flockungserscheinungen beeinflussen muß. Und der Verwendung von destilliertem Wasser stehen die nicht geringen Kosten im Weg.

Aus diesen Erwägungen heraus habe ich unter Zuhilfenahme der KRAUS-schen Pipettemethode (10) die künftighin in unsrer Anstalt zur Verwendung kommende mechanische Bodenanalyse so abgeändert, daß ich die Vorteile des SCHÖNE-Verfahrens mit den Vorzügen der Pipettemethode, die mit Recht immer mehr Anklang findet, zu vereinigen suchte.

Wir schlämmen gleich mit der Schlämmsgeschwindigkeit von 2 mm in der Sekunde ab, was spätestens in 2 Stunden, meistens aber schon früher, erledigt ist und erhalten durch Behandlung des Restes nach dem SCHÖNE-Verfahren alle Fraktionen kleiner als 0,05 mm. Nach der Pipettemethode wird dann mit einer zweiten Bodenprobe die Fraktion kleiner als 0,01 mm und kleiner als 0,002 mm gewonnen und die zwischen den Korngrößen 0,05 mm und 0,01 mm liegende Fraktion nach der Restmethode erhalten.

Die Ausflockung kommt bei Bodenteilchen größer als 0,05 mm kaum mehr in Frage, und die Verwendung von destilliertem Wasser für die Pipettemethode verursacht keine allzu großen Kosten. Denn wir begnügen uns mit etwa 25 cm hohen, etwas über 1000 cm<sup>3</sup> fassenden Glaszylindern zur Aufnahme der Bodensuspension und einer Pipette mit wagrecht ausgezogener Spitze, die, fast 20 cm in die Bodenflüssigkeit getaucht, gerade 10 cm<sup>3</sup> faßt. Das Umrechnen ist dann besonders einfach. Wir hebern in einer Tiefe von fast 20 cm nach 37 Minuten bezw. nach 16 Stunden ab und erhalten so die Korngrößen kleiner als 0,01 mm bezw. 0,002 mm mit für unsre Zwecke vollauf genügender Genauigkeit. Voraussetzung ist bei solchen Untersuchungen eine vorzügliche Wage, die die vierte Dezimale noch zu bestimmen gestattet.

Die mißlichste Sache bei solchen Bodenanalysen ist die Bodenvorbehandlung, die, wie ich fürchte, auch in Zukunft ein Sorgenkind der Bodenkundler bleiben wird. Jedenfalls gibt es heute keine in jeder Hinsicht einwandfreie und



allgemein anerkannte Vorbehandlung. Namentlich humose Böden, aber auch kalkhaltige und solche, in denen durch Verwitterung und Abwanderung kolloide Bestandteile und Konkretionen aller Art aufgetreten sind, stellen der Vorbehandlung, die man doch auch nicht zu einer Mißhandlung werden lassen möchte, einstweilen noch unlösbare Aufgaben. Solche Böden, denen wir namentlich im Vogelsberg ständig begegnen, sind nun einmal durch eine mechanische Bodenanalyse nicht einwandfrei zu erfassen. Da gilt es eben, durch Beobachtung des Bodenprofils im Felde die unzureichende Analyse auf das gewissenhafteste zu ergänzen und der mikroskopischen Untersuchung der Einzelfractionen besondere Aufmerksamkeit zu widmen. Mitunter wird sich auch eine Doppelanalyse empfehlen, die eine nach Beseitigung des Kalkes durch Salzsäure bezw. nach Oxydation der humosen Stoffe durch Peroxyd, die andere ohne diese.

Bei den leicht zerfallenden Böden wie Löß und Flugsanden lasse ich die abgewogene Bodenmenge mit destilliertem Wasser eine Stunde weichen und koche dann unter ständigem Umrühren eine Viertelstunde. Die Analyse eines auf diese Weise vorbehandelten Bodens, falls er keine allzu stark hervortretenden Besonderheiten der oben geschilderten Art besitzt, fällt ganz so aus, als habe der Boden 24 Stunden lang unter gelegentlichem Schütteln mit destilliertem Wasser gestanden. Stets wird natürlich zum Ansetzen der Bodenaufschlammung und zum Auffüllen der Glaszylinder destilliertes Wasser verwendet. Die Ergebnisse der mechanischen Analyse werden dann zweckmäßig in der von NIGGLI angegebenen Weise graphisch auf mm-Papier aufgetragen, so daß die Beteiligung der einzelnen Korngrößen an der Zusammensetzung des Bodens auf den ersten Blick hervortritt.

Bei solchen Sedimentationsversuchen, zu denen die KRAUS'sche Pipettmethode geradezu herausfordert, lassen sich nun überaus wertvolle Beobachtungen machen. Da diese Experimente mit recht einfachen Mitteln und in recht sinnfälliger Weise anzustellen sind, dürften sie nicht nur rein wissenschaftlichen Wert haben, es wird ihnen auch erheblich praktische und namentlich unterrichtliche Bedeutung zukommen. Von einigen solcher Versuche sei hier die Rede.

Wir verwenden von einer gut durchgemischten Bodenart, etwa einem durch Verlehmung kalkfrei gewordenen Löß oder einem Basalt- oder Melaphyrverwitterungsboden zwei Proben von je 25 g, setzen mit etwas destilliertem Wasser an, kochen die Aufschlammung auf und bringen die Proben je in einen Zylinder, wie sie für die Pipettmethode zur Verwendung kommen. Den einen Zylinder füllen wir mit destilliertem Wasser, den anderen mit hartem Wasser (15 D. H.) zu einem Liter auf und schütteln beide gründlich durch. Wir werden sehr bald, bestimmt schon nach einer Viertelstunde, deutlich erkennen, daß die Bodenteilchen im harten Wasser viel schneller sinken als im destillierten Wasser. Lassen wir die beiden Zylinder mehrere Tage stehen, dann zeigt nur noch der Zylinder mit destilliertem Wasser eine deutliche Trübung. Beim Versuche, den Boden wieder aufzuschütteln, machen wir dann die Erfahrung, daß sich dies im harten Wasser sehr rasch bewerkstelligen läßt, daß aber im destillierten Wasser der obere Teil der abgesetzten Bodenmasse sich als eine zusammenhängende, sichtlich schleimige und schmierige, dicke Haut erst nach recht heftigem und längerem Schütteln in seine Einzelteilchen zerlegen will.

Es lassen sich hieraus bodenkundlich recht wichtige Schlüsse ziehen. Da ist vor allen Dingen das schnellere Sedimentieren im harten Wasser auf Zu-



sammenballung der einzelnen Feinteilchen, also auf eine Ausflockung zurückzuführen. Es entstehen eben in auffällig kurzer Zeit, wie wir später noch beweisen werden, aus den einzelnen Feinteilchen größere und deshalb schwerere, wenn auch locker gebaute Bodenteilchen, die schneller zu Boden fallen müssen. Offenbar ist an dieser Erscheinung der Gehalt des Wassers an Salzen schuld.

Der erwähnte schleimige, an halberstarrten Leim erinnernde oberste Teil des Bodens läßt ein Urteil zu über den Gehalt des Bodens an echt kolloiden Bodenteilchen von überaus winziger Korngröße. Sie gehören eben zur „Welt der vernachlässigten Dimensionen“, um mit WO. OSTWALD zu reden. Und wer diese schmierige Masse bei dem oben besprochenen Versuch einmal kennen gelernt hat, dem ist auch der Begriff Dichtschlammung des Bodens nach Regen klar geworden (11).

Auf die große Bedeutung dieser Feinteilchen für den Wasserhaushalt des Bodens sei hier nur ganz kurz hingewiesen, und wie sich diese feinen Bodenteilchen den Nährstoffen gegenüber verhalten, das läßt sich mit unseren beiden Bodenproben in den für die Pipettemethode vorbereiteten Zylindern sehr schön zeigen. Wir hebern zu diesem Zweck gleich am ersten Tag aus 20 cm Tiefe nach 15 Minuten, dann nach 37 Minuten und schließlich nach 16 Stunden ab und zwar in beiden Zylindern. Nach zwei Tagen wiederholen wir diesen Versuch und nach weiteren 2 Tagen wiederum u. s. f., selbstredend jeweils nach tüchtigem Durchschütteln des Zylinderinhalts. Den Pipetteninhalt bringen wir in tarierte Tiegel und bestimmen nach dem Eindampfen durch Wägung und Umrechnung den Gehalt der Bodenaufschlammung an festen Teilchen nach den oben angegebenen Fallzeiten. Die Ergebnisse einer Reihe von Bestimmungen dieser Art an verlehmttem Löß von Alsfeld in Oberhessen seien hier mitgeteilt:

Im Zylinder mit destilliertem Wasser ist der Gehalt an festen Stoffen nach 15 Minuten zu 28%, nach 37 Minuten zu 20% und nach 16 Stunden zu 7% gefunden worden, und an diesen Zahlen änderte sich, von geringfügigen, nicht zu vermeidenden Schwankungen abgesehen, in den folgenden Tagen nichts. Sehr wohl aber ist dies bei dem Zylinder der Fall, der den Lößlehm Boden mit hartem Wasser enthielt.

Tag	15 Minuten	37 Minuten	16 Stunden
1	—	1,3	—
3	4,0	1,8	0
5	5,7	2,3	0
8	9,2	3,8	0
11	10,0	4,0	0
13	10,4	4,1	0
15	10,7	4,1	0
22	10,8	4,1	0

Es geht mit großer Deutlichkeit aus diesen Zahlen hervor, daß zwar die aus hartem Wasser bestehende Bodenflüssigkeit die Trübe viel schneller sinken läßt als destilliertes Wasser, daß aber die „harte“ Bodenflüssigkeit im Laufe der Tage immer mehr Teilchen in der Schwebe zu halten vermag, daß also das Absinken der Bodentrübe mit der Zeit langsamer vor sich geht.

Wenn auch die Einzelheiten dieser Vorgänge noch der Klärung bedürfen, so wird man doch folgendes sagen können: Die im harten Wasser befindlichen und völlig dissoziierten Alkalierdmetallsalze lassen wohl ihre Kationen mit den



kolloiden Bodenbestandteilen recht eigenartige Reaktionen eingehen, deren Art und Intensität von der Beschaffenheit der Böden abhängt. Es handelt sich da vor allem um Adsorption der Ca- und Mg-Jonen, wobei durch elektrische Entladung der Bodenteilchen ihre Auflockung erfolgt. Es werden aber auch, namentlich bei Böden, die starker Beanspruchung ausgesetzt waren, Austauschreaktionen in Frage kommen, und schließlich wird man auch an eine chemische Bindung des Kalkes mit den Bodenkolloiden denken können. Wie dem auch sei, offenbar vollzieht sich diese Anlagerung der Ca-Jonen, wie unsere Versuche beweisen, nicht gleich vollständig beim einmaligen Durchschütteln, so daß nach einer gewissen Zeit der Boden wiederum adsorbierende Wirkungen zeigt.

Noch einfacher läßt sich für die Veranschaulichung dieser bodenkundlich doch recht bedeutsamen Vorgänge der Versuch mit etwa 1 m langen und 3 cm weiten Glasröhren anstellen. Die Röhre I enthält den mit destilliertem Wasser, die Röhre II den mit hartem Wasser angesetzten Boden. Nach dem Umschütteln wird die Zeit abgelesen, die das Sedimentieren in Röhre II benötigt. Die Bodensuspension trennt sich da nämlich nach spätestens 10 Minuten in einen oberen schwach trüben und einen unteren sehr stark trüben Teil. Beim erstmaligen Schütteln ist das unterschiedliche Verhalten der beiden Aufschlämmungen besonders auffällig. Die obere Grenze der starken Trübe bei Röhre II ist recht scharf und nach 30 Minuten 80 cm gesunken, um ein Zahlenbeispiel anzugeben. Die Flocken sind schon mit bloßem Auge zu beobachten. Röhre I bleibt dagegen tagelang trüb. In ihr erfolgt das Absinken der nicht ausgeflockten Feinteilchen sehr langsam.

Wiederholt man nun diese Versuche nach 2, 4 u. s. f. Tagen, dann sieht man, daß die Grenze zwischen dem trüben und dem klareren Teil der Röhre II an Schärfe abnimmt. Trotzdem ist aufs deutlichste festzustellen, daß die Sedimentation mehr als 30 Minuten dauert, und daß dieser Betrag mit jedem Tag und jedem erneuten Schütteln zunimmt. Es macht ganz den Eindruck, als verlöre das Wasser beim Schütteln mit dem Boden allmählich einen großen Teil seiner Härte. Tatsächlich ist dies auch der Fall, wie Härtebestimmungen mit Seifenlösung bewiesen. Die Härte sank nämlich von 13 auf 6 innerhalb einiger Tage.

Diese Versuchsergebnisse stehen übrigens ganz im Einklang mit Beobachtungen, die P. TNORILA an Quarzsuspensionen gemacht hat (4).

Daß bei solchen Adsorptionen von Kationen durch einen basenhungrigen Boden auch Austauschsäure auftreten wird, das läßt sich bekanntlich besser als mit hartem Wasser mit normaler Chlorkaliumlösung zeigen, die gründlich mit dem Boden geschüttelt, eine deutliche saure Reaktion zu erhalten pflegt.

Nach unseren Versuchen verlieren elektrolythaltige Bodenwässer in Berührung mit Böden, die an Feinteilchen reich sind, einen ganz erheblichen Teil ihrer Härte. Darauf ist es wohl zurückzuführen, daß die Quellen im Basaltgebiet des Vogelsberges recht weiches Wasser liefern, dessen Härte kaum die Zahl 5 übersteigen wird. Tritt gelegentlich einmal Quellwasser von erheblich größerer Härte in dieser Gegend auf, dann darf man daraus schließen, daß dieses Wasser nicht aus den Klüften der Basaltdecke stammt, daß es sich vielmehr um auf Spalten emporsteigendes Tiefenwasser handelt.

Aber auch auf den Vorgang der Verlehmung von Löß und Sand dürften die erwähnten Versuchsergebnisse ein Licht werfen. Mit der Verlehmung,



also der Verwitterung der Silikatminerale des Bodens ist die Abfuhr des Kalkkarbonats durch Sickerwässer in der Regel verbunden. Es wird aber nicht alles Kalzium in die Tiefe wandern, sondern unterwegs zu einem recht erheblichen Teil von den bei der Verlehmung entstehenden feinsten Bodenteilchen adsorptiv gebunden werden und als Austauschkalzium den Pflanzenwurzeln zugute kommen können.

Schließlich erscheint es recht einleuchtend, daß ein von Grundwasser mit einigem Gefälle durchfluteter Boden infolge der neutralisierenden Wirkung der zugeführten Kationen vor stärkerer Versauerung geschützt ist. In der Tat scheinen Talböden im allgemeinen recht geringe Austauschaziditäten und an 7 nahe heranreichende pH-Zahlen zu besitzen. Demnach wären die bedenklichsten Bodenreaktionen (es ist hier nur von Waldböden die Rede) da zu erwarten, wo eine starke Basenabfuhr ohne genügenden Ersatz vorliegt. Das wird doch wohl in höheren Teilen des Vogelsberges der Fall sein. Dort kommen erhebliche Niederschlagsmengen, relativ geringe Temperaturen und infolgedessen nicht unbedeutende Humusanreicherungen in Frage, die eine recht intensive Auslaugung und Ausbleichung des Oberbodens verursachen. Es ist demnach recht wahrscheinlich, daß sich dort auch stark versauerte Böden vorfinden.

Nun läßt sich die Ausflockung der feinsten Bodenteilchen noch sehr schön auf subjektivem, mikroskopischem Wege zeigen. Dabei verfährt man zweckmäßig auf folgende Art: Eine Bodenaufschlammung (z. B. Melaphyrzersatz) mit destilliertem Wasser steht in einem Glaszylinder einige Tage, bis sich die bekannte, später noch zu behandelnde Schichtenbildung einstellt. Mit einer Pipette wird aus der vierten oder fünften Schicht eine kleine Probe entnommen, bei der man die Gewähr einigermaßen gleicher Korngröße hat. Ein Tropfen dieser Suspension kommt nun auf einem Objektträger unter Deckglas. Mit Objektiv 5 oder 7 ist da im durchfallenden Licht natürlich die BROWN'sche Bewegung der kleinen Bodenteilchen zu sehen. Im Dunkelfeld beobachtet man schon mit Objektiv 3 die kleinen Beugungsbildchen der Bodenteilchen und zur Not auch ihre BROWN'sche Bewegung. Man bringt nun einen kleinen Tropfen harten Wassers in unmittelbare Nähe des Deckglases und mit einer Präpariernadel diesen Wassertropfen mit der randlich unter dem Deckglas herausgedrückten Bodensuspension in Berührung. Sofort tritt außer einer heftigen Strömung der beiden Flüssigkeiten ein deutliches Zusammenballen der einzelnen Bodenteilchen, eine überaus charakteristische Ausflockung auf. Bringt man das harte Wasser unter das Deckglas und die Bodensuspension in seine Nachbarschaft, dann läßt sich beobachten, daß die Bewegung in der Hauptsache von der Suspension nach dem Elektrolyten zu erfolgt. Im letzten Falle ist nämlich die Ausflockung auch unter dem Deckglas zu beobachten, bei der ersten Versuchsanordnung macht sie aber vor dem Deckglas in auffälliger Weise halt. Zweifellos handelt es sich hier um die von REUSS im Jahre 1808 entdeckte Elektrophorese. Die tonigen Bodenteilchen wandern wegen ihrer negativen Aufladung nach dem gegen den Ton positiv geladenen harten Wasser (6).

Wir ersehen jedenfalls aus diesem Versuch, daß die durch den Elektrolyten verursachte Ausflockung der Bodenteilchen außerordentlich rasch vor sich geht, und wer einmal dieses mikroskopische Bild gesehen hat, wird sich an die schematische Zeichnung der Einzelkorn- und Krümelstruktur in dem bekannten RAMANN'schen Buche über Bodenkunde erinnern (11). Vergl. auch (3).



Hier mögen einige Bemerkungen über die BROWN'sche Bewegung Platz finden, zumal der Bodenkundler allen Grund hat, sich mit ihr zu beschäftigen. Sie ist bei Teilchen über 0,01 mm nicht vorhanden, bei 0,001 mm Korngröße noch langsam, um bei weiterer Abnahme der Korngröße ungemein lebhaft zu werden (12). Als Folge der die Wärmeenergie darstellenden Bewegung der Wassermoleküle unterliegt sie den Gasgesetzen. Diese eigenartige Bewegung der Bodenteilchen, welche beim Zusammentreffen mit Wasser entsteht und unter dem Mikroskop auch leicht sichtbar gemacht werden kann, scheint mir das charakteristischste Merkmal eines Bodens überhaupt zu sein.

Gerade das Studium der BROWN'schen Bewegung, die übrigens schon 1827 von dem englischen Botaniker BROWN entdeckt worden ist, hat zur Ermittlung der mittleren Bewegungsenergie der Moleküle geführt, aus der sich ihre Anzahl im Gramm-Molekül und damit auch ihr absolutes Gewicht feststellen ließ. Diese nach LOHSCHMIDT benannte Zahl ist  $L = 60,6 \cdot 10^{22}$ . Es sind also in 18 g Wasser  $L$  Moleküle, in einem Liter demnach  $3367 \cdot 10^{22}$  Moleküle. Von diesen sind infolge ihrer eigenen, sehr lebhaften Bewegung immer das 555 Millionste in Ionen gespalten, wie man aus der Dissoziationskonstante des Wassers, die für 22° Celsius den Wert  $10^{-14}$  hat, berechnen kann (6). In einem Tropfen Wasser sind trotz der geringfügigen Dissoziation etwa 4 Billionen Wasserstoffionen enthalten. Aus der Dissoziationskonstante geht ferner unter Berücksichtigung des Messenwirkungsgesetzes hervor, daß in reinem Wasser die H-Ionenkonzentration  $10^{-7}$  beträgt, eine Potenz, deren negativer Logarithmus bekanntlich die pH-Zahl ist. Wir haben es also im Wasser mit zweierlei Gebilden, den Molekülen und den Ionen, zu tun. Die Bewegung der ersteren hat die elektrolytische Spaltung der im Bodenwasser gelösten Salze zur Folge, was einer Zubereitung der Nährstoffe für die Pflanzenwurzeln gleichkommt. Durch die viel heftigere Bewegung der Wasserstoffionen wird dagegen die für den Boden so wichtige „Verwitterung“ der Silikatmineralien eingeleitet und damit der Ersatz für verbrauchte Nährstoffe ermöglicht.

Diese wenigen Bemerkungen dürften vollauf genügen, um die bodenkundliche Bedeutung der BROWN'schen Bewegung zu kennzeichnen.

Zum Schluß möchte ich noch auf die merkwürdige Schichtenbildung eingehen, die wohl jeder beobachtet, der sich mit Sedimentationen von Suspensionen befaßt. Es ist schon sehr viel über diese recht geheimnisvoll anmutende Erscheinung geschrieben worden, und an Erklärungen hat es natürlich nicht gefehlt.

Diese Schichtbildung ist wohl zuerst von TH. SCHLOESING d. Älteren 1874 beobachtet und auf das Vorhandensein verschiedener Silikate zurückgeführt worden (1). Nach W. H. BREWER sollen Hydratbildungen eine wesentliche Rolle bei der Entstehung der Schichten spielen (1 u. 2). Die Beobachtung von C. BARUS, daß unter jeder Schichtfläche die Trübung bis zur nächsten Fläche abnimmt, wird von den Verfassern in Lit. 1 für einen Irrtum erklärt. (Nach meinen Erfahrungen hat aber C. BARUS das richtige getroffen, wie wir bald sehen werden.) THOULET zieht zur Erklärung der Schichtbildung Gegenströmungen des Wassers heran, die durch das Fallen der Bodenteilchen hervorgerufen werden (1).

WILLIAMS und I. U. Lloyd beschäftigten sich mit dem Einfluß der Temperatur auf die Schichtbildung (1).



UNGERER (2) schließt sich den in (1) vertretenen Ansichten an, wonach mit großer Wahrscheinlichkeit anzunehmen sei, daß die verschiedene Größe und das verschiedene spezifische Gewicht der allerfeinsten Teilchen des Tones zur Schichtbildung führen.

Die zwar naheliegende aber doch unwahrscheinliche Annahme, es seien die Korngrößen in diskontinuierlicher Weise im Boden vertreten, ist wohl endgültig fallen gelassen worden, und ich würde mir die KRAUS'sche Hypothese ohne weiteres zu eigen machen (5), wenn ich sie nicht durch einige meiner Versuche mit Bodensuspensionen der verschiedensten Art für nicht ganz ausreichend halten müßte. KRAUS glaubt nämlich, daß von einer bestimmten Korngröße ab der Unterschied der Absinkkräfte von nur wenig verschiedenen Korngrößen so klein ist, daß damit die Anziehungskraft der Teilchen in Konkurrenz treten kann.

Auch in bezug auf die Versuche, die den Einfluß des Lichtes auf die kleinen Bodenteilchen beweisen sollen, bin ich zu ganz anderen Ergebnissen gekommen als P. TNORILA (4), obwohl eine solche Beeinflussung vielleicht vorhanden ist.

Um diese Frage vorweg zu nehmen, sei namentlich auf die geradezu mimosenhafte Empfindlichkeit der ungemein kleinen Teilchen der obersten Schichten hingewiesen. Alle Schichtgrenzflächen fallen im geheizten Zimmer nach dem Fenster ein, nicht aber, weil es da heller, sondern kälter ist. Die schräge Lage der Grenzflächen macht der wagrechten nach wenigen Minuten Platz, wenn die mit der Bodensuspension erfüllte Röhre von einem weiten Zylinder umgeben wird, der aus undurchsichtiger Pappe oder auch aus durchsichtigem Glas sein darf. Der Zylinder verhindert nach Art eines Ofenschirms den Temperaturabfall des Raumes nach dem Fenster hin. Man wird unwillkürlich an die Verwendung dieser Erscheinung zum Nachweis äußerst geringer Temperaturunterschiede angeregt.

Läßt man ferner in der Dunkelkammer in 40—50 cm Entfernung von einer die Schichtung zeigenden Bodenaufschlammung eine elektrische Lampe brennen, so stellen sich die Schichtgrenzflächen nach einigen Minuten schräg und zwar nach der Lichtquelle ansteigend. Dies tritt aber auch ein, wenn man über den mit der Suspension gefüllten Zylinder eine enganliegende Röhre aus schwarzem Papier gestülpt hat. Es handelt sich eben nicht um eine Lichtsondern wiederum um eine Wärmewirkung. Sollte übrigens eine Lichtwirkung auftreten, so denke ich sie mir entladend oder nach Art des Dasymeters stoßend, also die Sedimentation fördernd. Einen solchen Nachweis bei Bodenteilchen einwandfrei zu führen, ist mir nicht gelungen. Wohl aber ist durch E. WIEGEL die koagulierende Wirkung des Lichtes auf kolloides Silber festgestellt worden (13).

Nun zur Ursache der Schichtenbildung.

In den Suspensionen all derjenigen Böden, die einen gewissen Betrag von Feinteilchen enthalten, tritt nach einiger Zeit die Schichtbildung auf und zwar am herrlichsten in solchen, die recht viele Teilchen besitzen, die kleiner als 0,002 mm sind. Sehr geeignet zu solchen Versuchen haben sich daher Verwitterungsböden von Melaphyr und Basalt und stark verlehnte Lößböden erwiesen. Die Anzahl der Schichten nimmt mit dem Gehalt an Feinteilchen zu. Die Schichten sedimentieren bei höherer Temperatur etwas schneller als bei tieferer, was mit der STOKES'schen Formel im Ein-



klang steht. Denn mit der Temperaturzunahme nimmt die Dichte des Dispersionsmittels und auch seine innere Reibung ab. Schon THOULET hat diese Beobachtung gemacht (1). Verwendet man vom Boden nur die abgeschlammten Teile, dann erhält man unter sonst gleichen Umständen Schichten in größeren Abständen, als wenn der Gesamtboden angesetzt wurde.

Im übrigen sind die einzelnen Schichten von ganz besonderer Beschaffenheit. Es ist jeweils der oberste Teil der Schichten am trübsten und infolgedessen von größerer innerer Reibung als der untere. Deshalb sind auch die Versuche von I. U. Lloyd (1) sehr verständlich, der nachgewiesen hat, daß feinstes Pulver, das man auf eine Suspension streut, beim Durchsinken der Flüssigkeitssäule an den Schichtoberflächen Hemmungen erfährt.

Zur Beurteilung der Ursache dieser überaus eigenartigen Schichtung dürfte nun folgende Beobachtung von besonderem Wert sein. Eine ganze Reihe der verschiedensten Böden wurde mit destilliertem Wasser angesetzt, geschüttelt und in 1 m hohen Glasröhren in einem ungeheizten Zimmer im kalten Winter 1928/29 stehen gelassen. Die Temperatur des Zimmers war ziemlich unveränderlich. Selbst nach fünf Tagen war nicht eine Spur von Schichtung zu sehen. Als aber die mit den Bodensuspensionen gefüllten Röhren vorsichtig in das benachbarte, um mindestens 10° wärmere Zimmer gebracht wurden, dann zeigte sich schon nach zehn Minuten namentlich in den oberen einigermaßen durchscheinenden Teilen der Trübung eine gewisse Unruhe. Es änderte sich zwar dauernd das Bild, erinnerte aber im allgemeinen etwas an die Erscheinung, die der Physiker FEDDERSEN beim Photographieren eines elektrischen Entladungsfunkens mit Hilfe eines rotierenden Spiegels erhielt (7). Es machte ganz den Eindruck, als seien Strömungen des Wassers von den Glaswänden her am Werk, und nach spätestens 15—20 Minuten war eine überaus deutliche Schichtung bis in die untersten Teile der Röhren fertig. Diese Versuche habe ich zu oft mit ganz demselben Ergebnis wiederholt, um an dem Einfluß des Temperaturunterschiedes auf das Zustandekommen der Schichtung zweifeln zu können und behaupte, daß eine solche Schichtung bei meinen Bodensuspensionen unterbleiben würde, wenn ich die durch Temperaturänderung verursachte Strömung innerhalb des Dispersionsmittels gänzlich verhindern könnte. Freilich haben allzu schroffe und sich häufig wiederholende Temperaturschwankungen die Zerstörung der Schichten zur Folge.

Ein weiterer Versuch ist recht geeignet, diese Beobachtungen zu vervollständigen. Ein völlig entkalkter, verlehmtter Löß aus der Umgebung von Alsfeld in Oberhessen wurde mit destilliertem Wasser geschüttelt und in einem Standzylinder im mäßig geheizten Zimmer in diesem Frühjahr stehen gelassen. Die Temperatur des Zimmers änderte sich der vorgeschrittenen Jahreszeit entsprechend recht wenig. Nach zwei Tagen war noch keine Spur einer Schichtung zu sehen. Als ich aber den Zylinder mit der Trübe vor das Fenster stellte, wo die Temperatur etwa 8—10° niedriger war, erschien nach spätestens 15 Minuten eine überaus deutliche Schichtung, deren Grenzflächen anfänglich durch das an den Glaswänden abwärts strömende Wasser stark konvex nach oben gekrümmt waren.

Meines Erachtens ist die Schichtung nicht das Ergebnis der „Konkurrenz der Absinkkräfte mit der Anziehungskraft der kleinsten Teilchen“ allein, es muß vielmehr den im Dispersionsmittel durch Temperaturveränderungen hervorgerufenen Strömungen eine ganz besondere Bedeutung zuerkannt werden.



Zur Abwärtsbewegung der Bodenteilchen hat noch eine Bewegung der Flüssigkeitsteilchen hinzuzukommen.

Damit läßt sich diese Schichtenbildung zwanglos den vielen rhythmischen Erscheinungen einreihen, welche wie die jedem Geologen bekannten Wellenfurchen (Rippelmarken) nach der Theorie von HELMHOLTZ dadurch zustandekommen, daß zwei verschiedene Medien sich mit verschiedener Geschwindigkeit übereinander bewegen.

### Schriftenverzeichnis.

1. P. EHRENBERG, E. HAHN, O. NOLTE, Die Schichtenbildung usw. Kolloid-Zeitschrift. XXI. 1. Dresden u. Leipzig 1917.
2. GALLAY, Beitrag zur Kenntnis der Tonkoagulation. Kolloidchemische Beihefte. Bd. 21.
3. J. A. HANLEY, Flockungsversuche und mikroskopische Beobachtungen an Quarzsuspensionen. Kolloidchemische Beihefte. Bd. 25.
4. P. TNORILA, Theorie der Koagulationsschichten. Kolloidchemische Beihefte. Bd. 24.
5. G. KRAUS, Neue Hypothese über die Ursachen der Schichtbildung in Suspensionen. Kolloidchemische Beihefte. Bd. 25.
6. L. MICHAELIS, Die Wasserstoffjonenkonzentration. Berlin 1922.
7. H. STARKE, Experimentelle Elektrizitätslehre. S. 275. Teubner. 1904.
8. H. STREMMER, Grundzüge der praktischen Bodenkunde. Berlin 1926.
9. F. MÜNICHSDORFER, Der Löß als Bodenbildung. Geol. Rundschau. XVII. 5.
10. G. KRAUS, Über eine neue Methode der mechanischen Bodenanalyse usw. Intern. Mitt. f. Bodenkunde. XIII. 1923.
11. RAMANN, Bodenkunde. Berlin 1911.
12. R. ZSIGMONDY, Kolloidchemie, I. Teil, S. 16. Leipzig 1925.
13. E. WIEGEL, Über die Farben des kolloiden Silbers usw. Kolloidchemische Beihefte. XXV. 5—8. 1927.



# Ueber den ersten Fund einer fossilen Bananenfrucht und ihre Fossilisation

unter Berücksichtigung der sediment-petrogenetischen Vorgänge.

Von HANS KLÄHN-Rostock.

Mit Tafel 16 und 17.

## Inhalt.

A. Geschichte des Fundes . . . . .	S. 100
B. Fundschicht . . . . .	> 101
C. Bisher beschriebene Reste von Bananen der Münzenberger Lokalität . . . . .	> 102
D. Beschreibung des Fossils von Münzenberg . . . . .	> 103
E. Die Fossilisation der Münzenberger Bananenfrucht . . . . .	> 104
F. Vergleichende Betrachtungen . . . . .	> 110
Zusammenfassung . . . . .	> 114
Literaturnachweis. . . . .	> 115

## A. Geschichte des Fundes.

Während meines Aufenthaltes in Münzenberg in der Wetterau<sup>1)</sup> wurde mir das vorliegende Fossil gezeigt, welches im „Blättersandstein“ des Gemeindebruches am Steinberg bei Münzenberg gefunden worden war. Da ich den Wert des Objektes sofort erkannte, veranlaßte ich das Museum in Darmstadt, dasselbe zu erwerben. In entgegenkommender Weise wurde mir das Fossil zur Bearbeitung überlassen, wofür ich dem Vorstand der mineralogisch-geologischen Abteilung, Herrn Prof. A. STEUER, und dem Kustos, Herrn Prof. O. HAUPT, meinen verbindlichsten Dank ausspreche. Den Herren Oberregierungsrat Prof. WERTH-Berlin-Dahlem und Prof. KRÄUSEL-Frankfurt a. M. danke ich bestens für Literaturhinweis sowie Herrn Prof. HAUPT-Darmstadt und Dr. GELLER-Rostock für Anfertigung von Lichtbildern und Herrn Prof. HAUPT für Erteilung verschiedener Auskünfte.

<sup>1)</sup> Ich hielt mich sedimentpetrographischer Untersuchungen halber in der Wetterau auf, welche durch die Notgemeinschaft der deutschen Wissenschaft unterstützt wurden, wofür ich derselben meinen besten Dank ausspreche.



## B. Fundschicht.

Das Fossil stammt aus einem feinkörnigen, etwas verkieselten, Baryt führenden, festen, rötlich-grauen, uneben spaltenden Sandstein mit Blattresten. Dieser Sandstein wird in erster Linie abgebaut und bildet in dem Gemeindebruch am Steinberg die liegende Partie des ganzen Gesteinskomplexes. PLANK (5, S. 14) gibt ein Profil und ein Lichtbild der Südwand des Bruches; das Fossil wurde in dem als „9 m fester Sandstein“ bezeichneten Komplex gefunden. Die ganzen Ablagerungen, in welchen Lagen mit *Dreissensien* vorkommen, werden den *Corbicula*-Schichten des obersten „Aquitän“ (Oberoligozän bzw. Untermiozän) zeitlich gleichgesetzt (vgl. WENZ 9). Nach PLANK findet sich *Corbicula Faujasi* in einer tonigen Sandsteinlage des hangenden Komplexes des Bruches.

Zur Charakterisierung des Lebensraumes der Banane, ferner zum Verständnis der später zu behandelnden Fossilierung derselben sei folgendes erwähnt: Die ganzen Ablagerungen zwischen Griedel, Rockenberg und Münzenberg sind typische küstennahe Sedimente, wie dies bereits DIEFFENBACH (2) erkannte. Zu ihrer Entstehung trugen das Meer, ferner Flüsse und Wind bei. Fossilleere Sande, welche oft notenstrichartig, aber auch ungeschichtet gelagert sind, zeigen häufig Diagonalstruktur und sind von heller, bräunlicher, auch himbeerroter Farbe. In den eigentlichen Sanden fehlen Fossilien. Vereinzelt finden sich in den Sanden Konkretionen von Quarzsandstein und kuglige Kristallgruppen von Schwespat mit viel Sand. Nach oben gehen die Sande in Sandsteine, wie östlich Rockenberg, und in Quarzite über. Zwischen die Sande und die hangenden Sandsteine schieben sich westlich Münzenberg oolithische Kalksandsteine mit Litorinellen und Landschnecken ein. Bei den genannten Ablagerungen handelt es sich in der Hauptsache um Dünenbildungen.

Sumpfablagerungen stellen die „Gelbeisensteinlager“ nördlich Rockenberg vor, welche sich zwischen Sand und Sandstein einschieben. In ihnen sind Sumpfpflanzen sehr häufig. Solche Sumpfbildungen treten auch am Steinberg bei Münzenberg auf, wo eine Lage von 0,70 m Mächtigkeit (5, Fig. 6) mit aufrecht stehenden Schilfröhren vorkommt. Etwas darüber liegen tonige Sandsteine mit sehr vielen Pflanzenresten und hier wurden nach PLANK (5) Schildkröten gefunden<sup>2)</sup>, so die Flußschildkröte *Trionyx münzenbergensis* HUMMEL<sup>3)</sup> und die Sumpfschildkröte *Ptychogaster boettgeri* v. REIN. var. *münzenbergensis* STÄSCHE.<sup>4)</sup> Dies deutet alles darauf hin, daß Flüsse Depressionen im Strandgebiet mit Wasser ausfüllten, welche sich auf bzw. hinter den Dünen bildeten. Es sind ganz ähnliche Verhältnisse, wie wir sie heute im Ostseegebiet finden. Es haben sich vermutlich auch epirogenetische Bewegungen abgespielt. Hie und da scheint das Meer übergreifen zu haben,

<sup>2)</sup> Herr Prof. HAUPT teilt mir auf meine Anfrage hin mit, daß Sumpf- und Flußschildkröte außer in der Schilfröhrenschicht auch in dem 3,50 m mächtigen Sandstein darüber und im tonigen Sandstein zwischen diesen beiden Schichten vorkommen.

<sup>3)</sup> K. HUMMEL, Die Schildkrötengattung *Trionyx* im Eozän von Messel b. Darmstadt und im aquitanischen Blättersandstein von Münzenberg in der Wetterau. Abh. d. Hess. Geol. L.-A., VIII, 2, 1927.

<sup>4)</sup> K. STAESCHE, Sumpfschildkröten aus hessischen Tertiärablagerungen. Abh. d. Hess. Geol. L.-A., VIII, 4, 1928.



worauf das Auftreten von Dreissensien innerhalb der Sandsteine hindeutet (wobei allerdings zu bemerken ist, daß diese auch im Süßwasser vorkommen). Die Seen, in welchen sich Schilf ansiedelte, und in denen die Sumpfschildkröten lebten, wurden bald wieder von Sand überwältigt und der Strand rückte während des Absatzes der Corbiculaschichten landeinwärts, die Schalen der *Corbicula Faujasi* aufarbeitend; stets liegen nur einschalige Reste<sup>5)</sup> vor, welche immer auf der Konkavseite liegen (nur Steinkerne). Es sind dieselben Erscheinungen, welche man am Strande der See beobachtet, und auf welche WEIGELT und RICHTER bei ihren Flachseestudien hinweisen. Starke Regengüsse bedingten, daß nach kurzer Zeit ein Fluß seine mächtigen Konglomerate über die Corbiculasedimente schüttete.

In dem geschilderten Dünengebiet, worunter Dünen + den hinter bzw. zwischen ihnen gelegenen Sümpfen verstanden werden soll, gediehen neben Palmen, Zimtbäumen, Cypressen, Eichen, Kastanien, Ulmen, Feigen, Weiden, Pappeln, Lorbeerbäumen, Magnolien, Walnüssen auch Bananen. Ihre Blätter und Früchte wurden durch Gerinnel, welche bei Regengüssen etwas anschwellen, mehr oder weniger weit küstenwärts befördert.

Um die weiter unten genauer dargelegten Fossilisationsvorgänge der von mir beschriebenen Banane verstehen zu können, sei kurz erwähnt, daß die Münzenberger Schichten stark zerklüftet sind. Nicht weit davon weg steht der Basalt an, auf welchem die Ruine Münzenberg steht. Schon DIEFFENBACH macht auf einen Zusammenhang zwischen Zerklüftung und Basaltförderung aufmerksam, welche wohl ihrerseits wieder mit tektonischen Vorgängen in Verbindung zu bringen ist. Fernerhin spricht sich der genannte Forscher dahin aus, daß „in Gefolge seines Aufbrechens<sup>6)</sup> wohl Quellen vorhanden waren“, welche Eisen- und Mangansalze, außerdem aber Baryt lieferten. Auch ich stehe auf dem Standpunkt, daß die Quellen in irgend welchen Beziehungen zu dem Basalt stehen.

### C. Bisher beschriebene Reste von Bananen der Münzenberger Lokalität.

Aus dem böhmischen, französischen, italienischen, nord- und südamerikanischen Tertiär sind Blätter von *Musa* bzw. *Musophyllum* beschrieben worden, und auch aus der Wetterau kennt man *Musophyllum wetteravicum* ETT. Ein hervorragend schönes Blatt von 0,54 m Länge hat ENGELHARDT (3) von Münzenberg bekannt gemacht und *Musophyllum Kinkelini* n. sp. genannt. Früchte fossiler Bananen wurden bisher nicht gefunden, und so stellt die von mir zu behandelnde Bananenfrucht ein sehr interessantes Unikum dar. Ob dieselbe zu *M. wetteravicum* ETT. oder zu *M. Kinkelini* ENG. gehört, kann natürlich nicht entschieden werden, was auch ziemlich gleichgültig ist.

<sup>5)</sup> Dies wurde mir von Herrn Prof. HAUPT bestätigt und trifft auch für die oben genannten Dreissensien zu, welche aber nicht mit *Corbicula* zusammen vorkommen.

<sup>6)</sup> des Basaltes.



## D. Beschreibung des Fossils von Münzenberg.

(Taf. 16, Abb 1, 2.)

Es handelt sich bei dem Münzenberger Fossil um den Steinkern des fleischigen Teiles einer Bananenfrucht. Ob das Fragment den distalen oder proximalen Abschnitt derselben darstellt, ist nicht mit Sicherheit zu entscheiden, doch scheint es sich um das distale Ende zu handeln.

Das leicht gebogene Bruchstück ist 8,2 cm lang und mißt an der breitesten Stelle 2,8 bis 2,9 cm bei einer Höhe von 1,0 cm, am schmalen Ende 1,8 cm bei einer Höhe von 0,35 bis 0,4 cm.

Zu beiden Seiten, sowie auf dem oberen und unteren Teil des Steinkerns ziehen kielartige Leisten entlang, welche auf der oberen und unteren Seite von Furchen begrenzt werden (Taf. 17, Abb. 3, A, B). Am schmalen Ende des Fossils sind zu beiden Seiten je ein scharfer Kiel (Taf. 17, Abb. 3, B Nr. 2, 4), sodann ein kräftiger Kiel oben (Nr. 1) und eben solch' einer unten (3a) neben einer schwächeren Wölbung (3b) zu sehen. Die letztere verliert sich nach dem breiteren Ende des Fragments, denn an der durchsägten Stelle (Fig. 3, A) ist unten nur noch eine Leiste (Nr. 3a) vorhanden. Demnach besaß die Münzenberger Frucht vier Hauptkanten und eine Nebenkante. Die kielartige Ausbildung der Kanten wird auf der Oberseite und auf dem untersten keilförmigen Stück der Figur A übertrieben stark, was jedoch auf Vorgänge, welche sich während der Fossilisation abspielten, zurückzuführen ist. Die Kiele bzw. Kanten entsprechen den an bestimmten rezenten Bananenfrüchten auftretenden Kanten (s. w. u.). Außerdem sind feine Längsrillen vorhanden.

Die Schale fehlt vollkommen, so daß der Steinkern, welcher dem Fleischteil der Frucht entspricht, in der Luft hinge, wenn er nicht durch die genannten Kiele mit dem umgebenden Gestein verbunden würde. Abb. 3 A auf Tafel 17 soll dies zeigen; die beiden hellen schmalen Flächen zu Seiten der Kante 3a, welche mit dem Nebengestein verschmolzen ist, sind Hohlräume, welche früher von der Schale eingenommen wurden; ebenso sind solche Hohlräume über dem Steinkern angegeben. Die letzteren fehlen heute, weil der Stein gerade an der Linie a—b entzwei geschlagen wurde. Hierbei gingen die oberen Teile der Kanten 1 und 2 auch verloren, zum Teil werden die genannten Hohlräume mit Baryt ausgefüllt (s. Taf. 16, Fig. 1, 2), welcher jedoch teilweise herausgewittert ist.

Auf den Nachweis der Existenz oder des Fehlens von Samen wurde der allergrößte Wert gelegt. Auffallende Erhöhungen, welche auf ihre Anwesenheit hindeuten könnten, sind nicht zu sehen; höchstens macht sich an der durchsägten Stelle (Taf. 16, Fig. 1, oben) eine Andeutung eines kleinen Buckels bemerkbar.

Zunächst wurde nun das Stück in der chirurgischen Klinik der Universität Rostock geröntgt, was Herr Prof. LEHMANN auf meine Bitte hin veranlaßte, wofür ich ihm meinen besten Dank ausspreche. Wohl hebt sich auf dem Röntgenbild (Taf. 16, Fig. 2) die Frucht gut ab; auch sind deutlich die einzelnen (tiefschwarzen) Kristalle und Partien von Baryt zu sehen, doch irgendwelche Anhaltspunkte für die Existenz von Samen ergab



die Aufnahme nicht. Da eventuell das auf der Rückseite des Steines reichlich vertretene Pflanzenhäcksel, welches mit Eisenhydroxyd und Baryt überzogen ist, störend bei der Aufnahme wirken konnte, wurde der Stein möglichst dünn geschliffen und nochmals geröntgt. Der Effekt war derselbe wie bei der ersten Aufnahme.

Da die Röntgenaufnahmen nur negative Befunde ergaben und mir an dem sicheren Nachweis der An- oder Abwesenheit von Samen sehr viel lag, so wurde an dem oben erwähnten kleinen, allerdings nur sehr schwer erkennbaren Buckel die Frucht durchsägt (Taf. 16, Fig. 1). Von Samen ist auf den glatten Sägeflächen nicht die geringste Spur zu sehen.

Auf Grund der angestellten Untersuchungen kann behauptet werden, daß die Münzenberger Bananenfrucht samenleer ist. Eine Kritik dieses Satzes folgt in Teil E, welcher sich mit den Fossilisationsvorgängen beschäftigt und bereits hier eingeschoben werden muß.

### E. Die Fossilisation der Münzenberger Bananenfrucht.

Es ist ein ganz besonderer Zufall, daß die relativ leicht verwesbare Bananenfrucht konserviert werden konnte, und es lohnt sich, den Prozessen nachzugehen, welche die Erhaltung derselben ermöglichten. Um die genannten Prozesse aufdecken und verstehen zu können, müssen wir uns genau darüber klar werden, was von der ursprünglichen Frucht heute noch vorliegt, bzw. was neu hinzugekommen ist; dies gelangt am besten durch folgende Formeln zum Ausdruck:

#### Bananenfrucht

1.  $\overbrace{\text{Fleisch plus Schale}} \rightarrow \text{Kieselsandsteinpseudomorphose nach Banane minus Schale}$
2. In den von der Schale einst eingenommenen Hohlräumen setzt sich Eisenhydroxyd und Baryt fest.

Formel 1 besagt, daß die Schale, d. h. der widerstandsfähigste Teil der Banane, verschwunden und der am leichtesten zersetzbar Teil der Frucht, nämlich das Fleisch, erhalten ist, allerdings als Sandsteinpseudomorphose. Dies wäre ja an sich nicht so verwunderlich, wenn es sich z. B. um eine Schnecke oder einen Zweischaler handeln würde, bei denen es ja auch vorkommt, daß die leicht zerstörbaren organischen Massen durch einen Steinkern vertreten werden, während die Schale weggelöst ist. Doch unterscheiden sich Schnecken- oder Muschelschalen und Weichkörper bezüglich der Zersetzungsgeschwindigkeit weit mehr als Schale und Fleisch einer Bananenfrucht. Wie vermag aber bei dieser trotz nicht allzu verschiedener Widerstandsfähigkeit von Fleisch und Schale ein Fossilisationsprodukt zu entstehen, welches prinzipiell mit demjenigen übereinstimmt, das aus Weichkörper plus Schale einer Schnecke oder eines Zweischalers resultieren kann? (Man findet entsprechende Steinkerne häufig in Sandsteinen, so auch in demjenigen von Münzenberg.)

Die Fossilisation der Münzenberger Bananenfrucht ist in folgenden Etappen erfolgt:



### a) Die Fossilisation des Fleisch- und Schalenteiles.

1. Die Frucht gelangt nach dem Abfallen vom Baum sehr rasch zur Ruhe; andernfalls wäre sie unbedingt zerstört worden. Das hätte durch Transport in einem Bach oder Fluß oder durch Hin- und Herwerfen im Brandungsgebiet geschehen können. Der betreffende Bananenbaum stand in der Nähe der Küste, die Frucht gelangte in ein durch Regengüsse etwas angeschwollenes Gerinnsel, welches innerhalb des sandigen Dünengebietes gegen die Küste zugeflossen ist und sich dort verlaufen hat (vgl. die Ausführungen S. 101). Mit dem Gesagten stimmt auch die Feinkörnigkeit des Sandsteins überein, welcher die Frucht beherbergt; sie spricht gegen einen Bach oder Fluß, welcher von weiterher kam, denn ein solcher hätte Gerölle mitgeschleppt. Eine Lädierung der Frucht, etwa ein Aufreißen der Schale durfte nicht eintreten, denn sonst hätten sich die weiter unten behandelten Fossilisationsprozesse nicht abspielen können, d. h. die an sich schon schwer konservierbare Frucht wäre nicht als Fossil erhalten geblieben.

2. Die Frucht wird rasch von dem feinkörnigen Sand zugedeckt, wodurch die Zersetzung wegen des nur beschränkten Luftzutritts verlangsamt wird.

3. Bei der Verwesung (oder Fäulnis) fällt die Frucht etwas in sich zusammen (Taf. 17, Fig. 4, A), wobei vielleicht auch Sanddruck mitgewirkt haben mag. Dieser ist jedoch nicht in erster Linie für die Reduktion der Querschnittshöhe der Bananenfrucht verantwortlich zu machen, denn hätte der Sand einen nennenswerten Druck ausgeübt, welcher aber gar nicht bedeutend hätte zu sein brauchen, so würde er sich nicht damit begnügt haben, die weiche Bananenfrucht nur um etwa  $\frac{1}{3}$  ihrer ursprünglichen Höhe zu komprimieren, er hätte sie zerquetscht. Bei diesem Prozeß hätte sich die Frucht stark nach den Seiten ausbreiten müssen.

Da Pressungserscheinungen fehlen, ergibt sich, daß wenn auch ein leichter Sanddruck auf der Banane gelastet haben mag und ein ganz geringes seitliches Ausweichen veranlassen konnte, in der Hauptsache die Querschnitt-Höhenreduktion der Bananenfrucht auf Zusammensacken zurückzuführen ist, welches natürlich kein Ausquetschen nach den Seiten verursachen konnte. Es ist dies ein anderer Fall, als er sich bei der Entstehung „verdrückter“ Fossilien abspielt hat und worauf WEPFER<sup>7)</sup> in letzter Zeit das Interesse gelenkt hat.

4. Während der weiche Fleischteil der Frucht zusammensackte, mußte sich die biegsame, etwas widerstandfähigere Haut folgendermaßen verhalten: Sie erschlaffte allmählich, wobei sie aber nicht zerfiel. Da ein Ausweichen nach den Seiten nicht möglich war, wurde sie gefältelt, wobei die Randteile der Kanten in das sehr weiche und bereits stark zersetzte Fleisch eingesenkt wurden, wodurch die in Kapitel D erwähnten starken Kiele und die sie begleitenden Furchen entstanden (Taf. 17, Fig. 4, B, C).

Bei dem Fältelungsprozeß muß es an den Kanten (es sind dies die Stellen, an denen man die rezenten Eßbananen am leichtesten auftrennen kann) zur Bildung kleiner Risse gekommen sein.

5. In den stark zersetzten Innenteil der Frucht wandert durch die genannten Risse Sand ein, was am leichtesten vor sich gehen konnte, wenn dieser

<sup>7)</sup> E. WEPFER, Die Auslaugungsdiagnose, ihre Wirkung auf Gestein und Fossilinhalt. N. J. f. Min. etc. 54. Bd. Abt. B. 1926.



trocken war. Wie bei einer Sanduhr konnte er in den Hautsack der Banane einsickern, indem er diesen in dem Maße, als das in ihm befindliche Fleisch verfaulte, anfüllte. Die Schale mußte noch vorhanden gewesen sein, andernfalls hätte sich die durch Fleisch + Schale ursprünglich eingenommene und durch deren Verwesung freigewordene Hohlform zwar mit Sand angefüllt, doch wäre von irgendwelchen Grenzen der Frucht gegen das umgebende Medium nichts übrig geblieben, weil sich dieses mit dem Sand der Hohlform einheitlich vermischt hätte.

6. Nun setzt die Umwandlung des Sandes in Sandstein ein, wobei Kieselsäure und Limonit die Quarzkörnchen verkitten. Hierbei gehen die letzten Reste der organischen Substanz des Fleisches verloren. Heute ist keine Spur Bitumen mehr vorhanden, wie das vollkommene Ausbleiben von Fluoreszenz bei Behandlung mit der Quarzlampe zeigt. Die Schale war noch nicht verschwunden, sonst müßte sich an ihrer Stelle (verkieselter) Sandstein eventl. Kieselsäure befinden. Statt dessen sind Hohlräume vorhanden [in welchen sich später stellenweise Baryt ausschied (vgl. Punkt 8)].

7. Erst nach Abschluß der Sandstein bildenden Prozesse verschwindet auch die Schale, und nur so ist es zu verstehen, daß die Bananenfrucht (als Sandsteinpseudomorphose) von Hohlräumen umgeben wird; diese zeigen den ehemaligen Platz der Schale an (vgl. Kapitel D.).

8. In den von der Haut ursprünglich eingenommenen und nach ihrer Zersetzung frei gewordenen Raum dringt später Barytlösung und aus ihr kristallisiert an verschiedenen Stellen Schwerspat aus (Taf. 16, Abb. 2, die tiefschwarzen Partien). Das Eisenhydroxyd, welches den Steinkern schleierartig umgibt und z. T. schuld daran ist, daß derselbe auf der Röntgenplatte erscheint, kann aus dem Limonitgehalt des Sandsteins stammen. Der Schwerspat hingegen ist auf Thermalitätigkeit zurückzuführen, welche mit dem im Obermiozän und Unterpliozän tätigen Vulkanismus des Vogelsberges zusammenhängen dürfte (vgl. S. 102).

9. Die diagenetischen Vorgänge müssen sich sehr rasch abgespielt haben, wobei ich vor allem an die Umwandlung des Sandes in Sandstein denke, denn sonst wäre nicht allein die fleischige Masse der Banane verschwunden, sondern auch die nicht viel härtere Schale. Für große Umwandlungsgeschwindigkeit spricht u. a., daß Inkohlungserscheinungen, eigentlich nur an Hölzern (z. B. Palmenstämme) beobachtbar, ganz selten sind, denn die Inkohlung wurde durch die bei der Sandsteinbildung wandernde Kieselsäure verhindert bzw. zurückgedrängt, und diese muß sehr bald nach der Sandablagerung mobil gewesen sein, wenigstens in denjenigen Lagen, welche später in Sandstein umgewandelt wurden. Ich drücke mich absichtlich bezüglich der Inkohlung vorsichtig aus, denn zu ausführlichen Betrachtungen genügen meine Beobachtungen nicht.

#### b) Die Fossilisation von eventuell vorhanden gewesenen Samen.

Bei der Besprechung der Fossilisation der Münzenberger Bananenfrucht haben wir die Möglichkeit, daß eventuell Samen vorhanden waren, nicht berücksichtigt. Wenn nun auch die Röntgenuntersuchung und der Eingriff mit der Säge die Abwesenheit von Samen zeigen, so ist damit noch nicht gesagt, daß solche nicht **ursprünglich** vorhanden waren. Diese könnten vor oder während der Fossilisation verloren gegangen oder vernichtet worden sein.



Die beiden soeben erwähnten Möglichkeiten sind zu überprüfen, und zwar sind zwei Arten von Samen voneinander zu trennen:

- α) große Samen mit harter Schale,
- β) kleinere Samen mit weniger harter Schale.

Diese Einteilung entspricht derjenigen der Musoidee in die beiden Subgenera: *Physocaulis* und *Eumusa*, wobei das dritte Subgenus *Rhodoclamys* nach dem Vorgang von WERTH (10) zu *Eumusa* gerechnet werden soll (s. Kapitel F.).

α) Von der afrikanischen wilden *Physocaulis* wird einstimmig die Anwesenheit von Samen angegeben, welche 1,15 bis 1,8 cm groß sind und deren Schale hart ist. WERTH (9, S. 34) bildet einen Samen von *Physocaulis ventricosa* und einen von *Phys. Schweinfurthii* ab, von denen der letztere „als Perle durchbohrt“ ist, was auf bedeutende Härte der Schale hindeutet.

Ein Herausfallen der Samen von solcher Größe aus der Münzenberger Frucht vor der Fossilisation hätte nur dann eintreten können, wenn die Schale der Frucht bei mechanischem Eingriff zerrissen wäre. Aus verschiedenen bisher gemachten Andeutungen (E, a, 1) ist dieser Fall ausgeschlossen. Die an sich nur sehr schwer erhaltbare Banane wäre bestimmt zerstört worden, wenn die Haut Lädierungen erlitten hätte.

Daß die Samen von besagter Größe und Härte während der Fossilisation spurlos verloren gehen konnten, d. h. diagenetisch-chemisch vernichtet wurden, halte ich für ganz unwahrscheinlich; es sei auf Nüsse der Walnuß *Juglans laevigata* BROGN. hingewiesen, welche im Münzenberger Sandstein recht häufig sind. Sie verfügen ebenfalls über eine harte Schale, wobei an diejenige unserer Walnuß erinnert sei. Sie ist bei den Münzenberger Nüssen stets verschwunden, während der ursprünglich von ihr eingenommene Raum entweder leer oder teilweise mit Baryt ausgefüllt ist; zum mindesten hat sich auf dem aus Sandstein bestehenden Steinkern, welcher dem Nußinnern entspricht, Eisenhydroxyd oder Maganoxyd abgesetzt.

Man muß sich nun vorstellen, daß die Bananensamen, falls solche in genannter Härte und Größe vorhanden gewesen wären, wegen ihrer größeren Widerstandsfähigkeit gegenüber dem Fleisch und der Haut (der Frucht) beim Zusammensacken der beiden letzteren nicht oder kaum von Zersetzungs Vorgängen angegriffen wurden. Es mußten sich also Unebenheiten bilden, welche der Lage der Samen entsprechen. In das Innere wanderte dann, wie bei den Nüssen von *Juglans laevigata* Sand, es bildete sich ein Sandstein-Steinkern, die Schale verschwand und in die von ihr einst eingenommenen Hohlräume wanderte Barytlösung oder schied sich Eisenhydroxyd aus. Eine spurlose Vernichtung derartiger Samen ist ganz undenkbar.

β) Die wilden *Eumusa*-Arten des asiatisch-ozeanischen Kreises (s. w. u.) haben kleinere Samen, welche 0,4 bis 0,8 cm groß werden. Ueber die Härte der Schale erfährt man nirgends etwas, nur WERTH (10, S. 34) macht die, allerdings unbestimmte, Angabe, daß die Samen „verschiedenen Tieren zur Nahrung (zu) dienen“. Danach muß die Schale vermutlich weicher als die von *Physocaulis* sein.

Daß solche 0,4 bis 0,8 cm großen Samen vor der Fossilisation hätten aus der Münzenberger Frucht verschwinden können, halte ich aus denselben Gründen, welche ich unter E, a, 1 und E, b, α) anführte, für ausgeschlossen.



Wohl aber wäre eine spurlose Vernichtung während der Fossilisation dann denkbar, wenn die Samen nur die Härte etwa eines Apfelsamens besessen hätten. Der Samen wäre mit dem Fleisch verfault, und die Zersetzungsprodukte hätten sich zu einer einheitlichen Masse vermischt.

Es gibt nun noch zwei Möglichkeiten, welche bei dieser kritischen Betrachtung in Erwägung gezogen werden müssen:

1. Samen sind vorhanden, können jedoch aus irgendwelchen Gründen bei der Röntgenaufnahme nicht sichtbar gemacht werden.

2. Die Frucht besaß wegen der nicht weit genug vorgeschrittenen Reife noch keine Samen.

Zu 1. Etwa in der fossilen Frucht vorhandene Samen können nur dann auf die Röntgenplatte kommen, wenn Verbindungen mit einem Element von relativ hohem Atomgewicht vorhanden sind. Aus diesem Grund tritt ja auch der Steinkern der Bananenfrucht hervor; Eisen mit dem Atomgewicht 55,88 umgibt dieselbe, und sie selbst befindet sich in einem Gestein, bei welchem Si mit dem niederen Atomgewicht 28,4 die Hauptrolle spielt. Teile der ehemaligen Schale kommen deshalb auf die Platte, weil hier Baryt (At.-G. Ba = 137,43) sitzt.

Wie nun in diesem Kapitel auseinandergesetzt wurde, hätte sich unter der Voraussetzung, daß es sich um große Samen mit harter Schale handelt, an den Stellen, welche die letztere einnahm, Baryt oder Eisenhydroxyd ausscheiden müssen, wie dies für die Nüsse der erwähnten *Juglans laevigata* von Münzenberg gilt. Baryum hat das Atomgewicht 137,43, so daß die genannten Nüsse selbst in dicken Steinen bei Behandlung mit Röntgenstrahlen sichtbar werden, und so hätten auch unter den angeführten Bedingungen große Bananensamen, deren harte Schalen durch Baryt oder Fe (OH)<sub>3</sub> ersetzt wurden, auf die Platte kommen müssen.

Da aber die Röntgenaufnahme negativ ausfiel, so müssen wir schließen, daß große hartschalige Samen, wie sie etwa die rezente *Physocaulis* besitzt, in der Münzenberger Frucht nicht vorhanden sein können.

Hätte hingegen die Münzenberger Banane kleinere Samen mit weniger harter Schale besessen, so wären die Aussichten zur Erhaltung, wie soeben auseinandergesetzt wurde, sehr gering gewesen; in diesem Falle müßte ein negatives Resultat der Röntgenaufnahme zu erwarten sein, obschon kleine Samen einst vorhanden waren. Wie schon gesagt wurde, erfährt man aus der Literatur nichts Positives über die Härte der Samenschale.

Zu 2. Somit bleibt nur noch der Fall übrig, daß die Frucht noch keine Samen bei der Einbettung besaß, daß sie also zu jung ist. Gegen einen unausgereiften Zustand scheint mir zunächst die starke Entwicklung der Kanten, welche bei der vorliegenden Frucht aus den w. o. geschilderten Gründen kielartig hervortreten, zu sprechen, sodann aber auch die Größe. Vielleicht dürfte man noch anführen, daß für einen ausgereiften Zustand das Abfallen derselben vom Baum spricht; allerdings könnte auch eine unausgereifte Frucht bei einem starken Sturm abgeschüttelt werden. Aber wenn auch die Samen noch nicht ganz ausgereift gewesen wären, so müßten sie, falls es sich um große Typen handelt, überliefert worden sein, selbst, wenn die Schale noch nicht so widerstandsfähig wie in ausgereiftem Zustand gewesen wäre. Kleinere Samen würden selbstverständlich in frühreifem Zustand noch eher als in reifem vernichtet worden sein.



Nach diesen kritischen Betrachtungen können wir behaupten, daß große Samen mit harter Schale niemals in der Frucht existierten, doch können kleinere Samen mit weicherer Schale dagewesen sein, welche während der Fossilisation eventuell zugrunde gingen.

Was die Dauer des Fossilisationsvorganges anbelangt, so kann nur gesagt werden, daß er im obersten Oligozän begonnen hat, und daß der letzte Vorgang, nämlich die teilweise Ausfüllung der ursprünglich von der Schale eingenommenen Räume mit Baryt, an die Wende Miozän/Pliozän fällt, weil derselbe mit Thermen in Verbindung steht, welche vermutlich in dieser vulkanisch aktiven Zeit, wie w. o. gesagt wurde, sprudelten. Es sei erwähnt, daß in nächster Nähe des Münzenbergers Sandsteins Basalte anstehen, wie z. B. unter der Münzenberger Ruine.

### Erläuternde Bemerkungen.

Zu dem letzten Abschnitt sollen noch einige ergänzende Bemerkungen gebracht werden. Was zunächst die Herkunft des  $BaSO_4$  anbelangt, so könnte man daran denken, daß Baryt vorher im Sandstein vorhanden war und später bei der Verwitterung wanderte. Davon kann jedoch bei Münzenberg nicht die Rede sein. Mir liegen Handstücke vor, in denen Barytgänge senkrecht durch die Sandsteine hindurchsetzen; dasselbe ist bei Abb. 4 auf Taf. 16 der Fall. Diese ist von der Schichtfläche aus gesehen und wird von senkrecht dazu stehenden Klüften durchzogen, welche mit Baryt ausgefüllt sind (s. die schwarze Fläche rechts oben). Eine solche mit Baryt ausgefüllte Kluffläche zeigt auch ein großes Stück des Darmstätter Museums. Es sei ferner erwähnt, daß DELKESKAMP<sup>8)</sup> das Auftreten von Baryt auf Klufflächen, oft auch auf Schichtflächen in Kristallgruppen erwähnt, daß ferner ein Barytgang auf der Höhe des Steinberges auftritt. Auch DELKESKAMP faßt den Baryt als Absatz von Quellen auf. Hieran kann derjenige, welcher die Verhältnisse von Münzenberg kennt, nicht zweifeln.

Sodann: Der Baryt ist erst nach der Sandsteinbildung emporgedrungen. Das geht schon daraus hervor, daß er die nach der Genese der Sandsteine entstandenen Klüfte ausfüllt, daß er ferner in Hohlräume dringt, welche erst nach der Entstehung der Sandsteine gebildet sein können, denn sonst wären sie mit Sand ausgefüllt worden. Hierfür liefert die Bananenfrucht ein Beispiel, wobei ich auf die obigen Ausführungen verweise. Es kommt ferner Abb. 4 auf Tafel 16 hinzu, welche zeigt, daß nach der Sandsteinbildung die Fruchtzapfen von *Pinus* verwesten oder verfaulten, ein Prozeß, welcher lange Zeit in Anspruch nahm, daß dann erst der Baryt in die gebildeten Hohlräume eindrang. Beide Abbildungen stellen Negative der Fruchtzapfen vor, welche an den schwarzen Stellen von Barytkristallen überzogen werden. Ebenso instruktiv ist Abb. 3 auf Tafel 16: Ein Stück eines Baumstammes ist in der Mitte zerfressen und mehrere große Barytkristalle sind ausgeschieden worden. Besonders interessant ist der Abdruck des Rückenpanzers von *Trionyx münzen-*

<sup>8)</sup> R. DELKESKAMP, Schwerspatvorkommnisse in der Wetterau und Rheinhessen und ihre Entstehung, zumal in den Manganerzlagerstätten. Notizblatt d. Ver. f. Naturkunde und der Geol. L.-A. zu Darmstadt, IV. Folge, 21. Heft, 1900.



bergensis HUMMEL.<sup>9)</sup> Zu sehen ist die feine Skulptur, welche von den Hautknochen stammt, die auf den Rippen liegen. Sie wird von glasklarem Schwespat überzogen. Dies bedeutet, daß erst lange nach der Einbettung des Fossils in Sand und nach der Sandsteinbildung der Carapax verschwand und dann erst der gebildete Hohlraum teilweise mit Baryt ausgefüllt wurde. Auch Schilfstengel, welche in einer bestimmten Zone am Steinberg bei Münzenberg auftreten, sind verbarytisiert; der Baryt konnte auch hier erst nach der Verwesung eindringen.

Somit ergibt sich, daß 1. der Baryt auf Quellen (Thermen) zurückzuführen ist, daß diese 2. erst nach dem Zerfall von schwer verwesbaren Massen emporströmen, nachdem die Sandsteinbildung, welche auf die Einbettung der genannten Fossilien in Sand erfolgte, abgeschlossen war.

Nicht berührt wird hierbei die Frage, ob die teilweise Verkieselung der Sandsteine vor oder gleichzeitig mit der Barytförderung erfolgte. Meines Erachtens hängt sie mit direkten oder indirekten Verwitterungsvorgängen zusammen, welche der Barytförderung voranging, doch komme ich hierauf in einer besonderen Arbeit zurück.

## F. Vergleichende Betrachtungen.

### a) Über rezente Bananen.

Zur Basis vergleichender Betrachtungen wählen wir die rezente *Musa*. Deshalb ist es wichtig, daß über sie das für dieses Kapitel Wichtige gesagt werde, wobei nur die Frucht berücksichtigt werden soll.

#### a) Unterscheidung wilder und gezüchteter Bananen.

Was zunächst die Unterscheidung von wilden und gezüchteten Bananen anbelangt, so sind sich alle Bananenforscher darin einig, daß sie sich an das Vorhandensein oder Fehlen von Samen zu halten hat. WERTH (10) beginnt seine Abhandlung über die Natur- und Kulturgeschichte der Banane: „Ganz allgemein bezeichnet HAHN die kernlosen Pflanzen als 'das Produkt einer langen Zucht'.“ Wenn auch hie und da ein Samen in einer Kulturbanane vorkommen sollte, so wäre das eine Ausnahme und kann an der allgemeinen Geltung des Satzes, daß Samen nur in wilden Bananenfrüchten vorkommen, nichts ändern.

#### β) Die Früchte.

Es zeigt sich ferner, daß wilde Bananen kleinere, hingegen gezüchtete Pflanzen größere Früchte besitzen. Hierbei ist allerdings zu bemerken, daß nach SCHUMANN (6) unter den samenlosen Kulturbananen solche von nur Fingerlängengröße vorkommen, doch findet man nirgends in der Literatur, daß eine wilde Bananenfrucht (mit Samen) größer als 12 cm (*Ravenala*) wird.

<sup>9)</sup> K. HUMMEL, Die Schildkrötengattung *Trionyx* im Eozän von Messel b. Darmstadt und im aquitanischen Blättersandstein von Münzenberg in der Wetterau. Abh. d. Hess. Geol. L.-A. zu Darmstadt, Bd. VIII, Heft 2, 1927.



Ich bringe hier einige Zahlen von Bananenfrüchten, wobei wilde und gezüchtete auseinandergehalten sind. Trotzdem das Subgenus *Ravenala* für unsere Zwecke nicht direkt in Betracht kommt, wie sich später herausstellt, soll es doch berücksichtigt werden. Leider stehen mir nicht allzu viele Maße zur Verfügung; ich bin fast ganz auf die Angaben des zusammenfassenden Werkes von SCHUMANN (6) angewiesen, sodann vor allem auf die Arbeit von BAKER (1):

Wilde Formen. Die Frucht der in Südamerika und Madagaskar lebenden *Ravenala* stellt eine dreilappige Kapsel dar, die nach der in halber natürlicher Größe wiedergegebenen Abbildung 7 G bei SCHUMANN (6) etwa 12 cm groß wird. — Die Frucht der afrikanischen *Physocaulis Ensete* GMEL. wird nach WERTH (10) im Maximum 5, nach der Abbildung Figur 2 F bei SCHUMANN ca. 6,5 und nach BAKER (1) 7, diejenige von *Ph. Livingstoniana* 10,0, von *Ph. superba* 7,5 cm lang. — Aus dem asiatisch-ozeanischen Kreis sei die Frucht der — abgesehen von *Eum. fehi* — einzigen samenhaltigen, also wilden *Eumusa*, nämlich der *Eumusa paradisiaca* L. subsp. *seminifera* BAK. genannt, welche „klein ellipsoidisch“ nach SCHUMANN (6) ist. Nach demselben Autor sind die Früchte einer Spielart der eben genannten *seminifera* (*Thomsonii* KING): „Kurz“; Maßangaben fehlen. WERTH (10) spricht im Zusammenhang mit wilden *Eumusa*-Formen davon, daß deren Früchte „relativ groß“ seien (S. 34), nach BAKER (1) schwankt ihre Größe zwischen 6,2—12,5 cm und 15 cm; doch ist wohl die letzte Zahl etwas zu hoch; sie bezieht sich auf eine KING'sche Form von *seminifera*. Ähnliches gilt auch für *Eu. fehi*, deren Frucht nach BAKER 12,5—15 cm groß wird.<sup>10)</sup>

Gezüchtete Formen. Hiervon können unmöglich alle Typen erwähnt werden. Es sei nur gesagt, daß *Eumusa paradisiaca* subsp. *sapientum* eine große Reihe von Varietäten liefert, deren Früchte 10—30 cm groß werden. Andere Typen sind in der folgenden Tabelle berücksichtigt.

#### γ) Die Samen.

Wenn auch über Samen bei der Münzenberger Banane nur so viel ausgesagt werden kann, daß große Kerne nicht in Frage kommen, so sei doch an dieser Stelle einiges über Samen rezenter Bananen angeführt. Die Samen, welche, wie wir oben sahen, für die wilden Bananenfrüchte charakteristisch sind, sind ihrer Größe nach recht verschieden.

*Ravenala* hat nach den Abbildungen 7 F und L bei SCHUMANN (6) Samen von 1,0—1,1 cm Länge, diejenigen von *Physocaulis Ensete* L. werden 1,5, nach BAKER beinahe 2,5 cm (nearly an inch) groß. Auf Figur 6 bei WERTH (10), messe ich für den Samen von *Phys. ventricosa* WELW. 1,8, für *Phys. Schweinfurthii* SCH. u. WARB. 1,25 cm, und für *Phys. elephantorum* SCH. u. WARB. nach Abbildung 9 auf Figur 1 bei SCHUMANN (6) 1,15 cm. Nach BAKER (1) werden die Samen von *Phys. ventricosa* ca. 2, von *Ph. Buchanania* 2, von *Ph. Livingstoniana* 0,8<sup>11)</sup> und von *Ph. proboscidea* und von *Ph. superba*

<sup>10)</sup> Bezüglich *Eum. fehi* ist zu bemerken, daß unsicher ist, ob sie (noch?) wild vorkommt. So wird angegeben, daß sie in Tahiti bis 1000 m gewöhnlich ohne, darüber bis 1200 m Samen tragend vorkommt. Auf jeden Fall ist *Eum. fehi* für unsere Zwecke nicht recht zu gebrauchen.

<sup>11)</sup> Diese Zahl scheint zu klein zu sein.



1,2 cm groß. Die wilden *Eumusa*-Formen besitzen zwar eine größere Zahl von Samen, doch sind sie kleiner als diejenigen von *Physocaulis*. *Eumusa fehi* VIEILL. hat „kleine Samen“ (SCHUMANN), nach Abb. 6 bei WERTH (10) ist ein solcher von *Eumusa paradisiaca* L. subsp. *seminifera* BAK. 0,4 cm groß; nach BAKER (1) werden die Samen 0,6—0,8 cm groß; SCHUMANN sagt, daß die Samen der ostindischen (*Eumusa*-)Arten 5—7 mm im größten Durchmesser besitzen (6, S. 10).

Stellen wir die wichtigsten angeführten Zahlen tabellarisch zusammen, so ergibt sich unter Berücksichtigung von Kulturbananen:

Typus	Frucht	Samen
(W) <sup>1)</sup> <i>Ravenala</i>	ca. 12 cm (n. Abb.)	1,0—1,1 cm
(W) <i>Physoc. Ensete</i>	5—6, 5—7 cm	bis 1,5 bis ca. 2 cm
(W) „ <i>Livingstoniana</i>	10 cm	0,8 cm (?)
(W) „ <i>ventricosa</i>	?	1,8 cm bis ca. 2 cm
(W) „ <i>superba</i>	7,5 cm	1,2 cm
(W) „ <i>Schweinfurthii</i>	?	1,25 cm
(W) „ <i>elephantorum</i>	?	1,15 cm
(W) <i>Eum. paradisiaca</i>	klein-ellipsoidisch	0,4—0,8 cm
subsp. <i>seminifera</i>	„relativ groß“	
	6,2—12, 5—(15 cm <sup>2)</sup> )	
(W?) „ <i>fehi</i>	12,5—(15 cm <sup>2)</sup> )	„kleine Samen“
(K) <sup>2)</sup> „ <i>acuminata</i>	9 cm	—
(K) „ <i>corniculata</i>	bis 30 cm	—
(K) „ <i>paradisiaca</i>	bis 30 cm	—
subsp. <i>normalis</i>		
„ „ <i>sapientum</i>	bis 12 bis über 30 cm (vgl. 6, Fig. 5, A)	—
„ „ <i>vor. champa</i>	14 cm	—
„ „ <i>regia</i>	mannsfingerlang, 2,5 cm dick	—
„ „ <i>dacca</i>	10 cm	
„ „ <i>rubra</i>	15—17,5 cm	

1) W = Wilde Formen. — 2) K = Kulturformen.

#### δ) Die Beziehungen der einzelnen rezenten Bananentypen zueinander.

WERTH (10) hat sich mit den Beziehungen der einzelnen lebenden Bananentypen zueinander befaßt und trennt scharf zwei Gruppen innerhalb der *Musoidea*:

1. der afrikanische (*Physocaulis*-)Kreis,
2. der asiatisch-ozeanische (*Eumusa*-)Kreis.

Als älteste Gattung, welche dem Urtypus am nächsten stehen soll, sieht WERTH die früher bereits erwähnte *Ravenala* an. Die Urform soll zwischen Südamerika und Madagaskar — in diesen beiden Bezirken tritt *Ravenala* auf —



zu suchen sein. Der Urtyp hat sich in zwei Gruppen gespalten, die sich nach Unterbrechung der asiatisch-amerikanischen Landbrücke selbständig zur neuweltlichen *Heliconia*<sup>12)</sup> und zur altweltlichen *Musa* entwickelten.

Was nun die uns besonders interessierenden *Musoideae* anbelangt, so ist nach WERTH's Ausführungen *Eumusa* phylogenetisch aus *Physocaulis* hervorgegangen, die afrikanische Gruppe erweist sich als phylogenetisch älter und primitiver.

### b) Vergleich der Münzenberger Banane mit rezenten Typen.

Wir haben nun zu fragen, welcher der angeführten Gattungen die Münzenberger Form am nächsten steht oder gar zugehört. Dem hohen Alter nach würde man wohl zuerst an *Ravenala* denken, doch schaltet diese ganz aus, weil ihre Früchte vollkommen verschieden von der Münzenberger Frucht sind. Zum Vergleich kommen nur die beiden Subgenera des Genus *Musa*, nämlich die „primitivere“ *Physocaulis* und *Eumusa* in Frage.

#### a) Die Früchte.

Beginnen wir bei unseren vergleichenden Betrachtungen mit der Untersuchung der Größe. Voraussetzung ist die Rekonstruktion des Münzenberger Fossils. Hierbei haben wir uns zu erinnern, daß die vorliegende Breite der ursprünglichen nahezu entsprechen dürfte (Kapitel E, a, 3). Da sich aber immerhin darüber streiten ließe, ob der sich in dem unteren Teil der Figur 1 einschiebende Keil nicht ausgequetschtes Fruchtfleisch ist, und damit andererseits die Rekonstruktion nicht auf einseitiger subjektiver Ansicht aufgebaut ist, sollen zwei Rekonstruktionen ausgeführt werden mit größerer und kleinerer Breite der Frucht, so wie es Figur 1 auf Tafel 17 zeigt (Konstruktion A und B). Bei beiden Rekonstruktionen wird das stark zusammengedrückte Ende (Fig. 1 rechts) als distal angesehen. A ergibt eine ungefähre Länge von 20, B eine solche von 18 cm.

Bei der Heranziehung rezenter Bananen zu Vergleichszwecken wird man natürlich zuerst die wilden Formen berücksichtigen. Es zeigt sich, daß Früchte der samentragenden *Physocaulis*-Vertreter, soweit Zahlen bekannt sind (vgl. Tabelle S. 112) sehr stark hinter dem Münzenberger Fossil zurückbleiben. — Was nun die sehr wichtige samentragende wilde *Eumusa paradisiaca* subsp. *seminifera* anbelangt, so verhält es sich mit dieser nicht anders, namentlich wenn man von der sehr unwahrscheinlichen Zahl „15 cm“ absieht (vgl. S. 112).

Morphologisch hat die Münzenberger Frucht mit *Physocaulis* wenig Ähnlichkeit, da die für die erstere so charakteristischen Kanten bei *Physocaulis* zu fehlen scheinen, wenigstens besitzt die von SCHUMANN (6, Fig. 2, F) abgebildete Frucht von *Physoc. Ensete* GMEL. keine Kanten; es werden auch keine erwähnt, ebensowenig bei den anderen *Physocaulis*-Arten (vgl. BAKER 1). Da auch die Gesamtform der Frucht von derjenigen von Münzenberg total verschieden ist, so scheidet nunmehr *Physocaulis* beim Vergleich aus.

<sup>12)</sup> Kommt für unsere Betrachtungen nicht in Frage.



Von der wilden *Eumusa paradisiaca* subsp. *seminifera* finde ich in dem einschlägigen Werk von SCHUMANN (6) keine Abbildung, jedoch von der aus ihr gezüchteten *Eum. paradisiaca* subsp. *sapientum*, welche der Wildform morphologisch nahe stehen muß, wozu man bei SCHUMANN (6) nachlesen wolle. Daß die durchschnittliche Größe der Wildform eine geringere ist, ist nur natürlich. Mit *Eum. paradisiaca* subsp. *sapientum* hat nun das Münzenberger Fossil große Ähnlichkeit, besonders mit Typus 5, A bei SCHUMANN (6), welcher als „gigantea“ bezeichnet ist und den ich auf Taf. 17, Fig. 2 wiedergebe. (Ich möchte hervorheben, daß ich die Rekonstruktion vor der Einsichtnahme in das SCHUMANN'sche Werk angefertigt hatte, daß diese also nicht durch das letztere beeinflußt wurde.) Die starke Kantenbildung, welche wir bei dem Münzenberger Fossil kennen lernten, tritt bei der genannten *Eumusa* stark hervor, scheint aber auch für die übrigen *Eumusen* charakteristisch zu sein.

Es liegt also sehr nahe, daß die Münzenberger Banane zu dem Subgenus *Eumusa* gehört, und speziell *Eumusa paradisiaca* nahesteht. Bezüglich der Größe geht sie über die Variationsbreite der heutigen wilden *E. paradisiaca* subsp. *seminifera* heraus und liegt innerhalb derjenigen der gezüchteten *E. parad.* subsp. *sapientum*, wobei sie zu den größeren Vertretern derselben inkliniert.

### β) Die Samen.

Es wurde darauf hingewiesen, daß die Anwesenheit von Samen für die wilden Bananen bezeichnend ist. Um so auffallender ist, daß weder die Röntgenaufnahme noch der Eingriff mit der Säge irgendwelche Spuren von Samen an der Münzenberger Frucht erkennen lassen. Auch fehlen irgendwelche Erhebungen, welche auf die einstige Anwesenheit von Kernen hindeuten könnten. Es kann auf Grund der Untersuchungen und kritischen Bemerkungen nur ausgesagt werden, daß große Samen, wie sie etwa für *Physocaulis* charakteristisch sind, nicht vorhanden sind bzw. waren, daß mithin dieses Subgenus nicht nur auf Grund der vorhin durchgeführten Vergleiche bezüglich der Form der Frucht, sondern auch bezüglich der Samenfrage außer acht gelassen werden kann.

Somit ergibt sich, daß die Münzenberger Banane mit der rezenten *Eumusa* identisch sein dürfte, daß ferner die Größe eher zu derjenigen der gezüchteten als der wilden *Eumusa*-Formen inkliniert, daß aber ein Entscheid, ob kleine Samen vorhanden waren oder fehlten, nicht getroffen werden kann.

## Zusammenfassung.

1. Einer Reihe günstiger „Zufälle“ ist es zu danken, daß die an sich leicht zersetzbare Bananenfrucht von Münzenberg als Steinkern überliefert werden konnte. Die Fossilisationsvorgänge, welche die Entstehung des Münzenberger Sandsteins wiedergeben, werden eingehend behandelt.

2. Beim Vergleich der fossilen Frucht mit rezenten Früchten von Bananen zeigt sich, daß sie auffallende Ähnlichkeit mit dem Subgenus *Eumusa* des Genus *Musa* aus der Unterfamilie der Musoideen besitzt, jedoch nichts mit dem anderen Subgenus *Physocaulis* zu tun hat. Sie gehört also zu dem heute auf



das asiatisch-ozeanische Gebiet und nicht zu dem auf Afrika beschränkten Kreis. In speziellerem Sinne nähert sich die Münzenberger Frucht morphologisch der *Eumusa sapientum*.

3. Es kann nicht mit Bestimmtheit entschieden werden, ob Samen (kleine mit weicherer Schale) ursprünglich vorhanden waren oder nicht.

Wichtige Fragen schließen sich dem Fund der Münzenberger Bananenfrucht an, doch kann an eine Beantwortung nicht gedacht werden, solange derselbe einzig ist, und solange wir nicht einmal wissen, ob Samen in den Wetterauer Bananen vorhanden sind bezw. waren oder nicht.

### Literaturnachweis.

1. BAKER, J. G., A Synopsis of the Genera and species of Museae. Annals of Botany, 7. Band, London 1893.
- 1a. DECKEN, v. d., nach R. RUNG, Die Bananenkultur. Erg. Heft Nr. 169 zu PETERMANN'S Mitt., Gotha 1911. (Aus WERTH, Zur Natur und Kulturgeschichte der Banane.)
2. DIEFFENBACH, E., Geol.-spez. Karte d. Großherzogt. Hessen, Blatt Gießen, herausg. vom Mittelrh. Geol. Ver. 1856.
3. ENGELHARDT, H., *Musophyllum Kinkelini* n. sp. BER. d. Senckenb. naturf. Ges. 1907.
4. HAHN, E., Das Alter der wirtschaftlichen Kultur der Menschheit, Heidelberg 1905.
5. PLANK, A., Petrogr. Studien über tertiäre Sandsteine und Quarzite. In.-Diss. Gießen 1910.
6. SCHUMANN, K., Musaceae in ENGLER, A., Das Pflanzenreich, Verlag W. Engelmann, Leipzig 1900.
7. STUHLMANN, F., Beitrag zur Kulturgeschichte von Ostafrika, Berlin 1909.
8. WARBURG, O., Bananen in ENGLER, A., Die Pflanzenwelt Ostafrikas.
9. WENZ, W., Das Tertiär im Vogelsberg und seine Beziehungen zu dem der Wetterau und zu anderen Tertiärablagerungen. Ber. d. Wetterauer Ges. f. d. ges. Naturk. 1909/11.
10. WERTH, E., Zur Natur- und Kulturgeschichte der Banane. Studien und Forschungen zur Menschen- und Völkerkunde. Festschrift ED. HAHN, Stuttgart 1917.
11. WINKLER, H. und HANNIG, E., unter Mitwirkung von DIEELS und SAMUELSSON, Die Pflanzenreale, I. Reihe, 2. Heft, Verlag G. Fischer, Jena 1926 oder 1927. Dieses Werk konnte ich nicht erhalten.

### Erklärung der Abbildungen.

#### Tafel 16.

- Fig. 1. „*Musophyllum*“ (*Kinkelini* ? ENG.). Münzenberg. Man beachte die Rinnen zu beiden Seiten des Steinkernes; diejenige auf der rechten Seite ist unten (im Bilde) mit Baryt ausgefüllt; links unten ist der Steinkern ebenfalls mit Baryt überzogen. Schwerspatkriställchen liegen auch an drei anderen Stellen des Stückes (vgl. Fig. 2). Deutlich sind die feinen Längsrillen. — An der scharfen Querlinie wurde das Stück durchgesägt. S. 103. Maßstab 1:1. Museum Darmstadt. Phot. GELLER.
- Fig. 2. Röntgenaufnahme der in Fig. 1 dargestellten Bananenfrucht von Münzenberg. Deutlich sind die Längsrillen zu sehen. Ganz dunkel sind die Barytfelder und Barytkristalle. S. 103. Maßstab 1:1. Museum Darmstadt. Phot. Univ.-Klinik Rostock.
- Fig. 3. Stück eines Baumstammes, stark mit Baryt durchtränkt. In das durch die Zersetzung der organischen Substanz entstandene Loch ragen große Barytindividuen. Münzenberg. S. 109. Maßstab 1:2,1. Museum Darmstadt. Phot. HAUPT.



Fig. 4. Negativ eines Fruchtzapfens von *Pinus*. Münzenberg. Die dunkel markierten Stellen sind Baryt, welcher erst nach Zersetzung der organischen Substanz in den leeren Fruchtzapfenraum eingedrungen ist. Er überzieht auch die Klufffläche rechts oben. S. 109. Maßstab 1:2,41. Museum Darmstadt. Phot. HAUPT.

### Tafel 17.

- Fig. 1. Rekonstruktion der Münzenberger Bananenfrucht (A und B). Ausgezogene Linie: Das vorhandene Bananen-Fragment verkleinert auf Maßstab 1:1,36. Punktierete Linien: Die Rekonstruktion der fehlenden Teile. Bei den Maßen sind immer zwei Zahlen angegeben, von denen sich die erste auf den verkleinerten, die zweite auf den natürlichen Maßstab bezieht. S. 113. Übrige Erklärung im Text.
- Fig. 2. *Musa paradisiaca* subsp. *sapientum* („Banana gigantea“). Nach SCHUMANN (6), Fig. 4A. S. 113. Maßstab 1:3.
- Fig. 3. Querschnitt der Münzenberger Banane. A: an der durchgesägten Stelle (vgl. Tafel 16, Fig. 1). B: ganz vorne. S. 103. Maßstab: Nat. Gr. Übrige Erklärung im Text.
- Fig. 4. Das Zusammensinken der Münzenberger Banane nach der Einbettung (am vorderen Teil). S. 105.



# Ein neues Phonolithvorkommen im Vogelsberg.

Von W. FLÖRKE, Gießen.

Mit Tafel 18. Fig. 1, 2, 3.

Vor einigen Jahren fielen mir bei Überquerung eines kleinen Bachlaufs zwischen Rehberg und Herchenhainer Höhe einige große Gesteinsblöcke durch ihre helle Verwitterungsrinde auf. Beim Anschlagen erwies sich das Gestein als Phonolith. Im vergangenen Sommer hatte ich Gelegenheit, der Gesamtverbreitung dieser Blöcke nachzugehen. Dabei zeigte sich, daß ein ziemlich ausgedehntes Vorkommen vorliegt, so daß es sich nicht um verrollte Blöcke, sondern um anstehendes Gestein handeln muß. Das Fehlen jeglicher Aufschlüsse macht die Abgrenzung des Vorkommens äußerst schwierig. Nur längs des Wasserlaufs konnten die Phonolithblöcke, die hier durch die Erosion freigelegt sind, verfolgt werden, während in größerer Entfernung vom Bach die Wiesen alles verhüllen. Das Vorkommen ist bis jetzt noch nicht beschrieben. Daß es bei seiner Größe unbekannt bleiben konnte, liegt wohl daran, daß es abseits der üblichen Wege im vermoorten Wiesengrund liegt, und daß, da in dem Gebiet Basaltblöcke mit heller Verwitterungsrinde keine Seltenheit sind, das Gestein nicht unmittelbar auffällt.

Das Vorkommen liegt in der Sichenhäuser Gemarkung und zwar in den Distrikten „Rehberg“ und „Wiese im Eschwald“. Auf dem Meßtischblatt Gedern ist es das Tälchen zwischen Rehberg und „Auf dem Hühnerkippel“. Da wo auf der Karte die Zahl 564.2 steht überquert ein Weg den Bach. Etwa 100 m bachaufwärts wurden die ersten Blöcke gefunden. Überall liegen nun zu beiden Seiten des Bachs die Phonolithblöcke. Jenseits des kleinen Fichtenwäldchens, das etwa oberhalb der Bachgabel sich über den Bach legt, liegen die Blöcke in größerer Zahl innerhalb der Bachgabel und konnten noch in  $\frac{1}{4}$  km Entfernung von dem erwähnten Fichtenstreifen nachgewiesen werden. Im ganzen ist so der Phonolith längs des Baches auf eine Erstreckung von mehr als  $\frac{1}{2}$  km verfolgt worden. Das neue Vorkommen ist etwa 2 km von dem schon lange bekannten Phonolith am Grebenhainer Schutzhaus (Buschhorn der älteren Literatur) entfernt. Ob die beiden Vorkommen zusammenhängen, muß die Spezialkartierung ergeben. Das neue liegt bei rund 600 m, das am Schutzhaus bei 640 m Meereshöhe. Die Phonolithblöcke des hier beschriebenen Vorkommens sind meist von erheblicher Größe (bis  $\frac{1}{2}$  cbm und mehr) und recht zahlreich (es wurden über 100 große Blöcke gezählt).

Das Gestein ist ziemlich hellgrau gefärbt und von stumpfem Aussehen, es entbehrt des fettigen Glanzes wie ihn die Phonolithe vom Häuser Hof und Grebenhainer Schutzhaus aufweisen. Es zeigt eine grobschiefrige Beschaffenheit mit recht unregelmäßigen Ablösungsflächen. Makroskopisch sind darin Sanidinsprenglinge (bis 5 mm Größe) und hie und da auch schwarze Erzkörner zu



erkennen. Mit der Lupe sieht man in der dem bloßen Auge dicht und gleichmäßig erscheinenden Grundmasse feine Feldspatleistchen in paralleler Anordnung.

Das Ergebnis einer chemischen Analyse zeigt die folgende Tabelle. In dieser sind zum Vergleich mit aufgenommen Analysen des Phonoliths vom Häuser Hof bei Nidda und des Phonoliths vom Grebenhainer Schutzhaus. Erstere ist der Erläuterung zu Blatt Hungen der geologischen Spezialkarte 1:25 000 vom Jahr 1921 entnommen, letztere ist älteren Datums und entstammt der Arbeit SOMMERLADS „Über Nephelिंगesteine aus dem Vogelsberg“ in dem 22. Bericht der Oberhessischen Gesellschaft für Natur- und Heilkunde vom Jahr 1883.

	Gewichtsprocente			Molekularprocente		
	Rehberg	Grebenhainer Schutzhaus	Häuser Hof	Rehberg	Grebenhainer Schutzhaus	Häuser Hof
SiO <sub>2</sub>	59,78	61,82	60,88	68,94	70,37	69,77
TiO <sub>2</sub>	0,62	—	0,56	0,54	—	0,48
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	19,65	18,99	19,18	13,37	12,76	12,29
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,57	—	2,09	als FeO berechnet		
FeO	1,15	3,83	0,92	2,48	3,66	2,69
MnO	0,07	—	—	0,06	—	—
CaO	1,76	1,76	2,19	2,18	2,15	2,70
MgO	1,09	0,34	0,53	1,88	0,59	0,93
Na <sub>2</sub> O	5,33	3,91	6,14	5,98	4,33	6,84
K <sub>2</sub> O	6,21	8,57	5,55	4,58	6,10	4,07
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,31	—	0,15	0,15	—	0,07
H <sub>2</sub> O	2,67	1,59	1,37			
CO <sub>2</sub>	—	—	0,23			
SO <sub>3</sub>	—	—	0,02			
spez. Gew.	100,11 2,604	100,79 2,588	99,81 2,533			

Niggliwerte	Rehberg	Grebenhainer Schutzhaus	Häuser Hof
al	43	43	42
fm	15	15	12
c	7	7	9
alk	35	35	37
si	222	238	238
ti	1.6	—	1.6

Die Tabellen zeigen, daß in dem Chemismus der drei Gesteine große Ähnlichkeit herrscht.

Die mikroskopische Untersuchung des neuen Phonolithgesteins ergab folgendes Bild: 1. Feldspateinsprenglinge. Sie sind schon mit bloßem Auge zu erkennen und werden bis 2 mm groß. Im Durchschnitt sind sie 0,5 mm groß. Ihre Form ist meist rechteckig, doch kommen auch rhombische Durchschnitte vor. Die Umrandung ist selten geradlinig und scharf, sondern meist mehr oder weniger gebuchtet und oft von einem Glasrand umgeben,



was auf Resorption zurückzuführen ist. Dafür sprechen auch die ganz unregelmäßig umgrenzten Glasfetzen, die oft im Innern der Durchschnitte zu beobachten sind. Manchmal sind die Einsprenglinge zerbrochen, dann sind die Bruchspalten mit Glas ausgefüllt. Es konnten drei Feldspatsubstanzen unterschieden werden. Substanz 1 ist etwas dunkler als 2 und 3, hat niedrigeren Brechungsindex als die beiden anderen, bildet die Hauptmasse der Einsprenglinge, kommt bei zonar struierten Individuen immer in der Randzone vor und bildet gelegentlich die Gesamtmasse rechteckig begrenzter Kristalle. Sie wird für Orthoklas gehalten. Substanz 2 ist heller gefärbt als 1, hat etwas höheren Brechungsindex als 1, kommt im Kern zonar struierter Individuen vor und tritt nie allein, sondern stets in Verknüpfung mit 1 auf. Dieses Nebeneinander ist entweder ein Auftreten in Kern und Rand zonar gebauter Kristalle oder ein Nebeneinander in nicht zonar gebauten Kristallen. In letzterem Falle tritt die Substanz 2 als Einlagerung in 1 auf und tritt an Menge hinter dieser meist erheblich zurück. Entweder sind diese Einlagerungen unregelmäßig geformte Fetzen oder feine Spindeln, die dann sehr zahlreich sind, mehr oder weniger parallel liegen und so schmal werden können, daß sie sich fast der Beobachtung entziehen. Dieses gegenseitige Verhalten der beiden Substanzen läßt sich wohl nur als Ergebnis einer Entmischung deuten. Substanz 2 wird für Anorthoklas gehalten. Substanz 3 zeigt in der Färbung kaum einen Unterschied gegen 2. Überhaupt muß betont werden, daß die Substanzen 1—3 farblos genannt werden müßten, wenn jede für sich allein zur Beobachtung gelangte, da die Abweichungen in der Färbung eben nur bei genauer Beobachtung und bei gleichzeitigem Betrachten zu erkennen sind. Substanz 3 hat größeren Brechungsindex als 1. Mit 2 konnte sie in dieser Hinsicht nicht verglichen werden. Substanz 3 zeigt Zwillinglamellierung, die außerordentlich fein ist und nur bei sorgfältiger Durchmusterung auffällt. Sie tritt als Kern zonar gebauter Kristalle auf, deren Rand von 1 gebildet wird. Die Zahl der Individuen, in denen 3 zur Beobachtung gelangt, ist recht gering. Der positive optische Charakter läßt Substanz 3 als sauren Plagioklas bestimmen. 2. Augit als Einsprengling wurde nur in einem Fall beobachtet. Das Mineral war schwach grün gefärbt, zeigte keinen Pleochroismus und große ( $34^{\circ}$ ) Auslöschungsschiefe. 3. Etwas häufiger sind große Erzkörner, die bis 0,3 mm groß werden können. Sie sind mehr oder weniger rundlich gestaltet und manchmal von einem dichten Kranz kleiner Augitkriställchen, die mit den Grundmassenaugiten übereinstimmen, umgeben. In diesem Fall sind die Erzkörner am Rande zackig und zerfetzt. Manchmal fehlt in den Augithaufen der Erzkern ganz. Es handelt sich bei dieser Erscheinung wohl um eine nachträgliche Auflösung der Erzsubstanz in der Silikatschmelze, wodurch diese in der Umgebung der Erzkörner so stark an Eisen angereichert wurde, daß sich reichlich Augit bilden mußte.

Der Feldspat der Grundmasse ist von dreierlei Art. Einmal liegen in der Grundmasse lang leistenförmige Individuen, die randlich scharf begrenzt sind, stets gleichmäßige Auslöschung zeigen, häufig Zwillinge nach dem Karlsbader Gesetz erkennen lassen und fluidale Anordnung aufweisen. Es ist Orthoklas. In nicht geringerer Verbreitung sind andere Individuen vertreten, die oft auch länglich, vielfach aber ganz unregelmäßig gestaltet sind. Stets lassen sie eine scharfe randliche Begrenzung vermissen, sind vielmehr völlig unregelmäßig gezackt und gebuchtet und sehen eigentümlich zerfetzt aus. Besonders merkwürdig ist die Auslöschung zwischen gekreuzten Nikols. Nie löschen



die Durchschnitte gleichmäßig aus, vielmehr ist eine undulöse Auslöschung die Regel. Bei länglichen Individuen läuft ein gerader schmaler Auslöschungstreifen, der der Längserstreckung parallel geht, beim Drehen des Tisches über den Durchschnitt hinweg. In anderen Fällen ist dieser Auslöschungstreifen gekrümmt, wieder bei anderen Durchschnitten ist gar keine Regelmäßigkeit in der undulösen Auslöschung festzustellen. Diese Feldspatindividuen werden für Anorthoklas gehalten. In einzelnen Fällen konnte festgestellt werden, daß ihr Brechungsindex wenig größer ist als der der scharf begrenzten Orthoklasleisten. Außer diesen beiden Feldspatsubstanzen treten noch in geringer Zahl scharf begrenzte Plagioklasleistchen in der Grundmasse auf. Die Hauptmenge der Grundmasse wird vom Feldspat gebildet, schätzungsweise  $\frac{1}{20}$  davon nehmen die Grundmassenaugite ein. Diese sind gedrungene Säulchen von etwa 0,05—0,15 mm Länge, die mit Ausnahme der vorhin erwähnten Anhäufungen, die die großen Erzkörner umgeben, gleichmäßig in der Grundmasse zerstreut sind. Sie zeigen meist keine gute kristallographische Begrenzung, sind lichtgrün gefärbt und nur ganz schwach pleochroitisch. Die Auslöschungsschiefe ist höchstens 45°. Sie dürften deshalb als diopsidischer Augit zu deuten sein. Etwas weniger häufig als die Augite sind in der Grundmasse kleine Erzkörner vertreten. Ebenso wie die Augite sind sie ziemlich gleichmäßig in der Grundmasse zerstreut. Größer an Masse als Augit und Erz, aber immer noch stark hinter der Feldspatsubstanz zurücktretend, ist ein fast farbloses, neben den Feldspäten aber lichtbräunlich gefärbt erscheinendes Glas. Sein Brechungsindex ist erheblich kleiner als der des Feldspats. Es füllt die Zwickel zwischen den Kriställchen der Grundmasse aus und umrandet wie oben beschrieben die angeschmolzenen Feldspateinsprenglinge. An einzelnen Stellen zeigt es infolge eingetretener Entglasung die Polarisation radialfaseriger Aggregate.

Zwischen den Feldspäten der Grundmasse finden sich bei aufmerksamer Betrachtung körnige Partien von sehr geringer Doppelbrechung. Zum Teil lassen die Körner mehr oder weniger gut ausgeprägt quadratische Umrisse erkennen. Diese Partien entziehen sich zunächst vollständig der Beobachtung und wurden erst ganz zuletzt bei eifrigem Suchen entdeckt. Sie werden als Nephelin gedeutet.

Akzessorisch treten auf: vereinzelte Titanitkriställchen und überall im Schliff Apatit in Form feinsten Nadelchen aber auch in sehr kleinen, kurzen, rechteckigen und sechseckigen Durchschnitten.

Wegen des starken Zurücktretens des Nephelins, wie auch wegen des Fehlens von Alkaliaugiten und des Auftretens von Plagioklas muß das Gestein zu den Übergangsgliedern zwischen Trachyten und Phonolithen gestellt werden und als trachytoider Phonolith bezeichnet werden. Die Phonolithe vom Häuser Hof und vom Grebenhainer Schutzhaus zeigen unter dem Mikroskop ähnliche Verhältnisse, wie das Gestein aus der Nähe des Rehbergs.

Die chemische Untersuchung wurde ausgeführt im chemischen Laboratorium der Oberrealschule Gießen. Die mikroskopische Untersuchung wurde mir dadurch ermöglicht, daß mir Herr Professor LEHMANN vom mineralogischen Institut ein Mikroskop zur Verfügung stellte. Ihm sei an dieser Stelle dafür gedankt.

Gießen, 27. Januar 1929.



## Ein Tischfelsen im Buntsandstein bei Friedelhausen.

Von W. FLÖRKE, Gießen.

Mit Tafel 18. Fig. 4 ,5.

In einem verlassenen Steinbruch im unteren Buntsandstein, etwa 2 km östlich der Haltestelle Friedelhausen, an der Bahn Gießen—Marburg, war lange Jahre hindurch ein Tischfelsen zu sehen, der leider im Jahre 1920 von rohen Händen umgestürzt worden ist. Die Tischfläche war im Jahre 1915 1,60 m lang und 1,00 m breit. Das Gesims am Tischfuß ragte 1,50 m aus dem Abhangschutt empor und war selbst 28 cm hoch. Die Unterkante der Tischplatte lag 90 cm über dem Gesims. Die Platte war 30 cm dick. Im Jahre 1916 habe ich an mehreren Stellen Messungen vorgenommen, um den allmählichen Fortschritt der Verwitterung zu verfolgen. Infolge der Zerstörung des Tisches konnten nur zweimal Messungen gemacht werden. Diese aber lehren uns, daß in dem kurzen Zeitraum, der zwischen den beiden Messungen lag, schon ein wesentliches Fortschreiten der Verwitterung erfolgt ist. Es wurde die Simsbreite auf der Oberseite und Unterseite an mehreren Stellen gemessen. Dabei ergaben sich folgende Werte in cm:

Stelle Nr.	1	2	4	6	7	8
1916	6	16	17	20	22	32
1919	11,5	19	19	21	24	36

1, 2, 4, 6 sind Messungen auf der Oberseite, 7 und 8 solche auf der Unterseite. An einer anderen Stelle (Nr. 5) unterhalb des großen Gesimses ist eine kleine Hervorragung von 8 cm Breite im Lauf der 3 Jahre völlig verschwunden. Auf der Oberfläche des Tischfußes konnten starke Gipsausblühungen festgestellt werden.

Wenn wir uns überlegen, wie diese eigenartige Felsbildung entstanden ist, so kommen wir zu folgendem Ergebnis: Ein Stück der durch den Steinbruchbetrieb freigelegten Wand brach an einer senkrechten Kluft ab und stürzte herab. Dabei entstand ein Schuttkegel, in dem ein größerer Block unter Beibehaltung der horizontalen Lagerung seiner Schichten herabrutschte. Der große Block ragte aus dem Schuttkegel heraus und bot der Verwitterung auf 3 Seiten gute Angriffsmöglichkeiten. Die Gesteinsschichten, die den Block aufbauten, waren von stark verschiedener Beschaffenheit. Zwei Bänke davon zeichneten sich durch besonders große Widerstandsfähigkeit aus. Die obere davon wurde zur Platte des Tisches, die untere wurde als Sims aus seinem Fuße heraus-



gearbeitet. Die dazwischen liegenden Schichten waren weniger widerstandsfähig und wurden stark zerstört. Diese Zerstörung und Fortführung des Materials wurden bewirkt durch die verschiedenen Faktoren der Verwitterung. Der Spaltenfrost, einer der wesentlichsten Verwitterungsfaktoren unseres Klimas, wird dabei mitgeholfen haben. Dann aber waren auch Kräfte am Werk, die in unserem Klima im allgemeinen nicht zur Geltung kommen können, da die alles verhüllende Vegetationsdecke ihren Angriff unmöglich macht. Nur wo künstlich durch Steinbrüche oder an Gebäuden nacktes Gestein der Einwirkung der Atmosphärien ausgesetzt ist, können wir Verwitterungserscheinungen beobachten, wie wir sie sonst nur aus Trockengebieten kennen. Niederschläge bewirken eine Durchfeuchtung des Gesteins. Die darauf folgende, rasch fortschreitende Austrocknung läßt die aufgenommene Feuchtigkeit kapillar nach außen wandern und dort verdunsten. Die Feuchtigkeit hat aber vorher im Verein mit dem Kohlendioxyd und dem Sauerstoff der Luft zersetzend auf die Gesteinsbestandteile eingewirkt. Dabei sind lösliche Salze entstanden und die das Gestein durchsetzende Feuchtigkeit ist zur Salzlösung geworden. Beim Wandern nach außen wird durch die Verdunstung die Salzlösung allmählich immer konzentrierter und es kommt schließlich zur Ausscheidung der in ihr enthaltenen gelösten Bestandteile. Die an dem Tischfelsen beobachteten Gipsausblühungen sind so entstanden. Durch die Kristallbildung wird eine Sprengwirkung ausgeübt. Da sich der beschriebene Vorgang bei jeder Durchfeuchtung immer wieder wiederholt, summieren sich die kleinen Wirkungen zu beträchtlichem Ausmaß und das Endergebnis der chemischen Zersetzung und der mechanischen Lockerung ist eine völlige Zermürbung des Gesteins. Wie die Beobachtung an unserem Tischfelsen lehrt, setzen die Gesteinsschichten diesen Verwitterungsvorgängen ganz verschiedenen Widerstand entgegen. Wir haben einzelne Lagen, die fast gar keinen Angriff zeigen, andere wieder, die aufs stärkste zersetzt sind. Dieser Unterschied ist bedingt durch abweichende chemische Beschaffenheit, durch wechselnde Porosität, durch Unterschiede in der Größe und Art der einzelnen Gemengteile und durch den verschiedenartigen Verband der einzelnen Gesteinsschichten.

#### Tafelerklärung zu FLÖRKE Phonolith und Tischfelsen.

- Abb. 1. Phonolith, Rehberg. Großes Erzkorn randlich in Augit umgewandelt. Vergr. rd. 30-fach, gew. Licht.
- Abb. 2. Phonolith Rehberg. Grundmassenfeldspäte. Fluidalstruktur. Vergr. rd. 30-fach, gekreuzte Nicols.
- Abb. 3. Phonolith, Rehberg. Feldspateinsprengling die Verwachsung von Orthoklas und Anorthoklas zeigend. Vergr. rd. 30-fach, gekreuzte Nicols.
- Abb. 4. Tischfelsen im unteren Buntsandstein bei Friedelhausen. Aufgen. 1916 v. W. FLÖRKE.
- Abb. 5. Gipsausblühungen am Fuße des Tischfelsens bei Friedelhausen. Aufgen. 1919 v. W. FLÖRKE.



# **Scombramphodon benedeni Storms aus dem Rupelton des Mainzer Beckens.**

Von WILHELM WEILER, Worms.

Mit Tafel 19.

Aus den im mittleren Septarienton liegenden Gruben bei Flörsheim a. M. erwarb Herr Prof. Dr. O. SCHMIDTGEN für das Naturhistorische Museum der Stadt Mainz einen Fischschädel mit zugehörigen Resten der Wirbelsäule und vereinzelt Flossenstrahlen. Sehr wahrscheinlich war demnach der ganze Fisch vorhanden, aber bei der Bergung durch die Arbeiter gingen leider große Teile verloren.

Der dorso-ventral zusammengequetschte Schädel besaß vom Maul bis zum Präoperculum eine mutmaßliche Länge von 18—19 cm. Vom Schädeldach sind kaum nennenswerte Überreste vorhanden, die außerdem so stark zerstört sind, daß eine sichere Deutung unmöglich erscheint. Außer Andeutungen eines Mediankammes und je zweier lateraler, links und rechts davon, ist auch der Oberrand der linken Augenhöhle, sowie an einer Stelle die faserige Oberfläche der Schädelknochen zu erkennen.

Ober- und Unterkiefer sind rechts fast unversehrt erhalten. Nur der Anfangsabschnitt ist abgebrochen, aber glücklicherweise gingen die Symphysenteile nicht verloren. Auf der linken Seite liegen oben nur die zahnlose Maxille und die Symphyse der Prämaxille vor. Das Dentale des Unterkiefers ist leider sehr stark zerstört.

Der Zwischenkiefer ist schlank, im hintersten Abschnitt leicht abwärts gebogen und dabei seitlich etwas abgeplattet (Abb. 1). Im Gegensatz hierzu ist das Vorderende horizontal verbreitert, so daß eine dreieckige zahntragende Fläche entsteht (Abb. 4). Die Außenseite der Prämaxille ist längsgestreift, die Unterseite mit in einer Reihe angeordneten kegelförmigen, an der Spitze einwärts gekrümmten Zähnen versehen, deren Basis eine feine Vertikalstreifung aufweist. Im mittleren Abschnitt stehen die längsten Zähne (ungefähr 4—5 mm lang). Nach rückwärts werden sie kleiner, so daß der letzte nur noch 2 mm mißt. Bemerkenswerter Weise unterscheiden sich die hintersten Zähne von den davor stehenden durch ihre relativ schlankere Gestalt. Auch die Zähne auf dem Symphysenabschnitt waren z. T. etwas kleiner als die des mittleren, wie aus den kreisrunden Einsatzstellen hervorgeht, die 5—6 Zähne am Außenrand hinterlassen haben, aber immerhin übertrafen sie noch die hintersten an Größe. Die zuletzt erwähnten Einsatzstellen stehen dicht nebeneinander, im Gegensatz zu den anderen Zähnen der Prämaxille, die mit Ausnahme von 5 Zähnen im



hinteren Abschnitt eine größere Lücke zwischen sich lassen. Außer dem Rand war auf der Symphyse auch die dreieckige, nach innen vorspringende Verbreiterung bezahnt. Sie trug regellos angeordnete, verschieden große Zähne, die aber an Größe noch hinter den kleinsten der äußeren Zahnreihe zurück blieben. Nur eines dieser Zähnchen von kegelförmiger Gestalt und einwärts gekrümmter Spitze ist noch erhalten. Von den übrigen liegt nur die Einsatzstelle vor, auch von einem auffallend großen Zahn an der inneren Symphysenecke, der den mittleren Zähnen der Prämaxille an Stärke ungefähr gleich kam.

Über dem rechten Zwischenkiefer liegen noch Teile des Gaumenapparates.

Das Dentale ist ein kräftiger Knochen mit verdicktem Oberrand, der sich, wie der erhaltene Symphysenabschnitt (Abb. 5, 6) zeigt, vorn einwärts verbreitert, aber bei weitem nicht so stark wie der Oberkiefer an der entsprechenden Stelle. Sein Oberrand trägt zwei Zahnreihen, die durch einen Längskanal voneinander getrennt werden. Am rechten Dentale sieht man nur die äußere Reihe (Abb. 1), während die innere noch im Gestein steckt. Sie konnte nicht frei gelegt werden, um nicht die äußeren Zähne zu gefährden. Vorn jedoch, wo der Symphysenabschnitt weggebrochen ist, kommt auf dem Querbruch ein Zahn der inneren Reihe zum Vorschein. In glücklicher Ergänzung dazu zeigt das linke Dentale gerade die innere Zahnreihe in gutem Erhaltungszustand, so daß man sich von der Bezahnung des Unterkiefers ein vollständiges Bild machen kann.

Die äußere Zahnreihe (Abb. 1, 3) besteht aus verhältnismäßig kleinen und schlanken Zähnchen, die in ihrem Aussehen ganz auf die letzten Zähnchen des Oberkiefers herauskommen. Sie sind nur schwach nach innen gebogen, oberflächlich glatt und zeigen in den verschiedenen Kiefergegenden fast kaum Größen- und Formunterschiede. Die innere Zahnreihe (Abb. 2) dagegen besteht aus sehr kräftigen, konischen Zähnen, die in jeder Beziehung den großen Oberkieferzähnen gleichen. Sie zeigen Vertikalstreifung, und ihre Spitze ist stark einwärts gekrümmt. Auf je einen dieser Zähne kommen zwei der äußeren Reihe. In der Symphysengegend werden die inneren Zähne beträchtlich kleiner, so daß sie sich nicht mehr von den äußeren unterscheiden. Gleichzeitig schiebt sich hier zwischen die beiden Zahnreihen noch eine dritte mit ebenso großen Zähnen ein.

Das Articulare (Abb. 1 Art.) ist ein mächtig entwickelter Knochen. Am linksseitigen ist besonders gut seine tief ausgehöhlte Gelenkpfanne erhalten, die noch den Gelenkkopf des darüber liegenden *Quadratum* umfaßt. Der hinteren und unteren Ecke des Articulare schmiegt sich als rückwärtiger Fortsatz das *Angulare* (Abb. 1 Ang.) an.

Vom Kiemendeckel liegen noch Teile des *Operculums*, *Prä-*, *Inter-* und *Suboperculums* vor, deren Oberfläche anscheinend ganz glatt war. Dahinter kommen noch einige größtenteils zerstörte Knochen zum Vorschein, die zum Schultergürtel gehören und als *Claviculare* (Abb. 1 Cl.) zu deuten sind. Etwas rückwärts vom basalen Abschnitt des *Claviculare* liegen die Beckenknochen (Abb. 1 B.) mit Teilen der rechten Bauchflosse (Abb. 1 V.). Der proximale Abschnitt des ersten, sehr kräftigen Strahles ist noch erhalten. Seine Oberfläche ist ziemlich regelmäßig längsgestreift und vorn von einem median verlaufenden Längskanal durchzogen (Abb. 1 St.). Über diesen Flossenresten steckt das Bruchstück eines Wirbels (Abb. 1 W.). Außerdem konnten weiterhin 36 vollständig erhaltene isolierte Wirbel geborgen werden. Sie sind verhältnismäßig kurz, etwas breiter als hoch, oberflächlich von faseriger Beschaffenheit und mit zwei seitlichen Längsrillen versehen.



Der beschriebene Fischrest stimmt in allen Einzelheiten mit dem zuletzt von LERICHE (1910, S. 324) ausführlich beschriebenen *Scombramphodon benedeni* STORMS überein. Nur in einem Punkt scheint eine Abweichung zu bestehen. LERICHE gibt nämlich an, die Prämaxillarzähne ständen bei *Sc. benedeni* sehr dicht beieinander. Seine Abbildung auf Taf. 22, Fig. 4, zeigt aber eine Prämaxille, deren Zähne genau wie bei unserer Art um Zahnbreite auseinander stehen, und nach Fig. 4a zu urteilen ist in jeder Lücke die Einsatzstelle eines bereits herausgefallenen Zahnes vorhanden. Zahnlose Kiefer erwecken daher den Eindruck, als wären sie mit dicht nebeneinander stehenden Zähnen versehen gewesen.

*Scombramphodon benedeni* STORMS ist im belgischen Rupelton eine der häufigsten Arten. Unter den Septarientonfischen des Mainzer Beckens gehört er zu jener Gruppe, die von Norden her das neue Wohngebiet besiedelte (WEILER 1928).

Dem Direktor des Naturhistorischen Museums Mainz, Herrn Prof. SCHMIDTGEN, spreche ich für die Überlassung der beschriebenen Fischreste meinen herzlichsten Dank aus.

#### Tafelerklärung.

- Abb. 1. *Scombramphodon benedeni*. Schädel von der rechten Seite. Nicht ganz 1:2. D. = Dentale; Pr. M. = Prämaxille; G. = Reste des Gaumenapparates; Art. = Articulare; Ang. = Angulare; Qu. = Quadratum; Hy. = Reste des Hyomandibulare; Pr. Op. = Präoperculum; Op., S. Op., I. Op. = Reste des Operculums, Suboperculums und Interoperculums; Cl. = Clavicula; B. = Becken; V. = Ventralis; St. = 1. Stachel der Bauchflosse; W. = Rest eines vorderen Rumpfwirbels.
- Abb. 2. Vier linke Dentalzähne der inneren Reihe. 1:1.
- Abb. 3. Elf rechte Dentalzähne der äußeren Reihe. 1:1.
- Abb. 4. Verbreiteter Symphysenabschnitt der rechten Prämaxille von unten. 1:1.
- Abb. 5. Symphysenabschnitt des rechten Dentale von außen. 1:1.
- Abb. 6. Symphysenabschnitt des rechten Dentale von oben. 1:1.
- Abb. 7. Teile des linken Kiemendeckels. 1:2. Op. = Operculum; Pr. Op. = Präoperculum; S. Op. = Suboperculum.

#### Schriftenverzeichnis.

- LERICHE, Les Poissons oligocènes de la Belgique. Mém. du Musée roy. d'Hist. Nat. de Belgique, Bd. V, 1910.
- WEILER, Die Fische des Septarientones. Abh. Geol. Landesanstalt Darmstadt. 1928.



# Hydrologisch-geologische Beobachtungen in Hessen im Jahre 1927.

Von A. STEUER.

Mit 8 Tafeln Grundwasserstandslinien.

Im folgenden werden die Grundwasserbeobachtungen in Hessen im Jahre 1927 wie alljährlich in Schaulinien veröffentlicht. Der Witterungsbericht für das Jahr 1927, wie er von dem Landesamt für Wetter- und Gewässerkunde mitgeteilt worden ist, wird im Nachstehenden wiederholt.

Der Januar war bei andauernden SW-Winden sehr trüb, mild und mäßig feucht. Die Temperaturmittel lagen  $2-2\frac{1}{2}\%$  über dem Regelwert. Die Niederschläge, meist gering, — oft Regen oder Regen mit Schnee vermischt, nur in den höchsten Lagen Schnee, — ließen es in den tiefen Lagen nur zu unbedeutenden, rasch verschwindenden Schneedecken kommen. Die Niederschlagssummen blieben in Rheinhessen stark unternormal, im übrigen Hessen kamen sie den normalen nahe. — Der Februar war mild, zeitweise heiter, in Südhessen feucht, in Oberhessen normal. Starker Schneefall leitete die letzte Woche ein, die Schneedecke schwand rasch. Kräftige Regen bei böigem Wetter gingen in den letzten Tagen nieder. Am 27. Gewitter an der Bergstraße und im Odenwald! Die Niederschlagssummen setzten sich hauptsächlich aus den Niederschlägen der ersten und letzten Woche zusammen; sie blieben in Oberhessen normal, ergaben in Südhessen einen Überschuß von 30%. — Der März war mild, mäßig feucht, schneearm, im Odenwald ziemlich trocken, gewitterig. Der Temperaturüberschuß betrug  $1\frac{1}{2}-2^0$ . Frosttage waren selten. Die dritte Woche war trocken. Sonst regnete es oft, aber nicht stark, selten fiel etwas Schnee und Graupeln. Die Niederschlagssummen waren fast normal, nur im Odenwald zeigten sie einen merklichen Fehlbetrag. Am 11., 25. und 26. verbreitete Gewitter! — Der April war unfreundlich, trüb, ziemlich kalt und sehr naß. Nur wenige sonnige Tage! Niederschläge: Regen, Schnee nur wenig nach dem Gewitter am 11., waren die Regel. Trocken war es vom 17. bis 23. und vom 27. bis 29. Die Niederschlagssummen übertrafen die normalen bei weitem, vielerorts um 100%, am wenigsten noch in der Wetterau. Starke Niederschläge wurden insbesondere am 15. gemessen. Am 27. vielerorts Nachtfrost! — Der Mai war sonnig, aber vorwiegend kalt und sehr trocken. Nach dem ersten sommerlich warmen Drittel setzte am 10. ein Kälteeinbruch ein, der sehr schädliche Bodenfröste verursachte. Am 17. bis 21. Gewitter mit mäßig großen Niederschlägen! Dann wieder ein Kälterückfall, der am 29. die Temperatur bis nahe  $0^0$  hinunterdrückte. Wenige, meist ge-



ringe Regenmengen ergaben Niederschlagssummen, die nicht die Hälfte der normalen erreichten. — Der Juni war kühl, feucht und gewitterig. Der übliche Juni-Temperaturrückfall setzte nach dem 3. ein, auch vom 18. bis 29. war es recht kühl. Viele Niederschlagstage, darunter viele Gewittertage, ergaben Niederschlagssummen, die in Oberhessen die normalen weit, in Südhessen weniger stark überschritten; im südlichen Odenwald blieben sie sogar unternormal. — Der Juli war wolkig, normal warm, in Rheinhessen und im nördlichen Oberhessen sehr feucht, ein Monat der Unwetter: Gewitter, Starkregen, Hagelfälle. Das Wetter wechselte oft und rasch. Das Kennzeichen des Monats waren die vielen Gewitter mit Hagelschlägen. Sie häuften sich am 6. bis 9., 11. bis 16., 22., 23. und 27. Ungeheure Verwüstungen richtete das Gewitter mit Hagel bis Hühnereigröße am 16. in Rheinhessen im Gebiet von Nieder-Saulheim, Wörrstadt und Umgegend an und weiter das nicht minder schwere Hagelwetter am 27. im nordöstlichen Oberhessen, hauptsächlich in der Gegend von Schotten, Eichelsachsen, Wingershausen. Die Niederschlagssummen wechselten nach der Gewitterhäufigkeit. In dem Dreieck Büdingen, Seligenstadt, Mainz blieb es ziemlich trocken; sehr feucht war es in Rheinhessen und im nordöstlichen Oberhessen. — Der August war ziemlich warm, wolkig, sehr feucht und gewitterreich. Es regnete fast jeden Tag, oft in Begleitung von Gewittern. Die Niederschlagssummen erreichten vielerorts das Doppelte des Regelwertes, im ganzen rund das  $\frac{7}{4}$ fache davon. — Der September war warm, wolkig, sehr feucht. Die Temperaturmittel waren etwa  $1^{\circ}$  zu hoch. Eine Regenzeit vom 7. bis 27. lieferte Niederschlagssummen, die um etwa 50% die normalen überschritten. — Der Oktober war ziemlich warm und sonnig, morgens oft neblig, sehr trocken. Nur wenige Regentage lieferten Niederschlagssummen, die nur in Rheinhessen wenig über die Hälfte der normalen kamen, in Starkenburg und noch mehr in Oberhessen unter der Hälfte zurückblieben. — Der November war neblig, sehr trüb, sehr feucht und nach der ersten warmen Woche sehr kalt. Vom 7. bis 9. fielen sehr große Regenmengen, auch am 17. Sonst waren die Niederschläge mäßig, oft mit Schnee vermischt oder Schnee, der vom 11. ab eine schwache Schneedecke von meist kurzer Dauer bilden konnte. Die Niederschlagssummen erreichten in Südhessen das Doppelte, in Oberhessen das  $1\frac{1}{2}$ fache der Regelwerte. — Der Dezember war sehr kalt, trocken, schneearm. Nach der grimmigen Kälte der 3. Dezemberwoche folgte am 21. ein Warmlufteinbruch mit starkem Regen, der katastrophales Glatteis hervorrief. Die Temperaturmittel blieben  $3-4^{\circ}$  zu tief. Die Niederschlagssummen, hauptsächlich bedingt durch die Regenmengen des 21. bis 24. Dezember, blieben in Oberhessen 50%, in Südhessen etwas weniger unter den Regelwerten. Eine geringe Schneedecke hielt die 3. Dezemberwoche hindurch an.

Im ganzen genommen war das Jahr recht naß. Starken Überschuß an Niederschlag lieferten April, Juni (in Oberhessen), Juli, August September und November; große Fehlbeträge Mai, Oktober und Dezember.

Eine Besprechung des Verhältnisses der Grundwasserspiegel in den letzten Jahren soll nachgeholt werden, sobald die Beobachtungen bis 1929 abgeschlossen sind.



**Wasserstandsbeobachtungen in Hessen i. Kalenderjahr 1927.**  
**Zusammenstellung der Beobachtungspunkte mit höchster und tiefster**  
**Lage des Wasserstandes im Jahre 1927.**

	Lage des Beobachtungspunktes über NN. m	Wasserstände			Bemerkungen
		Höchster m	Tiefster m	Unterschied m	
<b>Provinz Starkenburg</b>					
<b>Darmstädter Wasserwerk:</b>					
Bohrloch 19 A . . . . .	96,22	91,91	91,55	0,36	
» 20 A . . . . .	98,47	93,36	93,08	0,28	
» 26 C . . . . .	93,88	91,12	90,61	0,51	
» D . . . . .	90,61	89,81	89,28	0,53	
» J . . . . .	92,11	89,84	89,08	0,76	
Oberförsterei Jägersburg . . . . .	91,40	91,40	90,04	0,66	2. Febr.-Woche nicht gemessen
Groß-Rohrheim . . . . .	89,56	87,51	87,08	0,43	3. Aprilwoche „ „
Erfelden . . . . .	88,60	85,93	84,00	1,93	5. Augustwoche „ „
<b>Wormser Wasserwerk:</b>					
Lorscher Wald, Bohrloch 26 . . . . .	91,80	89,70	89,11	0,59	4. Aprilwoche nicht gemessen 1. Maiwoche „ „ 1. Juniwoche „ „ Oktober u. 1., 2., 3. November- woche nicht gemessen
Lorscher Wald, Bohrloch 32 . . . . .	93,15	91,68	90,95	0,73	4. Aprilwoche nicht gemessen 1. u. 5. Maiwoche „ „ 1. Juniwoche „ „ Oktober u. 1., 2., 3. November- woche nicht gemessen
Astheim . . . . .	86,28	83,82	83,11	0,71	
Hamm (Prov. Rheinhessen) . . . . .	90,08	87,35	84,60	2,75	
Ginsheim . . . . .	87,13	83,61	81,40	2,21	
Forsthaus Mönchbruch . . . . .	91,39	90,08	90,58	0,50	
Oberes Königstädter Forsthaus . . . . .	93,70	90,32	89,84	0,48	
Mitteldick . . . . .	109,96	103,01	102,65	0,36	
Gehespitz . . . . .	110,89	103,72	103,31	0,41	
Forsthaus Gundhof . . . . .	101,70	98,93	98,67	0,26	
Kelsterbach . . . . .	104,49	94,49	93,75	0,74	3. Märzwoche nicht gemessen  Januar und Februar nicht gemessen
<b>Provinz Oberhessen</b>					
Inheiden, Schulbrunnen . . . . .	135,35	134,05	133,25	0,80	4. u. 5. Januarwoche nicht ge- messen
Rabertshausen . . . . .	177,27	174,06	173,49	0,57	
Station Häuserhof . . . . .	147,13	145,09	144,08	1,01	2. Januarwoche nicht gemessen
Grube Wölfersheim . . . . .	149,87	146,75	144,60	2,15	
Inheiden, Bohrloch 45 . . . . .	145,88	135,18	134,39	0,79	2. Januarwoche nicht gemessen
» » 44 . . . . .	137,35	134,39	134,07	0,32	2. Märzwoche „ „ 2. Januarwoche „ „ 1. Märzwoche „ „
Weckesheim, Brunnen des Steiger Ewalds . . . . .	137,62	135,62	132,78	2,84	
Inheiden, Bahnwärterhaus 21 . . . . .	138,84	133,64	133,25	0,39	
Steinheim, Brunnen in der neuen Schule . . . . .	135,14	135,12	134,81	0,31	2. Januarwoche nicht gemessen letzte Dezemberwoche nicht gemessen
Steinheim, Brunnen in der alten Schule . . . . .	138,07	136,85	135,69	1,16	2. Januarwoche nicht gemessen



	Lage des Beobachtungspunktes über NN. m	Wasserstände			Bemerkungen
		Höchster m	Tiefster m	Unterschied m	
Trais-Horloff, Brunnen 1	130,61	129,22	129,01	0,21	2. Januarwoche nicht gemessen
» » » 3	135,78	132,31	130,38	1,93	2. Januarwoche " "
Villingen	160,23	134,68	134,39	0,29	
Unter-Widdersheim	138,87	135,67	134,45	1,22	2. Januarwoche " "
Leidhecken	126,06	121,42	120,77	0,65	4. u. 5. Augustwoche u. 1. Septemberwoche nicht gemessen
Langsdorf	164,98	161,22	160,64	0,58	
Bellersheim	164,82	157,80	156,94	0,86	2. Woche im März letzte Messung
Langd	144,95	136,48	135,97	0,51	2. Januarwoche nicht gemessen
Obbornhofen	154,21	151,82	151,32	0,50	3. Woche im März letzte Messung
Utphe	139,59	135,89	135,23	0,66	
Wölfersheim	152,67	150,82	150,46	0,36	
Queckborn	202,42	201,31	201,16	0,15	
Bingenheim, Brunnen 2	130,80	123,46	123,01	0,45	3 letzten Wochen im April nicht gemessen
Nieder-Florstadt, Brunnen 2	125,55	121,55	120,58	0,97	Monat Mai nicht gemessen
» » » 1	130,47	122,30	121,33	0,97	
Gonterskirchen, Schulhaus	186,70	182,22	181,50	0,72	
» Forsthaus	184,01	180,96	180,68	0,28	1. Märzwoche nicht gemessen
					1. u. 2. Aprilwoche nicht gemessen
					2. u. 3. u. 4. Juliwoche nicht gemessen
Nieder-Wöllstadt	122,66	119,49	119,36	0,13	1. u. 2. u. 3. u. 4. Augustwoche nicht gemessen
					1. u. 2. Septemberwoche nicht gemessen
					4. u. 5. Augustwoche nicht gemessen
					1. Septemberwoche nicht gemessen
Blofeld	172,24	165,73	164,88	0,13	
Ruppertsburg	163,06	153,10	151,24	0,85	
Rodheim	150,35	141,97	141,49	0,48	



# Zur vergleichenden Stratigraphie des Rät zwischen Harz und Elsass.

Von H. JÜNGST, Darmstadt.

## Inhalt.

Vorbemerkungen	130
I. Die stratigraphische Stellung des Rät	133
Die Abgrenzung des Rät	133
„Leitfossilien“ und „Faziesfossilien“ im Rät und Lias alpha	137
II. Grenzen im Rät	142
Ältere Gliederungsversuche im Rät des behandelten Gebietes	142
Die Gliederung des Rät im Harzvorland und im Mittellandkanal	145
Die Rätgliederung des Harzvorlandes und grundsätzliche Forderungen zu ihrer allgemeinen Anwendbarkeit	147
III. Das Rät zwischen Harz und Elsaß	149
Göttingen und Umgebung	149
Eichenberg	152
Hessisch-Lichtenau	152
Ringgau	152
Eisenach	153
Seeberge bei Gotha	155
Kassel	158
Berge bei Homberg a. d. Efze	158
Angersbach	158
Kraichgau	164
Südpfalz	169
Unter-Elsaß	169
IV. Stratigraphie und Sedimente des Rät zwischen Harz und Elsaß	171
Unterrät	171
Mittlrät	173
Oberrät	175
Zusammenfassung	177
V. Palaeogeographie des Rät	178
Unterrät	178
Mittlrät	180
Oberrät	181
Die Leitlinien der rätischen Land-See-Gestaltung	182
VI. Die Knollenmergel, ihre Ausbildung und stratigraphische Stellung	184
VII. Zur Stellung des Rät in und um Württemberg	188
Rückblick	189

### Vorbemerkungen.

In den letzten Jahren häufen sich Arbeiten über die Geologie und Paläogeographie der Schichten an der Trias-Jurawende. Diese Arbeiten gelangten, soweit sie von Süddeutschland ausgingen, alle zu weitgehenden Verschiedenheiten in der paläographischen Rekonstruktion und der Auffassung der Stratigraphie,



ohne daß sich dem einen oder andern der Bearbeiter Mangel an Sorgfältigkeit in der Beobachtung vorwerfen ließe. So müssen andere Fehlerquellen vorliegen. In einer Betrachtung über die Meeresverbindung Nord-Süddeutschland ließ sich vom Verfasser nachweisen, daß in Mitteldeutschland, etwa von der Gegend um Exten bis hinunter nach Angersbach im Lauterbacher Graben reichend, schon im unteren Lias ein Gebiet relativer Tiefe und ungestörter Sedimentation lag. Auf dieser Linie, aus einem Meeresraum von großer Ausdehnung mit örtlicher Erhaltung der gesamten Schichtenfolge ohne Schichtlücken heraus erfolgt der Vorstoß in das süddeutsche Meeresbecken Württembergs und Frankens im untersten Lias. Dort, vor allem in Württemberg, liegt die für Norddeutschland normale Schichtenfolge nicht mehr vor. Örtliche Emersionen während des untersten Lias, Teilgebiete, die erst im Laufe der Zeit vom Meer überwältigt und einsedimentiert wurden, ergeben örtlich abweichende Profile. Dadurch sind wir über die genaue paläontologische Schichtenfolge des württembergischen untern und mittleren Lias alpha augenblicklich völlig im Unklaren. Ähnlich sind die Verhältnisse im Kraichgau, im Elsaß, in Lothringen und im Donau-Rhein-Zug. Die Autoren, die von diesen Gebieten ausgingen, konnten oft schon im Ausgangsgebiet nicht die von BRANDES für Norddeutschland gesicherte, durch LANGE ausgebaute Zonenfolge feststellen. Sodann vermochten sie wegen der ebenfalls, aber vertikal an anderer Stelle vorhandenen Lücken in weiteren Gebieten bei vergleichenden Studien die Profile, die historische Entwicklung der paläontologischen und paläogeographischen Folgen nicht in Einklang zu bringen.

Ähnlich liegen die Dinge im Rät. Während in Norddeutschland und in der hessischen Straße rätische Schichtfolgen großer Mächtigkeit und teilweise fast lückenloser Reihe vorliegen, ist das rätische Meer Süddeutschlands nur ein Annex des viel größeren englisch-nord-mitteldeutschen Meeresraums. Dank örtlicher Niveauunterschiede usw. kam es nur in Ausschnitten der ganzen rätischen Zeit bald hier, bald da zur Sedimentation. Doch in Norddeutschland waren diese Verhältnisse, dieses Vorliegen einer unvergleichlich viel lückenloseren und reicheren Schichtenfolge des Rät bis vor kurzem so gut wie unbekannt. Erst die Kartierungen der preußischen Landesgeologen im Harzvorland um 1910 zeigten nach langem Brachliegen jeglicher Beschäftigung mit dem Rät neue, vorerst örtliche Gesichtspunkte. Nach einer Zusammenfassung derselben und der Bearbeitung des gesamten Harzvorlandräts konnte Verfasser eine für dieses größere Gebiet gültige Übersicht der Stratigraphie und Entwicklung dieser Schichten geben. Der Vergleich mit Süddeutschland lag schon damals nahe, wurde aber zurückgestellt.

Im Verein mit LANGE, der solches für den Lias alpha forderte, wurde dann die These aufgestellt, für die ungeklärten Verhältnisse in den südlicheren Teilen unseres Vaterlandes die Klärung zu finden durch genaue und schrittweise Aufnahme der Profile zwischen Nord und Süd. Das heißt, es mußte aus den Gebieten mit reicherer Gliederung und weniger Lücken in der Schichtenfolge vorgeschritten werden, in jene, wo infolge großer und zahlreicher Lücken die Gliederung nicht so reich, vor allem nicht so klar verständlich erschien. Nur auf diesem Wege können unseres Erachtens die in der südwestdeutschen und süddeutschen Sedimentation vorhandenen Lücken in ihrer Stellung und Länge erkannt werden, im Rät wie im Lias.



Ein glücklicher Zufall gab die Gelegenheit, mit der Aufgrabung des Angersbacher Lias zusammen auch das dortige Rät in 6 Schurfgräben zu erschließen. Die Einzelheiten dieser Profile sind an anderer Stelle niedergelegt und werden demnächst veröffentlicht. Hier interessieren im wesentlichen nur die größeren Züge.

Begehungen im Kraichgau, wo Herr RÜGER die Einführung freundlichst unternahm, zeigten starke Anklänge an das Angersbacher Rät. Gelegentlich von Grabungen im Lias wurden die rätischen Schichten aufgesucht, einige neue Aufschlüsse und die Ergebnisse der Herren HOFFMANN und KREIDLER traten hinzu und so ergab sich auch hier ein abgerundetes Bild.

Soweit das zugänglich war, wurden auf Grund eigener Begehungen oder unter möglichst weitgehender Benutzung der Literatur diesen drei Zentren der Beobachtung die Gebiete des Leinetals, des Ringgaus, der Seeberge, die sporadischen Vorkommen in Kurhessen, das Niederelsaß angegliedert. Damit erscheint es möglich, eine vergleichende Stratigraphie des Rät zwischen Harz und Elsaß von fester Beobachtungsgrundlage und einem Gebiet mit relativ reicher Gliederung ausgehend zu erstellen. Auch paläogeographische Ergebnisse zeitigte die Arbeit durch Berücksichtigung der Fazies.

Wenn im Harzvorland die Verhältnisse des untersten Lias klarer und in ihrer Bedingtheit durch paläogeographische Momente verständlicher wurden, dank der Berücksichtigung der ersten Phase des großen marinen Vorstoßes an der deutschen Trias-Jurawende, des Rät, so ist es ebenso in der Hessischen Straße. Sie erweist sich schon im Rät als das tiefliegende Ausfallstor, von dem die marinen Einstöße ihren Weg nach Süden nehmen, wie sie später die Faunen-vermittelnde Straße ist.

Ungleichwertige Durcharbeitung der einzelnen Gebiete, die Vernichtung verbindender Glieder durch die Erosion, mangelnde Aufschlüsse machen jeden Versuch einer paläogeographischen Rekonstruktion, ja den stratigraphischen Vergleich zu einem unvollständig bleibenden. Aber die paläogeographische Rekonstruktion ist notwendig als die Erklärung der beobachteten faziellen Verhältnisse aus ihren genetischen Zusammenhängen. Sie muß deshalb gefordert werden, wie man größte Vorsicht bei dieser Arbeit verlangen muß. Man wird schon sowieso durch neue Aufschlüsse, besonders, wenn man sich auf ältere Literaturangaben verlassen mußte u. a. m. immer wieder zu kleinen Korrekturen gezwungen. Daß solche Korrekturen klein bleiben können, ist dann ein Beweis der einmal geäußerten Anschauungen. Es ist gewiß nicht Wesen der Wissenschaft, daß man in einer Streitfrage in allen Einzelheiten Recht behält, wohl aber, daß sich die wissenschaftliche Methodik, mit deren Hilfe man sie zu lösen sucht, als richtig und zum Fortschritt in der Erkenntnis führend erweist.

---

Die Durchführung der Arbeiten wurde ermöglicht durch Unterstützung seitens der Preußischen Akademie der Wissenschaften, der Hessischen Geologischen Landesanstalt und des Hessischen Landesamts für das Bildungswesen für die Rät-Lias-Grabungen in Angersbach. Durch das persönliche Interesse meines Institutschefs Herrn Prof. Dr. STEUER konnte die Arbeit gleichfalls gefördert werden. Für die Bearbeitung des Kraichgaus stand mir die Unterstützung der Herren RÜGER, HOFFMANN und KREIDLER durch Auskunft, Ma-



terial und Führung zur Seite, besonders Herr RÜGER hat mir in uneigennützigster Weise geholfen. Das Lothringer Rät wurde mir durch die Sammlung KLÜPFEL und die bereitwilligst dazu gegebenen Erläuterungen vertraut. Allen diesen Instituten und Herren sei auch an dieser Stelle herzlich gedankt.

## I. Die stratigraphische Stellung des Rät.

### Die Abgrenzung des Rät.

Bei einer Beschäftigung mit dem Rät in weiteren Gebieten Deutschlands muß zuerst Stellung zu der Frage genommen werden, in welcher Weise das Deutsche Rät zu umgrenzen ist. Im allgemeinen verbindet sich mit dem Begriff Rät in Deutschland die Vorstellung ausgesprochen sandiger, und zwar vorwiegend quarzitischer, sowie schieferoniger Ablagerungen, deren Farben zwischen weiß und schwarz über grau schwanken. Bunte Farben sollen ganz fehlen, ebenso Kalkgehalt mit Ausnahme etwa der höchsten Teile an der Grenze gegen den Lias. Faunistisch ist eine gute Charakterisierung durch das Vorkommen der *Avicula contorta* und der sie begleitenden Fauna anscheinend gegeben: wo ausgesprochen marine Sedimente fehlen, gestattet eine vom Mittleren Keuper deutlich getrennte Flora die Abgrenzung. So gestattet sich das Bild einer wohl charakterisierten Formation, die sich in der Gesteinsbildung, der Fauna und Flora gut vom Liegenden trennen läßt, vom Hangenden durch den Mangel an Ammoniten sich unterscheidet. Es ist das Ergebnis der ja weit über Deutschlands Grenzen hinaus verbreiteten großen rätischen Transgression mit ihrem vorwiegend humiden Klima und deren küstennahen pflanzenreichen Sedimenten.

Schwierigkeiten ergeben sich erst, wenn sich in Elsaß-Lothringen oder im Harzvorland herausstellt, daß basale Ablagerungen, die einen anderen lithologischen Charakter tragen, auftreten und dem Rät hinzugezählt werden. Es sind das grünfarbige, kalkige und dolomitische Mergel, Letten und Sandsteine, die damit grundlegend von den höheren Gesteinen abweichen, nach unserem bisherigen Wissen Sedimente eines anderen Klimas sind. Die Zuteilung solcher Gesteine zum Rät erfolgte bedenkenlos durch einen der besten Kenner des norddeutschen Mesozoikums, durch SCHRÖDER, sie erfolgte des weiteren wohl unter besondere paläontologische Begründung durch LANG, auch durch HARBORT, MESTWERDT und SCHMIERER.

Veranlassung zu dieser Grenzziehung war wohl vorwiegend ein Umschwung der Sedimentation von fast sandfreien zu sandigen, wenn auch kalkig-quarzitischen, dolomitisch-quarzitischen Gesteinen, denen sich grünliche Letten einschalten. Bereichernd tritt vielfach Auftreten von Bonebeds in diesen unteren Schichten hinzu, deren Fossilführung sich in nichts von der der rätischen Bonebeds unterscheidet. Vereinzelt treten dann in der langsamen Entwicklung dieser Gesteine zu dunkleren Materialien noch unterhalb der späteren reichen und typischen *Avicula contorta*-Fauna Exemplare dieser Muschel auf. Tiefer schon, noch im deutlich grünen Material, findet man bereits die *Avicula contorta* später gesellten „Protocardien“. Damit ist die Einheitlichkeit bzw. der erste Beginn der großen marinen Transgression mit dem Anfang der grünen Sedimente und ihrer Bonebedführung erwiesen.

Aber, das Leitfossil der rätischen Stufe in der neritischen Entwicklung ist die nicht immer zu unterst nachweisbare *Avicula contorta*, der Beginn der



Transgression könnte bereits etwas vor dem Beginn der Contorta-Fauna liegen. Durch den schnellen Wechsel der Leitfossilführung in den Zonen-gegliederten Gesteinen des Silurs, des Muschelkalks, des Jura, der Kreide usw. sind wir an Schnitte innerhalb gleichbleibender Fazies gewöhnt, auch an solche innerhalb einer Transgressionsbewegung. Es bleibt also die übrige Fauna zu mustern. In letzter Zeit ist eine übersichtliche Zusammenstellung der triadischen Fauna durch MARTIN SCHMIDT, während der Niederschrift die Bearbeitung der Triasfische Württembergs durch ÖRTLE veröffentlicht. Sie beide, dazu die Literatur und Beschäftigung mit ausschlaggebenden Formen gestatten, einen Überblick über die stratigraphische Wertung des Materials zu geben. Auf die andersartige Bewertung der rätischen Gesamtf fauna, auch von *Avicula contorta*, durch VOLLRATH sei später zurückgekommen.

In den in Frage stehenden Schichten finden sich Reptilien, Stegocephalen, Dipnoer, Ganoiden, Selachier, Phyllopoden und einige Lamellibranchiaten, ferner vereinzelte Pflanzen. Rücksicht zu nehmen ist auf die fazielle Bedeutung dieser Schichten als zum Teil küstennahe Gebilde in einem Meer mit verstärkter chemischer Sedimentation, die wählerische Formen aus den flacheren Meeres-teilen fernhält.

An Pflanzen sind beobachtet von TORNQUIST bei Göttingen:

*Pecopteris concinna* PR.

*Clathropteris* sp.

*Nilssonia blasii* BRAUNS

*Asplenites rösserti* SCHENK

*Taeniopteris tenuinervis* BR.

*T. stenoneura* SCHENK

*Pterophyllum maximum* BRAUNS.

Sollten die Bestimmungen richtig sein, was zu bezweifeln kein Anlaß vorliegt<sup>1)</sup>, dann sind in

*Todites rösserti* PRESL.,

*Philozamites blasii* BRAUNS,

*Nilssonia orientalis* HEER (die beiden Taeniopteriden)

typische Rätpflanzen nachgewiesen, die niemals in tieferen Schichten beobachtet wurden. Die Clathropteride kann leider mangels Speziesangabe nicht festgelegt werden. Bei Halberstadt fand SCHRÖDER in diesen Schichten *Clathropteris platyphylla* BROGN., eine ausgesprochen rät-liassische Form.

Diese Pflanzen sind also, soweit sie genauer festgelegt werden konnten, nur aus sicher rätischen, bzw. jüngeren Schichten und den in Rede stehenden basalen Gesteinen bekannt.

Unter den Reptilien des Rät sind die Zähne von *Termatosaurus albertii* PLIEN. und *T. crocodilinus* QU. beide Plesiosauriern zugehörig und bis jetzt nur aus dem rätischen Bonebed sowie den in Frage stehenden Schichten bekannt. Ihnen gesellen sich Plesiosaurierwirbel. Von Phytosauriern kennen wir *Angistorhinopsis rütimeyeri* v. HUENE aus dem Rät der Schweiz und den „fraglichen“ Schichten bei Salzgitter. Plateosauriden sind vor allen Dingen aus dem Rät Englands, Südhannovers und Württembergs, meistens aus dem Bonebed bekannt, wobei ein Teil der Bonebedzähne vielleicht zu andern Gattungen gehört. Ihre Hauptverbreitung aber finden sie mit schon jetzt zwölf bekannten Arten in den Knollenmergeln, deren stratigraphische Stellung

<sup>1)</sup> Die Originale waren vorerst unauffindbar. Deshalb ist die Zuordnung der nicht zum zweitenmal genannten Formen als unsicher weggelassen.



später zu erörtern sein wird, den „fraglichen“ Schichten und den obersten Gipskeuperschichten bei Halberstadt.

An Stegocephalen ist *Cyclotosaurus posthumus* E. FRAAS aus dem Stubensandstein Württembergs und sicherem Rät des lippischen Hügellandes, *Hercynosaurus carinidens* JAEK. und *Plagiosaurus depressus* JAEK. aus den fraglichen Schichten bei Halberstadt nachgewiesen.

Die Dipnoer *Ceratodus latissimus* AG. und *C. parvus* QU. finden sich im Rätbonebed Württembergs und Norddeutschlands wie Englands. Sie gelten nach v. STROMER und PEYER wie ÖRTLE als ausgesprochen rätische Formen. Aus den fraglichen Schichten liegen sie von Halberstadt, Salzgitter, Göttingen, Angersbach und wahrscheinlich auch aus dem Elsaß vor.

Der in den grünen Schichten häufige Ganoide *Saurichthys acuminatus* AG. ist sonst lediglich, wie die Untersuchungen ÖRTLES ergaben, im Rät vertreten. Die übrigen Ganoidenreste, *Sargodon tomicus* PLIEN, und die Gyrolepisschuppen, stammen aus Lettenkohle und Rät bzw. beginnen schon im Muschelkalk und reichen bis in den Lias.

Von Selachiern kann man nach ÖRTLE und SCHMIDT *Hybodus minor* AG., *H. cloacinus* QU., *Acrodus minimus* AG., sowie die hier hinzugezogenen Kopfstacheln und Flossenstacheln als rein rätisch betrachten. Alle drei Arten und der vom Muschelkalk bis zum Rät reichende *Hybodus cuspidatus* AG. finden sich in den Bonebeds der grünen Zone.

Unter den Wirbellosen interessieren in diesem Zusammenhang nur wenige Formen. Das vereinzelte Vorkommen von *Avicula contorta* in höheren Teilen dieses Niveaus wurde schon erwähnt.

„*Protocardia*“ *praecursor* SCHLBCH. und „*Protocardia*“ *ewaldi* BORN. werden beide schon von SCHLOENBACH, der die Arten genau kannte, aus tiefem Niveau erwähnt. Sie sind sonst nur aus dem eigentlichen Rät, anscheinend auch aus alpinem Rät bekannt. Dabei sei die Gattungszugehörigkeit, ob *Taeniodon praecursor* und *Isocyprina ewaldi*, auf die Verfasser freundlichst hingewiesen wurde, vorerst außer Acht gelassen. Es ist uns nirgends bekannt, wo Material liegt, das eine einwandfreie Bestimmung der Gattungszugehörigkeit durch Präparierbarkeit des Schlosses gestattet. Auch scheint schon durch SCHLOENBACH, dann durch PFLÜCKER Y RICO eine Reihe von verwischten Erhaltungszuständen von *P. ewaldi* für *P. praecursor* angesehen worden zu sein.

Eine der typischsten Muscheln des Rät ist *Anoplophora postera* DEFFN. u. FR. Sie wurde von diesen beiden zuerst im oberen marinen Rät von Langenbrücken gemeinsam mit *Avicula contorta* beobachtet. QUENSTEDT bildet sie als unsicheren Vorläufer ab. SCHLOENBACH und CREDNER konnten auf Grund von Vergleichsmaterial die Identität mit den „Gurkenkernen“ Norddeutschlands und Thüringens feststellen, wo sie typisch schon in den grünen Schichten vorkommen. Tausende von Exemplaren, die aus dem Harzvorland, vom Seeburg und aus dem Kraichgau vorlagen, haben diesen Eindruck bestätigt. *Anoplophora postera* unterscheidet sich deutlich von allen übrigen Anoplophoren und ist außer in der Gemeinschaft mit *Avicula contorta* nur noch in den tieferen Schichten der marinen Phase, zum Teil mit Grünfärbung, bekannt.

Alle Formen also, die aus dem unteren Schichtenpaket genannt wurden, sind mit ganz wenigen Ausnahmen nur in, durch *Avicula contorta* sicher gestelltem, Rät oder sogar im Rät-Lias bekannt. Von den wenigen Ausnahmen ist nicht eine nicht rätisch, sondern es handelt sich um Formen, die schon



früher beginnen und bis in die Gemeinschaft mit *Avicula contorta* hineinreichen. Es besteht deshalb aus paläontologischen Gründen bei der Geschlossenheit der Rät-Fauna alle Veranlassung, die Untergrenze des Rät auf dieser Basis zu ziehen. Bekräftigend tritt die in großen Zügen hervortretende Einheitlichkeit der marinen Transgression zum gleichen Zeitpunkt hinzu.

Klimatische Differenzierungen, wie sie in der Art und Färbung der Sedimentation überliefert sind, haben hinter dem erdrückenden paläontologischen Material zurückzutreten. Sie mögen aber für die Gliederung des Rät in sich von größter Bedeutung sein.

Als Obergrenze des Rät ist im ganzen Norddeutschland bis weit nach Mitteldeutschland hinein, ja auch in Teilen Süddeutschlands die Unterkante der ersten Bank, die *Psiloceras planorbis* führt, zu betrachten. Wo diese Bank nicht auftritt, sind die unter der ersten Ammoniten-führenden Bank liegenden Schichten genau zu untersuchen, ob in ihnen ein Äquivalent der Planorbiszone und höherer Liaszonen vorhanden ist. Eine solche Feststellung dürfte GOTHAN bei Nürnberg gelungen sein. Sonst ist, soweit dem Verfasser bekannt, fast immer Rät ohne Zwischenschaltung terrestrer Materials von höheren Stufen des Lias alpha überlagert, in denen man allerdings oft sehr lange vergeblich auf Ammoniten Jagd machen kann.

Die Betonung der ersten *Psiloceras planorbis*-führenden Bank erscheint Verfasser deshalb wichtig, weil in Norddeutschland („Zwischenschichten“, JÜNGST, 1928 a) und vor allem in England (Tatei-Beds, Langportensis-Beds) unter der Bank mit *Psiloceras planorbis* schon Lamellibranchiatenfaunen auftreten, die einen stark liassischen Eindruck machen. Im Bewußtsein, daß hierbei gesagt werden könne, es würde anders verfahren als an der Rät-Untergrenze, weist Verfasser darauf hin, daß alle diese liassischen Formen auch nicht auf eine Zone des Lias alpha beschränkt sind, sondern teilweise durch mehrere hindurchgehen. Eine Reihe weiterer Lamellibranchiaten beginnen schon tiefer im Rät und reichen bis in die Übergangsschichten hinauf, andere durch Rät, Übergangsschichten und unteren Lias, einige letzte sind auf die Übergangsschichten beschränkt. Eine Ausschließlichkeit fast der gesamten Fauna für den Lias, wie es an der Unterrät-Grenze zugunsten des Rät vorhanden war, besteht nicht.

Der grundlegende Zug der Grenze zwischen Rät und Lias ist vielmehr darin zu suchen, daß in der Zone der *Avicula contorta* und mit dieser Muschel vergesellschaftet die letzten Abkommen der Ceratitiden mit *Choristoceras* und weiteren Nebenformen ebenso endgültig aussterben wie die letzten Arcestiden. Mit *Monophyllites* bahnt sich nach den Untersuchungen von POMPECKJ und anderen die Entwicklung der Phylloceraten an. Demgegenüber ist der Lias mit seiner ersten Zone bereits, der des *Psiloceras calliphyllum*, welche der des *Psiloceras planorbis* entspricht, Zeit der Expansion von *Phylloceras* und dem ganz neuen Elemente der Psiloceratiden. Diese Gruppen, deren Weiterentwicklung den unteren und mittleren Lias beherrscht und die Leitfossilien liefert, sind das auffälligste und schlagartigste Moment an der Trias-Jura-Wende. Bei aller Ähnlichkeit rätischer Gesteine mit liassischen, die immerwieder zur Hinzuziehung des Rät zum Jura verleiteten, muß dieses einschneidende Doppelereignis des Aussterbens der einen, des Auftretens der anderen Ammonitengruppe halber der Trennungsstrich zwischen Trias und Jura unter die Calliphyllyam-Planorbiszone gelegt werden.



Die Forderung, Rät-Lias-Grenze unter der ersten Ammoniten-führenden Bank, darf aber, was noch einmal ausdrücklich betont sei, nur dann erfüllt werden, wenn diese Bank wirklich *Psiloceras planorbis* enthält. Liegen höhere Ammonitenfaunen des Lias alpha in der ersten Bank vor, so ist das Liegende genau zu untersuchen, ob es nur Rät oder eventl. terrestre oder aus einem andern Grund ammonitenfreie Sedimente der fehlenden *Lias alpha*-Zonen enthält.

Insgesamt: Die Rätische Formation oder das Rät ist als eine paläontologisch wohl umgrenzte Formation zu betrachten, die ihre eigene abgeschlossene Fauna besitzt, auch dort, wo der Gesteinshabitus nicht immer herkömmlichen Anschauungen entspricht, die auf jahrzehntelanger Vernachlässigung dieser Stufe beruhen.

„Leitfossilien“ und „Faziesfossilien“ im Rät und Lias alpha.

„Rät- und Lias alpha-Fossilien stellen demnach nichts als Faziesfossilien dar und sind als Leitfossilien im strengen Sinne nicht zu gebrauchen.“ „Das Rät und die obersten Knollenmergel stellen nichts weiter als die Strand- bzw. Kontinentalfazies des Lias alpha dar. Diese völlig umstürzenden Anschauungen sind die Ergebnisse „fazieller“ Untersuchungen im Rät und Lias alpha Schwabens und Frankens durch VOLLRATH und FRANK, wie sie letzterer 1925 darlegt und sie in WEPFERS Bericht über die Tagung des Ober-rheinischen Geologischen Vereins erneuten Ausdruck fanden.

Neben vereinzelt Beifall haben diese Ausführungen starken Widerspruch gefunden, aus dem behandelten Gebiet heraus vor allem durch MARTIN SCHMIDT, daneben durch LANGE, ERNI, PRATJE. Gerade MARTIN SCHMIDTS Beiträge zu der Frage zeigen aber, wie schwierig es ist, den VOLLRATH-FRANK'schen Vorstellungen ein nach modernen zonenstratigraphischen Gesichtspunkten einwandfreies Bild des württembergischen Lias alpha entgegen zu stellen. Mangelhafte Aufschlüsse und Fossilarmut der vorhandenen Profile tragen vielfach daran die Schuld. Hinzu kommt eine ungeahnt starke Mobilität des Meeresbodens, vielleicht auch durch andere Bedingungen veranlaßte Verlegungen von Strömungen, welche häufige Ausräumung abgesetzter Schichtpakete und Schichtlücken primärer und sekundärer Art bedingen.

Wenn hier trotzdem mit aller Entschiedenheit diesen Anschauungen widersprochen werden muß, so sind bewegend dafür die Kritik der als Beleg und Vergleich herangezogenen nicht württembergischen Quellen, die unvergleichlich schwache Basis der einzigen an der schwäbisch-fränkischen Grenze liegenden Faunenvermischung. Geradezu überwältigend steht die Fülle derjenigen Fälle da gegen die neue Theorie, in denen die „Faziesfossilien“ im Sinne der neuen Theorie sich über diese fazielle Theorie erhaben erweisen. Selbstverständlich sind wirkliche Faziesfossilien auch im Rät und Lias alpha vorhanden.

An drei Stellen haben auch paläontologische Funde nach VOLLRATH und FRANK gezeigt, daß eine Vermischung von Leitfossilien des Rät und Leitfossilien des Lias alpha vorliegt.

In Norddeutschland kommt nach HARBORT in der Bohrung Bentheim I *Avicula contorta* zusammen mit *Schlotheimia angulata* vor. Die Bestimmung



dieser *Avicula contorta* durch HARBORT ist falsch, es ist *Pseudomonotis kurri* OPP. (Vgl. dazu BENTZ, JÜNGST, LANGE, VOLLRATH.)

Der zweite Teil ist die Beobachtung von *Schlotheimia angulata* im Liegenden des Rät im Paßwangprofil durch ROLLIER. Auf Grund eingehender Felduntersuchungen bestreiten DELHAES und GERTH einerseits, ERNI andererseits, unabhängig voneinander die Richtigkeit des von ROLLIER aufgenommenen Profils und geben tektonischen Störungen Schuld.

„Im östlichen Teil des Hesselberggebiets beobachten wir neben liassischen Formen auch einzelne Rätfossilien, so daß sich ein Faunenwechsel von liassischen Formen in den Beckengebieten nach Rätfossilien in den Küstengebieten ergibt.“ (FRANK, 1926, S. 317.) Nach freundlicher brieflicher Mitteilung von Herrn FRANK handelt es sich dabei um die auch von RÜGER erwähnte „Faunenmischung“ aus den Profilen um Beyerberg nach GÜMBELS Angaben. Es ist interessant einmal diese Fauna und ihre Geschichte bei GÜMBEL zu betrachten.

In der fraglichen Schicht finden sich bei GÜMBEL, 1864, S. 243, Profil Dambach: *Mytilus minutus*, *Cardinia* cf. *acuminata*, *Ostrea irregularis*, *Lima* cf. *praecursor*, *punctata*.

GÜMBEL, 1865: „*Ostrea irregularis*, *Mytilus minutus*, *Lima praecursor*, *Cardinia* cf. *acuminata*.“

GÜMBEL, 1891, S. 241: In der Schwefelkieslage, die bisher als die faunentragende Schicht angegeben wurde, wird nur noch *Isodonta compressa* erwähnt. Es ist beachtenswert, daß jetzt in den hangenden Schichten Fossilien erscheinen, die zum Teil 1864 und 1865 hier noch nicht angegeben wurden.

Alles in allem machen GÜMBELS Profile den deutlichen Eindruck, daß ihm seine 1864 gegebenen Diagnosen 1891 nicht mehr haltbar erscheinen. Im übrigen, wenn eine Form 1864 als *Lima* cf. *praecursor* bezeichnet wird, dann dürfte schon an Hand des cf. die Beweiskraft für eine Vermischung rätischer und liassischer Formen gering sein. *Mytilus minutus* = *Modiola minuta* wurde 1864 von GÜMBEL noch als eine Form angesehen, die im Rät wie im Lias vorkommt. Das geht einwandfrei aus der Erwähnung oberhalb Ammoniten-führender Schichten hervor (1864, S. 232). Erst 1891 kennt GÜMBEL *Mytilus minutus* nur noch im Rät, da ist er aber auch aus dem Profil von Beyerberg verschwunden. Dafür tritt die ihm vorher unbekanntes *Modiola hillana* auf einmal bei Beyerberg auf, während die 1864 *Mytilus minutus* führende Schicht nur noch *Isodonta compressa* enthält (ebenso bei Dambach), die als liassisch aufgefaßt wird. Von einer Faunenvermischung ist nichts mehr zu spüren.

Das sind die drei paläontologischen Beweispunkte für Faunenvermischung von Rät und Lias. Es ist nicht viel übrig geblieben.

Sind denn aber überhaupt die rätischen Fossilien wie *Avicula contorta* und Begleiter Faziesfossilien in dem Sinne, wie VOLLRATH und FRANK es wollen? Sind die ausgesprochenen Vertreter der Küstenfazies? Sind die Ammoniten des Lias alpha Bewohner der Küstenferne?

Gewiß, das Rät Schwabens und Frankens ist ausgesprochen landnah, ja örtlich terrester. Die küstenferneren Rätgebilde, die weiter nach Norden gelegen haben, sind entweder schlecht aufgeschlossen, zu Beginn des Lias abgetragen oder durch die heutige Abtragung vernichtet. Aus dieser Tatsache, daß in Württemberg jetzt lediglich küstennahe Bildungen des Rät erhalten sind,



wird der Fehlschluß gezogen, die darin enthaltene Fauna wäre auch auf die Küste beschränkt. Gerade die kennzeichnenden Fossilien des Rät treten aber in gänzlich anderen Sedimenten auf als lediglich in den meist schichtunglosen Sandsteinen des württembergischen Rät.

*Avicula contorta* PORTL. findet sich: im Kraichgau in außerordentlich feinkörnigen Schiefertönen und dünnplattigen Sandsteinen; bei Angersbach in dünnplattigen Sandsteinen und sehr feinkörnigen Schiefertönen; am Großen Gleichberg bei Römhild in dünnplattigen Sandsteinen; bei Deitersen in Schiefertönen und  $\pm$  dünnplattigen Sandsteinen; bei Salzgitter in Schiefertönen und sandfreien Kalken des unteren Rät, in Schiefertönen und dünnplattigen Sandsteinen des höheren Rät; bei Nörten in Kalken; bei Hildesheim in Schiefertönen; im Mittellandkanal in fast sandfreien Schiefertönen. Die geringste Beschäftigung mit dem englischen Rät zeigt, wie häufig *Avicula contorta* neben dem Auftreten in den vorwiegenden dunklen Schiefen in Kalken erscheint.

*Protocardia raetica*, „*Protocardia*“ *praecursor*, „*Protocardia*“ *ewaldi*, *Cardium cloacinum*, *Modiola minuta* sind Formen, für deren Verbreitung sich fast Fundort für Fundort das gleiche sagen läßt wie von *Avicula contorta*. Nur daß *P. ewaldi* und *P. praecursor* sowie *Modiola minuta* noch mehr in sandige Einschaltungen hineingehen als *Avicula contorta*. Dieses typische Fossil der typischen „Küstenfazies“ geht nämlich in Küstengebieten, wahrscheinlich, weil es ausgesprochen sthenohalin ist, gar nicht gern immer bis an die Küste heran, während die anderen drei Formen noch auftreten. Beispiel: der Küstenrand am Flechtinger Paläozoikum.

Typisch küstennah im Rät und besonders dort, wo gegenüber dem offenen Meere leichte chemische Differenzierungen auftreten, massenhaft verbreitet ist *Anoplophora postera*. Eigentlich nur bei Langenbrücken findet sie sich häufiger mit *Avicula contorta* zusammen. Und diese ist in den Küstensedimenten des württembergischen Rät gar nicht so besonders häufig; sie sind eben ausgesprochen marin.

Anders ist es mit den Wirbeltierresten. Selachier, Ganoiden, die Dipnoer und auch die Plesiosauriden, die sich in den Bonebeds häufen, waren Bewohner der Gewässer des Landes und des Meeres. Sie fehlen im allgemeinen auch den küstenferneren Sedimenten. Als besonders instruktiv mag *Ceratodus* betrachtet werden. Bei Unterhallau umfaßt *Ceratodus* den höchsten Prozentsatz der bestimmaren Fauna. Ihm gesellen sich ferner häufig Reste von *Gresslyosaurus*, *Terminosaurus*, *Megalosaurus*, Nothosauriden und Labyrinthodonten. Seltener sind Ganoiden. Ganz selten sind Haie. In den württembergischen Bonebeds sind nach eigenen Aufsammlungen Ceratodiden nicht besonders selten, Plesiosauriden desgleichen, aber die Zahl der Hybodiden und Acrodiden hat stark zugenommen. Unter dem riesigen Material aus 15 Bonebeds von Angersbach ist *Ceratodus* große Seltenheit, die Zahl der Haie und Ganoiden ist ins Ungeheure gestiegen. Hier müssen wir aus vielen anderen Gründen relative Landferne annehmen.

Zusammenfassend darf man die Rätfossilien nie als Vertreter einer einheitlichen Küstenfazies auffassen. Sondern innerhalb der Fossilführung des Rät gibt es Formen, die ausgesprochene Küstenformen sind und solche, die auch an der Küste vorkommen.



Wesentlich einfacher wäre es noch, wollte man die Faunenverteilung im alpinen Rät ins Feld führen. Wenn sich die Contorta-Fauna in Württemberg und Franken anders verhalten soll als in anderen Gegenden, so ist das lediglich auf den Schönheitsfehler zurückzuführen, daß die Contorta-Fauna dort keine Gelegenheit hat, sich in küstenfernen Sedimenten ad oculos zu demonstrieren, da solche nicht erhalten sind.

Umgekehrt wie die Rätfauna sollen sich verhalten die Lias alpha-Ammoniten und anscheinend auch ihre Begleitfauna. Sie sollen sein die meereinwärts lebenden zeitlichen Vertreter der *Avicula contorta*; besonders die Philoceraten verabscheuen vielfach die Landnähe. Sie tun das auch wieder nur in Württemberg und Franken.

Es soll nicht, um dieses zu widerlegen, auf Württemberg im einzelnen eingegangen werden. Das geschieht an anderer Stelle mit Hilfe des nötigen Profilmaterials. Es seien nur ein paar Beispiele gegeben, wie Psiloceraten, Schlotheimien und Arieten in den verschiedensten Fazies auftreten. Es besteht keinerlei logische Erklärungsmöglichkeit dafür, daß sie es in Württemberg und Franken anders gemacht haben sollen.

*Psiloceras planorbis* kommt in der ausgesprochen sandigen Fazies von Wormsdorf, Meyendorf, Quedlinburg, in der sandkalkigen von Langelsheim, in der sandschiefrigen von Halberstadt, Mackendorf, der  $\frac{1}{2}$  sandfreien schiefrigen von Angersbach vor. Es geht von küstenfernen Bildungen bis in ausgesprochen küstennahe hinein.

*Psiloceras johnstoni* findet sich ebenso in den schiefrig-mergeligen Gesteinen von Bielefeld wie in den landfernen Tonen von Angersbach, in den Sandschiefern des Mittellandkanals und in den küstennahen Materialien einzelner Helmstedter Schichten.

*Psilophyllites hagenowi* liegt in den pflanzenreichen, geröllführenden, teilweise Bonebed-artigen Schichten von Halberstadt und Quedlinburg und in den landfernen Gesteinen der gleichen Zeit von Göttingen und Angersbach.

In den berühmten Luxemburger Sandsteinen beobachtet man die Psiloceraten der Proarietenzone ebenso wie bei Angersbach, bei Bielefeld, bei Göttingen, bei Salzgitter und wieder in der landnahen Fazies von Quedlinburg.

Das Vorkommen von *Schlotheimia angulata* auch in Sandsteinen gibt FRANK zu. Aber sie soll nun wieder nicht in reinen Kalken vorkommen, sondern nur in oolithischen. Da der Kraichgau auch in Süddeutschland liegen dürfte, ist LANGE der Arbeit enthoben, sie in süddeutschen küstenferneren Kalken nachweisen zu müssen („da sie die Region der küstenfernen kalkigen Ausbildung dieses Leithorizonts meidet. Ich bitte Herrn LANGE, erst selbst in Süddeutschland im Gelände Untersuchungen anzustellen, bevor er mir zukünftig meine Ergebnisse durch Behauptungen widerlegen will.“ FRANK 1928, S. 241). Sie liegt seit den letzten Grabungen erneut vor.

Im Sandstein von Wormsdorf an der obersten Aller, der starke Kreuzschichtung, viele Blattreste und Treibholz bis zu 1,5 m Länge aufweist, finden sich Arieten ebenso wie in der landfernsten, kalkigen Fazies dieser Zeit.

In allen genannten, außerordentlich küstennahen Bildungen, die im Gestein teilweise überhaupt nicht wesentlich von vielen Rätssandsteinen abweichen, besonders nicht von Schwabens typischstem, dem Nürtinger, hat sich niemals ein Hinzutreten der rätischen Fauna zu den Ammoniten nachweisen lassen,



wie es im Sinne von VOLLRATH und FRANK geschehen müßte. Vielmehr ist die Begleitfauna immer zusammengesetzt aus auch im alten stratigraphischen Sinne liassischen Formen.

VOLLRATH macht ferner den Einwand: *Avicula contorta* und die Ammoniten des Lias gehören gänzlich verschiedenen Klassen an. Damit wurde schon die Grundforderung der Biostratigraphie, möglichst nahe, phyletisch sich auseinander entwickelnde Arten als Leitfossilfolge, nicht erfüllt. Es wird hierbei übersehen, daß im alpinen Rät die phyletischen Vorgänger der *Psiloceraten* vorhanden sind. Das Auftreten der *Avicula contorta* geht aber hier mit ihnen zusammen und niemals in die Verbreitungszeit der *Psiloceraten* hinein.

Was also an paläontologischen und faunenfaziellen Beweismaterialien für Vermischung von Rät- und Liasfaunen oder ihre fazielle gegenseitige Vertretung angeführt wird, ist entweder direkt falsch oder aus allgemeingeologischen Gründen abzulehnen.

„Alle diese Arbeiten wurden nach der Methode der stratigraphischen Horizontverfolgung behandelt, deren Wesen darin liegt, einen Schichtkomplex von einem Punkt aus schrittweise von Aufschluß zu Aufschluß zu verfolgen, und dabei die Fauna, die Fazies und die stratigraphische Lage einzelner Leit Horizonte im Schichtverband besonders im Auge zu haben“ (FRANK 1928, S. 229). Diese Methode dürfte doch nicht so neu sein. Neu ist vielmehr im wesentlichen ihre Anwendung. In der Aufschlußreihe werden die petrographisch ähnlichen Bänke im einzelnen aufeinander bezogen unter der Annahme, daß sich die Fauna ändert, wenn sie in den aufeinander bezogenen Bänken nicht übereinstimmt. Wie faziell langlebig viele Faunen sind, wurde eben gezeigt. Viel kurzlebiger ist dagegen die Fazies, besonders in Flachwassersedimenten wie denen Württembergs. Es ist außerdem mit kartiermäßigen Methoden unmöglich, auch nur auf 100 m die Identität einer Kalkbank von einem Aufschluß zum andern zu verfolgen, wenn die Möglichkeit besteht, daß sie auskeilt und nur wenige Dezimeter höher oder tiefer von einer anderen begleitet wird, die am Ausgangsaufschluß gerade abgetragen oder ausgekelt war. Dieses Auskeilen von Kalkbänken im Lias ist aber vielfach erwiesen.

Noch ein Wort zur Nomenklatur. In den genannten Arbeiten wird historisch zwischen folgenden Horizonten unterschieden: Unterer Stubensandstein, Mittlerer Stubensandstein, Oberer Stubensandstein, Unterer Knollenmergel, Rheinisches Rät, Oberer Knollenmergel, Schichten des *Psiloceras planorbis*, Schichten der *Schlotheimia angulata*, Schichten der *Arietites Bucklandi*. Als Faziesbegriffe werden aber beibehalten: Stubensandstein, Knollenmergel, Rät. Es gäbe also jetzt dank dieser Nomenklatur Knollenmergel aus der Zeit des Mittleren Stubensandsteins, des Oberen Stubensandsteins, der Unteren Knollenmergel, des Rheinischen Rät, der Oberen Knollenmergel und der Planorbis-schichten. Rät kennt man z. B. aus den Schlotheimienschichten, den Planorbis-schichten, der Zeit des Rheinischen Rät. Derartige Überdeckungen der faziellen und stratigraphischen Bezeichnungen führen zu dauernden Verwechslungen zwischen lithologischen und historischen Begriffen und schaffen eine baby-lonische Sprachverwirrung, die katastrophal wirken muß.



## II. Grenzen im Rät.

### Ältere Gliederungsversuche im Rät des behandelten Gebietes.

Der erste Ansatz zur Gliederung des Rät wurde 1868 von PFLÜCKER Y RICO gemacht. An Hand der Profile von Göttingen, Deitersen bei Einbeck und Seinstedt im Harzvorland gliederte er das Rät in ein liegendes „Pflanzenrät“ und ein hangendes „Protocardienrät“. Das Pflanzenrät umfaßt in der Hauptsache pflanzenführende Sandsteine über einer zutiefst liegenden Wechselagerung von Tonen mit Sandsteinen und Bonebeds. Das Protocardienrät, das über dieser vorwiegend terrestren Schichtenfolge liegt, umfaßt nachweisbar marine Schiefertone, Tone und Sandsteine. Soweit entspricht die Gliederung auch den tatsächlichen Verhältnissen, als der Schnitt zwischen Pflanzen- und Protocardienrät durch fast ganz Deutschland erkennbar hindurchgeht. Darüber hinaus will PFLÜCKER eine Dreigliederung des Protocardienrät in oberes, unteres und mittleres mit verschiedener mariner Fauna durchführen. Der Versuch wird leider auf Grund von Profilausschnitten, die noch nicht in ihrer genauen gegenseitigen Lage bekannt waren und bis zu Hunderten von Kilometern auseinanderliegen, gemacht. Nur in zwei Profilen, von denen das eine nach der Literatur zitiert wird (in der modernsten Literatur erscheint es wesentlich anders), lassen sich zwei seiner Zonen übereinander verfolgen. Aber überall lassen sich die Dinge wesentlich einfacher durch örtliche Faunenunterschiede, sekundäre Entmischungen, fazielle Verteilung der einzelnen Fossilien erklären.

PFLÜCKERS Gliederung in Protocardien- und Pflanzenrät ist im in Rede stehenden Gebiet die meist gebrauchte geblieben. Im allgemeinen wurde nur versucht, im Liegenden oder Hangenden Teile anzugliedern oder eine geringe Aufspaltung vorzunehmen.

ZIMMERMANN gibt in seinem vergleichenden Überblick eine eingehende und scharfe Kritik der Protocardienzonen PFLÜCKERS, die er gänzlich ablehnt. Er erklärt mit guten Gründen die drei Faunen für lediglich örtlich. Eine eventuelle Bedeutung verleiht er *Anoplophora postera* als typisch im unteren Rät (was auch im von ihm besprochenen Gebiet völlig zutrifft). Als Horizonten jeweils gleicher Entstehung möchte er ferner einem unteren, gipskeupernahen, und oberen, über dem Pflanzenrät liegenden, Bonebed stratigraphischen Wert zuerkennen. Das Protocardienrät nennt er Bivalvenrät.

TORNQUIST gab 1892 noch für eine etwa 7 m mächtige Schichtenfolge unter den Göttinger Profilen PFLÜCKERS Rätalter an, v. KOENEN folgte ihm darin. Das Wesentliche war dabei, daß auf diese Weise auch bunte, grüne und rote Gesteine zum Rät gezogen wurden, und zwar auf Grund floristischer Ergebnisse. Besonders abgegliedert wurden diese Schichten durch TORNQUIST und v. KOENEN vom Pflanzenrät nicht, aber noch heute hört man in Göttingen den Namen „Buntes Rät“.

In ähnlicher Weise stellte MOESTA im Ringgau untere, rund 10 m mächtige Sandsteine, Steinmergel und Mergel von lichter und roter Farbe an die Unterkante des Rät. NAUMANN widerspricht dem und versetzt die MOESTA'schen Schichten in den Horizont des oberen Steinmergelkeupers. Der springende Punkt bleibt dabei die versuchte Aufnahme bunt gefärbter Schichten in das Rätprofil.



Nach der gemeinsamen Bearbeitung der Angersbacher Keuperprofile durch MEYER und LANG gibt LANG Erläuterungen zur Stratigraphie des Rät. Er teilt es wie PLÜCKER in Pflanzen- und Protocardienrät. Zum Pflanzenrät rechnet er einen liegenden Teil mit grünfarbigen Letten hinzu. Vereinzelt erwähnt er auch rötliche. Diesen grünen Letten setzt er die aus Lothringen im unteren Rät bekannten grünen Tone mit Dolomiten und Kalken parallel. Leider will LANG nicht die bunten Gesteine (im Ringgau und) bei Göttingen hierherstellen, vor allem wohl wegen der dortigen rötlichen Farben. Er nimmt aber an, daß sich die grünen Lagen im untersten Rät bei genauester Beobachtung vielleicht noch weiter verfolgen ließen. Im höheren Rät versucht LANG Parallelisierungen der Lothringer roten Tone mit solchen im Eggegebirge und bei Koburg. Desgleichen will er Toneisengeoden-führende Tone von Angersbach auch unweit Koburg, bei Nörten und an der oberen Weser wiedererkennen. LANGS Gliederungsversuche sind leider in den Anfängen stecken geblieben. Als er 1919 ein Profil bei Langenbrücken aufnahm, versäumte er, seinen eigenen Hinweis auf die grünen Farben zu beachten.

Schon wesentlich früher, seit 1853, waren in Lothringen, dann auch im Elsaß zwei Rätstufen unterschieden worden. Das liegende Rät zeichnet sich aus durch graue Sandsteine und schwarze Schiefertone, das hangende durch rote Tone, die mit hellgrauen wechsellagern oder in sie übergehen können. Besonders LEVALLOIS sind hier die ersten Anfänge einer Gliederung zu danken. Nicht unerwähnt darf es bleiben, daß man örtlich eine liegendste grüne Abteilung mit eingeschalteten Kalken und Kalksandsteinen unterschied. Der Versuch VALENTINS und HAUGS ähnliche Gesteine auch im Elsaß dem Untererät anzugliedern, wurde von VAN WERVEKE abgelehnt.

1918 bearbeitet EHRAT das Rät Württembergs und zieht in vergleichenden Betrachtungen Kraichgau und Angersbach heran. Für beide will er gemeinsam eine untere vorwiegend sandige, eine obere vorwiegend tonige Abteilung erkennen. Die tonige Abteilung gliedert er für den Kraichgau in eine liegende blaue, eine hangende graubraune Gruppe, wagt eine Allgemeingültigkeit dieser Teilung noch nicht auszusprechen.

Nach einer vorhergehenden speziellen Bearbeitung des Kraichgaus dehnt auch RÜGER seine dort gewonnene Gliederung auf weitere Gebiete aus. Im Kraichgau hatte er drei Abteilungen unterschieden: Ein basales „unteres“ Rät mit anfänglichen marinen Einschaltungen, das vorwiegend aus Sandsteinen besteht. Nach einer Diskordanz folgt sein „mittleres“ Rät, schwärzliche Schiefertone mit mariner Fauna. Darüber liegen als „oberes“ Rät graubraune, fossil-leere Tone, die als brackisch aufzufassen sind. Bei Angersbach setzt er die Gesamtheit des LANG'schen Pflanzenrät seinem „unteren“ Rät, das LANG'sche Protocardienrät dem „mittleren“ Rät gleich. „Oberes“ Rät soll fehlen. In Elsaß und Lothringen liegt „unteres“ Rät nicht sicher vor, basal angehäufte Sandsteine sollen es vielleicht vertreten. Dem „mittleren“ Rät stellt er die Hauptmasse der Sandsteine und Schiefertone im Elsaß und in Lothringen gleich, da sie marine Fossilführung haben. „Oberes“ Rät sieht er im gleichen Gebiet in den roten Tönen als terrestrem Material.

RÜGERS Gliederung, die auch das württembergische Rät in sein „mittleres“ Rät stellt, ist die erste, die neben LANG, aber über dessen weit hinausgehend, weiteren Gebieten gerecht zu werden versucht. Die wesentliche Grundlage ist der Versuch der genetischen Gliederung. Eine vorwiegend terrestrische Abteilung



mit nur geringen marinen Einflüssen wird von einer weithin erkennbaren marinen Transgression abgelöst. Dann schlägt die Sedimentation in einer dritten Fazies zum terrestren zurück. Dieser Gedanke ist im allgemeinen folgerichtig durchgeführt. Der großzügige Wurf leidet aber unter den Bedingungen seiner Genese. RÜGER geht von einem Teilgebiet aus, in dem die Sedimentation des Rät ziemlich spät einsetzt, wo sein „oberes“ Rät wenig typisch ausgebildet und noch schlechter aufgeschlossen ist. So entgehen ihm Parallelen, die sich von seinem „oberen“ Rät und „mittleren“ Rät weit bis nach Norden hin entwickeln ließen. Vielleicht hätte das Wort LANGS, das dieser selbst nicht befolgte, „eine genauere Parallelisierung mag vielleicht durch die jetzt von Elsaß-Lothringen bis Oberhessen in der unteren Abteilung der Basalquarzite nachgewiesenen grünen Mergel möglich werden, die wahrscheinlich nur wegen der geringen Farbeneinschläge usw. bisher nicht beachtet worden sind“ durch seine Berücksichtigung RÜGER weitere Zusammenhänge gezeigt. Auch andere Hinweise hätten sich bei LANG noch finden lassen. So ist RÜGERS Gliederung ein Torso, seine Abteilungen sind nur Ausschnitte der rätischen Schichtenfolge.

Das Ergebnis der Gliederungsversuche von PFLÜCKER y RICO bis zu RÜGER bleibt, so wenig die Einzelheiten sich decken: Eine untere Stufe des Rät zeichnet sich aus durch Häufung von Sandsteinen, die basal Einschaltungen grünlicher Letten führen können. Sie scheint vorwiegend unter starkem terrestrem Einfluß entstanden zu sein. Eine hangende Stufe ist marin,  $\pm$  tonig, wobei die Tone faziell in Sandstein übergehen können. Örtlich kommen in ihrem oberen Teil rote Tone, ferner graue Tone mit Geodenlagen vor.

Die genaue Lage einzelner Teile zueinander war kaum zu erkennen, soweit die Literatur Nord-, Mittel- und Süddeutschlands vorlag. Das heißt wichtige norddeutsche Literatur, wie sie in den SCHROEDER'schen Erläuterungen der Umgebung von Salzgitter und denen HARBORTS, MESTWERDTS und SCHMIERERS aus der Helmstedter Gegend seit 1912 bzw. 1914 bestand, war nie berücksichtigt worden.

Diese Erläuterungen enthielten aber schon wesentliche, wichtige Vergleichspunkte. Da war in SCHROEDERS Erläuterungen das Vorkommen roter Tone im oberen Teil des Rät nahe der Liasgrenze vielfach erwähnt. Im unteren Rät sprachen SCHROEDER und die bei Helmstedt kartierenden Geologen von dem Auftreten grüner Farben in Sandsteinen und Letten, von dem Kalk-, Mergel- und Dolomitgehalt dieser Stufe, so daß SCHROEDER 1913 in einem vorläufigen Bericht über Blatt Halberstadt eine liegende, kalkige Partie des Rät abtrennte. Ja, 1862 schon hatte SCHLOENBACH das Auftreten keuperähnlicher Mergel im unteren Rät erwähnt. Alles das wurde leider nicht berücksichtigt.

Daran mag die Verzettelung der Literatur schuld gewesen sein. Doch hatte die Anschauung Anteil, das schwäbische Rät-Liasgebiet sei das klassische und damit der Ausgangspunkt für alle Gliederungsversuche. Erst die auch von VOLLRATH geteilte Vorstellung, die durch die Liasgrabungen in Mitteldeutschland bestätigt wurde, das rät-liassische Meer Württembergs sei nicht so sehr mit dem alpinen Meer verknüpft als ein Teilgebiet des großen, seine eigene Entwicklung besitzenden, englisch-nordfranzösisch-nord- und mitteldeutschen Meeresraums, schuf hier Wandel. Nachdem eine Gliederung des Rät in einem Gebiet Norddeutschlands mit Übergang von landnächster zu landfernere Sedimentation einmal durchgeführt war, bestand alle Hoffnung, sie, selbstverständlich mit der notwendigen örtlichen Differenzierung und Modifizierung



nach Mitteldeutschland hinein und weiter zu verfolgen. Dazu sei die Gliederung dieses Teilgebietes, des subhercynen Beckens und seiner westlichen Nachbarschaft, besprochen und begründet und erörtert, unter welchen Gesichtspunkten ein Weitertragen stattfinden darf.

### Die Gliederung des Rät im Harzvorland und im Mittellandkanal.

Im subhercynen Gebiet hatte als erster SCHLOENBACH eine Gliederung des Rät (des „Bonebed“) in liegende,  $\pm$  tonige Ablagerungen, den mittleren „Quader“, eine  $\pm$  mächtige Sandsteinfohle, und darüber folgende, bis zum Lias reichende Tone und Sande aufgestellt. Ausgangspunkte waren Salzgitter und Seinstedt. Eine Weiterverfolgung dieser Dreigliederung an die Ränder des alten Gebirges im Hintergrund der subhercynen Bucht durch SCHLOENBACH blieb infolge fazieller Schwierigkeiten ohne Erfolg.

PFLÜCKER Y RICO zog bei seinem schon erwähnten Gliederungsversuch das „Bonebed“ unter dem Quader“ und den „Quader“ SCHLOENBACH's zu seinem Pflanzenrät zusammen, während er das „Bonebed über dem Quader“ in sein unteres Protocardienrät stellte.

SCHROEDER, der bei Salzgitter kartiert hatte, konnte bei der Bearbeitung des Halberstädter Rät eine liegende Partie mit Kalk- und Dolomitbindung der Sandsteine und eingeschalteten Kalken und Mergeln von einem hangenden, kalkfreien Sandsteinhorizont abtrennen. HARBORT, MESTWERDT und SCHMIERER fanden ähnliche Verhältnisse bei Helmstedt.

Eine vergleichende Untersuchung des Rät im gesamten nördlichen Harzvorlande bis zum Mittellandkanal durch JÜNGST ergab neue Anhaltspunkte für eine Gliederung. Drei Rätstufen, die im allgemeinen den SCHLOENBACH'schen Stufen von Salzgitter entsprechen, aber nun neu umgrenzt und genetisch begründet wurden, ließen sich ohne unnötigen Zwang im ganzen Harzvorland erkennen.

Die liegende Stufe, das Unterrät, umfaßt die basal mit  $\pm$  deutlichen Aufarbeitungs- und Umlagerungsvorgängen verbundene Transgression des rätischen Meeres von Westen her in die subhercynische Bucht. Dabei werden in den küstenerfer bleibenden Gebieten nur basale Sandsteine, dann  $\pm$  lettige, schwachkalkige und kalkig-dolomitische Tongesteine sedimentiert. In den küstennahen Gebieten entlang Harz und Flechtinger Höhenzug sind mächtige Sandsteine zur Ablagerung gekommen, die besonders in ihren liegenden Teilen starke Kreuzschichtung zeigen, während die höheren neben feinerem Korn durch Ebenschichtigkeit und reiche Führung von *Anoplophora postera* sich auszuzeichnen pflegen. Die Sandsteine sind  $\pm$  deutlich grün gefärbt durch Aufnahme von Letten aus dem Liegenden, die eingeschalteten tonigen Zwischenmittel besitzen alle Eigenschaften von Letten. In den tiefsten Teilen der Bucht kommt es darüber zur Bildung eines durch vereinzelte Sandsteine mit rätischen Lamelli-branchiaten unterbrochenen Kalk-, Dolomit- und Mergelhorizontes. Im Westen, im Mittellandkanal nehmen die Tone nach oben allmählich an deutlicher Grünfärbung ab, sie werden hier wie in den nördlichen Vorkommen bei Salzgitter dunkler, schließlich schwärzlich und schiefer-tonartig. Zudem führen sie marine Fossilien.

Als Obergrenze des Unterrät wurde nach einer eine Zeit lang dauernden Meeresbedeckung jener Wendepunkt angenommen, an dem diese Bedeckung weit, aus den inneren Teilen des Harzvorlandes sogar gänzlich, zurücktritt, um einer Zeit mit stark terrestrer Sedimentation zu weichen, die ihre Sedimente auch noch weit in die marinen Räume hineinschickt. Zugleich



wurde betont, daß mit dieser Regression des Meeres zeitlich ungefähr zusammenfällt eine Änderung der vorherrschenden Farben der gebildeten Sedimente. Während bisher das Material der Unterrät-Sandsteine und -Letten ausgesprochen grüne, ja auch rötliche und violette, also den Materialien des Keupers noch ähnliche Sedimente zeigte, fehlen diese künftig völlig. Kalkiges Bindemittel der Sandsteine, Kalke, Mergel, Dolomite, typische Letten werden ersetzt durch kalkfreie Sandsteine, Tone und Schiefertone. Eine vorher auch in den küstennahen Gebieten außerordentlich arme Flora wird nun plötzlich durch eine Fülle pflanzlichen Lebens, die bis zur Kohlenbildung führt, abgelöst. Damit war der Hinweis gegeben, daß hier, an der Grenze zwischen Unter- und Mittelrät, der große Klimaumschlag liegt, der die Sedimentation der  $\pm$  ariden Keuperzeit von der des humiden Klimas der Kohle erzeugenden Rät-Lias-Zeit trennt.

Das Mittelrät im Harzvorland bilden, je tiefer in der subhercynen Bucht gelegen, um so mächtigere Sandsteine, die bis zu 70 m anschwellen und im Osten, an der obersten Aller, autochthone Kohlenflöze führen. Mit ihrer Mächtigkeit nimmt von Harz und Flechtinger Höhenzug her Korngröße, Kaolinreichtum, Pflanzenführung und quarzitische Ausbildung nach dem Mittellandkanal zu ab. Hier sind es nur noch wenige Meter  $\pm$  loser Sande, die wahrscheinlich schon an der Grenzzone Land-See abgelagert sind.

Über dieser mächtigen Sandsteinfolge  $\pm$  deutlich terrestrer Entstehung setzt schlagartig, mit Umlagerungserscheinungen und Bonebeds verbunden, eine erneute, marine Transgression ein, die das gesamte Gebiet überflutet. Im Westen weitaus vorherrschende Schiefertone werden wiederum nach Harz und Flechtinger Höhenzug hin deutlich sandiger, ja gehen in Sandsteine über, so daß ihre Trennung vom Mittelrät erst starke Schwierigkeiten verursacht hat. Die Sedimentation wandelt sich allmählich, die Tone werden heller, schwach mergelig. Diesem helleren Teil schaltet sich, ungefähr an der Grenze gegen den dunklen Teil vielfach eine Reihe roter Tone und roter Eisensteine ein. Weiter oben liegen Kalk-Toneisensteine und Kalksandsteine, so daß die Sedimentation langsam liasähnlich wird. Während im liegenden Teil eine ganz typisch rätische marine Fauna weit verbreitet ist, finden sich zu oberst Formen, die sich bis in den Lias fortsetzen, aber — und darauf ist unbedingt Wert zu legen — keinerlei Ammoniten. Es sind Gesteine, die Verfasser dem White Lias, den Tatei- und Ostrea-Beds der englischen Stratigraphen gleichstellte. Über diesen letzten rätischen Schichten, den „Zwischenschichten“, folgt ganz allgemein die erste Ammoniten-führende Bank des Lias alpha mit *Psiloceras planorbis*. Auch sie zeigt die deutliche Abhängigkeit der Sedimentation von der Umrahmung des subhercynen Beckens in ihrer faziellen Ausbildung.

Zusammengefaßt ergaben sich also drei Stufen des subhercynen Rät: eine liegende, Unterrät (Koa JÜNGST), Zeit der ersten Transgression und der darauf längere Zeit gleichbleibenden, ja sich noch etwas weiter dehnenden marinen Bedeckung. Das Klima ist noch  $\pm$  arid, wenn auch wohl nicht mehr hocharid und führt zur Bildung keuperähnlicher Gesteine. Mittelrät (Koß) bedeutet Umschlag des Klimas zur ausgesprochenen Humidität. Zugleich erfolgt ein weitreichendes Zurückweichen des Meeres und Landwerden vorher mariner Gebiete. Das Oberrät (Koy) ist bei im allgemeinen gleichbleibenden klimatischen Verhältnissen die Zeit einer neuen, über die Grenzen des Unterrät wohl etwas hinausgehenden marinen Transgression von für das ganze Harzvorland geltender Bedeutung.



## Die Rätgliederung des Harzvorlandes und grundsätzliche Forderungen zu ihrer allgemeinen Anwendbarkeit.

Es wurde schon seinerzeit betont, daß die Grenzen zwischen Unterrät und Mittelrät, bezw. Mittelrät und Oberrät in gewissem Sinne labil sind. Man könne sich sehr gut vorstellen, daß im Westen noch marine Sedimentation herrsche zu einer Zeit, wo im Osten, im Inneren der subhercynen Bucht, die Regression an der Unterrätwende bereits eingesetzt hat und Land an die Stelle des Meeres getreten ist. In gleicher Weise kann bei allmählichem Vordringen der Oberrät-Transgression noch terrester sedimentiert werden in den östlichen Gebieten des Harzvorlandes, während westlich sich das Meer bereits im Vorschreiten befindet. Nachzuweisen ist das im einzelnen nicht ohne weiters, da ja geringere Sandanhäufungen im Westen nicht so sehr kurze Dauer der Sandschüttung als vielmehr Entfernung vom Liefergebiet andeuten.

Soweit sich bei Beginn der vergleichenden Arbeiten übersehen ließ, konnte man eine wesentlich stärkere Beteiligung von Sandsteinen in einer mittleren Stufe des Rät erkennen, die auch  $\pm$  reichlich Pflanzen führte. Aber das waren alles Gebiete (Göttingen, Seeberge, Kraichgau), die nahe an Teilstücken des alten, varistischen Gebietes lagen. Wenn hier die Bewegungsfolge vor der Transgression des Oberrät eine Hebung verursacht hatte, so waren Sedimente mit deutlich terrestrem Einschlag im Liegenden des Oberrät allgemein zu erwarten. Damit war aber die Gleichzeitigkeit des Beginns der terrigen beeinflussten Sedimentation noch nicht fixiert, da die epirogenen Bewegungen, die zum Emporheben des Hinterlandes führten, nicht gleichzeitig beginnen müssen.

Erschwerend kam hinzu, daß sich bei der Aufgrabung des Angersbacher Lias gezeigt hatte, wie hier Sedimentationslücken, die in der Nachbarschaft des Rheinischen Schiefergebirges und am Magdeburger Uferrand auftreten, fehlen. Die Schichtenfolge des Lias alpha ist hier, ebenso bei Exten und, wie allerneuste Grabungen zeigten, teilweise auch bei Göttingen in einem landferneren Meeresbezirk entstanden, in dem die lokalen Regressionen sich nicht auswirkten.

Das Rät westlich und nordwestlich des hier betrachteten Gebiets zeigt nun auch, soweit es die Literatur erkennen läßt, Ansätze zu einer Sedimentation, in der sich auch im mittleren Rät Einflüsse gehobenen Landes mit verstärkter Sedimentzufuhr oft nicht sonderlich bemerkbar machen. Schon nach den MEYER-LANG'schen Profilen schien bei Angersbach Gleiches zu erwarten.

Unter diesen Umständen ist es von größter Wichtigkeit, daß die Unter—Mittelrätgrenze im Harzvorland nicht lediglich auf der Regression des Meeres basiert war, sondern auch eine klimatische Bedeutung hatte. Wenn schon LANG darauf hingewiesen hatte, daß bei Angersbach und in Lothringen grüne Sedimente, ja vereinzelt sogar rötliche und violette, kalkige und dolomitische Gesteine am Aufbau des unteren Rät beteiligt sind, dann war die klimatische Parallele zum Harzvorland gegeben. Die Literatur über Göttingen, über den Ringgau fügten sich ein und ebenso zahlreiche Beobachtungen über weiter nordwestlich liegende Gebiete. Die Klimawende von Aridität zu Humidität war auch hier innerhalb des Rät gegeben.

Diese klimatische Veränderung geht regional bedeutend über das erwähnte Gebiet hinaus, so sind auch in Frankreich vielfach basale Teile des Rät grün,



kalkig und dolomitisch. Und ferner handelt es sich ja um die für ganz Mesoeuropa wichtige Einleitung der neuen rätoliassischen Kohlenbildungsperiode. Dieser Umschwung mag allmählich vor sich gegangen sein. Wir dürfen aber bei der Konfiguration des Sandes annehmen, daß er gleichzeitig oder wenigstens für geologische Verhältnisse relativ gleichzeitig erfolgt ist.

Ebenso wie im Harzvorland liegt aber im Kraichgau, in Thüringen, in Lothringen der klimatische Umschlag unter der größten Sandsteinbildung. Also auch hier ist ein ungefähres zeitliches Zusammenfallen des Wechsels in der Menge des zugeführten klastischen Materials mit der Veränderung der klimatischen Faktoren zu beobachten.

In den landferneren Gebieten wie Angersbach und im Mittellandkanal ist des weiteren prinzipiell folgendes zu beachten: Hier muß zwar der Umschwung der Sedimentation durch das Klima in der Veränderung der Farbe und des chemischen Charakters der Sedimente ungefähr zugleich mit denen der Landnähe und des Landes einsetzen. Liegt aber nicht genügend klastisches Material vor, oder sind die Transportwege zu groß, so ist eine Sandanhäufung im Mittelrät nicht nötig oder unmöglich. Weiter: findet eine Sandanhäufung im Mittelrät statt, so braucht deren Beginn in landfernen Gebieten erst später einzusetzen, weil die Schuttkegel der Sande nicht gleich in ihrer vollen Länge angelegt werden, sondern erst im Laufe der Zeit größere Entfernungen überwinden. Es findet also noch längere Zeit hindurch ein Absatz von Schichten statt, die noch nicht erkennbar die Anzeichen der vermehrten Zuführung terrestrischen Materials zeigen, die noch scheinbar unterrätisch sind.

Nach diesen Überlegungen war bei allen Gliederungsversuchen besonderer Wert darauf zu legen, die Grenze zwischen Unterrät und Mittelrät auch in der Gesteinsfarbe  $\pm$  klimatisch zu fixieren. Dementsprechend ist die Gliederung in den nachstehenden Profilen, soweit sich das zwanglos durchführen ließ, erfolgt. So muß auch bei den Profilen aus dem Mittellandkanal, die Verfasser 1928 (Manuskript 1925) gab, der Einheitlichkeit halber die Grenze in die dort noch ganz zum Unterrät gezogenen dunklen Schiefertone gelegt werden, die nur noch im unteren Teil lettenähnlich sind und grünliche Farben zeigen. Ein genauer Grenzstrich kann hier nicht gezogen werden, im allgemeinen bleibt die Untergrenze des  $\pm$  fossilfreien Hauptsandsteinhorizontes wertvoll.

Die Mittelrät/Oberrät-Grenze war, wie schon gesagt, der Beginn der großen marinen Transgression. Auch in den landferneren Gebieten Nordwestdeutschlands läßt sich klar beobachten, wie ein neuer Impuls, unbekannt, welcher Art er sei, plötzlich und vielfach mit basalen Umlagerungserscheinungen verknüpft, vorher schon vorhandenes, marines Leben in vervielfältigter Zahl herbeiführt. Der Eindruck dieser neuen Belebung, dieser neuen Aktivität des Meeres ist ein derart machtvoller und einheitlicher, daß man auch die Einheitlichkeit dieser schon aus der Literatur für Mittel- und Süddeutschland bekannten Transgression annehmen muß. Das heißt, in den landferneren Gebieten erfolgt der Übergang zur sandarmen Sedimentation so schnell, daß dieses Vordringen des Meeres kein allzu langsames gewesen sein kann.

Aus diesen Gründen erscheint auch die Mittel- und Oberrät-Grenze als eine im geologischen Sinne gute Zeitgrenze. Sie ist nur zum Teil Faziesgrenze, innerhalb des Oberrät bilden sich selbständige, horizontal nebeneinander liegende Faziesbezirke aus.



### III. Das Rät zwischen Harz und Elsaß.

#### Göttingen und Umgebung.

1854, zwei Jahre nach v. STROMBECKS klassischer Arbeit über den „obersten Keupersandstein“ Braunschweigs zieht schon BORNEMANN die Parallelen zu dessen Gliederung bei der Bearbeitung des Göttinger Lias. STROMBECKS „obersten Keupersandstein“ findet er wieder und gliedert von ihm noch oberste Bänke als untersten Liassandstein ab. Im Hangenden folgen schwarzgraue und aschgraue Schiefertone mit „*Protocardia Philippica* DKR.“ und „*P. triplex*“ BORNEM. (*Protocardia raetica* MER.), *Taeniodon Ewaldi* BORNEM. und „*T. ellipticus* DKR.“? Es sind die Schiefertone des Oberrät, die den (teils rätischen, teils liassischen) versteinungsleeren Schiefertönen und Cardinienschichten STROMBECKS gleichgestellt werden.

PFLÜCKER Y RICO nimmt 1868 die Rätprofile am Kleinen Hagen und am Klusberg (Kreuzberg) auf und unterscheidet 3 Stufen, die sich in sein Schema, wie folgt, einordnen:

Oberes Protocardienrät	fehlt.
Mittleres Protocardienrät	Schwarze und graugrüne Schiefertone mit vorwiegend „ <i>Protocardia Ewaldi</i> , <i>Avicula contorta</i> , <i>Cardium cloacinum</i> “.
Unteres Protocardienrät	fehlt.
Pflanzenrät	10 m grauer Sandstein mit Pflanzenresten. 3,50 m Tonsandstein und Schiefertone mit 2 Bonebeds.

Bunte Gesteine des Mittelkeuper.

Wie er das Fehlen seines unteren Protocardienrät zu erklären vermag, darüber schweigt sich PFLÜCKER aus. Seine Profile s. u.

Diese Angaben PFLÜCKERS werden 1892 durch TORNQUIST erweitert, der an Hand floristischer und faunistischer Funde die Untergrenze des Rät mindestens 7 m tiefer unter eine Folge quarzitischer Sandsteine und bunter Letten legt. Er betont ferner den mergelig-lettigen Charakter der untersten „Tonsandsteine“ und „Schiefertone“ PFLÜCKERS. Damit zieht TORNQUIST die Grenze Mittelkeuper-Rät unter den Farbumschlag. v. KOENEN folgt in seinen Erläuterungen zum Kartenblatt den Ausführungen TORNQUISTS und stellt in gleicher Weise liegendste, wechsellagernde Quarzite, bunte Mergel und Letten auf den Blättern Reinhausen und Nörten (wo sie Estherien enthalten) zum Rät.

LANG will bei seinen Versuchen einer vergleichenden Rätstratigraphie diese Hinzuziehung von Schichten unter PFLÜCKERS Profil durch v. KOENEN nicht anerkennen. Er übersieht in dem von TORNQUIST übernommenen PFLÜCKER'schen Profil, daß hier die über der alten Grenze liegenden Schichten nun, mit einer modernen Nomenklatur, auch als bunte mergelig-lettige Gesteine erscheinen, wie die unter der alten Grenze.

Nach Berücksichtigung des BORNEMANN'schen, PFLÜCKER'schen und TORNQUIST'schen Materials und ihrer Profile, sowie eigener Anschauung ergibt sich folgendes Bild des Göttinger Rät.

Das Unterrät (Koa) umfaßt mindestens 10 m mächtige Gesteine. In seinem liegenden Teil finden sich pflanzenführende Sandsteine, die mit grauen



Letten wechsellagern können, und örtlich *Estheria* cf. *laxitexta* enthalten. Grünfärbung durch aufgenommene Letten ist oft außerordentlich stark, auf Schichtflächen angereichert. Das Korn der Sandsteine soll in Richtung Northeim, also nach dem Harzvorsprung, bis zum Konglomeratischwerden steigen (TORNQUIST). Dieser Abschnitt ist etwa 4—6 m mächtig.

Darüber folgen in Wechsellagerung mit grünlichen, gelblichen und roten Letten und Mergeln einige dolomitisch-quarzitische Sandsteinbänke, die in ihrer Mächtigkeit stark variieren und auskeilen können. Sie enthalten teilweise Bonebeds oder wandeln sich seitlich in solche, die durch reiche Fossilführung und zahlreiche grüne Lettenfetzen ausgezeichnet sind. Vielfach ist das Bindemittel ersetzt oder verdrängt durch einen lockeren Brauneisenmulm, der auch in Geröllchen und Geröllen auftritt. Seine Herleitung von Schwefelkies und Markasit, die in Bonebeds des Oberen Rät so häufig als Bindemittel auftreten, war nicht möglich.

Die Fauna der Bonebeds ist ähnlich der von Angersbach, enthält massenhaft Selachier und Ganoiden, seltener Termatosaurus und Ceratodus. Die Estherien in den unteren Sandsteinen sind zu beachten, sie kommen vereinzelt auch bei Angersbach und im Harzvorland vor.

Das Mittelrät soll etwa 10 m mächtige,  $\pm$  graue, quarzitische, geschlossene Sandsteine mit Pflanzenführung umfassen. Die genaue Grenze gegen das Unterrät läßt sich mangels guter Aufschlüsse nicht festlegen. Grüne Farben und kalkiges wie dolomitisches Bindemittel fehlen gänzlich. Die Aufschlußverhältnisse sind jetzt sehr ungünstig, Verfasser erscheint die Mächtigkeit örtlich geringer.

Das Oberrät setzt mit marinen Tonen und Schiefertönen über dem Sandsteinkomplex ein, seine Mächtigkeit dürfte mindestens 10 m betragen, wahrscheinlich beträchtlich mehr. Örtlich enthalten die Schiefertone, jetzt nicht mehr aufgeschlossen, Toneisengeoden. Im einzelnen sind v. KOENENS Parallelisierungsversuche zerstreuter Aufschlüsse so unsicher, daß man die genaue Schichtenfolge nicht kennt. Im Zusammenhang mit dem Lias der Göttinger Tongrube sind aber die Grenzschichten des Rät gegen diesen mit ammonitenfreier, sonst Lias-ähnlicher Fauna aufgeschlossen. Ein Verwurf liegt zwischen diesen und den liegenden Schichten.

Die Ausbildung des Unterrät mit den gegenüber dem Mittellandkanal deutlich vermehrten Sandsteinen erinnert in mancher Weise an das Harzvorland, wo die Sandanhäufung im liegenden Teil oft genug weit stärker ist. Die Pflanzenführung scheint über dieses Vorkommen hinauszugehen. Das höhere Unterrät ähnelt sehr dem Material von Salzgitter und bis zum Verwechseln dem von Angersbach, mit dem es die starke Eisenmulmführung in den Sandsteinen und die häufigen roten und violetten Farben der Letten und Mergel gemein hat. Ob ein allmähliches Abklingen der bunten Farben zu grauen und schwarzen wie bei Angersbach statthat, kann mangels wirklich guter Aufschlüsse nicht sicher gesagt werden. Die Fauna ist faziell der von Angersbach etwa gleichwertig.

Die der Literatur nach geschlossenen Sandsteine des Mittelrät zeigen Mächtigkeit und Ausbildungsweise etwa wie bei Hildesheim oder bei Eisenach. Interessant ist das Auftreten von Plateosauriden (*Pl. cf. poligniensis* PID. et CHOP. = v. KOENENS ? *Belodon.*), sofern diese wirklich aus dem Mittelrät, nicht aus dem Unterrät stammen. M. SCHMIDT gibt sie für Protocardienrät an.



Die Ausbildung des Oberrät lehnt sich stark an die von Hildesheim an, mit der sie die fast gleiche Fauna der unteren Schichten und die Fossilführung der „Zwischenschichten“ verbindet. Sandige Einschaltungen sind wesentlich stärker vertreten als im Mittellandkanal und bei Angersbach, sie treten aber gegenüber Vorkommen etwa des nordöstlichen Harzvorlands stark in den Hintergrund. Leider sind die Aufschlußverhältnisse zu schlecht, um die höhere Stufe im Kontakt mit der liegenden und damit das Auftreten der hellen Toneisengeoden-führenden Tone wie der roten Tone nachzuprüfen.

## Rät von Göttingen, vorläufiger Überblick.

flu α 1 a Planorbiszone des Lias α, im Kontakt beobachtet.

	0,20 m+	Schieferton mit <i>Inoceramus pinnaeformis</i> u. a. m. „Zwischenschichten“ JÜNGST 1928.	
	?		
	?		
Koγ	ca. 3,00 m+	Kalksandstein mit <i>Protocardia raetica</i> u. <i>Inoceramus</i> sp. Sandschiefer, bräunlich, vielleicht in Tone mit <i>Protocardien</i> , <i>Taeniodon</i> , <i>Lingula deitersensis</i> und <i>Ophiolopsis damesii</i> seitlich übergehend.	Reihenfolge nach v. KOENEN. unsicher!
	ca. 1,00 m+	Schieferton, schwarz mit Toneisengeoden.	
	ca. 9,00 m+	Sandstein mit <i>Avicula contorta</i> , <i>Cardium cloacinum</i> , <i>Isocyprina ewaldi</i> .	
	?	Schieferton, schwarz und grau mit <i>Isocyprina ewaldi</i> , <i>Avicula contorta</i> , <i>Cardium cloacinum</i> , <i>Modiola minuta</i> u. a. m.	PFLÜCKER.
Koβ	ca. 10,00 m+	Sandstein, grau-weiß, quarzitisch, ± feinkörnig. Tonbestege grau Pflanzenreste, schlecht erhalten.	

	Vergl. PFLÜCKER		Vergl. TORNQUIST
	0,65 m Tonsandstein, gelbgrau	1,05 m	Sandstein, quarzitisch, mehrere Bänke mit Lettenbestegen
	0,15 m Schieferton, gelb, bröcklig	0,35 m	Quarzit, gelb
	0,40 m Tonsandstein, hellgrau	0,35 m	Mergel, gelb, oft quarzitisch
	0,20 m Schieferton, grau und gelb	0,32 m	Quarzit, hellgelb, fest, plattig
	0,10 m Bonebed, Sandstein, hellgrau bis dunkelbraun (durch Eisenmulm). <i>Hybodus cuspidatus</i> , <i>cloacinus</i> , <i>minor</i> , <i>sublaevis</i> , <i>Acrodus minimus</i> , <i>Saurichthys acuminatus</i> , <i>Gyrolepis</i> . Kopolithen.	0,15 m	Mergel, grau und gelblichgrün
		0,00—?	m Bonebed, seitlich in grobkörnigen, fossilreichen Sandstein übergehend
	0,12 m Schieferton, graugrün, fettig	0,20—1,10 m	Mergel, rot, grusig, oben graugrün verwittert, von sehr wechselnder Mächtigkeit
Koα	0,20 m Schieferton, rotbraun	0,00—0,55 m	Zwei Bonebeds, dunkelbraun, seitlich in mächtiger werdende Quarzitbänke übergehend
	0,85 m Tonsandstein, gelbgrau	ca. 2,00 m	Mergel, violett, oben graugrün
	0,20 m Schieferton, rotbraun	0,09 m	Mergelbreccie, hellgrün, weich, tonig
	0,30 m Tonsandstein, gelbgrau mit Schieferton	1,25 m	Quarzite, grünlichgrau, mit Bonebed-ähnlichen Partien. Pflanzen vergl. p. 8.
	0,05 m Schieferton, graugrün, fettig	1,45 m	Mergel, schmutzig violett und grau
	0,05 m Bonebed, wie oben	0,40 m	Quarzit, graugelb. Pflanzen vergl. p. 8.
	0,10 m Schieferton, graugrün		
	0,10 m Schieferton, rot Bunte Mergel.		

? TORNQUIST nimmt anscheinend (p. 19) an, daß sein Profil XII am Südhang des Kleinen Hagen sich liegend anschließt. Später (p. 35) ist er sich darüber nicht ganz klar. Verfasser erscheint es als ein Parallelprofil, das hier nicht angeführt wurde.



## Eichenberg.

Für die beiden Rätgebiete von Hohengandern und Arenshausen entstammt die noch von MOESTA gegebene, von BEYSchLAG nach dessen Tod niedergelegte Darstellung der Zeit um 1885. Das MOESTA-BEYSchLAG'sche Profil lautet umgeschrieben:

Koy	?	Schwarze Schiefertone wechsellagernd mit quarzitäen Sandsteinplatten. <i>Isocyprina ewaldi, Avicula contorta, Cardium cloacinum.</i>
	ca. 20,00 m	Braunrote und graurote Sandsteine mit Roteisensteinknollen und Pflanzenresten, enthalten unten Steinmergelbänke. Nach dem Liegenden zu in sandige, braunrote Mergel übergehend.
Ko	?	Steinmergelbank.
$\alpha + \beta$	ca. 3,50 m	Mergel und Letten, vorwiegend rötlich.
	ca. 0,08 m	Sandstein, quarzitä, schmutzigweiß, „ <i>Protocardia ewaldi</i> “.
Km		

LANG bezweifelt 1912 die Rätzugehörigkeit der unteren vorwiegend rötlichen Letten und Mergel und möchte seine Grenze zwischen Mittelkeuper und Rät in den rötlichen Sandstein mit Pflanzenresten verlegen, den er gleichzeitig auf TORNQUISTS 0,45 m mächtige rote Sandsteinbank vom Alten Holz bei Bornhagen und die liegendste Sandsteinbank im Profil Angersbach (Zwei-Brücken) bezieht.

Nach dem vorliegenden Material sind die „*Protocardia ewaldi*“ MOESTAS und BEYSchLAGS anscheinend *Anoplophora postera*. Damit wäre das Rätalter dieser bunten Gesteine erwiesen. Die Mächtigkeit des Unterrät scheint ziemlich bedeutend zu sein, soweit die jetzigen Aufschlüsse bei Begehungen zeigten, sicher gegen 10 m. (Doch ist zu bemerken, daß MOESTA bei Kirchgandern noch mächtige Gesteine hierherzieht, die im Gegensatz zu ihm nicht zum Rät gestellt werden können.) Seine Ausbildung weicht durch die vorherrschenden roten Farben etwas von der im nördlichen Harzvorland ab und übertrifft auch noch damit die näher stehenden Profile von Göttingen und Angersbach. Die genaue Grenze des Mittelrät ist unbekannt, seine Mächtigkeit dürfte etwa 10 m betragen, die Aufschlüsse sind sehr schlecht. Das Oberrät ist normal und ausgesprochen marin, seine höheren Teile dürften der Abtragung zum Opfer gefallen sein. Weitere Bearbeitung ist im Gange.

## Hessisch-Lichtenau.

Hier liegen lediglich die durch MOESTA gegebenen, erst nach seinem Tod veröffentlichten Erläuterungen zur Geologischen Spezialkarte vor. Das Rät soll aus roten, sandigen Letten und Mergeln und zuletzt immer mehr zunehmenden Sandsteinen bestehen. Sollten diese Angaben, die sich auf keinerlei Fossilführung stützen, bezüglich des Rätalters richtig sein, so wäre Unterrät in ähnlicher Ausbildung wie bei Eichenberg vertreten. Höhere Teile des Rät sind nicht mehr vorhanden. Weitere Bearbeitung ist vorgesehen.

## Ringgau.

Die einzige Darstellung dieses wichtigen Gebiets entstammt noch der Feder MOESTAS (1871), denn die Neubearbeitung durch KINDERMANN 1918 zeigt völlige Unselbständigkeit der Beobachtung und Darstellung (man vergleiche beide Arbeiten!) und Mangel an jedem weiteren Überblick über die behandelten Schichten.

Als untere Abgrenzung des Rät faßt MOESTA eine 10 cm starke, grauweiße Sandsteinbank mit „*Taeniodon ewaldi*“ auf. Darüber folgen graue und



graugrünliche Mergel und Steinmergel, in denen nach oben hin häufiger rötliche Farben auftreten, und einzelne eingeschaltete Sandsteine.

Weiter im Hangenden stellen sich rotbraune sandige Mergel ein, die in Sandsteine übergehen. Diese Sandsteine sollen im westlichen Teil des kleinen Rätgebietes an Mächtigkeit zunehmen und an die Stelle der liegenden Letten und Mergel treten. Die Gesamtmächtigkeit dieser unteren Abteilung beträgt nach MOESTA rund 10 m.

Eine obere Stufe besteht aus rund 11 m mächtigen dunklen bis schwarzgrauen Schiefer-tonen mit eingeschalteten hellfarbigen Quarzitbänkchen. Diese dünnen Quarzitbänke sind vielfach schwefelkiesreich und führen „*Taeniodon ewaldi*“ oft vererzt. Es folgen noch  $1\frac{1}{2}$  m grünlichgraue, plastische Tone, von denen MOESTA keine genaue Altersangabe, ob Rät oder Lias, gibt. KINDERMANN diskutiert ihre Altersstellung des längeren ohne jegliche Kenntnis der in Betracht kommenden Grenzschichten.

NAUMANN will 1907 die Rätgrenze über die obersten Steinmergel, die im MOESTA'schen Profil noch enthalten sind, legen. LANG schließt sich dieser Auffassung an. Bestimmend ist bei beiden Autoren vor allem die Abneigung gegen die Hinzuziehung roter Schichten zum Rät.

Nach dem spärlichen Material, das aus dem Ringgau eingesehen werden konnte und der kaum minder spärlichen Literatur gestaltet sich folgendes Bild:

Unterrät scheint zum mindesten in den Schichten, die MOESTA über seiner Bank mit „*Taeniodon ewaldi*“ als Mergel und Steinmergel bezeichnet, gegeben. Denn dieses „*Taeniodon ewaldi*“ ist, wie schon ZIMMERMANN vermutete, *Anoplophora postera*. Vielleicht sind sogar noch tiefere Schichten rätisch, da etwa 7 m unter der genannten Grenzbank ein Bonebed mit Rät-verdächtiger Fauna auftritt. Dieses bleibt noch zu klären. Der Reichtum roter Farben in diesem Unterrät ist nach MOESTA relativ groß, er erinnert an Göttingen und Angersbach.

Mittelrät ist in den hangenden Sandsteinen der MOESTA'schen unteren Abteilung zu suchen, deren genaue Mächtigkeit noch nicht feststeht, sie dürfte bis zu 8 m betragen.

Das Oberrät ist außerordentlich typisch entwickelt. Dunklen Schiefer-tonen sind ähnlich der Gegend zwischen Hildesheim und Salzgitter feinkörnige Quarzite eingelagert, die *Avicula contorta*, *Isocyprina ewaldi*, *Taeniodon praecursor* führen. Die hangendsten  $1\frac{1}{2}$  m, deren Rätalter nicht sicher war, sind die typischen hellgrünlichgrauen Tone des oberen Oberrät, wie sie bereits aus dem Mittellandkanal erwähnt wurden.

Insgesamt ist das Ringgau-Rät sicher zwanglos in das Rät zwischen Harz und Elsaß einzufügen, wenn nur erst eine genauere Bearbeitung erfolgt ist.

#### Eisenach.

Auf die ältere Literatur, die sich um die Namen BORNEMANN, CREDNER, v. FRITSCH, SENFFT und v. SEEBACH gruppiert, soll hier nicht eingegangen werden. Das wesentliche Ergebnis dieser Arbeiten war eine Gliederung des Rät in eine liegende Sandsteinstufe, die  $\pm$  basal eine Bank mit *Anoplophora postera* führt, das Pflanzenrät, und ein hangendes Protocardienrät mit vorwiegenden Tonen, das ein Bonebed und reiche Lamellibranchiatenfauna enthält.



Die letzte Beschreibung enthalten die Erläuterungen zur Geologischen Spezialkarte Creuzburg von NAUMANN aus dem Jahre 1907. Auf ihnen und kurzer Begehung beruht die nachfolgende Darstellung.

**Unterrät (Koa):** Die liegendsten beobachteten Rätsschichten sind feinkörnige grünliche Quarzite, die grünen Letten eingelagert sind. Sie sind typische Bonebeds, unter deren stark zerbrochenem Material sich *Hybodus cuspidatus*, *minor*, *cloacinus*, *Acrodus minimus*, *Saurichthys acuminatus*, *Gyrolepis albertii* finden. Dieser Wechsel umfaßt rund 1 m. Die darauf folgenden basalen Schichten einer mächtigen Sandsteinfolge sind dünnplattig, feinkörnig,  $\pm$  diagonal geschichtet, ihre Farbe ist grünlichgrau. Mehr oder weniger reichlich sind grüne und graue Lettenfetzen, die oft auswittern. Etwa 2 m über dem Beginn dieser Sandsteine liegt nach der Beobachtung v. FRITSCHS eine Bank mit *Anoplophora postera*, die jetzt nur noch als Lesestein zu finden ist. Bis hierher wandelt die Farbe der lettigen Bestege sich von grüngrau allmählich in schwärzlichgrau.

Die Mindestmächtigkeit beträgt etwa 3 m, vielleicht wesentlich mehr, aber die Hangendgrenze kann mangels Aufschluß nicht genau festgelegt werden.

**Mittelrät (Kob):** In rund 18 m Mächtigkeit folgen dickbankige, feinkörnige,  $\pm$  quarzitisches Sandsteine von ursprünglich weißer bis grauer Farbe. Nach oben nehmen die Bänke im allgemeinen etwas an Dicke ab. Die Schichtfugen sind mit Tonbestegen von graublauer Farbe belegt, sie zeigen Wellenfurchen und Tongeröllchen. Tierische Reste sind ganz unbekannt, dafür treten sehr häufig schlecht erhaltene,  $\pm$  kohlige Pflanzenfragmente auf. Schon v. FRITSCH nennt *Nilssonia polymorpha*, *Pterophyllum blasii* und Cycadeenreste,

**Oberrät (Kor):** Im Hangenden der Sandsteine beginnt das Oberrät. Über einem etwa 2 m mächtigen Paket wechsellagernder Schiefertone und Sandsteine, aus denen sichere marine Fossilführung nicht nachgewiesen ist, folgt am Moseberg und an der Hageleite ein geringmächtiges Bonebed, in dem die organischen Reste  $\pm$  ausgelaugt sind. Die Fauna umfaßt mehrere Selachierarten, Ganoiden- und Termatosaurus-Zähne. Es ist ein typisches Oberrät-bonebed mit der häufig zu beobachtenden Lage in einiger Höhe über dem Hauptsandstein. Es folgen noch rund 10 m schwärzlichgraue-blaugraue Schiefertone mit eingelagerten, etwa insgesamt 2 m umfassenden dünnplattigen Sandsteinen. Besonders letztere enthalten eine reiche marine Fauna: *Avicula contorta*, *Protocardia raetica*, *Isocyprina ewaldi*, *Taeniodon praecursor*, *Cardium cloacinum*, *Modiola minuta*, *Gervilleia praecursor*, *Tornatella fragilis* u. a. m.

Höhere Schichten des Oberrät sind nicht mit Sicherheit erkennbar. Unter den liegendsten bekannten Ammoniten des Lias (*Psiloceras johnstoni*) liegen noch hellgrünlichgraue, sandige, schwach schiefrige Tone, die wohl zum Teil noch dem Oberrät angehören.

Die Ausbildung des Rät von Eisenach steht der des Harzvorlandes nahe. Das Unterrät zeigt in seinen liegendsten Teilen eine geringe Ähnlichkeit mit den südlichsten Salzgitterer Vorkommen, in den höheren solche mit landnäheren Gebieten der inneren subhercynen Bucht. Es ist bei im übrigen viel geringerer Schichtdicke das gleiche starke Vorherrschen sandigen Materials, das einen deutlichen Unterschied gegenüber etwa Angersbach darstellt. Leider ist die genaue Mächtigkeit nicht festzustellen.



Das Mittelrät entspricht in Art der Gesteine, Pflanzenführung und Mächtigkeit etwa dem Mittelrät nördlich Salzgitter. Es müssen im liegenden Teil der zu 18 m angegebenen Schichten noch Unterrätsedimente gesucht werden.

Das Oberrät läßt sich gleichfalls mit seiner Mächtigkeit, dem Vorherrschen von Schiefertönen, in denen Sande wieder wesentlich reicher als im Mittellandkanal bei Angersbach auftreten, den Salzgitterer Vorkommen vergleichen. Gegenüber den Oberrätgesteinen entlang des Flechtinger Höhenzuges tritt der Sandgehalt noch deutlich zurück, auch noch gegenüber dem nahen Seeberg bei Gotha.

Alles in allem läßt das Eisenacher Rät deutlich, besonders im Mittelrät, die Anzeichen eines nahen Material-liefernden Landes erkennen. Wenn es nicht zu einer derart starken Sedimentation kommt wie an den Rändern der subhercynen Bucht, so dürfte wohl geringere Ausdehnung und Tiefe dieses Sedimentlieferanten Ursache sein.

### Seeberge bei Gotha.

Südöstlich und östlich Gotha liegt das bekannte Rätvorkommen des Großen Seebergs, mit dem die auf dem Rennberg, dem Kallenberg, an der Wachsenburg hier zusammengefaßt seien.

Nach älteren Beschreibungen durch v. HOFF (1807), HESS (1820), H. CREDNER (1839) gab letzterer 1860 eine eingehende Darstellung des Rät, die auch von BAUER 1882 im wesentlichen übernommen wurde. Das Profil lautet:

#### Sandstein des Lias $\alpha$

ca. 1,20 m	Tonmergel, rötlichgrau.
„ 1,80— 3,00 m	Mergelschiefer, gelblichgrau: <i>Modiola minuta</i> , <i>Protocardia raetica</i> , <i>Isoeyprina ewaldi</i> u. a. m.
„ 3,00— 5,00 m	Sandstein und Sandschiefer, grünlichgrau.
„ 1,20— 2,00 m	Ton, aschgrau-blaugrau, feuerbeständig.
„ 12,00 m	Sandstein, dickbankig. Pflanzen, <i>Isoeyprina ewaldi</i> , <i>Cardium cloacinum</i> .
„ 6,00— 7,50 m	Sandstein und Sandschiefer, mit Schiefertonebestegen.
„ 9,00—12,00 m	Sandstein, 1,80 m über Basis <i>Anoplophora postera</i> .

#### Mittelkeuper

v. FRITSCH konnte nach einer Mitteilung TEGETMEYERS (1876) in der Anoplophorenlage ein Bonebed nachweisen (1875), das dann längere Zeit nicht wieder aufgefunden wurde.

Um 1880 beginnen die Arbeiten, um 1900 die Veröffentlichungen von H. F. SCHÄFER in Gotha, der das Unterrät-Bonebed am Seeberg wieder auffand, an der Wachsenburg und der Wanderslebener Gleiche erstmalig nachwies. In jahrelanger Sammeltätigkeit gelang ihm sodann die Gliederung der 12 m mächtigen Hauptsandsteine CREDNERS in einzelne Bänke, deren liegende Pflanzen, deren hangende marine Lamellibranchiaten führen. Den CREDNER'schen hangenden Fossilhorizont fand er nicht wieder.

Gleichzeitig hatte AMTHOR eine eingehende petrographische Bearbeitung der Rätssandsteine und des Unterät-Bonebeds durchgeführt.

Durch NAUMANN wurde sodann auf das wichtige Auftreten von Grünfärbung in den liegendsten Rätssandsteinen hingewiesen, die SCHÄFER nicht aufgefallen war.



Die Schichten des Rennberges (Röhnberges) wurden durch SCHÄFER (und vorher schon CREDNER) aufgenommen und ergaben eine im großen und ganzen gleiche, aber im liegenden Teil geringer mächtige Ausbildung des Rät.

Verfasser konnte Übersichtsbegehungen durchführen, die vor allem das Auftreten der basalen grünen Horizonte sicherstellten. Die eingangs angeführten Überlegungen zwangen, die Unter—Mittelrätgrenze vielleicht etwas tiefer zu legen als in einem früheren Hinweis.

Unterrät: Sandige, grünlichgraue Letten sind die liegendsten Gesteine, die schon von NAUMANN 1907 zum Rät hinzugezogen werden. Sie führen Hybodontenzähne. Darüber folgen grünlichgraue,  $\pm$  feinkörnige Sandsteine in mindestens 2 m Mächtigkeit, die noch unterrätisch sind. Grüne Tonfetzen sind nicht selten, basal treten allgemein Bonebeds, schon mit vereinzelt Anoplophoren, höher (etwa nach 1,5 m) dünnplattige Sandsteine mit *Anoplophora postera* auf. Hier ist auf den ersten Nachweis von deutschen Unterrät-Foraminiferen durch AMTHOR (*Dentalina*) zu verweisen. Kalkgehalt ist vorhanden. Höher hinauf folgen noch mehrere m Sandsteine, in denen SCHÄFER ca. 2 m über Unterkante *Modiola minuta* und *Leda deffneri* ? fand. Wahrscheinlich sind auch diese Schichten noch zum Teil Unterrät, sicher konnte es nicht festgestellt werden, da die Aufschlußverhältnisse zu schlecht sind. Es muß also damit gerechnet werden, daß die Lagen mit Lamellibranchiaten ins Mittelrät fallen können.

Mittelrät: Über diesen Schichten liegen nach CREDNER noch ca. 6 m, die auch AMTHOR aus Brunnenanlagen kennt, die aber von SCHÄFER gesondert nicht erwähnt werden bis zu den Hauptsandsteinen. Es sind Sandschiefer, dünnplattige Sandsteine und Schiefertone. Der pflanzenführende Hauptsandstein ist ca. 8 m mächtig, soweit er ins Mittelrät fällt. Die Sandsteine sind ganz allgemein feinkörnig, enthalten Pflanzenhäcksel, Tonfetzen, zeigen auf den Schichtflächen Wellenfurchen.

Vom CREDNER'schen Hauptsandstein gehören die obersten rund 5,5 m schon in das Oberrät. Sie enthalten eine reiche marine Fauna und in den untersten Sandsteinen ein Bonebed. Die nächsten 6 m bestehen aus grauen, zum Teil dunkelgrauen Schiefertönen, in denen man an jetzt schwer zugänglicher Stelle die CREDNER'sche Fundschiefer noch beobachten kann. Den Abschluß unter dem Lias (nach unserem bisherigen Wissen Johnstoni-Schichten) bilden grünlichgraue und rötliche Schiefertone, die den roten Tönen gleichen. Ihre Mächtigkeit beträgt ca. 3 m.

Die Gesamtmächtigkeit des Seeberger Rät beträgt rund 37 m, von denen Sandsteine etwa 25 m umfassen.

Die Entwicklung des Unterrät mit dem absoluten Vorherrschen von Sandsteinen steht der des Harzvorlandes sehr nahe, auch im Auftreten der Gurkenkernschicht und von *Modiola minuta*. Die geringe Mächtigkeit läßt sich vielleicht aus späterem Anlangen des Meeres erklären, wozu die Beobachtung Knollenmergel-ähnlicher Gesteine am Kallenberg durch NAUMANN paßt (s. weiter unten). Gegenüber den Vorkommen wie Angersbach ist die weit größere Landnähe ganz deutlich.

Auch im Mittelrät (das vielleicht noch basale marine Einflüsse zeigt), ist die Ähnlichkeit mit  $\pm$  landnahen, ja vielleicht schon terrestren Gesteinen des Harzvorlandes, etwa Salzgitter, in Korngröße, Pflanzenführung, Mächtigkeit in die Augen springend. Das Sediment-liefernde Hinter-



land macht sich stark vermehrt gegenüber dem Unterrät geltend, die Klimawende ist in dem völligen Verschwinden grüner Farben kenntlich.

Auffallend verstärkt ist der terrestre Einfluß auch noch im Oberrät. Hier finden sich, entsprechend den Verhältnissen am Flechtinger Höhenzug (noch mächtige basale Sandsteine mit mariner Fauna, in denen bereits das normale Oberrät-Bonebed liegt. Erst allmählich stellen sich feinkörnigere Gesteine ein. Es erscheint typisch, daß hier genau wie im faziell am nächsten stehenden Oberrät am Flechtinger Paläozoikum, bei stark vermehrter, küstennächster Sandfazies *Avicula contorta* sehr selten ist. (Die Nürtinger Sande sind bei der langen Schuttkegelerstreckung nicht zunächst der Küste gebildet.) Es sei noch auf das von AMTHOR festgestellte, spärliche Auftreten von Glaukonit in den Sandsteinen des Oberrät verwiesen. Die roten Tone zeigen etwas sandigere Ausbildung als gewöhnlich. Die geringe Mächtigkeit erklärt sich vielleicht aus dem Fehlen ? der Planorbissschichten.

### Profil der Seeberge (unter besonderer Berücksichtigung von SCHÄFER).

jluc1b	Schiefertone der ? Johnstoni-Schichten.
1,20 m	Ton, schwach schiefrig, rötlichgrau-rötlichviolett.
1,80 m	Schieferton, gelblichgrau, <i>Modiola minuta</i> , <i>Protocardia raetica</i> , <i>Isocyprina ewaldi</i> .
1,50—1,80 m	Sandschiefer, grünlichgrau.
0,30—0,40 m	Schieferton, bläulichgrau, mit Toneisengeoden.
1,00—1,50 m	Sandiger Mergel, grünlichgrau, Pflanzenreste.
Koy 2,50—3,00 m	Ton, bläulichgrau, schwach schiefrig, feuerfest.
0,50—0,80 m	Sandstein, feinkörnig. Wellenfurchen.
1,50—2,00 m	Sandstein, grünlichgraue Platten.
0,50—1,00 m	Sandschiefer, und dunkelblaue Schiefertone, in der Mitte Glaukonit-führende Sandsteinbank. <i>Cardium cloacinum</i> .
2,00—2,50 m	Sandstein, lichtgrau, feinkörnig, Glaukonit-führend. Bonebed! <i>Protocardia raetica</i> , <i>Isocyprina ewaldi</i> , <i>Taeniodon praecursor</i> , <i>Gervilleia praecursor</i> , <i>Tornatella fragilis</i> , u. a. m.
1,50—2,00 m	Sandstein.
0,00—0,25 m	Ton, blaugrau.
1,50—2,00 m	Sandstein, hellgrau. Korn mittel.
0,20—0,40 m	Sandiger Ton.
Koß 0,30—0,45 m	Sandstein.
0,50—1,00 m	Sandstein.
0,25—0,30 m	Ton, grau-dunkelblaugrau.
2,00—2,50 m	Sandstein mit zahlreichen Pflanzenresten.
0,40—0,45 m	Sandstein, ca. 1 m.
ca. 1,00 m	Sandstein.
ca. 3,00 m	Tone, graugelb (nach AMTHOR).
ca. 3,00 m	Ton, sandig, grauviolett, soll parallel epipedisch zerfallen (AMTHOR).
ca. 8,00 m	Sandstein, + feinkörnig, darin dicht über der Basis Bonebed mit vereinzelt Anoplophoren.
Koc	In ca. 1,80 m Höhe <i>Anoplophora postera</i> massenhaft.
(Obergrenze viell. tiefer)	Bei 4,25 m <i>Leda deffneri</i> , bei 4,50 m <i>Modiola minuta</i> .
ca. 1,00 m	Letten, sandig, grünlichgrau. Selachierzähne.

Mittelkeuper.



## Kassel.

Gelegentlich einer Aufgrabung auf dem Ständeplatz 1879 wurde von HORNSTEIN marines Rät mit *Avicula contorta* gefunden, das dem Oberrät zugehört und im (gestörten?) Zusammenhang mit *Lias alpha* erschlossen war.

## Berge bei Homberg a. d. Efze.

Im Anschluß an das kleine, 1846 durch GUTBERLET entdeckte Liasvorkommen bei Berge wurde 1877 von VOLKMAR auch Rät mit *Taeniodon* sp. und *Cardium cloacinum* festgestellt, dem allerdings eine viel zu große Verbreitung zugeschrieben wurde.

Nach BLANKENHORN 1913 sind es nur wenige Meter dunkler Schiefertone mit eingeschalteten dünnplattigen Sandsteinen, in denen die normale Fauna der *Taeniodon*-Bänke auftritt. Der eine Beobachtungspunkt liegt inmitten des Diluviums ohne Anschluß an Liegendes und Hangendes, der zweite zwischen Muschelkalk und Diluvium. Das letzte Vorkommen schließt sich im Hangenden an die nachweisbare Planorbiszone, im Liegenden an Mittleren Keuper an.

Diese rätischen Gesteine sind ohne allen Zweifel typisches Oberrät, so wie es nördlich bei Göttingen und Deitersen, südlich bei Angersbach nachgewiesen ist. Aber die Anschauung BLANKENHORNS, daß die Untergrenze gegen den Mittelkeuper eine normale sei, kann nicht geteilt werden. Der Mittelkeuper ist gleichfalls auffallend geringmächtig, sein Ausstrich zwischen Lettenkohle und Rät beträgt nur  $\frac{3}{4}$  mm auf der Karte, also etwa 20 m. Anhaltspunkte für eine solche Reduktion des Mittelkeupers sind aber aus allen Profilen der weiteren Umgebung nicht zu ersehen. Dazu stößt der Mittelkeuper in nur etwa 150 m Entfernung direkt an unteren Lias, auch auf BLANKENHORNS Karte. Hier muß eine Verwerfung vorliegen, die nicht eingetragen ist. Die gleiche Verwerfung ist es mit aller Wahrscheinlichkeit, die bei schwach diagonalem Verlauf zum Schichtenstreichen die unnatürliche Grenze zwischen Rät und Mittelkeuper bewirkt.

## Angersbach.

Die erste Erwähnung der rätischen Gesteine bei Angersbach erfolgt 1856 durch TASCHE bei der Beschreibung von Kalk-Toneisengeoden im Oberrät an der Straße Angersbach—Landenhausen. Da dieses Material zu Brauneisenknollen verwittert, nannte TASCHE sie etwas optimistisch Sphaerosideritflöze, was zu immer erneuten Schürfversuchen Anlaß gab. T. hielt die Gesteine für Lettenkohle.

1861 berichtet TASCHE ferner über das Auftreten einer Breccie aus Fischzähnen u. Knochenstücken bei Angersbach, d. h. eines Bonebed. Auch dieses hält er noch für Lettenkohle.

v. KOENEN besuchte 1875 auf Grund der v. HAYDEN'schen Ammonitenfunde Angersbach und stellte bei dieser Gelegenheit „*Taeniodon ewaldi*“ und damit das Vorkommen von Rät fest.

Erst 1911 erfolgt eine Aufnahme der kurz vorher durch BLANKENHORN als klassisches Profil bezeichneten Schichten durch H. L. F. MEYER und eine allgemeine Darstellung der stratigraphischen Bedeutung auf dieser Grundlage durch LANG. Im Rät wurden zwei Profile aufgenommen, die zu einer Gliederung des Rät und weiteren Bemerkungen Veranlassung gaben.

Die Profile seien im einzelnen nicht wiedergegeben, da sie inzwischen überholt sind. An neuen Fossilfunden werden angegeben aus höheren Teilen des Rät *Avicula contorta* und nicht aus dem Anstehenden ein im unteren Rät gesammeltes Bonebed mit *Saurichthys acuminatus*. Die ganze Aufnahme läßt in höchstem Maße zu wünschen übrig. Die Mächtigkeiten sind nicht senkrecht der Schichtfläche, sondern  $\perp$  entlang der Wegoberfläche gemessen, was nicht so sehr im Rät, wie vielmehr in anderen Teilen des Keupers zu beträchtlichen Unstimmigkeiten führt. So betont z. B. LANG, daß die Lettenkohle bei Angersbach über 50 m umfaßt und deshalb zugleich mit Groß-Almerode hier ein Gebiet höchster Mächtigkeit hat. Die Annahme ist falsch, die Stärke beträgt



nach gemeinsamer Messung von DIEHL und dem Verfasser nur gerade 42 m, ist also normal. Irgendein Fossilgehalt außer dem genannten im oberen Rät wurde nicht gefunden, das Bonebed konnte nicht einhorizontiert werden. Dabei ergab die Neuaufnahme des schlecht erschließbaren Profils I von MEYER-LANG allein 32 fossilführende Horizonte, die des Profils II 8, bis zu 10 cm dicke Bonebeds. Ebenso sind die Lagerungsverhältnisse teilweise nicht erkannt. Doch darüber an anderer Stelle.

Die Ergebnisse, zu denen LANG kommt, sind die normale Gliederung in ein unteres „Pflanzenrät“, an dem er eine liegende grüne, eine hangende dunkle Stufe unterscheidet, und ein oberes „Protocardienrät“, von dem ein hangendster Teil durch grünliche Letten mit Toneisengeoden ausgezeichnet ist. Diese stratigraphischen Ergebnisse wurden, wie in der historischen Übersicht über die Gliederungsversuche, bereits erwähnt, zu weiteren Parallelisierungen mit einem gewissen Erfolge verwandt.

An allgemeinen Folgerungen wird des weiteren erklärt: Die Rät-Sandsteine und der Quarzanteil der Tonquarzite wurden, soweit nicht landnahe Gebiete in Betracht kommen, durch Wind ins Meer hinaus verfrachtet. Ihre aeolische Bildungsweise geht aus der durchaus gleichmäßigen Korngröße, dem Fehlen von Ton und dem völligen Zurücktretten der Feldspäte in den Sandsteinen hervor. Die Seltenheit der Feldspäte bestätigt sich. Aber bei den beiden übrigen, allgemeingeologisch bei Einwehung ins Meer und dem Hinzutreten mariner Kräfte doch wohl nicht recht stichhaltigen Beweisgründen stimmen die Unterlagen nicht. Weit über 200 Schiffe, mit denen fast jede Sandstein- und Tonquarzitbank erfaßt wurde und zahllose Handstücke bezeugen das genaue Gegenteil, dauernden Wechsel der Korngröße des Quarzanteils und Tonbeimengungen auch in den grobkörnigsten Sandsteinen.

1913 folgt eine sehr sorgfältige Studie von BEETZ. Er untersuchte vor allem die am Friedhof Angersbach anstehenden Schichten des unteren Rät, in denen er zwei Bonebeds beobachtete. Es gelang ihm weiter, das Auftreten einzelner Bonebeds auch an anderen Punkten teilweise im Anstehenden nachzuweisen. Er gibt eine ganze Liste von Selachiern- und Ganoidenresten. Die starke Beteiligung von Quarzdihexaedern an der Zusammensetzung des Bonebeds regt ihn zu Untersuchungen über die Entstehung dieser schwebend gebildeten Kristalle an und läßt ihn auf einen ursprünglichen Anhydritgehalt des Bonebeds schließen. Weiter im Liegenden stellt er *Anoplophora postera* fest, die er auch an anderen Punkten beobachtet. Die Fossilliste des oberen Rät vermehrt sich um „*Taeniodon praecursor*, *Gervilleia praecursor*, *Modiola minima*, *Cardinia gottlingensis*“.

Die Arbeiten BEETZS bedeuten einen wesentlichen Fortschritt durch die Feststellung der Bonebedhäufung im unteren Rät. Leider erkannte er die stratigraphischen Zusammenhänge mit dem Knollenmergel noch nicht. Seine Bestimmung der *Anoplophora postera* ist nicht sicher, die Form scheint nach vorliegenden Material eine *Estheria* zu sein.

EHRAT kennt 1920 bei seinen vergleichenden Studien im Angersbacher Rät eine liegende, vorwiegend sandige, und eine hangende, vorwiegend tonige Stufe.

RÜGER gliedert 1924 LANGS Pflanzenrät bei Wahrscheinlichkeit kurzer mariner Einflüsse in sein „unteres Rät“, LANGS Protocardienrät ganz in sein marines „mittleres Rät“ ein. „Oberes Rät“ soll fehlen.



Zur Klärung der genauen Lage der BEETZ'schen Schichtenfolge im Gesamtprofil wurde 1926 eine Grabung im Rät am Angersbacher Friedhof vorgenommen, nachdem sich ergeben hatte, daß die Annahme einer tektonischen Lücke zwischen Rät und Knollenmergel falsch war. Eine Parallelgrabung am Südwestausgang von Angersbach zeigte die reiche Faunenführung des Friedhofes auch dort. Im Herbst des gleichen Jahres wurden zwei Grabungen im Oberrät nahe der Lias-Grenze zu Ende geführt, bzw. begonnen.

Im Frühjahr 1927 erfolgte Beendigung der zweiten dieser Grabungen, Erschürfung eines Gesamtprofils durch das Rät, ein weiteres Unterrätprofil.

Danach entwickelte sich die Schichtenfolge des Rät in allgemeinen Zügen wie nachsteht. Die Profile werden in ihren Einzelheiten an anderer Stelle veröffentlicht.

Die untersten Rätschichten sind in den Profilen „Zweibrücken“ und Friedhof nördlich Angersbach ca. 11 m, am Güterbahnhof von Angersbach nur mehr ungefähr 9 m mächtige Sandsteine und dazwischen lagernde Letten. Am Südwestausgang von Angersbach haben sie sich auf etwa 4,5 m verringert. Die kleinere Mächtigkeit bei MEYER-LANG ist wohl auf eine erst durch die Grabung erschlossene kleine Verwerfung zurückzuführen. Die  $\pm$  grünlichen Sandsteine wechseln in ihrem Korn außerordentlich. Die Mehrzahl ist feinkörnig, doch nimmt besonders im Zusammenhang mit Bonebed-Bildung die Korngröße zu. Großenteils haben sie einen gewissen Kalk- oder Dolomitgehalt. Führung grüner Lettenfetzen ist typisch. Vielfach findet Braunfärbung durch fein verteilten Brauneisenmulm statt, der in Form richtiger Gerölle bis zu feinstem Zerreibsel auftritt. Nachträglich haben Verkieselungen stattgefunden. Die zwischengelagerten Letten sind von grüner Farbe, der sich besonders im liegenden Teil rote und violette Farbtöne gesellen und zwar in wesentlich stärkerem Maße, als das LANG annimmt. Vereinzelt treten auch schon an der Basis schwärzlichgrüne Schieferletten auf. In fast allen lettigen Gesteinen ist Kalkgehalt nachgewiesen. Letten und Sandsteine ändern schnell ihre Mächtigkeit, besonders neigen die Sandsteine zu teilweise raschem Auskeilen. Beachtlich ist ferner die geringe Mächtigkeit der Gesamt-Schichtenreihe südlich Angersbach.

Die Fauna ist besonders auf die im Profil Zweibrücken auftretenden 8, am Friedhof 7, am Güterbahnhof 12, am Südwestausgang von Angersbach in der Dreizahl vorkommenden Bonebeds konzentriert. Diese Bonebeds sind meist in Verbindung mit Sandsteinlagen, zum Teil auch innerhalb der Letten zu beobachten. Sie führen neben zahlreichen Resten von *Hybodus*, *Acrodus*, *Saurichthys* und Ganoidenschuppen seltener Zähne von *Sargodon*, *Termatosaurus* und *Nothosaurus*, nur ganz vereinzelt *Ceratodus parvus*. Die Reste sind zum Teil ausgezeichnet erhalten, zum Teil  $\pm$  abgerollt. Die Mächtigkeit der einzelnen Bonebeds wechselt stark, sie keilen aus und setzen wieder ein. Dem organischen Material gesellen sich der erwähnte Brauneisenmulm und Brauneisengeröllchen, hell- und dunkelgrüne Lettenfetzen, gröbere Quarzkörner und  $\pm$  zahlreiche Quarzdihexaeder.

Außerhalb der Bonebeds läßt sich in den meisten Letten und Sandsteinen ab und zu ein Zahn beobachten, manchmal eine ?*Estheria*, die in Nestern auftreten kann. Erwähnenswert ist das Vorkommen größerer Wirbeltierreste, wahrscheinlich handelt es sich um Dinosaurier, in einer auch sonst fossilreichen Lettenlage am Güterbahnhof Angersbach. Besondere Umstände hinderten leider



ihre Gewinnung. Wahrscheinlich ist hier vor etwa 8 Jahren bei der Anlage des Angersbacher Güterbahnhofs eine reiche Wirbeltierfundschrift abgetragen und vernichtet worden.

Im Hangenden liegt ein etwa 2,5—3 m mächtiger, von Norden nach Süden etwas abnehmender Wechsel schwärzlichgrauer Schiefertone mit feinkörnigen Sandsteinbänken. Die Sandsteinbänke sind noch schwach grünlichgrau, enthalten neben grünen Lettenfetzen schwärzliche Tonfetzen. Die Schiefertone haben noch einen deutlichen grünen Farbstich und zeigen noch eine lettenartige Kurzbrüchigkeit, sowie einen geringen Kalkgehalt. Den Sandsteinen auf- oder eingelagert oder inmitten der dazwischen liegenden Tone finden sich in den drei in Betracht kommenden Aufschlüssen 4—6, bis zu 8 cm mächtige, oft auskeilende Bonebeds. Während die grünen Lettenfetzen an Zahl etwas zurücktreten, erfolgt eine starke Zunahme von grauen und schwärzlichen Tonfetzen, von Pflanzenhäcksel und besonders von Quarzdihexaedern. Die Brauneisengeröllchen kommen noch vor. Eine von den Bonebed-führenden Sandsteinbänken, die sich durch größere Mächtigkeit und starke Führung von bis zu 0,80 m langem Treibholz auszeichnet, ließ sich in allen Profilen wieder auffinden.

Über diesem geringmächtigen Schichtpaket wurde die Grenze Unter-rät\Mittelrät gezogen. Bis hierher herrschen noch die allmählich abklingenden Verhältnisse der unterrätischen Verwitterung und ihrer Sedimentation, die Grünfärbung der Letten und der Sandsteine. Aber ein langsamer Wandel macht sich bemerkbar. Die Letten nehmen immer mehr die Beschaffenheit von Schiefertönen an, dunkle Farbtöne überwiegen allmählich die grünen, der Kalkgehalt nimmt ab. Die vorher so häufigen, umgelagerten grünen Lettenfetzen sinken in ihrer Zahl immer mehr.

Mit dem nun beginnenden 13 m mächtigen Schichtenpaket, das bis zu seiner Obergrenze nur in einem Schurf erschlossen werden konnte, ist der Farbumschlag endgültig geworden. Die vorwiegend schiefrigen Tone sind hell- oder dunkelgrau bis tiefschwarz. Ihnen eingeschaltet sind insgesamt ca. 2,75 m  $\pm$  feinkörnige Sandsteine, die, unregelmäßig im Profil verteilt, meist dünnplattig und ausgesprochen unebenschichtig sind. In ihnen wie in den Tonen sind grüne Farbspuren fast restlos verschwunden, Kalk fehlt völlig. Die Schiefertone entbehren außer einigem Pflanzenhäcksel organischer Reste. In den Sandsteinen, besonders in der ersten in drei Profilen gleichmäßig festgestellten Bank liegt die typische *Anoplophora postera*, wie sie im Rät des Harzvorlandes, des Seeberges usw. vorkommt, in allen möglichen Erhaltungszuständen. Problematica und Pflanzenhäcksel bedecken die Schichtfläche. In höheren Teilen kommt in den Sandsteinen ganz vereinzelt cf. *Isocyprina ewaldi* vor. Nahe der Basis findet sich in einem Profil noch ein Bonebed.

Diese einförmige Schichtenreihe mit den Anzeichen humider Verwitterung und reichen Pflanzenlebens auf dem umgebenden Lande sei als Mittelrät zusammengefaßt. Zwar ist ihre Entstehung hier wohl  $\pm$  marin bis brackisch, aber das typische Element des Oberrät, die echte, rein marine Contorta-Fauna ist noch nicht aufgetaucht.

Mit einem unvermittelt auftretenden, geringen Bonebed in einem sonst feinkörnigen Sandstein beginnt das Oberrät. In diesem Bonebed erscheint plötzlich *Avicula contorta*. In den hangenden 16,40 m (einschließlich 0,95 m



Sandstein in ca. 12 Bänkchen) dunkelgrauen bis tiefschwarzen, feinsandigen Schiefertonen ließen sich nur in den Sandsteinbänken weitere marine Lamellibranchiaten beobachten, da die Tone in dem etwa 1 m tiefen Schurfgraben immer noch stark zerstört waren. Etwas besser lag es in zwei anderen Profilen. Hangend folgt in drei Profilen ein ca. 0,80 m starker feinkörniger und dünnschichtiger Sandsteinhorizont, der aus den typischen Taeniodon-Platten, wie man sie auch sonst im nördlich anschließenden Rät findet, mit teilweise reicher Führung von *Avicula contorta* und anderen Lamellibranchiaten besteht

Diese reiche, marine Fauna konnte in dem bis zu 2 m tief aufgeschlossenen Profil Buchwaldswiese noch in den anschließenden 3,30 m hell-dunkelgrauer und tiefschwarzer Schiefertone mit einzelnen Sandsteinbänkchen bei größerem Artenreichtum festgestellt werden.

Den Abschluß des Rät bilden bis zur Grenze gegen den Lias 14,5 m hellgrauer, schwach geschieferter Tone. Sie enthalten ca. 20 Lagen der schon seinerzeit von TASCHÉ erwähnten Toneisensteingeoden und einige Toneisensteinbänkchen. Weder in den Tonen noch in den Geoden konnten bisher makroskopische Fossilien nachgewiesen werden. Von Wichtigkeit ist, daß sich in zwei Profilen nahe der Basis des Geoden-führenden Horizonts geringmächtige bräunlichrote Tone fanden.

Die Schichtenfolge wird an der Grenze gegen den Lias abgeschlossen durch die im Kontakt erschlossene Planorbisbank.

Die Gesamtmächtigkeit des Angersbacher Rät umfaßt etwa 50 bis 60 m, von denen 7—14 auf das Unterrät, 13 auf das Mittelrät, der Rest auf das Oberrät entfallen. Die Mächtigkeit nähert sich also beträchtlich norddeutschen Verhältnissen.

Das Unterrät mit seinen zahlreichen Bonebeds und den darin enthaltenen Umlagerungsprodukten, dem dauernden Wechsel der Korngröße, dem schnellen Wechsel der Mächtigkeit und Auskeilen einzelner Bänke, macht den deutlichen Eindruck stark bewegten Wassers. Aber gegenüber anderem Unterrät treten vor allem gröbere Sande zurück, man vergleiche etwa Gotha oder das Harzvorland. Will man nicht relativ größere Küstenferne annehmen, so bleibt wahrscheinlich stärkeres Zurücktreten sandliefernden Hinterlandes von einer nicht allzu fernen flachen Küste, deren hauptsächlichste Gesteine solche des tieferen Keupers waren. Für die Herkunft der allseitig ausgebildeten Quarzdihexaeder ist wohl der Gipskeuper verantwortlich zu machen. Das Auftreten solcher schwebend ausgebildeten Quarze in gipsführenden Gesteinen wie denen des Röth, des Mittleren Muschelkalks, des Mittleren Keupers (in der Umgebung von Angersbach nachweisbar!) ist etwas durchaus Typisches. BEETZ hat den Calciumsulfatgehalt des Muttergesteins der Quarzdihexaeder nachgewiesen. Aber er nimmt dabei ursprünglichen Anhydritgehalt der Bonebeds an. Dem kann nicht beigezweifelt werden. Die Quarzdihexaeder sind zum Teil merklich abgerollt, die Kanten gestumpft. Dann sind sie in einigen Bonebeds mit der Fossilführung zusammen ganz deutlich nach der Längsachse ausgerichtet. Diese Richtungsregelung ist bei der Übereinstimmung mit der Fossilregelung nur auf eine gemeinsam richtende Kraft, eben die des bewegenden Agens, zurückzuführen. Die Quarzdihexaeder befinden sich in den Bonebeds also nicht in ihrer Bildungsstelle, sondern auf einer sekundären Lagerstätte.



Die Fauna der Bonebeds mit dem gegenüber württembergischen und anderen Vorkommen ganz außerordentlich starken Zurücktreten von Ceratodiden, die in größten Materialmengen kaum beobachtet wurden, macht nach dem eingangs Gesagten einen etwas landferneren Eindruck als südlichere Bonebeds, was mit dem Habitus des Gesteins übereinstimmt. Auch das Treibholz in seiner Häufung im hangenden Teil muß nicht gleich auf größte Landnähe bezogen werden.

Dinge, die hier, in einem einzigen Profil aufgeschlossen, leicht zur Annahme eines zwar flachen, aber doch ganz nahen Strandes führen würden, gewinnen ein anderes Gesicht, sowie eine Reihe guter Aufschlüsse und die Möglichkeit weitgehender Lesesteinbeobachtung vorliegt. Dann erkennt man, daß eine Fazies scheinbar größter Strandnähe sich in zwei aufeinander senkrechten Richtungen zwei bzw. fünf Kilometer weit erstreckt, daß sogar eine besonders typische Bank sehr lange aushält. Und auch bei Großenluder, 10 km vom westlichsten Fundpunkt entfernt, ist die Ausbildung noch, soviel die Lesesteine erkennen lassen, gleich. Damit ist die Ablagerung keinesfalls Strand, sondern eben nur stark bewegte,  $\pm$  küstennahe Flachsee.

Das Auftreten eines helleren, kalkreicheren, grünlichen Horizontes mehr lettenähnlicher Gesteine mit Sandeinschaltungen und darüber folgender, dunklerer, schieferonartiger Materialien mit geringerem Kalkgehalt entspricht dem Profil im Mittellandkanal nördlich Hildesheim. Durch die stärkere Sandsteinführung ist auch Ähnlichkeit mit Salzgitter gegeben. Sonst ist die Gleichartigkeit mit der Ausbildung der nächsten Göttinger Umgebung oft frappant.

Zur Umgrenzung des Mittelrät ist schon gesagt, daß das völlige Ausbleiben der früheren grünen Farben im Liegenden, das plötzliche Auftreten der typisch marinen Fauna im Hangenden, sie berechtigt erscheinen lassen. Aber im Vergleich mit anderen Gebieten muß doch betont werden, daß es eine ausgesprochen abweichende Fazies zeigt. Im Harzvorland, in Thüringen, im Kraichgau findet hier eine starke Sandsteinanhäufung statt. Diese tritt bei Angersbach zurück. Mit der Sandsteinanhäufung geht im Harzvorland ein Landwerden weiter Gebiete Hand in Hand. Angersbach aber bleibt vom Wasser des Meeres bedeckt. Auch im Mittellandkanal wurde für die Mittelrätgesteine die Möglichkeit mariner Sedimentation angenommen, aber bei Angersbach tritt das neue, beweisende Element der Faunenführung hinzu. Die sonst im Unterrät geradezu typische, bei Angersbach aber nicht oder doch nicht sicher gefundene *Anoplophora postera*, tritt hier oberhalb der Unter\Mittelrät-Grenze auf. Sie zeigt das Vorhandensein eines marinen Sedimentationsraumes an, der  $\pm$  brackisch geworden sein kann. Die „Protocardien“ weisen ebenfalls darauf hin. Und auch im Mittelrät dürfte die Landnähe nicht allzu groß gewesen sein, die Feinkörnigkeit der Sandsteine, das absolute Vorwiegen der Tone zeigen es.

Wie bei Sehnde, Hildesheim, Salzgitter, Deitersen, Göttingen ist auch bei Angersbach der Beginn des Oberrät mit plötzlich auftretenden Bonebeds verknüpft. Wie überall setzt die marine Fauna noch nicht gleich mit allen Vertretern ein. Sie zeigt sich aber schon im basalen Bonebed durch *Avicula contorta*. Die Sedimentation der höheren Schichten erfolgt im allgemeinen ruhig, ganz abweichend von derjenigen etwa im östlichen Teil des Harzvorlandes und deutet immer wieder auf Küstenferne. Die deutliche Zerteilung des Oberrät in liegende dunkle bis schwarze, schiefriige Gesteine und



hangende hellgraue gleicht vollkommen dem Mittellandkanal. Denn die dort an der Basis auftretenden rötlichen Tone sind auch bei Angersbach vertreten, die gleichen Toneisengeodenlagen finden sich hier wie dort in großer Zahl. Und weiter fällt die Ähnlichkeit auf, unten schwarze Tone mit ausgesprochen mariner Rätfauna, oben hellgraue und rötliche, mit dem Kraichgau, dem Elsaß und Lothringen.

### Kraichgau.

Die erste und allgemein bekannt gewordene Darstellung des Rät bei Langenbrücken erfolgte 1859 durch DEFFNER und FRAAS in der „Jura-Ver-senkung von Langenbrücken“. In der von ihnen Bonebed-Gruppe benannten Stufe gelangten sie zu einer vorwiegend petrographischen Zweiteilung.

Liegende Abteilung ist der Bonebed-Sandstein. Es ist ein weißes, feinkörniges, meist quarzitisches Gestein, nur im hangenden Teil kommen kalkgebundene Sphaeroide vor. Die Flora beschränkt sich auf einen *Calamites*, aus der Fauna ist nur *Anodonta postera* nennenswert.

Als hangende Abteilung folgen die Bonebed-Tone, schwarzgefärbte, magere Schiefertone, denen sich Sandsteinplättchen und sandige Mergel einschalten. Das Bonebed selbst, rotbraune Sandsteinplättchen, enthält neben ? *Anoplophora postera*, *Hybodus cloacinus*, *sublaevis*, *cuspidatus* und *minor*, *Acrodus minimus*, *Saurichthys acuminatus*, *Sargodon tomicus*, *Gyrolepis albertii*, *Ceratodus latissimus*, *Termtosaurus albertii*. In den Tonen werden erwähnt *Anoplophora postera*, *Avicula contorta*, *Pecten acuteauritus*, „*Cyclas postera*“, *Lingula deitersensis*, *Pterodactylus primus*.

BENECKE und COHEN ergänzten 1881 die DEFFNER-FRAAS'sche Beschreibung durch einige neue Profile und genauere Angaben über die Verbreitung des Rät.

1893 wurde durch ANDRAE das Auftreten von *Lingula suessi*, *Discina raetica* und Ophiuren beschrieben.

Die wichtigste, eingehendste Beschreibung des Kraichgau-Rät erfolgte 1922 durch RÜGER. 1924 schloß sich eine weiterreichende Studie über südwest-deutsches Rät an. RÜGERS Betrachtungen enthalten eine Fülle genau festgelegter Tatsachen, die um so wichtiger sind, als die Zahl der noch vorhandenen Rät-Aufschlüsse sich inzwischen schon wieder verringert hat oder andere beinahe verfallen sind.

RÜGER gliedert das Kraichgauer-Rät in drei Stufen; ein vorwiegend terrestres „unteres“ Rät, darüber transgredierende Gesteine eines marinen „mittleren“ Rät und „oberes“, wiederum terrestres Rät.

Das „untere“ Rät RÜGERS umfaßt eine Gruppe von basal  $\pm$  dünnplattigen, hangend dickbankigen, zuletzt wieder dünnschichtiger werdenden Sandsteinen. Der liegende, dünnplattige Teil enthält unten Bonebeds und blaugrüne Tonzwischenlagen. Nach oben hin wird er abgeschlossen durch eine Sandsteingerölle und Letten- wie Mergelbrocken aus den liegenden Schichten enthaltende Pflanzenhäckselschicht. Über diesem als durchgehend angesprochenen Horizont liegen in dem Gebiet zwischen Mühlhausen, Malsch und Rothenberg noch ca. 3 m mächtige Sandsteine mit Kalksandlinsen. Sie, die Pflanzenhäckselschicht und die nahe unter dieser liegenden Sandsteine führen sicher rätische Pflanzenreste. Bei Östringen fehlen die hangenden Lagen über der Pflanzenhäckselschicht, die hier den Abschluß des „unteren“ Rät RÜGERS bildet. Lamelli-branchiaten, und zwar *Anoplophora postera*, finden sich in den hangenden Sandsteinen von Mühlhausen, fragliche Gervilleien und Modiolen in den unteren von Östringen. Die Oberkante der Sandsteine zeigt besonders bei Mühlhausen deutliche Zeichen der Beanspruchung durch erosiv wirkende Kräfte.



RÜGERS „mittleres“ Rät wird in tiefdunklen Schiefer-tonen gesehen, die bei Mühlhausen ca. 3,60 m, bei Malch nicht mehr als 5 m, am Letzenberg nur noch 1 m, ebenso bei Östringen gleich wenig (1924, aber 1922 noch 4,70 m nach BENECKS und COHEN, bei RÜGER durch Druckfehler 3,70 m), bei Stettfeld auf Grund der älteren Literatur 2,25 m umfassen sollen. Den Schiefer-tonen sind  $\pm$  wulstige und knollige, feinkörnige Sandsteine eingelagert, deren unterste bis zu 40 m mächtig werden und an der Unterseite vielfach in Rinnen und Kolke in den liegenden Tonen hineingreifen. Besonders in höheren Lagen können die Sandsteine Bonebeds führen. Einzelne dünne Sandstein-bänkchen sind  $\pm$  verkiest. Sie und die Schiefertone führen eine reiche marine Fauna: *Avicula contorta*, *Pecten acuteauritus*, *Cardium cloacinum*, *Anomia* sp., *Anoplophora postera*, *Protocardia* sp., *Nucula* sp., *Leda* sp., *Lingula deitersensis*, *Lingula suessi*, *Discina raetica*, *Ophiuren*. Dazu tritt aus den Bonebeds: *Pterodactylus primus*, *Saurichthys*, *Gyrolepis*, *Acrodus*, *Hybodus*.

Darüber folgt RÜGERS „oberes“ Rät, die Abteilung der graubraunen Schiefertone, die bei Mühlhausen 5,50 m Mächtigkeit besitzt. An den Rändern der Langenbrückener Senke, im Norden und Süden, schon bei Malsch und Östringen, je etwa 3 km entfernt, sollen sie gänzlich fehlen. Diese Schichten sind durch absolute Fossilfreiheit ausgezeichnet.

Im Hangenden folgt nach RÜGER die zweispaltige Pylonotenbank, die in ihrem liegenden,  $\pm$  schiefrigen Teil *Psiloceras johnstoni* führen soll.

Der Deutung RÜGERS nach ist das „untere“ Rät eine allmählich immer mehr brackische bis lakustre Bildung mit anfänglichen marinen Einstößen. Auf die große Nähe des Landes weisen die Pflanzen und die Gerölle, auf seine Beschaffenheit die Art der grünen und roten Mergelgerölle hin. Die hangenden,  $\pm$  kompakten Sandsteine von Mühlhausen und Umgebung werden als Deltaprodukt, wohl vom Odenwald herkommend, aufgefaßt. Natürlich könnten die dauernd in Mächtigkeit und Korn wechselnden, oft auskeilenden Sandstein-bänkchen anderer Profile genau so typische Deltasedimente sein.

Großen Wert legt RÜGER den Erosionsfurchen auf den Rätssandsteinen von Mühlhausen und den Aufarbeitungserscheinungen über der bereits quarz-tisch gebundenen Pflanzenhäckselschicht von Östringen bei. Er sieht in diesen Erscheinungen, dem Auflagern des „mittleren“ Rät auf diesen verschiedenen Horizonten und einer anscheinend vorhandenen kleinen Winkeldiskordanz im Streichen und Fallen die typischen Anzeichen einer beginnenden Abtragung und erneuter mariner Überflutung. Diese marine Überflutung soll sogar sehr flach gewesen sein, da „die ganze Art des Sandsteinauftretens“, „wo flache Dellen im Untergrund durch Sandstein ausgefüllt sind“, darauf hindeutet, „daß zeitweilig der ehemalige Schlickboden nur unter sehr flacher Wasserbedeckung, vielleicht sogar frei lag und durch Springfluten oder Gezeitenwellen stellenweise mit Sand überschüttet wurde“. Das geht entschieden viel zu weit, diese Erscheinungen sind ganz allgemein in bewegtem Wasser und lassen sich in jedem unteren Oberrät bei relativer Küstennähe beobachten. Verhältnisse, die man im flachsten Wasser beobachten kann, die aber lediglich Folge starker Wasserbewegung sind, dürfen nicht gleich wegen des rezenten Beobachtungsortes auf Flachwasser gedeutet werden.

RÜGER betont in seiner zweiten Arbeit die wichtige Wende zu vorherrschender mariner Sedimentation, die er in der Grenze zu seinem „mittleren“ Rät sieht und zeigt auf ihre, weite Gebiete umfassende,



Bedeutung hin. Er verweist sodann mit Recht auf das augenscheinlich besonders starke Auftreten von Brachiopoden.

Das „obere“ Rät soll eine mit allmählicher Aussüßung verbundene Bildung in einem  $\pm$  geschlossenen Becken sein, die ihr Material aus Elsaß und Lothringen, wo auf dem Festland rote Tone gebildet werden, bezieht. Die marine Fauna wurde durch den Zufluß pelitischen Materials zu raschem Hinsterben gebracht. Das Fehlen graubrauner Tone nördlich und südlich Mühlhausen soll ursprünglich sein, mit den Beckenrändern in Zusammenhang stehen.

Alles in allem gibt RÜGER neben einer sorgfältigen Fundbeschreibung eine genetische Gliederung von, für sein „mittleres“ Rät auch weiterreichender, Bedeutung. Dem Kraichgau erkennt er ein sehr starkes Eigenleben und sehr frühzeitige Anlage zu, so sollen z. B. auch die Bonebeds vorwiegend in seiner Umrandung auftreten. Wenn die Gliederung nicht übernommen wurde, waren neue Aufschlüsse und Beobachtungen an RÜGERS Profilen, die weitgehende Übereinstimmung mit Nord- und Mitteldeutschland zeigten, die wesentlichsten Ursachen. Darüber weiter unten.

VOLLRATH (1928) übernimmt im wesentlichen RÜGERS Daten, ohne seiner Gliederung weitere Bedeutung beizumessen. Vielmehr „müssen“ die schwarzgrauen Schiefertone, „obwohl sie im Kraichgau den Sandstein überlagern“, in Anlehnung an die Verhältnisse in Elsaß-Lothringen als „gleichzeitig mit dem Sandstein entstandene Tonfazies betrachtet werden“. Beide gehören in VOLLRATHS Stufe des „rheinischen Rät“, sind zeitlich viel älter als das schwäbische oder gar das schweizerische Rät. In den graubraunen Schiefertönen sieht VOLLRATH ein Äquivalent des „oberen Knollenmergels“ (vergl. Abschnitt über die Knollenmergel).

Auf gemeinsamen Begehungen mit RÜGER, sowie HOFFMANN und KREIDLER lernte Verfasser das Kraichgau kennen, konnte die Beobachtungen letzterer beiden verfolgen und das Material von allen benutzen. Dabei ergab sich doch so viel, daß eine erneute Darstellung zweckmäßig erscheint.

Das Unterrät (Koa JÜNGST): In den unteren Schichten des RÜGER'schen Profils von Mühlhausen finden sich Erscheinungen, die auf Unterrätalter in eingangs definiertem Sinne hinweisen. Die Sandsteine zeigen eine deutlich grüne Färbung, Spuren von Karbonaten sind in ihnen vorhanden. Die Grünfärbung ist wie bei Angersbach auf aufgenommenes Lettenmaterial zurückzuführen, das das Liegende und die zwischenlagernden tonigen Schichten bildet. Die Ähnlichkeit dieser Schichten, Sande und Letten, in Farbe, Bonebedführung, Geröllführung mit dem Unterrät von Angersbach ist groß. In genau gleicher Weise, bloß nicht so häufig, treten auch die von Göttingen und Angersbach angeführten Brauneisenmulmgerölle und fein verteilter Mulm auf. Im Rothenberg-Profil folgen dann noch weitere dünnplattige Sandsteine, zwischen denen schiefertönige Bestege liegen, die nach kurzer Zeit schon keinen grünen Farbton mehr zeigen. Die genaue Farbumschlaglage kann infolge Verwachsung nicht festgelegt werden. Die Mächtigkeit beträgt hier ca. 1,50 m.

Ein neuer, zu RÜGER's Zeit noch nicht aufgeschlossener Bruch bei Mühlhausen zeigt die untersten Schichten des Rät noch einmal als grünlichgraue, Bonebed-enhaltende,  $\pm$  dünnbankige Sandsteine mit zwischengelagerten grünen Letten. Der Aufschluß, inzwischen wieder verfallen, entblößt ca. 2 m.

Die Mächtigkeit des gesamten Unterrät ist also auf etwa 2 m anzunehmen.

Im Östringer Bruch zeigt der unterste Teil der aufgeschlossenen Schichten noch Spuren von Grünfärbung der Sandsteine. Etwas höher finden sich Bonebeds mit Knochenresten, graugrünen vorwiegend aber grauen Tonfetzen,



sowie Lamellibranchiaten-führende Lagen. Die Unter\Mittelrätgrenze scheint hier ganz nahe der Basis des Bruches zu liegen, da die Bonebeds schon zu deutlich den Einfluß humiden Klimas zeigen. Die liegendsten, dafür in Betracht kommen 1—2 m, werden aber durch den Abbau nicht erschlossen.

Als Mittelrät (Koß) sind die grauweißen, vielfach Kaolin enthaltenden, verbleibenden Sandsteine bis zu der RÜGER'schen Erosionsfläche zu bezeichnen. Auffallend ist der gegen vorher stark zunehmende Pflanzenwuchs. Die auftretenden Tonbestege sind grau. Auf einem vorwiegend feinkörnigen und dünnplattigen Sandsteinpaket von rund 6 m liegt eine grobkörnige Schicht, die Pflanzenhäckselschicht. Sie führt Kieselschiefer-, Quarz- und Quarzitgerölle, Mergelbrocken und reichlich kohliges Material. Ob es tatsächlich eine ganz durch den Kraichgau hin verbreitete Schicht ist, läßt sich natürlich nicht nachweisen, auf jeden Fall müssen aber die Bildungsbedingungen bei Malsch, Mühlhausen und Östringen ziemlich die gleichen gewesen sein und relativ gleichzeitig geherrscht haben. Über der Pflanzenhäckselschicht folgen örtlich noch 3 m  $\pm$  klotzige Sandsteine mit Kalksandlinsen.

Es muß schon hier darauf hingewiesen werden, daß sich im unteren Mittelrät Bonebeds und unbestimmbare Lamellibranchier, im oberen *Anoplophora postera* finden.

Mit deutlicher Diskordanz folgen bei Mühlhausen, mit Aufarbeitungserscheinungen an den anderen Stellen die dunklen Schiefertone des Oberrät (Koy). Basal finden sich noch einmal Einschübe von Sand, die unregelmäßige, einer  $\pm$  durch Strömungen zerlegten Basis entsprechende, Unterfläche zeigen. Schon hier, besonders weiter oben finden sich in dünnen Sandsteinlagen mit reicher Schwefelkiesführung und in den Schiefertönen selbst zahllose eumarine Lamellibranchiaten. Gleichfalls schon in den ersten 70 cm, aber dort noch sehr vereinzelt, reichlicher etwa 1,50 m über der Basis, zeigen sich Bonebeds. Sie sind von Malsch, vom Galgenberg, von Mühlheim und Östringen bekannt. Dem gesellt sich als neuer Fundpunkt die Ziegelei Malsch etwa 2 km nordwestlich des Ortes. Hier sind die Bonebeds sehr schön ausgebildet, Hybodiden, Acrodiden, Saurichthys und Koprolithen treten auf. Das Bindemittel ist Schwefelkies wie in zahllosen anderen Oberrätbonebeds. Dabei ist von Interesse, daß sich in RÜGER's Schwefelkiesbank Schicht 9 des Profils Mühlhausen, die zahlreiche Muscheln (*Avicula*, *Protocardia*, *Leda*, *Nucula*) enthält, Spuren gleicher Bonebeds finden und in den Bonebeds der Ziegelei *Avicula contorta*, *Protocardia* sp. und Schnecken auftreten. Der Ansicht, daß sich Rätbonebeds nur an den Ost- und Nordrändern des Kraichgau finden sollen, kann nicht gefolgt werden. Die Ziegelei Malsch liegt ganz am Westrand (also in mittleren Teilen des tektonisch zerissenen Gebietes), die Bonebed in Andeutungen zeigenden Aufschlüsse im Dorfe Malsch ca. 2 km südlich des Nordrandes, und im übrigen Gebiet sind lediglich keine Anschnitte der Schichten vorhanden. Denn auf der ganzen Erstreckung von Malsch bis Östringen liegt keine Oberrätgrube.

Diese unteren, schwarzgrauen Schiefertone des Oberrät besitzen bei Mühlhausen ca. 3,70 m, bei Östringen ca. 5 m Mächtigkeit. Bei Malsch sind es nach RÜGER ungefähr 5 m, am Galgenberg mindestens 3,80 m. Von einer Abnahme der Mächtigkeit gerade dieser Abteilung nach den Rändern ist nichts zu sehen, da am Letzenberg im Norden und bei Stettfeld ganz im Süden das Hangende fehlt.



Über diesen Schichten folgen RÜGER's hangende, braungraue Tone, sein „oberes“ Rät. Sie entsprechen in ihrer Fossilarmut und ihrem Gestein völlig der hangenden hellgrauen Abteilung des Oberrät vom Harzvorland bis Angersbach. Dazu tritt das durch einen neuen Schurf festgestellte Auftreten von dünnen Lagen rotbrauner Tone, die in ihrer Beschaffenheit völlig denen aus dem Norden und aus Lothringen gleichen. Diese Schichten sind also typisches Oberrät hangender Stufe. Nach RÜGER sollen sie lediglich bei Mühlhausen vorkommen, in den nördlichen und südlichen Gebieten ausgekelt sein. Er führt das auf Ablagerung in einem primären Becken zurück. Dem widerspricht die nunmehr festgestellte Zugehörigkeit zu dem weithin, oft in großem flächenhaften Zusammenhang nachgewiesenen, hangenden Oberrät. Des weiteren zweifeln HOFFMANN und KREIDLER wie Verf. RÜGER's Unterlagen an. Aus einem Brunnen am Friedhof Malsch liegen ihnen als die hellgrauen erachtete Tone in größerer Mächtigkeit vor (ca. 2 m). Bei Östringen sind derartig viele Verwerfungen geringer Sprundhöhe, daß ein Nachweis des Fehlens unmöglich sein dürfte lediglich an Hand von Einfallsberechnungen usw., ohne Schurf.

Da ferner, soweit bis jetzt nachweisbar, überall erst Proarrietenschichten des Liasa, vielleicht örtlich noch einmal eine ältere Zone auf dem Oberrät liegen, können Mächtigkeitsdifferenzen der Rät-schiefertone zwanglos als Folge der Sedimentationsunterbrechung an der Rät-Lias-Grenze angesehen, werden, zumal die höchsten Schichten des normalen Oberrät, die Zwischenschichten, auch im vollständigsten Profil fehlen.

Das Kraichgauer Rät stellt also ein dem normalen stratigraphischen Verlauf der Rät-sedimentation sich zwanglos einfügendes Glied mit deutlicher Entwicklung aller Teile dar. Dabei ist die Gesamtmächtigkeit ziemlich gering, nur etwa 21 m.

Besonders das Unterrät fällt durch seine geringe Mächtigkeit auf. Verf. sieht darin und in dem gleichzeitigen Vorhandensein mächtiger Knollenmergel ein Anzeichen relativ späten Eindringens des unterrätischen Meeres in dieses Gebiet. Die Ausbildung zeigt dementsprechend auch nur geringes Auftreten grüner Farben entsprechend den höheren Unterrätsschichten von Angersbach. Zu diesem Vorkommen bestehen auch sonst, in dem Verhältnis der Sande zu den tonigen Gesteinen, in der Eisenmulmführung, starke Parallelen.

Das Mittelrät zeigt neben der normalen Klimawende starke Bewegungen des Hinterlandes an durch deutlich verminderten Zutransport klastischen Materials in ein  $\pm$  marin bleibendes Becken. Bonebedbildung, Lamellibranchiatenführung zeigen die bleibende Wasserbedeckung. Aber die Lamellibranchier sind lediglich sehr anpassungsfähige Formen, *Anoplophora*, *Gervilleia*, *Modiola*. Eine kurze Periode verstärkter Aufarbeitung, die in die Gesteine des Keupers hineingreift und unverwittertes Material aus diesem weithin verschleppt, Lesecken gröbsten Materials flächenhaft ausbreitet, wird durch die Pflanzenhäckselschicht bezeichnet. Dabei fällt auf das im mitteldeutschen Rät sonst kaum bekannte Auftreten von groben Komponenten wie Kieselschiefergeröllen. Vergleichbares Mittelrät ist vielleicht am ehesten im Mittellandkanal zu suchen, wo auch die Sandschüttung submarin zum Absatz gelangt, aber bei größerer Landferne, da mit feinerem Korn und geringerer Mächtigkeit. Nur vorübergehend kann es wirklich zum Landwerden gekommen sein. Es ist eine deutlich eigene Note in diesem Kraichgauer Mittelrät zu spüren.



Das Oberrät besitzt die normale Zweigliederung in dunkle und helle Hälfte. Die Transgressionswirkung des ersten Einstoßes ist ganz besonders deutlich und ausgesprochen. RÜGER erkannte hierin das weithin gleichbleibende Moment seiner „mittleren“ Rät-Überflutung. Die Sediment-Entwicklung ist ziemlich feinkörnig, erinnert stark an die von Angersbach, die Fauna zeigt ein deutliches Lokalgepräge. Die Mächtigkeit ist gering. Für die liegende Abteilerung läßt sich Umlagerung an der Grenze gegen die hangende (durch RÜGER nachgewiesen!), für die obere die Sedimentationsunterbrechung an der Liasgrenze zur Erklärung heranziehen. Die geöffnete alsatische Straße (vergl. palaeogeographischer Teil) kann durch Strömungen und damit Sedimentationsverhinderung eine Rolle gespielt haben.

Die petrographische Beschaffenheit der hangenden hellen Hälfte ist sehr feinkörnig, dürfte einer Verminderung der Detrituszufuhr entsprechen.

### Südpfalz.

RENZ beschreibt 1905 das schon länger bekannte, durch GÜMBEL entdeckte Vorkommen der Grenzschichten Rät \ Lias zwischen Birkweiler und Albersweiler. Unter einer etwa 30 m mächtigen Folge blauschwarzer-grauer Kalke und Mergel lagen schwarze, blättrige Tonschiefer und eine Lage schwefelkiesreichen, graugrünen Sandsteins. Aus den Kalken erwähnt RENZ *Psiloceras johnstoni*, *Ps. plicatulum*, *Ps. subangulare*, ferner einige Schlothemien. Wie weit diese Bestimmungen (1905) modernen Ansprüchen genügen, wie weit schichtgemäß gesammelt wurde, ist nicht bekannt. Da das Material nicht erreichbar ist, muß eine Nachprüfung neuer Aufsammlungen vorbehalten bleiben; es bleibt ungewiß, welche Psiloceratenzone die als liegendste auftretende ist. Doch fehlt nach dieser Literaturangabe wohl die Planorbiszone, wie das für Kraichgau und Unterelsaß bewiesen ist. In den liegenden 1,5 m schwarzen Tonschiefern enthält der graugrüne Sandstein an schwefelkiesärmeren Stellen massenhaft kleine Lamellibranchiaten, die nicht bestimmt sind, die Oberfläche soll Cardinien führen, die an *Cardinia depressa* erinnern. Damit ist über die Alterszugehörigkeit nichts Exaktes gesagt. RÜGER vermutet, daß es sich um der EHRAT'schen *Cardinia raetica*-ähnliche Formen handeln könne. Zuletzt wird eine den norddeutschen Taenioidonlagen ähnliche Sandsteinplatte aufgeführt. Bei diesem völligen Mangel an exakt bestimmten Fossilien ist das Rätalter noch ungewiß. Die Ähnlichkeit der Ausbildung als tiefschwarze Schiefertone und ausgesprochen schwefelkiesreiche Sandsteinbänkchen mit dem unteren Oberrät von Langenbrücken macht es aber wahrscheinlich.

Bei diesem mangelhaften Profil kann man nicht ohne weiteres annehmen, wie das VOLLRATH tut, daß der Horizont der Roten Tone hier ausgekeilt ist. Der Horizont der Roten Tone zeichnet sich ja dadurch aus, daß er in zahlreichen Profilen gar nicht rot ist, sondern grau. Graue Tone können aber sehr gut noch in RENZ' Folge grauer toniger Mergel und Kalke enthalten sein, da nirgendswo etwas davon gesagt ist, daß die unterste, Ammoniten-führende Kalkbank direkt über den schwarzen Schiefertönen liegt.

Wir wissen bis dato so gut wie nichts von Albersweiler, nur daß wahrscheinlich der untere Teil des Oberrät 1905 abgeschnitten war.

### Unter-Elsaß.

Nach älteren, hier nicht interessierenden Arbeiten verschiedener Autoren gaß 1886 HAUG einen Überblick über das Rät im nördlichen Unter-Elsaß. In einem, gemeinsam mit STEINMANN, v. WERVEKE und DEEKE aufgenommenen Profil bei Oberbronn fand er folgende Schichtenreihe:

5,00 m	Roter Ton.
0,25 m	Ton, fett, blau.
2,10 m	Ton, schwarz, schiefrig.
0,15 m	Sandstein, plattig.
1,40 m	Ton, schwarz, schiefrig.
0,55 m	Sandstein, plattig.
0,30 m	Mergel, violett.
2,00 m	Mergel, bunt, nach unten vorzugsweise grün, mit Steinmergelknollen.
0,40 m	Sandsteinbank.



0,60 m	Mergel, gelb und violett, sandig.
0,45 m	Sandstein.
1,40 m	Mergel, bunt, oben mit Steinmergelknollen.
0,03 m	Sandstein, mergelig.
0,40 m	Mergel, blau, sandig.
0,03—0,04 m	Bonebed.
0,32 m	Steinmergel.
0,90 m	Mergel, bunt.
0,20 m	Mergel, sandig mit Bonebedzwischenlagen.
0,06 m	Bonebed, auskeilend.
0,05 m	Sandstein, kalkig.
0,35 m	Steinmergel mit Bonebedfetzen.
0,50 m	Mergel, graublau.
0,12 m	Sandstein, kalkig.

Damit zieht HAUG eine liegende, etwa 7 m mächtige, buntfarbige Partie mit Mergeln, Steinmergeln, Letten und Sandsteinen zum Rät. Er tut es vorwiegend aus palaeontologischen Gründen, da die Fauna (nach dem Verf. vorgelegenen Material *Acrodus minimus*, *Saurichthys acuminatus*, *Hybodus sublaevis*, *minor*, *cloacinus*, ferner *Termatosaurus* und *Ceratodus*) rätisch ist, auch wegen der Rätähnlichkeit der Sandsteine.

Gleiche Schichten erwähnt sodann v. WERVEKE in 6 m Mächtigkeit von Menchhofen und als mindestens 2 m bei Neuweiler. Da „violette Färbung der Schichten und das Auftreten von Steinmergeln in Bänken und Knollen aber im ganzen elsässischen und lothringischen Rät eine unbekannte Erscheinung“ sind, zieht v. WERVEKE diese bunten Gesteine zum Steinmergelkeuper.

An der Basis der dunklen Schichten weist er örtlich eine mächtigere Sandsteinbank nach, die bei Zinsweiler auf fast 15 m anschwellen kann. Öfters treten an der Grenze der Sandsteine gegen die Schiefertone kleine Konglomeratbänkchen mit Kieselschiefer- und Quarzgeröll auf.

VOLLRATH (1928) parallelisiert diese Schichten als Rätfazies in größerer Ferne vom Liefergebiet dem Oberen Stubensandstein und den unter den Knollenmergeln liegenden Sandsteinen der Stufe s 5 im Kraichgau.

Nach der Lage im Profil, beim Nachweis von Unterrät im Kraichgau (s. oben), der absoluten Gleichheit der Gesteine, die vorlagen, mit anderen Unterrätgesteinen und der Fossilführung schließt sich Verf. den Anschauungen HAUG's an und sieht in diesen Schichten Unterrät.

Mittelrät ist einwandfrei ohne Neuaufnahme der Profile nicht festzustellen. Es kann in einem untersten Teil der hangenden dunklen und grauen Schichten vorhanden sein, besonders in den örtlichen Sandsteinen. Ebenso kann man es in den 10 m mächtigen Sandsteinen, die durch VALENTIN aus dem Krontal bei Wasselnheim unter den Roten Tönen erwähnt werden, mit vermuten.

Sicheres Oberrät ist dafür mit deutlicher Zweigliederung erschlossen. Der liegende Teil umfaßt dunkle Schiefertone mit Sandsteinbänkchen von sehr geringer Dicke (0,5 cm) bei Niederbronn, Menchhofen usw. Wie weit noch Teile der Sandsteine von Zinsweiler hierhergehören, ist unsicher. Bei Wasselnheim läßt sich das Oberrätalter des hangenden Teils der Sandsteine erweisen.

Der hangende Lias wird nach dem bisherigen Wissen durch Gesteine der Proarieten-, vielleicht der Johnstonzone eröffnet.

Die Entwicklung des Unterrät ist gegenüber dem Kraichgau wieder etwas mächtiger, die bunten Farben und feinkörnige Gesteine treten deutlicher hervor.

Das örtliche Fehlen des Mittelrät mag sich vielleicht aus der Ferne sandliefernder Gebiete, vor allem aber aus den oberrätischen Verhältnissen ergeben.

Die Oberrät-Transgression macht sich sehr stark durch stellenweise deutliche Geröllführung und das Auftreten der reinen Contorta-Fauna bemerkbar. Die folgenden Gesteine machen, von wenigen Ausnahmen abgesehen, einen noch



feinkörnigeren Eindruck als Kraichgau und Angersbach. Die Mächtigkeit der liegenden dunklen Abteilung ist gering. Dieses und das vielfache Fehlen deutlichen Mittlräts wird verständlich bei Berücksichtigung der palaeographischen Tatsache, daß sich eine alsatische Straße geöffnet hatte, die wahrscheinlich zeitweise von Strömungen benutzt wurde. Damit war Wiederaufarbeitung schon sedimentierten Materials und Verhinderung weiterer Sedimentation gegeben.

Das hangende Oberrät weicht vom Kraichgau durch das Auftreten mächtiger roter Tone ab, die dort nur in dünnen Lagen vorkommen. Sie sind, wie das für sie typisch ist, mit hellgrauen Tonen vergesellschaftet, wechsellagern mit solchen und schwanken in ihrer eigenen Stärke im weiteren Gebiet von Niederbronn von  $\frac{1}{2}$  bis zu 7 m. STEUER erwähnt sie aus dem Balbronner Graben in 2 m Dicke.

#### IV. Stratigraphie und Sedimente des Rät zwischen Harz und Elsaß.

##### Unterrät Koa.

Der an Hand der Vorkommen gegebene Überblick ergibt, daß die im Harzvorland eingeführte Gliederung und die schon seinerzeit gemachten Ansätze, diese Gliederung weiter nach Süden vorzutragen, sich bewährten.

Das Unterrät, das vorher mit Sicherheit nur bis in den Mittellandkanal hinein und nach Göttingen zu erweisbar war, zeigte sich als eine vom Harz bis Lothringen durchgängig verfolgbare Stufe. Jene bunten Teile des Rät, die schon durch TORNUST und v. KOENEN bei Göttingen, durch MOESTA bei Netra und Eichenberg, von LANG bei Angersbach und in Lothringen erkannt waren, zeigten sich als eine marine, in ihrer verstärkten chemischen Sedimentation  $\pm$  klimatisch bedingte Einheit. Aber niemals wurden sie folgerichtig miteinander parallelisiert, da jeder der Autoren nur ganz lokale Ausschnitte kannte.

In Fortsetzung des Keuperklimas, aber doch schon mit ersten Anfängen der später zunehmenden Humidität, werden rote und grüne Letten und Mergel mit mehr oder weniger deutlichem Kalk- und Dolomitgehalt in Wechsellagerung mit kalkig-dolomitischen und quarzitischen Sandsteinen sedimentiert. Diese Ablagerung erfolgt innerhalb eines marinen Raumes, der in den meisten beobachteten Gebieten die Anzeichen relativer Küstennähe bzw. deutlicher Wasserbewegung an sich trägt. Geringe Zunahme der Humidität gegenüber dem Steinmergelkeuper ist erkennbar in den sehr vereinzelt eingeschalteten schwärzlicher, schieferonartiger, aber immer nur ganz geringmächtiger Tone, in der vermehrten Sandführung, die auf verstärkte Transportkräfte hinweist und der Zunahme des pflanzlichen Materials.

Das sedimentierte Material besteht in seinen klastischen Bestandteilen größtenteils aus vielleicht ursprünglich einer Rotverwitterung entwehten Staubpartikeln, sodann aus außerordentlich feinkörnigem Quarzsand. Auch dessen Eintransport ins Meer läßt sich zu einem Teil direkt durch Einwehung erklären, andernteils auf der aquatischen Umlagerung und Sortierung — bei der ersten allmählichen Transgression, durch länger andauernde Wasserbewegung, durch Stürme und in der Küstenzone — aufgearbeiteter älterer oder eben sedimentierter — Gesteine, die zum Teil wie die Knollenmergel aeolischer Entstehung



sein können. Auf Aufarbeitung und Umlagerung weist dann hin die reichliche Führung grünen Lettenmaterials in den Sandsteinen, besonders des Harzvorlandes und bei Göttingen, aber auch anderer Gebiete, und vor allem in den Bonebeds. Es handelt sich dabei sowohl um Letten des Gipskeupers wie auch um Wiederaufarbeitung von eben sedimentierten, unterrätischen Letten.

Die Bonebeds mit ihrer reichlichen Fauna werden gerne als Umlagerungsprodukte, als die infolge ihrer Widerstandsfähigkeit erhaltenen Reste schon abgelagerter Sedimente angesehen. In diesem Umfang kann dem nicht beigestimmt werden. Die ausgezeichnete Erhaltung zahlreicher, ja der Mehrzahl der Zähne, deutet darauf hin, daß dieses Material keine stärkeren mechanischen Beanspruchungen, wie sie mit einer Umlagerung zusammenfallen würden, durchgemacht hat. Ein anderer Bestandteil der Bonebeds, die oft geringere Menge beschädigter Zähne, die aufgenommenen grünen Lettenfetzen, die in einzelnen Fällen gehäuften Quarzdihexaëder können dagegen nur auf Aufarbeitung schon sedimentierten Materials, zum Teil aus tieferen Schichten oder, soweit es die Zähne anbetrifft, zum mindesten auf einen längeren Transportweg hindeuten. Quarzgerölle in der Mehrzahl der Bonebeds werden teilweise vielleicht als Magensteine gedeutet werden können, dann ist aber darauf hinzuweisen, daß vielfach sekundäre Verkieselungen, z. B. in den von BEETZ beschriebenen Bonebeds, beim Herauswittern den Eindruck von Geröllen machen, ohne solche zu sein. Hinzu tritt, daß die Fauna der Bonebeds deutlich verschiedene fazielle Einschläge zeigt, derart, daß örtlich die Reste ausgesprochener Landformen und Ceratodiden wesentlich häufiger sind als an anderen Stellen, sodaß faunistisch nicht immer die gleiche Strandnähe gegeben zu sein braucht. Dabei kann der lokale Einfluß in das Meer hineintragender, terrestrer Gewässer nicht immer ohne weiteres geklärt werden, der natürlich starke Variationen schafft. Alles in allem erscheinen die Bonebeds wohl als Sedimente bewegten Wassers und oft wohl relativer Küstennähe, aber nicht unbedingter Strandzone. Es sind mechanische Lesedecken, die ihr Entstehen im wesentlichen der Fortführung des feinkörnigeren Materials, dem Zurückbleiben des gröberen danken. Diese Lesedecken sind oft von großer flächenhafter Ausdehnung und zeigen in der Ablagerung deutliche Abhängigkeiten von der Oberflächenbeschaffenheit der jeweiligen Auflagerungsflächen, z. B. von Rippelmarken, Großwellenfurchen und dergleichen als natürlichen Fallen und Anhäufungspunkten.

In küstennäheren Gebieten tritt zu den bisher genannten Komponenten der Einstoß von Sanden hinzu, deren Herkunft fast ausnahmslos von den relativ naheliegenden Hochgebieten alter varistischer Gebirgsteile abzuleiten ist. Das Korn dieser Sande ist außerordentlich wechselnd, im allgemeinen fein, kann aber bei erhöhter Transportkraft der herbeiführenden, vorwiegend aquatischen Kräfte und mit Annäherung an das Herkunftsgebiet stark zunehmen. Pflanzenführung kann hier vermehrt auftreten.

Theoretisch ist sodann die Überlegung anzustellen, daß auch küstennah und bei der ersten Transgression Knollenmergel-ähnliche Gesteine wieder, innerhalb der rätischen Schichtenfolge, abgesetzt werden können, wo die Küste bzw. große Teile der vom Meer überrannten Fläche aus solchen bestehen und tiefere, an klastischen Komponenten reichere Gesteine nicht wesentlich angegriffen werden. Dann wird Neuabsatz solcher Materialien im Meere statthaben, in denen sich Lesedecken von Bonebed-artiger Beschaffenheit finden können. Die Reduktion der roten Eisenverbindungen der Knollenmergel



zu grünen braucht nicht weitgehend zu sein, da rezent bekannt ist, daß rote Eisenverbindungen im salzreichen Meereswasser nicht unbedingt reduziert werden. Die Erhaltung roter Farben ist deshalb am meisten in den Gebieten mit vorhergehender aeolischer Sedimentationsmöglichkeit, also  $\pm$  entfernt von den höher gelegenen Ausblasungsgebieten zu suchen.

Die marine Wirbeltierfauna dieser Stufe setzt sich ganz vorwiegend aus Bewohnern der Küstenzone zusammen, aber doch so, daß man einen schon mehrfach erwähnten faziellen Unterschied gegenüber küstennächsten Gebieten, die allerdings meist späterer Zeit angehören, beobachten kann. Die Lamellibranchiatenfauna ist meist sehr ärmlich, nur in etwas größerer Landferne treten „Protocardien“, in der Landnähe die für die Sande ganz typischen Anoplophoren auf. Es ist ferner schon mehrfach darauf hingewiesen, wie sich nördlich Salzgitter an der Obergrenze dieser Stufe *Avicula contorta* zeigt.

Mit dem höheren Unterrät nimmt allmählich die ausgesprochene Buntheit der Farben ab, während die Tone zugleich weniger lettenähnlich, mehr schiefer-tonartig werden. Auch der Karbonatgehalt der Sandsteine wird noch geringer. Pflanzen werden häufiger. Die Grenze gegen das Mittelrät bedeutet dann das Ende des bunten und kalkigen Rät,  $\pm$  scharf ist sie von Öbisfelde bis nach Lothringen zu erkennen.

Die Mächtigkeiten des Unterrät sind sehr variabel, wobei dieser Wechsel sowohl auf verschiedene Landnähe, als auch auf die Beschaffenheit des Landes wie auch das allmähliche Vordringen des Meeres, das manche Gebiet erst sehr spät erreicht, zurückzuführen ist. (Siehe Palaeogeographie.) Ihre Zahlen sind: Unweit Fallersleben 78 m (Sandstein 58 m, darüber Mergel 20 m); Beendorf an der obersten Aller 55—60 m (Sandstein 30—35 m, Mergel 25 m); Helmstedt ca. 45 m (Sandstein 25 m, Mergel 20 m); Eilsleben ca. 40—45 m (Sandstein ca. 20 m, Mergel ca. 20 m); Halberstadt ca. 45 m (Sandstein 35 m, Mergel 10 m); Pabstorf ca. 40 m (Sandstein 30—35 m, Mergel ca. 6 m); Hedeper ca. 20 m (Sandstein 20 m, Letten?); Seinstedt ca. 12 m (Sandstein 10 m, darüber feinkörnige Letten 2 m); Salzgitter ca. 10 m; Steinlah ca. 10 m (hangendster Teil vielleicht schon Mittelrät); Mittellandkanal ca. 10 m (in neuer Umgrenzung. Der genaue Abschluß kann vielleicht noch 2—3 m höher liegen); Göttingen ca. 10 m; Eichenberg ca. 12 m (?); Netra ca. 10 m; Gotha 8—9 m; Angersbach 7—14 m; Kraichgau ca. 2 m; Unter-Elsaß 5—8 m.

#### Mittelrät Koß.

Im ganzen Gebiet ist das Mittelrät vom Unterrät deutlich durch das Verschwinden der bunten Farben und das Fehlen von Carbonaten, vor allem von Dolomit, gekennzeichnet. Während an einzelnen Stellen der Übergang von der liegenden zur hangenden Stufe allmählich zu verfallen war, ist in der Mehrheit der Fälle der Schnitt ziemlich plötzlich, wenn er überhaupt aufgeschlossen ist. Das vorwiegende Sediment sind Sandsteine von  $\pm$  hellgrauer Farbe mit  $\pm$  quarzitischem Bindemittel. Kaolingehalt ist nicht selten, am ausgesprochensten zeigt er sich im Harzvorland. Reich ist der Pflanzenwuchs. VOLLRATH und FRANK erscheint das lange, gleichbleibende Korn dieser Sandsteine unerklärlich, deshalb wollen sie sie vielfach mit Stubensandsteinfazies im Hinterland in Verbindung bringen. Dazu ist zu bemerken, daß sich innerhalb der Mittelrät-sandsteine Korngrößenunterschiede sehr wohl nachweisen lassen (vgl. JÜNGST



28), daß ein Übergang in normale Stubensandsteinfazies, in dem die Feldspäte meist erst sekundär kaolinisiert sind (VOLLRATH 1928, S. 289 „Anreicherung von frischen Feldspäten in den arkoseartigen Sandsteinen“), während in den Mittelrätsandsteinen das Kaolin meist schon als solches abgelagert wurde, nicht wahrscheinlich ist. Zuletzt sind die Rät-Sandsteine Schwabens vorwiegend von Oberrätalter, die des Kraichgaus vorwiegend Mittelrät, auf welche Altersverschiedenheit schon RÜGER hindeutete.

Das Bindemittel der Sandsteine ist meist quarzitisches. Es sei darauf hingewiesen, daß ein solcher Zement auch mit einem humiden Klima erklärt werden kann. Bei der Kaolinbildung, für welche auch noch nach HARRASSOWITZ's Betrachtung über das Verhältnis von Braunkohlen zu einzelnen Kaolinen bei geringerer Berücksichtigung des mehrfachen zeitlichen Zusammenfallens humider Zeiträume mit Kaolinbildung, das humide Klima als wesentlicher Faktor angesehen werden kann — im Mittelrät ist auf jeden Fall das humide Klima mit der reichen Kohlenbildung und Vegetation erwiesen — werden nicht geringe Mengen von Kieselsäure frei und gehen auf die Wanderschaft, während die Eisen- und Alkaliverbindungen  $\pm$  festgehalten werden. Die Kieselsäuremengen durchwandern mit dem Gefälle die vorgeschütteten Sandkegel in Richtung nach dem Meere. Dabei wird, wie das durch die Durchschlammungsversuche von STORZ im Laboratorium gezeigt wurde, ein Teil der Kieselsäure in den Sanden festgehalten. Bei genügender Länge der Sandkegel muß das so weit gehen, daß für die weitest vorgeschobenen Schüttungen derselben die Kieselsäuremenge nicht mehr ausreicht, keine Bindung erfolgt. Verhältnisse, wie sie eben erwähnt wurden, liegen im Harzvorland vor. Bei ausgesprochen kieselig gebundenen Sandsteinen am Harzrand und am Flechtinger Höhenzug sind die Sande bei Schöppenstedt, Schandelah und zwischen Hildesheim und Mittel-landkanal fast bindemittelfrei.

Der Nachweis, daß die Sandsteine des Mittelrät z. T. terrester gebildet wurden, ist im Harzvorland mit der Entstehung autochthoner Kohlen in den Tiefen der subhercynen Bucht geführt. Auch bei Eisenach und Gotha dürfte bei reicher Pflanzenführung terrestre Entstehung nahe liegen. Bei Göttingen? und Langenbrücken machen sich wohl marine Einstöße geltend, im Elsaß sind Einzelheiten nicht geklärt. Für die losen, geringmächtigen Sande im Mittel-landkanal mag schon Vorstoßen der Sandkegel in das Maringebiet angenommen werden.

Die in den Hauptsandsteingebieten den Mittelrätsandsteinen eingeschalteten Tonbestege sind meist hellgrau, manchmal sogar weiß. Dunklere Schiefer-tone treten hinzu. Ob in ihnen in Einzelfällen marine Überflutungen ganz flacher Küsten vorliegen, war nie feststellbar. (Die hellen Tone können feuerfest sein.)

In zwei Gebieten ist das Mittelrät stärker abweichend ausgebildet. Es sind die mit dieser Arbeit zum Mittelrät hinzugezogenen oberen etwa 5 m der Tone unter den Sandsteinen im Mittel-landkanal und vielleicht auch entsprechende Schichten bei Salzgitter, wo sie an ihrer Basis *Avicula contorta* enthalten. Sie müssen als marines Mittelrät aufgefaßt werden, da sie über, bezw. dicht an der Klimagrenze liegen. Daß sich aus der Überlagerung durch Sandsteine nicht einwandfrei ergibt, ob hier die Regression im Mittelrät erst später einsetzt oder ob der Sand infolge des längeren Weges erst nach einer geraumen Zeit bis hierher gelangt, wurde schon gesagt.



Das andere marine Mittelrät ist das von Angersbach. Die Sedimente sind helle und vorwiegende dunkelgraue Schiefertone mit eingeschalteten Sandsteinbänken. Die nachgewiesene Fauna ist spärlich, sie beschränkt sich auf Formen, die auch im sonstigen Rät fast allen Verhältnissen gerecht zu werden vermögen.

Die Obergrenze des Mittelrät wird allgemein durch die plötzlich und schlagartig einsetzende reiche, rein marine Fauna weit vortragende, mit basalen Umlagerungen verknüpfte Transgression gezogen.

Bei Fallersleben	ca. 70 m	(Sandsteine und eingeschaltete Tone)	
„ Öbisfelde	„ 70	„	
„ Behndorf	„ 60	„	
„ Helmstedt	„ 50	„	
„ Eisleben	„ 50	„	
„ Seehausen	„ 50	„	
„ Oschersleben	„ 40	„	
„ Aderstedt	„ 40	„	
„ Eilsdorf	„ 45	„	
„ Halberstadt	„ 50	„	
„ Hedeper	„ 15	„	
„ Salzgitter	„ 20	„	
„ Wohldenberg	„ 15	„	
„ Steinlah	„ 15	„	+ ? 1 m marine liegende Tone
„ Hockeln	„ 12	„	+ ? ? „ „ „
„ Hildesheim	„ 10	„	+ ? ? „ „ „
„ Giesen	„ 7	„	+ ? ? „ „ „
„ Mittellandkanal	„ 5	„	+ ca. 5 m marine liegende Tone
„ Göttingen	„ 10	„	
„ Eichenberg	„ 10	„	
„ Netra	„ ?	„	
„ Eisenach	„ ?	„	
„ Gotha	„ 13	„	
„ Angersbach	„ 13	„ (marine Tone)	
„ Kraichgau	„ 9	„ Sandsteine	
Im Unterelsaß ist das Auftreten von Mittelrät ± unsicher.			

#### Oberrät Kory.

Im ganzen behandelten Gebiet, im Harzvorland, in Württemberg, der Nordschweiz, in der Niederrheinischen Bucht wie in Westfalen und Lippe folgt nun eine Stufe, die plötzlich die genannten Gebiete in größere Wassertiefen versetzt oder erneut bezw. erstmalig überflutet. Die erste Unruhe der Wassermassen muß beträchtlich und fast überall bis auf den Meeresboden hinabreichend gewesen sein, denn auch da, wo das sofortige Wiedereinsetzen größerer Sedimentationsruhe Entfernung vom Lande verrät, findet an oder dicht über der Grenze die Bildung von Umlagerungshorizonten statt.

Diese Aufarbeitungsprodukte sind vielfach in der Form von Geröllführung und Bonebedbildung überliefert. Die Bonebeds an der Unterkante des Oberrät sind derart verbreitet, daß ZIMMERMANN in gewisser Weise Recht behält mit der Idee, man könne im Rät zwei Bonebedhorizonten eine stratigraphische Be-



deutung zusprechen. (Seine Beispiele allerdings sind falsch, da er Unterrät- und Oberrätbonebeds noch nicht auseinander kennt und so seine Leitschichten manchmal beide dem Unterrät, manchmal beide dem Oberrät angehören.) In Gebieten, in denen durch das Oberrät hindurch längere Zeit Küstennähe oder zumindest stärkere Wasserbewegung anhält, bleibt die Bonebedbildung ebenfalls lange im Gang. Bei Hildesheim, vor allem aber in Württemberg, ist das zu beobachten.

Die Sedimente bestehen vorwiegend aus schwarzgrauen-hellgrauen, sehr feinsandigen Schiefertonen und aus quarzitischen, seltener kalkigen Sandsteinen. Sandsteine herrschen vor bei Gotha in den Seebergen, anscheinend bei dem nicht besprochenen Deitersen, am nördlichen Harzrand und entlang der obersten Aller. Relativ häufig sind sie noch bei Eisenach. Örtlich kann ihr Korn ziemlich grob werden, meist sind sie aber mittel-feinkörnig. An allen genannten Vorkommen ist der Schichtung des Sandsteins deutlich starke Wasserbewegung anzusehen. Das typischste Gebiet aber, in dem Sandsteine mit meist starken Anzeichen der Wasserbewegung überaus vorwiegen, ist Württemberg. In Lothringen scheint es örtlich ähnlich zu sein.

In den Gebieten, wo die Sandsteine an Stärke und Zahl abnehmen, bei Göttingen, bei Angersbach, im Kraichgau, nimmt auch die Kreuzschichtung im allgemeinen ab, ebenere Schichtflächen verraten ruhigere Sedimentation.

Fast ganz treten Sandsteine zurück im Mittellandkanal. Hier herrschen die schwarzgrauen Schiefertone, wie sie sonst in Vergesellschaftung mit den Sandsteinen auftreten. Auch in ihnen ist die rätische Fauna vertreten, gerade in ihnen ist *Avicula contorta* oft wesentlich häufiger als in gröber klastischen Gesteinen.

Die klimatischen Bedingungen dieser Stufe dürften in dem in Rede stehenden liegenden Teil noch die gleichen gewesen sein, wie im Mittelrät. Starke Pflanzenführung, starke Kaolinführung deuten darauf hin. Örtlich (oberste Aller) finden sich sogar noch Ansätze weitergehender Kohlenbildung, die aber schnell von der Transgression überwältigt wird.

Die Mächtigkeiten der einzelnen Sedimente und der gesamten unteren Stufe des Oberrät schwanken beträchtlich. Die örtlich wechselnden Transportkräfte, die außerordentliche Verschiedenheit der Sedimente, die immer erneute Zerstörung schon abgesetzten Sedimentes dort, wo die Wasserbewegung länger anhält, variieren das Bild.

Allmählich verändert sich die Farbe der Tone von Schwärzlichgrau zu vorherrschendem Hellgrau, Blaugrau und schwach Grünlichgrau. Das Material ist auch meist weniger schiefrig. Dazu treten die bekannten „Roten Tone“ aus Elsaß-Lothringen.

Die roten Tone sind hellrote, dunkelrote, bräunlichrote, schwach kalkige Tone, die schwach schiefrig sein können und oft in Wechsellagerung mit blaugrauen Tönen stehen. Ihre Mächtigkeit schwankt auf kürzeste Entfernung, oft keilen sie ganz aus, dann sind es schon wieder 10 m. Örtlich kann Sandgehalt in ihnen auftreten. Vergesellschaftet mit ihnen finden sich im gleichen Horizont rote, Hydrohämatit-verwandte Eisenerze.

Das Verbreitungsgebiet der roten Tone wurde früher für sehr beschränkt angesehen. An Hand des reichlich vorliegenden Lothringer Vergleichsmaterials



kann jetzt aber folgende Mindestausdehnung angegeben werden: Lothringen, Elsaß, Kraichgau, Angersbach, Gotha ?, Koburg, Mittellandkanal, Harzvorland von Langelsheim bis Öbislefeld, Wietze. An zwei Stellen im Harzvorland sind marine Lamellibranchiaten, einmal ein Hyboduszahn im Ton, bzw. in hierher gehörigen Sandsteinen und Eisensteinen gefunden worden. Im Mittellandkanal enthalten sie Echinodermenreste.

Die bisherigen Deutungsversuche zielten, das Vorkommen auf Lothringen und Elsaß beschränkt erachtend, auf terrestre Entstehung, vielleicht knollenmergelähnlicher Art. Die Fossilvorkommen zerstören diese Möglichkeit im Norden, an der Einheitlichkeit der Stufe kann aber ein Zweifel nicht herrschen, zudem gehen die vergesellschafteten, grauen Tone bei zunehmender Führung von Toneisengeoden ganz allmählich in höhere, fossilführende gleiche Gesteine über, die „Zwischenschichten“. Die Ähnlichkeit der roten Tone im Mittellandkanal mit den höheren, sicher marinen Arietentonen dieser Aufschlüsse ist geradezu vollkommen. Alles in allem ist in der Stufe der roten und der höher herrschenden grauen, toneisengeodenreichen Tone ein marines Sediment zu sehen.

Die (lokal begründete) Deutung VOLLRATHS als ins Wasser des Landes gewehrte Knollenmergelmaterialien kann aus vielerlei, später angeführten Bedenken nicht geteilt werden.

Bei der immer noch geringen Kenntnis, die über die Entstehungsmöglichkeiten rotgefärbter mariner Sedimente in ihrer überaus großen Mannigfaltigkeit herrscht, soll auf die Genese der roten Tone nicht weiter eingegangen werden. Die Entwicklung der gleichzeitig grauen Tone zeigt aber mit Sicherheit, daß die Humidität auf dem umgebenden Land nicht wesentlich abgenommen hat, führen sie doch nicht selten Pflanzenreste. Auch bei zunehmender Aridität müßten im übrigen andere Verhältnisse herrschen als etwa im Unterrät, da der Meeresraum viel größer, seine enge Umfassung durch Land weiter, und damit die Abhängigkeit vom umgebenden Land und seinen klimatischen Bedingungen viel geringer geworden ist. Oberrät-Sedimente terrestrer Entstehung sind, vor allem aus der hangenden Abteilung, aber nirgends im Arbeitsgebiet bekannt. Vielleicht kommen sie am Rande des bayrisch-böhmischen Waldes vor, aber auch dort weiß man nicht von wesentlich klimatischen Veränderungen bei der Sedimentation der vielleicht entsprechenden Gesteine.

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

Lias, bis nach Angersbach überall Planorbiszone, südlich teilweise erst höhere Zonen.

---

Oberrät	„Zwischenschichten“ mit liasähnlicher Lamellibranchiatenfauna.
Koy	Hangendes, helles Oberrät: Rote und hellgraue Tone mariner Entstehung. Örtlich klastische Gesteine oder Roteisensteine.
	Liegendes, dunkles Oberrät: Tiefschwarze bis graue Schiefertone mit ebenschichtigen Sandsteinen, landnah durch $\pm$ kreuzgeschichtete Sandsteine ersetzt. Reiche marine Fauna. Basale Umlagerungserscheinungen und Bonebeds die, bei bleibendem Flachwasser, auch noch länger entstehen.



## Oberrät-Transgression

Mittelrät Koc	Terrestre Sandsteine mit reicher Pflanzenführung. Kohlenbildung, Kaolinentstehung, Quarzitbildung. Mit der Entfernung vom Hinterland Abnahme von Korngröße und Bindemittel der Sandsteine. Humides Klima.	Marin: Schiefertone mit ± landnaher Fauna. Feinkörnige Sandsteine.
------------------	---	---

## Klimawechsel Arid/Humid

Unterrät Koc	Marine bunte Letten, Mergel und Sandsteine mit kalkig-dolomitischem Bindemittel. Küstennahe mächtige Sandanhäufungen mit Anoplophoren und Protocardien. Basal und bei Flachwasser länger währende Umlagerungserscheinungen. ± Arides Klima.	Knollenmergel (z.T.).
-----------------	--	-----------------------

## Unterrät-Transgression

## Mittelkeuper.

## V. Palaeographie des Rät.

## Unterrät Koc.

Die Untersuchung des Rät im Harzvorland hatte das Ergebnis gezeigt, daß die Transgression des Unterrät-Meeres in das subhercynische Becken hinein von Westen nach Osten erfolgt. D. h., das Vordringen des Meeres geschah aus jenen Gebieten heraus, die am schnellsten zu einer gewissen Sedimentationsruhe, zum Absatz feinkörnigeren Materials ohne wesentliche bleibende Aufarbeitungstendenz gelangten. Sie drang in die Gebiete hinein, wo die Sedimentation lange unruhig blieb. Die westlichen Bezirke waren es auch, die die Verbindung mit dem großen englisch-französischen Meeresraum besaßen als frühere Etappe in dessen Vordringen.

Das nordwestliche Meer blieb auch für das übrige Unterrätgebiet in Deutschland das Ursprungsgebiet der marinen Bedeckung. Denn weiter südlich, im ganzen südlichen und mittleren Württemberg und Franken ist ein Vorkommen von Unterrät nicht nachweisbar, ja sogar ganz unwahrscheinlich. (Vgl. Abschnitt über die Knollenmergel!) Die etwaige Bedeutung einer alsatischen Straße kann nur gering gewesen sein, doch darüber später.

Vom Mittellandkanal mit seiner relativ feinkörnigen Fazies findet eine starke Zunahme der Mächtigkeit und zugleich der Korngröße nach den beiden Randgebieten des subhercynischen Beckens statt, ebenso wie eine ausgesprochen sandliebende, euryhaline Fauna in der Tiefe dieser Bucht auftritt.

Eine ähnliche Korngrößen-Zunahme läßt sich vom Mittellandkanal in südlicher Richtung verfolgen, so daß sich eine Gesteinsfolge entlang des Leinetals



beobachten läßt, die etwa der Ausbildung in den südlichsten Salzgitterer Profilen gleicht, oder sogar noch viel deutlicher klastisch und noch mehr mit Umlagerungserscheinungen verknüpft ist. Bei Deitersen, das, da nicht besucht und alle Profile veraltet und unvollständig, sonst nicht besprochen wurde, treten anscheinend klastische Materialien in weiter vergrößerter Mächtigkeit auf.

Damit erscheint das Leinetal-Unterrät als Bildung relativer Küstennähe mit mäßig sedimentlieferndem Hintergrund; örtlich stoßen die terrigenen Sandmassen weiter in den Meeresraum hinein und vor.

Geht man vom Leinetal nach Westen, in die Profile an der Weser bei Polle, so sind die Sedimente hier geringmächtiger und feinkörniger, da ihnen nur ein unterster, noch bunter Teil der Basalquarzite angehört. Die Verhältnisse am Rand des rheinischen Schiefergebirges sind noch nicht genügend geklärt.

Soweit man ferner aus den Beobachtungen bei Eichenberg, Lichtenau und Netra erkennen kann, sind hier die Gesteine des Unterrät weniger klastisch, enthalten aber in größerem Umfang als bei Göttingen rote Letten und Mergel. Die Lage am Eingang der Bucht zwischen späterem Harz und späterem Thüringer Wald im Süden vereint mit der Ausbildung ergibt die Deutung, daß hier der Einbruch des Meeres im nördlichsten Ablagerungsgebiet vorhergehender aeolischer Knollenmergelsedimentation ein flacheres Tiefland vorfand. Es konnte auf größere Entfernungen überrannt werden, die Zufuhr klastischer Komponenten aus der Ferne blieb gering. Anhaltende Wasserbewegung läßt es länger zur Ablagerung roten Materials kommen, das wohl größtenteils dem Untergrund entstammt, andernteils aeolisch und aquatisch eintransportiert wird vom immer noch ariden Land. Lesedecken klastischen Materials fehlen nicht. Über die Ausdehnung der durch das Seeberg-Rät erwiesenen Thüringer Bucht nach Südosten weiß man nichts, sie dürfte aber nicht wesentlich über die Höhe der Seeberge herausgegangen sein. Auch von der Nordbegrenzung sind infolge Erosion keinerlei Spuren mehr erhalten.

Der Südrand der Thüringer Bucht ist entlang den alten Gesteinen des Thüringer Waldes zu verfolgen in dem Unterrätvorkommen bei Eisenach und Gotha. Diese am Rande des Flechtinger Höhenzuges und des Harzvorlandes auftretenden Sande sind zwar ungleich mächtiger, doch ist die große Ähnlichkeit in einem absoluten Vorwiegen sandigen Materials über Letten und Mergel deutlich. Und parallel den subhercynen Sanden ist die Fülle von *Anoplophora postera* vorhanden, dazu *Modiola minuta*. Rote Letten sind weniger häufig in den Lettenbestegen als grüne, ähnlich wie im Harzvorland. Es ist darauf zurückzuführen, daß hier nicht mehr in dem Maße Aufhäufungsgebiet windgebrachten Materials war, wie in den tiefer gelegenen Teilen der Bucht. Die geringe Mächtigkeit der Sande läßt sich ebenso sehr auf geringere Größe des Liefergebiets, das im Paläozoikum des Thüringer Waldes angenommen werden muß und nur wenig tief gewesen sein kann, da es (wenigstens im höheren Rät) auch nach Süden Material geliefert hat, als auf späteres Eindringen des Rät-Meeres zurückführen. Beide Umstände dürften maßgebend gewesen sein, da auch letzterer durch das Vorhandensein reichlichen roten Materials in der tieferen Zone der Bucht angedeutet wird. Es wird darauf hinzuweisen sein, daß dort allem Anschein nach bis ins Rät hinein aeolische terrestre Sedimentation geherrscht hat.

Bei Kassel und Berge sind Unterrät-Aufschlüsse leider nicht vorhanden. Aber die Sprache des Angersbacher Unterrät ist deutlich genug. Hier, entfernt von den paläozoischen Gebieten im Westen und Osten, ist die Sedi-



mentation eines mehr oder weniger bewegten, aber nicht besonders eng umgrenzten Meeresgebiets erfolgt. Die häufigere Rotfärbung ist zurückführbar auf die Umlagerung von Knollenmergeln und weiteres Einwehen roten Materials. Die nicht besonders große Mächtigkeit in dem deutliche Wasserbewegung anzeigenden Sediment ist verursacht durch ein allmähliches Vorrängen des Meeres, dessen erste Einstöße sich in den vorher abgelagerten Knollenmergeln bereits bemerkbar machen.

Die nächsten Etappen sind Kraichgau und Elsaß. Im Kraichgau deutet die geringe Mächtigkeit des Unterrät und die größere des Knollenmergels auf noch spätere Ankunft der Rätmeerbedeckung, dessen erste Einstöße sich wieder im Knollenmergel anzeigen. Die geringe Mächtigkeit ist nicht so sehr auf Mangel an klastischem Material zurückzuführen, da innerhalb der Sedimente Sande einen hohen Prozentsatz einnehmen und ein näheres Hinterland verraten.

Im Unterelsaß ist die Mächtigkeit wieder etwas erhöht, liegende Knollenmergel sollen fehlen. Rote und violette Farben treten hier wieder häufiger auf als bei Langenbrücken, so daß die Ähnlichkeit mit Angersbach etwas größer wird, auch sinkt der Sandanteil gegenüber dem Kraichgau. Die Ursachen sind im einzelnen noch ungeklärt. Auch wäre die Frage des Vorkommens von Knollenmergeln noch einmal zu prüfen, die vielen roten und violetten Farben des obersten Steinmergelkeupers sind doch verdächtig.

Aus der Literatur Lothringens ist nicht zu ersehen, daß in den nordöstlichen Teilen des Rät-Liasgebiets irgendwo Unterrät auftritt. Man kennt es sicher nur aus der Gegend südlich Pange und nach Französisch-Lothringen zu. Wie weit das lediglich Mangel an Beobachtung ist, konnte bei den Zeitverhältnissen nicht nachgeprüft werden. So bleibt es fraglich, ob eine Verbindung zwischen Unter-Elsaß und Lothringen unter dem Meeresspiegel, eine Alsatische Straße, bereits bestand. Die Möglichkeit ist durchaus gegeben.

Das Bild der Unterrätzeit ergibt sich also folgender Art. Eine von Norden nach Süden fortschreitende Transgression erreicht, von Nordwestdeutschland ausgehend den Raum zwischen Harz und Flechtinger Höhenzug, die Hessische Senke, die Bucht zwischen Harz und Thüringer Wald. Die zwischen diesen alten Gesteinen liegende Subhercynische Bucht und Thüringer Bucht werden zumindest bis auf die Breite von Halberstadt und Gotha überflutet, während die varistischen Gebiete als Landmassen und Vorsprünge östlich gelegenen Landes erhalten bleiben, größtenteils die Lieferanten der Sedimentation sind. Die Hessische Straße, die in erheblicher Breite weiter nach Süden hinunterreicht, öffnet sich nach Süddeutschland, ist aber nicht wie später Verbindung mit einem Württemberger Meeresraum, da Württemberg und Franken bis auf etwaige nördlichste Teile Land bleiben. Südwestlich jedoch, zwischen Odenwald und Schwarzwald, von denen ersterer sich in der Sedimentation kenntlich macht, öffnet sich eine südwestliche Straße bis nach dem Unter-Elsaß über den Kraichgau. Andeutungen des nördlichen Teils des Rheingrabens liegen nicht vor oder sind nicht erhalten.

#### Mittelrät Koß.

Zugleich mit dem Klimaumschlag vom i. w. S. Ariden zum Humiden setzt im allgemeinen eine deutliche Regression des Meeres ein. Es ist ein Rückgang in die westlicher gelegenen Gebiete größerer Wassertiefe. Ob es sich dabei



um ein Emporheben des Gesamtgebiets oder lediglich um ein relatives Steigen der Randgebiete des in gleicher Höhenlage verharrenden Tiefgebietes handelte, ist nicht ohne weiteres zu entscheiden. Das weite Landwerden im Harzvorland bei geringer (50 m) Sedimentdicke spricht für ersteres.

Unzweifelhaft marine Sedimente finden sich jetzt nur noch im Gebiet des Mittellandkanal und bei Angersbach. Das Unter-Elsaß ist wahrscheinlich noch häufig überflutet, vielleicht die ganze Zeit unter Wasser. Dann ist ein Teil der dem Unterrät folgenden Sandsteine und Tone hierher zu verweisen, der in Küstenferne oder bei wenig sedimentlieferndem Hinterland entstanden ist. Zu berücksichtigen bleibt, ob nicht die Oberrät-Transgression hier wie im Kraichgau Teile des Mittelrät abgetragen hat. Dafür fehlt der Augenschein.

Im Kraichgau ist das Mittelrät schätzungsweise bis zu 9 m mächtig, variiert aber stark. Die Sedimentation mit verstärkter Pflanzenführung zeigt deutlich die gegen das Unterrät erhöhten Einflüsse des Odenwaldkernes. Da auch in den höheren Schichten nach den vorzüglichen Beobachtern DEFFNER und FRAAS *Anoplophora postera* auftreten soll, haben noch zeitweise marine Überflutungen von der eingengten Alsatich-Hessischen Straße stattgefunden.

Die mächtige Ausbildung von Mittelrät im östlichen Lothringer Rätgebiet macht hier terrestre Ablagerung und damit Verstopfung einer etwa im Unterrät vorhandenen Verbindung zwischen Elsaß und Französisch-Lothringen wahrscheinlich.

Bei Eisenach, Gotha und weniger deutlich bei Göttingen geht die marine Sedimentation in eine terrestre oder an der Land-Meergrenze stattfindende mit quarzitischem Bindemittel und Pflanzenreichtum über. Das Meer weicht zurück. Bei Eichenberg und Netra sind die Verhältnisse im einzelnen noch nicht geklärt.

Insgesamt ergibt sich für das Mittelrät Beibehaltung der alten Konturen der Unterrät-Zeit, aber ein Zurückweichen des Meeres in die tieferen Gebiete der Hessisch-Kraichgauer Tiefenlinie, während in den Randgebieten die Sedimentation überall  $\pm$  terrester wird.

#### Oberrät Kory.

Die erneute Transgression des Oberrät läßt vorwiegend schiefer-tonige und sandige Gesteine zum Absatz gelangen, nachdem basal überall  $\pm$  deutliche Umlagerungen stattgehabt haben.

Absolut herrschen Tone gegenüber den Sanden vor im Mittellandkanal und bei Angersbach, sehr ähnlich ist es im Unter-Elsaß und Kraichgau. Eine stärkere Zunahme von Sanden ist schon bei Hildesheim und Salzgitter, in der Gegend von Schöppenstedt, bei Göttingen zu beobachten, ebenso im Ringgau und bei Römhild. Diese Sandsteine sind meist  $\pm$  ebenschichtig. Weit aus größere Vermehrung erfahren die Sande am Rande des Flechtinger Höhenzuges, nicht ganz so stark südlich Salzgitter, sehr stark nach PFLÜCKER bei Deitersen und bei Eisenach und Gotha. Es ist also eine gleiche Zunahme der Korngröße und oft auch der Mächtigkeiten wie im Unterrät zu spüren. Flechtinger Höhenzug, der Harz und zwar vor allem sein Ende in der Gegend von LANGES späterer Hildesheimer Insel, Thüringer Palaeozoicum sind Sedimentlieferanten, in der Ausdehnung des Landes ganz wesentlich eingengt gegen das Mittelrät, vielleicht auch gegen das



Unterrät. Vor allem macht sich eine Verbreiterung der Kraichgau-Alsatischen Straße in weitgehendem Zurücktreten der Sande bemerkbar. Erst in Lothringen ist deutlich der Einfluß nördlichen und südlichen Landes beiderseits der Meeresverbindung in reichlichen, sehr wirr oder gar nicht geschichteten (Material KLÜPFEL) Sandsteinen kenntlich. Hier ist die Verbindung des ostfranzösischen mit dem nord-mitteldeutschen Meeresgebiet schon durchgebrochen. Von Norden her erfolgen besonders mächtige Sandsteinstöße dort, wo sich die Straße zum größeren westlichen Meeresraum öffnet.

Im Süden der bisherigen Hessischen Straße, die bislang blind endete, beginnt die wesentlichste palaeogeographische Veränderung. Die Gebiete des mittleren und südlichen Württemberg, die Gegend um Koburg und das nördlichste Nürnberger Gebiet sinken unter den Meeresspiegel. Da die Oberrätstransgression im Harzvorland usw. nicht sehr wesentlich über die Unterrätgrenzen hinausschreitet, ist dieses Untertauchen Württembergs nicht mit einer allgemeinen relativen Wasserstandserhöhung zu erklären. Das bisher deutlich terrestre Württemberg-Franken vollführt vielmehr eine senkende Sonderbewegung, die stärker ist als die der nördlicheren Gebiete. Sehr weit gelangte das Oberrät-See dabei noch nicht. Seine Sedimente zeigen zu deutlich den Einfluß südlichen Landes, des vindelizischen Gebirges. Doch das würde aus dem Rahmen dieser Studie hinausfallen.

Diese geschilderten Verhältnisse galten für das untere Oberrät. Im hangenden Oberrät, der Zeit der hellen und roten Tone, mögen die marinen Grenzen im einzelnen oft weiter, im allgemeinen aber ähnlich gesteckt gewesen sein. In Norddeutschland ist das vielfach schon jetzt zu erweisen. (Vgl. JÜNGST 1928, 1.) Für Süd- und Mitteldeutschland reichen die Beobachtungen noch nicht aus. Stärker noch macht sich bemerkbar, daß bei Eichenberg und Netra dank der Erosion die Schichten ganz oder fast ganz fehlen, im Kraichgau und den übrigen südlichen Gebieten vielfach die Planorbiszone ganz oder teilweise fehlt und Umlagerungen vor dem Absatz der jeweils ersten Liaszone statthatten, die Teile der Tone zerstörten. Die wenigen Daten über die Gesteine von Netra und Langenbrücken, die vollständigen von Angersbach und dem Unter-Elsaß widersprechen den norddeutschen Verhältnissen nicht.

Der beherrschende Gesichtspunkt einer oberrätischen Palaeogeographie muß neben dem allgemeinen Vordringen des Meeres bis an die Unterrät-Grenzen und darüber hinaus der Hinweis auf die Eroberung Südwestdeutschlands für die marine Sedimentation sein. Die Hessische Straße wird erstmalig im Rät wirklich eine Straße, nicht nur eine Sackgasse, nach Süden, wo eine erneute, wesentliche Verbreiterung des Meeresraumes zu einem eigenen Becken statthat. Die Alsatise Straße öffnet sich in gleicher Weise.

#### Die Leitlinien der rätischen Land-See-Gestaltung.

Die Palaeogeographie hatte gezeigt, daß starke fazielle Abhängigkeit der Sedimentation von den Leitlinien, die jetzt die Reste des varistischen Gebirges umgrenzen, bereits im Unterrät bestand.

Harz und Flechtinger Höhenzug als Umgrenzung eines rätischen subhercynen Beckens, Harz und Thüringer Palaeozoicum als



Randgebiete einer Thüringer Bucht, Hessische Senke und Kraichgau-  
Alsatische Straße sind, natürlich mit deutlichen Nuancierungen gegen  
die Jetztzeit, schon Begriffe der rätischen Palaeogeographie.

In weiter Spannung heben und senken sich diese Gebiete, sind bald empor-,  
bald untergetaucht, Sedimentempfänger oder Sedimentspender. Dabei brauchen  
ihre oder ihrer Einzelteile Bewegungen keineswegs immer konform zu sein.  
So führt die Harznordwestecke eine Art Sonderleben, tritt  
nicht immer gleichwertig neben die übrigen Elemente. Im Mittelrät ein wenig  
zurückbleibend, zeigt sich ihr Einfluß verstärkt im Oberrät, besonders in den  
westlichen Teilen. Dann fügt sie sich in Planorbis- und Johnstoni-Zeit dem  
Rahmen des subhercynen Gebietes normal ein, um während der Hagenowzeit,  
was neueste Grabungen bei Göttingen bestätigen, unter die übrige Umrandung  
zu sinken. Erneut macht sich die Nordwestecke im Vorland stark in den  
ältesten Schlothheimenschichten bemerkbar.

Die Hauptbegriffe der Palaeogeographie unseres Gebietes sind schon im  
Unterrät das große nord-mitteldeutsche Senkungsfeld, die  
östlich-südöstliche Landfeste und die nordwestliche, ausgedehnte  
Ardenneinsel.

Das nord-mitteldeutsche Senkungsfeld, in  $\pm$  nord-südlicher  
Richtung sich erstreckend, verläuft an rätischen Gesteinen nachweisbar zum  
mindesten von der Westspitze des Flechtinger Höhenzuges bis in die Höhe des  
Kraichgaus. Im Oberrät gliedert es sich weitere, vorher noch etwas höher  
liegende Gebiete im Süden an. Nach Osten muß man als Grenzpfosten die  
äußersten Vorsprünge der Sedimentlieferanten Flechtinger Paläozoikum, Harz  
und Thüringer Wald ansehen. Zwischen sie legen sich jeweils nach Süd-  
osten gerichtete Querbecken, die sich im Lauf der Erstreckung all-  
mählich herausheben. Die größte Ausweitung von südöstlicher Erstreckung ist  
aber der fränkisch-pfälzische Anhang südlich des Thüringer Alten Gebirges, der  
bis an den bayrisch-böhmischen Wald geht. Seine weitere Begrenzung durch das  
südliche, vindelizische Land ist hier unwichtig.

Die östliche Feste ist gegeben in den Landmassen, die im Hintergrund  
der subhercynen und der Thüringer Bucht sowie vom böhmisch-bayrischen Wald  
westlich begrenzt sich unbekannt weit nach Osten ausdehnen und die drei lange,  
paläozoische Halbinseln, bezw. Untiefen vorstrecken.

Das westliche Land ist nur in den hier nicht behandelten nordwest-  
lichen Gebieten und da auch meist nur im Lias genauer in seinen Abgrenzungen  
bekannt. Es ist eine Linie, die ungefähr der neuesten STILLE'schen Darstellung  
vom Abbruch des Rheinischen Schiefergebirges entspricht. Weiter südlich, etwa  
von Volkmarsen an, fehlt jeder genaue Anhaltspunkt. Ob eine Fortsetzung der  
Nord-Süd-Tiefenlinie, südwestlich umspringend durch die Wetterau und den  
nördlichen Teil des Rheingrabens vorhanden war, ist unbekannt. Vorerst muß  
man eine östlich des Odenwaldes entlangziehende Linie hier für die Grenze der  
Hessischen Straße annehmen.

Auf der Höhe des Kraichgau wird die Nord-Südlinie auf-  
gefangen und abgelenkt durch eine Südwest-Nordostlinie, die  
über Kraichgau und Zaberner Senke nach Lothringen führt. Diese Alsa-  
tische Straße ist von hohem Interesse. Schon im Buntsandstein deutet die  
Sedimentation auf eine Tiefenlinie gleicher Erstreckung, die Ausbildung des  
Muschelkalks zeigt es in ähnlicher, nicht ganz so deutlicher Weise. Dann spielt



die Linie im Rät und Jura eine wichtige Rolle und die neuesten Untersuchungen von HAAS und HOFFMANN zeigen die Bedeutung für die Sedimentation des Alt-Tertiär. Gegenüber dieser, das Rheintal querenden Linie zeigt das nördliche und südliche Anschlußstück im Rät und Jura eine sehr viel geringere Neigung zur Tieflage.

Der Blick auf die geologische Karte zeigt, wie sich das Rheingrabengebiet aus drei Teilen zusammensetzt, je einem nördlichen und südlichen rheinisch streichenden und einem mittleren  $\pm$  varistischen. Dieses varistische Teilstück besitzt, unbeschadet der durch RÜGER festgestellten frühen Bedeutung rheinischer Richtung am meisten und deutlichsten die Tendenz zur Tieflage, wie es durch verstärkte Gesteinsanhäufung ausgewiesen wird.

Varistisch-erzgebirgische Richtungen sind es in der Kraichgaulinie, rheinische in der West- und Ostgrenze der Hessischen und der ersten Andeutung einer Senke zwischen Schwarzwald und Vogesen, hercynische in der Erstreckung der südöstlich an die Hessische Senke anschließenden Buchten und ihrer trennenden Scheiden, die vereint das rätische Kartenbild gestalten. Es ist die gleiche Vergesellschaftung großer Linien, die seit dem Oberen Perm das Bild Mitteldeutschlands formt.

Als altklimmerische Phase bezeichnet STILLE die Undationen und Undalationen, die sich vereinzelt schon im Rät nachweisen ließen. Zwei Hauptzeiten der Bewegung weitgespannten Maßes sind dabei zu beachten, die Wende vom Unteren zum Mittleren und die vom Mittleren zum Oberen Rät.

## VI. Die Knollenmergel, ihre Ausbildung und stratigraphische Stellung.

VOLLRATH hat in seiner kürzlich erschienenen Arbeit den Knollenmergel für ein zeitliches, einer anderen Fazies angehöriges Äquivalent des Rät im Elsaß, im Kraichgau und im Stromberggebiet erklärt. Seine Begründung ist kurz folgende: Den Knollenmergeln des Löwensteiner Gebiets im nördlichen Württemberg sind mächtige Rät-ähnliche Sandsteine eingelagert. Diesen werden wegen gleicher Lage im Profil die Rätssandsteine des Strombergs gleichgestellt. (Eine obere Grenze dieser Sandsteine ist nicht bekannt, da die Erosion sie zerstört hat. Es bleibt also unbekannt, ob auch hier eine Einschaltung zwischen Knollenmergeln vorlag. Damit ist eine Altersfestsetzung nach oben hin unmöglich.) VOLLRATH parallelisiert dann weiter: Der Stromberg-Sandstein entspricht RÜGERS „unterem“ und „mittlerem“ Rät im Kraichgau, das Kraichgau-Rät dem elsässischen. Die hangenden graubraunen Schiefertone im Kraichgau und die roten Tone des Elsaß und Lothringen werden dem oberen Knollenmergel um Löwenstein gleichgesetzt.

Es ginge zu weit, wollte man jede dieser Einzelheiten besprechen. Es wurde bereits gezeigt, daß die nord-mitteldeutsche Dreigliederung des Rät sich bis in den Kraichgau und das Elsaß fortsetzt. Die Fazies der Knollenmergel, für die auch VOLLRATH mit zahlreichen anderen eine lößartige Entstehung annimmt — „vom vindelizischen wie vom nordfranzösischen Gebiet her erfolgt der aeolische Staubtransport gegen die Lothringer Senke“ —, ist die einer ausgesprochen ariden Zeit. Wo sich von ariden Landgebieten umgebene Meeresteile oder Binnenseen finden, wie letztere VOLLRATH wohl für Lothringen an-



nimmt („Das Rätmeer hat sich aus diesem Gebiet infolge der nach Norden fortschreitenden Hebung wieder zurückgezogen. In die hier noch bestehenden Wasseransammlungen wird der rote Staub eingeweht und zum Teil zu grauen Tönen reduziert.“), beobachten wir ganz andere Sedimente als die oberen Tone des Kraichgaus, die roten Tone Elsaß-Lothringens. Solche marinen Sedimente in arider Umgebung sind ausgesprochen kalkreich, meist auch dolomitreich. Die schon auf dem Lande noch in nächster Nachbarschaft des Kraichgaus, im Stromberg nach DENNINGERS Analysen im Durchschnitt (ohne Steinknollenmergel) 16% beider Karbonate, in den Steinknollenmergeln gar über 50% beider Karbonate enthaltenden Knollenmergel sind in den rings abgeschlossenen Seen zu ganz kalkarmen Gesteinen geworden. Das ist eine allen Erfahrungen der historischen und gerade der vergleichend faziellen Betrachtung widersprechende These. Zudem: Die obere Rätstufe (Koy) ist festgelegt als die große marine Transgression, die einzig und allein die reiche Contorta-Fauna aus Norddeutschland über mitteldeutsche Gebiete hinaus vortragen kann bis nach dem Süden. Im Gegensatz zu VOLLRATHS vorne diskutierte Ansichten muß mit RÜGER das marine Rät Württembergs als Glied dieser Transgression aufgefaßt werden. Nun liegen VOLLRATHS die „oberen Knollenmergel“ mit umfassenden Knollenmergel des Schurwaldes unter, d. h. zeitlich vor dieser Oberrät-Transgression. Seine Äquivalente im Kraichgau und Lothringen aber sind wesentlich später als ihr Beginn. Es besteht also zwischen beiden Gesteinen eine durch andersartige, weit verbreitete Sedimente gekennzeichnete Zeitspanne, die jede Parallelisierung ausschließt. Ist so seine Beweisführung für die Gleichaltrigkeit des Rät mit dem Knollenmergel auch nicht stichhaltig, so müssen wir doch an der Annahme festhalten, daß die Knollenmergel oder wenigstens Teile von ihnen Äquivalente eines Teiles des Rät sein können.

Schon in seiner gemeinsamen Arbeit mit MEYER über die Keuperprofile von Angersbach deutet LANG an, daß die im Horizont der Knollenmergel dort auftretenden Gesteine nicht völlig den normalen Knollenmergeln entsprechen.

Die Knollenmergel von Angersbach sind ausgezeichnet durch ihre geringe Mächtigkeit von nur ca. 8 m. Einzelne dünne Sandsteinbänkchen treten auf, grünliche Farbtöne sind nicht selten. Dazu kommt die von MEYER und LANG übersehene reichliche Fossilführung. Es ist fast die gleiche Fossilführung in geringen dolomitischen Bonebed-artigen Lagen, wie sie wenige Meter höher die Quarzite des Unterrät zeigen. Selachier und Ganoidenreste herrschen vor, anscheinend in den gleichen Arten wie im eigentlichen Rät.

NAUMANN hat am Kallenberg bei Arnstadt als nördlichstem Punkt in Mitteldeutschland 14 m bunte Mergel beobachtet, von violetter, gelber und rotbrauner Farbe, die eventl. Knollenmergel sein könnten. Er selbst läßt die Frage offen, zur vorliegenden Arbeit war es leider nicht mehr möglich, rechtzeitig das Profil abzugehen. Sei es wie es sei, der obere Teil ist nach NAUMANN ± sandig und hellgrau. In allen weiter nordwestlich gelegenen Profilen an der Wachsenburg und am Seeberg sind typische Knollenmergel nicht bekannt geworden.

Weiter nördlich, an der Grenze Hessens gegen Hannover, im Arbeitsgebiet von TORNQUIST und GRUPE fehlen Knollenmergel ganz oder sind wenigstens nicht sicher nachweisbar gewesen. Im Harzvorland und im Hildesheimer Gebiet sind vielleicht bei Salzgitter und im Mittellandkanal einmal Knollenmergel nachzuweisen, sonst liegt das Rät überall auf typischem Steinmergelkeuper.



Aber das eine Profil bei Salzgitter ist 1865 von SCHLOENBACH aufgenommen, bei dem anderen im Mittellandkanal, wo Verfasser 1923 rötliche, kurzbrüchige Letten in Wechsellagerung mit grünlichen unter dem Unterrat beobachtete, war gerade diese Strecke schon größtenteils dossiert und nicht mehr gut erkennbar. Auch liegt, wie schon früher betont, die vergleichende Stratigraphie des Mittleren Keuper für das gesamte Harzvorland noch sehr im argen.

Von den beiden fraglichen nördlichsten Vorkommen Angersbach und Kallenberg findet eine deutliche Zunahme der Knollenmergelmächtigkeit in Richtung Koburg und Heldburg statt, wo nach LORETZ und BEYSCHLAG schon an die 40 m dieser Gesteine vorkommen.

Nicht so schnell erfolgt die Zunahme nach Süden. Im Vorkommen des Kraichgaus beträgt die Mächtigkeit, die ja nie ganz erschlossen ist, ca. 20 m. Es sind typische Knollenmergel mit eingeschalteten Steinmergelbänken. Die Farbe ist meist bräunlich-rot, grünliche Einlagerungen fehlen nicht ganz und dann tritt eine hoch beachtenswerte Parallele zu Angersbach auf. Auf die Frage nach etwaigen Fossilvorkommen wurde durch Herrn RÜGERS freundliche Führung ein erst kürzlich aufgefundener Bonebedhorizont im oberen Knollenmergel, wenige Meter unter der Rätunterkante aufgezeigt. Die schlecht erhaltene Fauna (das Material war sehr verwittert) besteht wie die der Bonebeds bei Angersbach aus Selachier- und Ganoidenresten anscheinend gleicher Arten wie im Rät.

Östlich des Kraichgaus schwillt die Mächtigkeit der Knollenmergel ganz allgemein stark an. Auf 25 m untere Knollenmergel VOLLRATHS im Stromberg folgen schon im Löwensteiner Gebiet etwa 20 m untere Knollenmergel  $\pm$  ca. 30 m obere Knollenmergel, zwischen denen 25 m Löwensteiner Sandstein liegen. Bei Stuttgart zeigt die Gesamtheit der Knollenmergel nach VOLLRATH eine Mächtigkeit von etwa 30 m, nach LANG von bis zu 50 m. Auf gleicher Höhe, rund 40 m, hält sich die Zahl über Tübingen bis nach Rottweil. Dann fällt sie nach dem Donau-Rhein-Zug zu wieder stark herunter. Dabei ist zu beachten, daß im Knollenmergel von Niederschöntal Plesiosaurierreste gefunden sind. Jenseits des Rheins sind echte Knollenmergel wiederum nur mit geringer Sicherheit oder gar nicht nachgewiesen.

Ist die Sedimentation der Knollenmergel tatsächlich eine terrestre und die einer ausgesprochen ariden Periode, so lassen sich neben teilweiser Erhaltung des Kalkgehalts, neben dem Auftreten  $\pm$  roter Färbungen andere wesentliche Forderungen aufstellen. Die Knollenmergel müssen einmal in Richtung der Liefergebiete allmählich ausklingen und auskeilen, um größeren Produkten des Windtransportes in Form von Sanden Platz zu machen. Diese Richtung ist nach dem weiteren Südosten hin zu suchen, nach dem Hintergrund des vindelischen Landes. Vielleicht ist ein Beginn dieses Auskeilens zu erkennen in VOLLRATHS Angaben über die Verminderung der Knollenmergelmächtigkeit südöstlich der erwähnten Linie größter Anhäufung.

Doch ist die Erhaltung dieses Ausklingens der Knollenmergelbildung im Rücken des Anhäufungsgebietes wohl nur unter besonders günstigen Umständen zu erwarten, vielleicht am Rande des bayrisch-böhmischen Waldes.

In der entgegengesetzten Richtung, entfernt vom Liefergebiet, muß gleichfalls eine Verringerung der Mächtigkeit infolge Nachlassens der Transportkräfte gefordert werden. Diese Verminderung ist tatsächlich auf der ganzen Linie Wutach—Kraichgau—Angersbach—Seeberge deutlich zu beobachten. An-



dere Sedimente, Umlagerungsprodukte der niedergefallenen Staubmassen terrestrer oder mariner Entstehung müssen sich hier bilden in Wechsellagerung mit den eigentlichen Knollenmergeln. In den beiden Fundgebieten Angersbach und Kraichgau sind in der Form sandigerer Einschaltungen und als Bonebeds mit Führung aquatischer Tiere, die nach unserer Erfahrung aus dem Rät als Küstenformen zu gelten haben, diese Sedimente der Randzone nachgewiesen. Wenn hier Sandgehalt auftritt, so ist er meist sehr feinkörnig und kann zu einem Teil auf Klassifizierungsvorgänge innerhalb des umgelagerten Knollenmergelmaterials, zum Teil wohl auf Aufarbeitung älterer Sedimente zurückgeführt werden.

Weiter nach Norden hören auch diese Übergangssedimente in Knollenmergelhöhe auf, vielleicht von örtlichen Ausnahmen abgesehen. Hier sind aber erst recht marine Äquivalente zu suchen. Wie vorher gesagt, ist nach den Erfahrungen der historischen Geologie zu fordern, daß diese marinen Sedimente, auch soweit sie sandig sind, eine Neigung zu beträchtlichem Gehalt an Karbonaten, auch an Magnesiumkarbonaten, zeigen. Besonders dort, wo diese Sedimentation in vorgeschobenen Meeresteilen verstärkt unter dem klimatischen Einfluß vielseitig umgebender Landgebiete steht.

Eingangs, und nach der Betrachtung über das Rät zwischen Harz und Elsaß ergab sich das Auftreten einer liegendsten Rätstufe, des Unterrät, an deren Zusammensetzung kalkig-dolomitische Gesteine, Letten, Kalke, Dolomite, Sandsteine u. a. m. den Hauptanteil haben. Sie sind das Produkt mariner Sedimentation unter dem Einfluß  $\pm$  arider Klimate. Die erwähnte chemische Zusammensetzung, die Ähnlichkeit mit den Gesteinen des Mittelkeupers, die Ausattung an pflanzlichem Leben auch in den landnahen Gesteinen des Harzvorlandes bezeugen uns das. Diese marinen Gesteine nehmen nach Angersbach hin, mehr noch im Kraichgau und im Elsaß an Mächtigkeit stark ab. Besonders im Kraichgau ist nur eine liegendste Partie des dortigen Rät in geringer Dicke typisches Unterrät. Es wurde erwähnt, wie bei Angersbach auch über der Rät-Lias-Grenze noch vereinzelt derart Knollenmergel-ähnliche Gesteine auftreten, daß die Grenze einem allmählichen Übergang entspricht. Die daraus zu ziehende Folgerung ist ganz allgemein gesprochen die: In der ariden Zeit des Unterrät wurden im Südosten Deutschlands noch Knollenmergel als aeolisches Sediment auf dem Lande abgelagert zu einer Zeit, als das Rätmeer große Teile Norddeutschlands bereits ergriffen hatte. Entfernung von den Liefergebieten und das allmähliche Vordringen des Rätmeeres bewirken eine geringere Mächtigkeit des Knollenmergels an seinem norwestlichen Rand und eine Verzahnung mit Ablagerungen mariner Art. Im besprochenen Gebiet erfolgt das Eindringen des Rätmeeres am spätesten wohl im Kraichgau, worauf größere Mächtigkeit des Knollenmergels, hohe Lage der marinen Einträge darin, geringe Mächtigkeit des Unterrät hinweisen.

Damit wird für Knollenmergel rätisches Alter im Sinne der rätischen Stufe angenommen. Es sei aber ausdrücklich betont, daß deshalb nicht der gesamte Knollenmergel rätisch zu sein braucht. Seine Sedimentation kann wohl früher begonnen haben. Aber der Umschlag vom ariden zum humiden Klima, der sich in der Sedimentation des Mittelrät, seiner Kohlenbildung, seinem Pflanzenreichtum zeigt, muß auch für die Knollenmergelbildung durch das Auftreten einer anderen Verwitterung, die Vernichtung der Aus-



blasungsmöglichkeiten einen Abschluß bedeuten. Wahrscheinlich allmählich, aber doch ungefähr gleichzeitig wird die Sedimentation von Meer und Land durchgreifend umgestaltet. Die Grenze vom Unter- zum Mittelrät ist auch für die Knollenmergel eine Zeitmarke. Sie bedeutet den Abschluß ihrer Bildung, da die Möglichkeiten der Bildung aufhören.

### VII. Zur Stellung des Rät in und um Württemberg.

Wie schon oben gesagt, kann die Auffassung des Rät als eine zu verschiedenen Zeiten mit gleicher Fossilführung auftretende Fazies, wie es durch VOLLRATH und FRANK propagiert wird, nicht gebilligt werden. Die Auflösung des Rät in 3 ganz verschiedenartige Stufen, das „rheinische Rät“, das „Württembergische Rät“, das „Schweizer Rät“, besteht somit keineswegs zu Recht. Aber eine exakte Eingliederung des württembergischen Rät und Lias alpha in die zeitliche Folge, wie sie vom Harz bis nach dem Elsaß möglich war, kann in Einzelheiten jetzt noch nicht durchgeführt werden. Sie bleibt wie zahlreiche andere Probleme, z. B. die Eingliederung und Herkunft der Löwenberger und Stromberg-Sandsteine, der Zukunft vorbehalten. Folgendes kann schon jetzt gesagt werden: In Württemberg sind marine Sedimente des Unteren Rät, die an ihrer Fazies kenntlich wären, noch nicht sicher beobachtet (ausgenommen vielleicht Stromberg und Löwensteiner Berge). Mittelrät, für das nach den Erfahrungen im Kraichgau ähnlich wie im Harzvorland bei humidem Klima wahrscheinlich terrestrische Ablagerungen zu erwarten wären, ist gleichfalls noch nicht sicher festgestellt. Das Einzige, was wir sicher kennen, ist typisches Oberrät. Und zwar ist es die von England bis zum Kraichgau und dem Gleichberg bei Römhild durch ihren Fossilreichtum ausgezeichnete Stufe des unteren Oberrät. Im Norden, bei Murrhardt, scheint sie in größerer Landferne ähnlich wie im Kraichgau usw. vorwiegend tonig ausgebildet zu sein. Im Süden schieben sich überall vom vindelicischen Land her  $\pm$  mächtige Sandkegel nach Norden vor. Sie enthalten die berühmten rätischen Faunen Württembergs. Es muß noch einmal nachdrücklich betont werden, daß diese Faunen, besonders auch *Avicula contorta*, gar nicht daran denken, lediglich Angehörige strandnaher Fazies zu sein. Die höheren Teile des Oberrät sind in Württemberg noch nicht sicher festgestellt, vielleicht örtlich vorhanden. Auf dem Oberrät lagern lokal ganz verschiedene Stufen des unteren Lias alpha. Wo Kalkbänke des unteren Lias alpha direkt den Rätssandsteinen aufliegen, zeigen sie in zahlreichen nachweisbaren Fällen, besonders basal, Bonebeds, Geröllführung,  $\pm$  starke Sandführung. Es ist nicht möglich, bei nahe übereinander liegenden Kalkbänken, die schnell auskeilen können, mit Hilfe von Kartierungsmethoden die gleiche Bank von einem Aufschluß zum andern sicher zu stellen. Liegen diese Bänke unter Unterdrückung liegender Teile der Schichtenfolge direkt dem Rät-Sandstein auf, so werden sie auch gleiche Aufarbeitungs- und Umlagerungserscheinungen, gleiche Sandführung zeigen. Nach „faziellen“ Methoden hat man also immer die gleiche Bank vor sich. Hier kann nur die genaue Durcharbeitung der Fauna über das stratigraphische Niveau, über paläontologisch wichtige Verhältnisse, über Emersion und Submersion entscheiden.

Die Verhältnisse im Wutachgebiet, am Dinckelberg und im Breisgau zu schildern, wäre von größtem Interesse. Es erscheint aber zweckmäßiger, dies



zugleich mit einer Revision der PRATJE'schen Ammonitenfaunen und nach Durchführung mehrerer Schürfe gleichzeitig mit dem unteren Lias zu tun. Sicherer marines Rät ist im ganzen Wutachgebiet nicht bekannt. Auch SCHALCHS wichtiges Profil von Unterhallau kann man nach seiner Fauna nicht als solches bezeichnen. Ganz im Westen, dicht bei Basel, konnte PRATJE im Unteren Rät grüingefärbte Gesteine mit erhöhtem Carbonatanteil nachweisen. Es ist der erste Ausläufer des weiter westlich gelegenen Gebiets, in dem scheinbar ähnliche Verhältnisse wie in Nord- und Mitteldeutschland herrschen.

### Rückblick.

Auf Grund der Arbeitshypothese, die Kenntnis der lückenhaften Schichtenfolge im südlichen Deutschland durch Vergleich mit der vollständigeren im nördlichen Deutschland zu verbessern und sie in ihrer historisch-geologischen Stellung zu fixieren, wurde das Rät vom Harzvorland bis zum Kraichgau verfolgt. Die im Harzvorland durchgeführte Dreigliederung des Rät konnte mit den der palaeogeographischen Eigenart des jeweiligen Gebiets notwendigen Differenzierungen übernommen werden. Das Untere Rät des Harzvorlandes ist gekennzeichnet als marine Ablagerung bei Vorherrschen  $\pm$  arider Klimate auf dem umgebenden Land. Sedimente gleicher Art wurden verfolgt über Göttingen, Netra, Angersbach, den Kraichgau bis ins Elsaß. Der erste marine Vorstoß scheint allmählich vor sich gegangen zu sein, so daß die Sedimente dieser Zeit nach Süden immer geringmächtiger werden. Für diese Geringmächtigkeit und zugleich relative Feinkörnigkeit kann auch Entfertheit größerer Kornliefernder Herkunftsgebiete auf der genannten Linie mitspielen. Im örtlichen Seeberger Bezirk macht sich der Einfluß des nahen varistischen Hinterlandes in größerem Korn, d. h. fast ausschließlicher Sandsteinbildung bemerkbar.

Die Grenze des Unteren gegen das Mittlere Rät ist z. T. eine klimatische. Das bisher  $\pm$  aride Klima des umgebenden Landes schlägt in ausgesprochen humides um. Die Periode der rätisch-liassischen Kohlenbildung beginnt. Damit sind örtlich, im Harzvorland, bei Gotha am Seeberg, im Kraichgau usw. Regressionen des Meeres verbunden. Die in den genannten Gebieten gehäuften Sandsteine stellen Bildungen des Landes oder landnächster Meeresteile dar. Die Regression ist jedoch keine allgemeine. Das Vorkommen von Angersbach zeigt, daß zwischen hier und der Gegend westlich Hildesheim die marine Bedeckung erhalten blieb. In diesem eingegengten südlichen Zipfel des rätischen Meeresraums tritt die in den Küstengebieten des subhercynen Unterrät, des Seeberger Unterrät usw. für landnahe Fazies typische *Anoplophora postera* DEFNER und FRAAS auch im Mittelrät auf.

Die Grenze gegen das Oberrät wird gebildet durch den Beginn eines einheitlichen und weitgreifenden marinen Vorstoßes im gesamten besprochenen Gebiet. Er bringt von Norden die reiche marine Fauna und öffnet ihr den Weg über die Hessische Straße nach Süddeutschland. Zugleich wird die Straße vom Unter-Elsaß über Lothringen nach dem französisch-belgischen Meeresgebiet geöffnet, deren Vorhandensein im Unterrät fraglich, im Mittelrät nicht zu erwarten ist. Die Sedimentation des unteren Teils des Oberrät bringt eine fazielle Differenzierung in vorwiegend sandige Ablagerungen bewegteren Wassers südlich des Arbeitsgebietes in Württemberg, in schiefrig-tonige mit dünnplattigen Sandsteinen in den küstenferneren Regionen des eigentlichen Arbeits-



gebietes. In höheren Teilen des Oberrät finden sich regional verbreitet rote Tone in Wechsellagerung mit grauen. Ihre klimatische Bedingtheit ist noch nicht geklärt, ihre marine Entstehung kaum zweifelhaft. Höchste Teile des Rät leiten allmählich die liassische Sedimentation ein, sie sind vom Mittel-landkanal bis nach Göttingen und Angersbach bekannt und entsprechen dem englischen White Lias.

Noch in das Arbeitsgebiet hineinreichend, vor allem aber in Württemberg, findet bis zum Abschluß des Unterrät die klimatisch bedingte Sedimentation der Knollenmergel statt, deren marin beeinflusste Randzone bei Angersbach und im Kraichgau zu beobachten ist.

Vom Harzvorland bis nach Angersbach, vielleicht auch zum Seeberg werden die Gesteine des Oberrät durch die Planorbiszone des *Lias alpha* überlagert, bei Gotha vielleicht erst durch die Johnstonizone. Von diesem Gebiet der Hessischen Straße aus erfolgt erstmalig in der Planorbiszeit die Einwanderung liassischer Ammonitenfauna nach Württemberg.

Als das für die gesamte rätisch-unterliassische Palaeogeographie und Sedimentation wichtigste Element erweist sich das konservative Tiefland der Hessischen Straße. Wie schon seinerzeit für die Psiloceratenzeit nachgewiesen, bleibt sie auch während des ganzen Rät ein höchstens seitlich eingegrenzter, meererfüllter Raum, von dem aus die marinen Vorstöße erfolgen. Die südwestlich abzweigende Tiefenlinie über den Kraichgau durch die alsatische Pforte bleibt von geringerer Bedeutung, macht sich aber immer wieder als Meeresverbindung und Wanderstraße bemerkbar. Die jetzigen varistischen Hochgebiete sind auch im Rät großenteils bereits Hochgebiete, die als Sedimentlieferanten  $\pm$  deutlich erkannt werden können.

Alles in allem ist und bleibt das Rät, der Vorläufer der großen marinen Überflutung durch die liassischen Meere, eine gegen diesen wohl abgegrenzte und zugleich eine faunistisch wohl begründete Stufe!

---

Die Lücken in der örtlichen Beobachtung und Durcharbeitung des Rät sind noch groß. Viele Einzelheiten der Genese und der Bodengestaltung von Land und Meer sind noch vor allem zwischen Hildesheim und Eisenach zu klären. Im Bewußtsein dieser Notwendigkeit, genaue Aufnahmen in diesen Gebieten anzuregen, um das Bewegungsbild am Harzrand zu klären, wurde an Hand des bis jetzt Überblickbaren, eine Anzahl reiflich überlegter allgemein gültiger Beobachtungen niedergelegt. Es steht ferner zu hoffen, daß auf dem beschrittenen Weg es gelingt, eine feste Vergleichsbasis zwischen dem Rät im Harzvorland und Nordwest-Deutschland einerseits, dem in Mitteldeutschland und Süddeutschland andererseits zu schaffen, die das Verständnis der liassischen Sedimentation und Palaeogeographie erleichtert.

Darmstadt, 15. Februar 1929.



**Literaturverzeichnis.**

- AMTHOR, Das Bonebed im Rät des Apfelstedtgrundes bei Wechmar. Zeitschr. f. d. ges. Naturwissenschaft 1908.
- AMTHOR, Der Rätstein vom Großen Seeberge bei Gotha. Seeberg-Festschr. 1901.
- ANDRAE, Ophiuren der Trias bei Heidelberg. Mitt. Bad. Geol. L.-A. 1893.
- BAUER, Die geologischen Verhältnisse der Seeberge und des Galbergs bei Gotha. 1882.
- BEEZ, Beiträge zur Tektonik und Stratigraphie des Lauterbacher Grabens. Notizbl. der Hess. Geol. L.-A. 1912.
- BENECKE, Über die Trias von Elsaß-Lothringen und Luxemburg. Abh. Geol. Spezk. Elsaß-Lothringen. 1877.
- BORNEMANN, Über die Liasformation in der Umgebung von Göttingen etc. Diss. Göttingen 1854.
- BRANDES, Die faziellen Verhältnisse des Lias etc. Neues Jahrb. B. 1911.
- BLANCKENHORN, Geologische Aufnahmen bei Großenlüder usw. Jahrb. d. Pr. Geol. L.-A. 1911.
- BRINKMANN, Die rheinische Richtung im vorkimmerischen Süddeutschland. Abh. d. Pr. Geol. L.-A. N. F. 95. 1923—25.
- BRINKMANN, Tektonik und Sedimentation im süddeutschen Triasbecken. Z. d. D. Geol.-Ges. 78. 1926.
- BENECKE und COHEN, Geognostische Beschreibung der Umgegend von Heidelberg. 1881.
- CREDNER, Geognost. Beschreibung des Höhenzuges zwischen Gotha und Arnstadt. N. Jahrb. für Min. (N. J. M.) 1839.
- CREDNER, Über die Grenzgebilde zwischen d. Keuper u. d. Lias am Seeberg bei Gotha und in Norddeutschland überhaupt. N. J. M. 1860.
- DEFFNER und FRAAS, Die Juraversenkung bei Langenbrücken. N. Jahrb. f. Min. 1859.
- DENNINGER, Chemische und sedimentpetrograph. Untersuchungen über die Keupermergel des Stromberges. Diss. Stuttgart 1927.
- DIEHL, Der Lauterbacher Graben. Notizbl. d. Hess. Geol. L.-A. 1926.
- EMERSON, Die Liasmulde von Markoldendorf bei Einbeck. Diss. Göttingen 1870.
- ENDLICH, Das Bonebed Württembergs. Diss. Tübingen 1870.
- ERNI, Das Rät im Schweizer Jura. Ecl. geol. helv. 11, 1910.
- ERNI, Zur Rätfrage im Schweizer Juragebirge. Zentralbl. f. Min. etc. 1926.
- FINCKH, Der Knollenmergel des Oberen Keupers. Jahresb. Ver. vaterl. Naturk. 1912.
- FISCHER, Zur Kenntnis der Entstehung der Steinmergel im fränkischen bunten Keuper. N. Jahrb. BB. 51, 1925.
- FRAAS, Der Bonebedsandstein auf dem Stromberg. Jahresb. d. Ver. f. vaterl. Naturk. 1858.
- FRANK, Lias alpha in Schwaben. Jahresber. u. Mitt. d. oberrhein. geol. Ver. 1925.
- FRANK, Beiträge zur Kenntnis des Lias beta in Nordbayern. Zentralbl. f. Min. usw. 1926.
- FRANK, Ein Vergleich der Muschelkalk- und der Liastransgression in Süddeutschland. Geol. Rundschau, Bd. XIX, 1928, Heft 3.
- FRENTZEN, Beitr. z. Kenntnis der fossilen Flora des südwestlichen Deutschland. Jahresber. u. Mitt. d. Oberrh. geol. Ver. 10, 1921.
- GRUPE, Zur Stratigraphie der Trias im Gebiete des oberen Wesertals. 4. Jahresber. Niedersächs. geol. Ver. 1911.
- GÜMBEL, Über das Knochenbett und die Pflanzenschichten in der rätischen Stufe Frankens. Sitzungsber. d. k. bayr. Ak. d. Wissensch. Bd. 1, 1864.
- GÜMBEL, Die geognostischen Verhältnisse des fränkischen Triasgebietes. „Bavaria“, Bd. IV, Heft 11. 1865.
- GÜMBEL, Geognostische Beschreibung der fränkischen Alb (Frankenjura) mit den anstoßenden fränkischen Keupergebieten. 1891.
- GÜMBEL, Geologie von Bayern, Bd. II. 1894.
- HAACK, Zur Kenntnis der Osnabrücker Trias. Jahrb. d. Pr. Geol. L.-A. 1926.
- HARBORT, Ein geologisches Querprofil durch die Kreide-, Jura- und Triasformation des Bentheim-Isterberger Sattels. v. KOENEN-Festschrift, Stuttgart 1907.
- HAUG, Mitt. über die Juraablagerungen im nördlichen Unter-Elsaß. Mitt. d. Kommission geol. Landesdurchforsch. von Els.-Lothr. 1, 1886.
- HESS, Übersicht der geognost. Beschaffenheit der Umgegend von Gotha. Taschenbuch ges. Mineralogie etc. von LEONHARD. 1820.
- v. HOFF, Mineralogische Beschreibung des Seebergs bei Gotha. Ebenda 1807.



- v. FRITSCH, Vorstudien über die jüngeren mesozoischen Ablagerungen von Eisenach. N. Jahrb. f. Min. 1870.
- JÜNGST, Die Meeresverbindung Nord-Süd-Deutschland in der Psiloceratenzeit. N. Jahrb. BB. 1927.
- JÜNGST, Pylonoten- und Schlotheimien-Schichten im nördlichen Harzvorlande. Geol. Pal. Abhandl. 1928.
- JÜNGST, Zur Planorbis-Zone von Angersbach. Not. d. Hess. Geol. L.-A. 1927.
- KINDERMANN, Der Keupergraben des Ringgaues. N. Jahrbuch 1918.
- KLUPPEL, Der Lothringer Jura, I. Teil; Lias. Jahrb. d. Pr. Geol. L.-A. 1920.
- LANG, Über die Lagerung und Entstehung des mittleren Keupers im südlichen Württemberg. Zentralbl. f. Min. etc. 1909.
- LANG, Der mittlere Keuper im südlichen Württemberg. Jahresber. d. Ver. f. vaterl. Naturk. 1909 u. 1910.
- LANG, Das Vindelizische Gebirge zur mittleren Keuperzeit. Jahresb. d. Ver. f. vaterl. Naturk. 1911.
- LANG, Beitr. zur Stratigraphie des mittleren Keupers zwischen der Schwäbischen Alb und dem Schweizer Jura. Geol. u. paläont. Abh. N. F. 9, H. 4, 1911.
- LANG, Zur Stratigraphie des Keupers in Südwestdeutschland. Jahresh. d. Ver. f. vaterl. Naturk. 1919.
- LANGE, Zur Palaeogeographie und Ammonitenfauna des Lias alpha, nebst einer Revision der Nürtinger Pylonotenfauna. Zeitschr. d. D. Geol. Ges. Bd. 77. 1925.
- LANGE, Über den unteren Lias usw. Zentralbl. f. Min. usw. 1927.
- MEYER u. LANG, Keuperprofile bei Angersbach im Lauterbacher Graben. Ber. Oberhess. Ges. Nat.- u. Heilkunde Gießen. N. F. Naturwiss. Abt. Bd. 5. 1912.
- NAUMANN, Beitrag zur Gliederung des mittleren Keupers im nördlichen Thüringen. Jahrb. d. preuß. Geol. L.-A. 1907.
- OERTLE, Die Fische der württembergischen Trias. N. Jahrb. 1929.
- PFLÜCKER Y RICO, Das Rät usw. in der Umgebung von Göttingen. Z. d. D. Geol. Ges. 1869.
- PFLÜCKER Y RICO, Briefliche Mitteilung. Z. d. D. Geol. Ges. 1869.
- POMPECKY, Ammoniten des Rät. N. Jahrb. 1895.
- PRATJE, Lias und Rät im Breisgau. Mitt. d. bad. Geol. L.-A. 9. 1922.
- PRATJE, Die Juratransgression im Bereiche von Schwarzwald und Vogesen. Frankfurt a.M. 1924.
- PRATJE, Lassen sich Wanderungen der Leitammoniten im Lias alpha nachweisen? Centralbl. f. Min. usw. 1924.
- PROESCHOLDT, Beitrag zur Kenntnis des Keupers im Grabfeld. Jahrb. Pr. Geol. L.-A. 1883.
- QUENSTEDT, Der Jura. 1858.
- RENZ, Zur Geologie der südöstlichen Rheinpfalz. Zeitschr. d. D. Geol. Ges. 57. 1905.
- RÜGER, Die Rät-Lias alpha Ablagerungen der Langenbrückener Senke. Diss. Heidelberg. 1922.
- RÜGER, Über Diskordanzen in den Rät-Lias alpha Ablagerungen der Langenbrückener Senke. Jahresber. u. Mitt. d. Oberrhein. Geol. Ver. N. F. Bd. 11. 1922.
- RÜGER, Versuch einer Palaeogeographie der süddeutschen Länder an der Trias-Jura-Wende. Verhandl. d. Naturhistor.-Medizin. Ver. zu Heidelberg. N. F. XV. H. 2. 1924.
- SCHALCH u. PEYER, Über ein neues Rätvorkommen im Keuper des Donau-Rheinzuges. Mitt. d. Bad. Geol. L.-A. B. 8. 1915.
- SCHÄFER, Rät- und Liasablagerungen d. Großen Seeberges bei Gotha. Naturwiss. u. Geschichtl. v. Seeberg b. Gotha. Gotha 1901.
- SCHÄFER, Über die Rätablagerungen des Rhönberges usw. Z. f. d. ges. Nat. 1907.
- SCHÄFER, Rät und Lias am Großen Seeberg bei Gotha usw. Ebenda 1918.
- SCHLOENBACH, Briefliche Mitteilung. N. Jahrb. 1860.
- SCHLOENBACH, Briefliche Mitteilung. Z. d. D. Geol. Ges. 1861.
- SCHLOENBACH, Das Bonebed und seine Lage gegen den sogenannten oberen Keupersandstein usw. N. Jahrb. 1860.
- SCHLOENBACH, Beiträge zur genauen Niveaubestimmung usw. N. Jahrb. 1862.
- SCHMIDT, M., Der Gebirgsbau des Einbeck-Markoldendorfer Beckens. Jahrb. Pr. Geol. L.-A. 1893. Teil II.
- SCHMIDT, M., Das Liasprofil von Pfohren bei Donaueschingen. Centralbl. f. Min. usw. Nr. 11. 1924.
- SCHMIDT, M., Ammonitenstudien. 1925.
- v. SEEBACH, Der Hannoversche Jura. 1864.



- TASCHE, Über das Vorkommen von Eisenerzen und deren Gewinnung im östlichen Teil der Provinz Oberhessen. (Spärosideritflöze in der Lettenkohlengruppe a. d. Chausseeböschung zwischen Landenhausen und Angersbach). Notizbl. d. Ver. f. Erdk. Darmstadt, Jahrg. 2. 1856.
- TASCHE, Breccie aus Fischzähnen und Knochenstücken bei Angersbach. Notizbl. d. Ver. f. Erdk. usw. 1861.
- TEGETMEYER, Beiträge zur Kenntnis des Keupers im nördlichen Thüringen. Zeitschr. f. d. ges. Naturwiss. 1876.
- STROMER u. PEYER, Über recente und triassische Gebisse v. Ceratodontidae. Z. D. Geol. Ges. 1917.
- THÜRACH, Beitr. z. Kenntnis des Keupers in Süddeutschland. Geognost. Jahresh. 1901.
- THÜRACH, Übersicht über die Gliederung des Keupers im nördlichen Franken usw. Geognost. Jahresh. I u. II. 1888/89.
- VOLLRATH, Die Transgression des Jurameeres zwischen Schwäbischer Alb und Schweizer Jura. Centralbl. f. Min. usw. 1924.
- VOLLRATH, Zur Stratigraphie des Lias alpha in Südwestdeutschland. Centralbl. f. Min. usw. 1928.
- VOLLRATH, Beiträge zur vergleichenden Stratigraphie und Bildungsgeschichte des mittleren und oberen Keupers in Südwestdeutschland. N. Jahrb. f. Min. usw. BB. LX. Abt. B.
- VALENTIN, Die Geologie des Krontales im Elsaß. Mitt. d. Geol. L.-A. v. Els.-Lothr. 3. 1892.
- VAN WERVEKE, Die ursprüngliche Umrandung der Trierer und Luxemburger Bucht usw. Sitzungsber. d. Niederrhein. Ges. f. Natur- u. Heilkunde zu Bonn, naturwiss. Abt. 1910.
- ZIMMERMANN, Studie über das deutsche und alpine Rät.



## Ein Kupfererz führender Horizont an der oberen Zechsteingrenze im Odenwald.

Von C. KÖBRICH.

In den Erläuterungen<sup>1)</sup> zu den geologischen Blättern Brensbach und Erbach haben im Jahre 1897 die durch den Bergbau auf die Zechsteinmanganerze des Odenwaldes gewonnenen Aufschlüsse eine zusammenfassende, wenn auch kurze Darstellung erfahren. Bald danach ist jener Bergbau unter dem Druck des ausländischen Wettbewerbs an hochwertigen Manganerzen erlegen. Erst während des Krieges sind neue Aufschlüsse geschaffen worden, die im wesentlichen das frühere Bild vervollständigt und seine Deutung bestätigt haben.

Daneben hat sich aber eine neue Beobachtung ergeben, die festgelegt zu werden verdient, nämlich die Auffindung eines Kupfererz führenden Horizontes an der Grenze zwischen Zechstein und Buntsandstein.

Die Gelsenkirchener Bergwerks-Akt.-Ges. betrieb in jenen Jahren Manganerzbergbau am obersten Ende des Tales von Ober-Kainsbach und zwar dort, wo die geologische Karte in der großen Schleife des von Ober-Kainsbach zur Paßhöhe „Am Galgen“ heraufführenden Weges die blaue Zechsteinsignatur in einem Kreis (Bohrlochaufschluß) und südwestlich davon in einem Viereck (Schachtaufschluß) angibt und überdies alten Bergbau einzeichnet. Das gute Erzvorkommen daselbst fiel — wie der Zechstein in der Regel — nach Südosten ein, wies also unter den Paß zwischen Mors-Berg und Heidel-Berg in die Anfänge des Brombachtals, wo überdies manganerzführender Zechstein von früher her bekannt ist. Die Betriebsleitung versuchte deshalb von der Ostseite des Passes her dem einfallenden Erz entgegenzufahren mit einem Stollen, dessen Ansatzpunkt etwa 250 m von der „Spreng“ entfernt war und in dem Wiesentälchen rechts seitlich von dem Fahrwege lag, der von der Spreng nach Langen-Brombach hinunterführt. Das Stollenmundloch wäre auf der Karte in der Verbindungslinie des Wortes „Spreng“ mit dem 16 mm östlich entfernten Worte „Quelle“ und zwar 3 mm vor dem „Q“ des letzteren einzutragen.

Der Stollen war mit N 60° W geradlinig etwa auf die oben erwähnte Schachtsignatur „Am Galgen“ gerichtet und begann im Buntsandstein. Bei etwa 20 m Stollenlänge trat starke Wasserführung auf, wohl infolge Anfahrens des Wasserhorizontes über dem Bröckelschiefer. In dem dann folgenden Stollenteil war der Bröckelschiefer durchfahren, der mit vorschreitendem Stollen-

---

<sup>1)</sup> Erläuterungen zur geol. Karte des Großherzogtums Hessen, Blatt Brensbach von C. CHELIUS und Blätter Erbach und Michelstadt von G. KLEMM. 1897.



vortrieb allmählich anstieg und zwar mit angeblich im Durchschnitt 10 Grad. Indessen ist die Lagerung etwas wellenförmig. Unter dem Bröckelschiefer trat im hinteren Teil des Stollens, etwa von 80 m Länge ab, aus der Sohle der Zechsteindolomit in gelblichgrauer bis brauner gebänderter Färbung und mürbem bis sandigpulverigem Zustande auf, der bei etwa 140 m Stollenlänge ungefähr 50 cm hoch aus der Sohle herausragte.

Unmittelbar über dem Zechsteindolomit sind die drei nächsten Schichtglieder folgendermaßen ausgebildet:

1. zuunterst 15 cm grauer Ton, dann
2. etwa 15 cm roter Letten von der Farbe des normalen Bröckelschiefers, dann
3. 20 bis 25 cm graugrüner Letten, der auf den Klüften und Absonderungsflächen mehr oder weniger reichlich blaue und grüne Anflüge und Beschläge von oxydischen Kupfererzen (Lasur und Malachit), in geringen Spuren auch stellenweise Kupferoxyd (Kupferrot) führt.

Nach Angabe des Betriebsführers JOHANNES ist diese Kupfer führende Schicht auf etwa 80 m Stollenlänge durchfahren worden. Sie wurde im amtlichen Fundetermin auch beiderseits des Stollens an den Stößen verfolgt. Ein entsprechender Haufen des grauen Lettens war vor dem Mundloch besonders gestürzt worden. Da nach einer bereits angefertigten Analyse der Kupfergehalt 1,033% betragen sollte, so wurde auch eine amtliche Probe bei 90 m Stollenlänge aus beiden Stößen entnommen. Der vereidigte Handelschemiker Dr. PAUL SCHINDLER-Wetzlar fand darin 0,97% Cu. Auf das Vorkommen wurde Mutung eingelegt und die Kupfererzverleihung „Adolph“ erteilt.

Eine wirtschaftliche Bedeutung wird das Vorkommen nicht gewinnen. Dagegen beansprucht es geologisch Beachtung, weil es das erste und einzige Kupfererzvorkommen des Odenwaldes ist, das im Schichtenverband liegt. Vielleicht hat CHELIUS früher auf Blatt Brensbach schon ähnliches beobachtet; denn er schreibt (Erläuterungen S. 46) bei Zusammenstellung von Manganerzanalysen jener Gegend: „Cu, Zn, As, S entstammen wohl den Resten des Zechsteindolomits, der bisweilen Kupferglanz aufweist.“ Aber leider hat CHELIUS keine Fundorte dazu angegeben. Die Manganerze haben nach den von CHELIUS und KLEMM angeführten Analysen

0,56—0,39—0,23—0,21—0,09% CuO

entsprechend 0,45—0,32—0,18—0,17—0,07% Cu.

Im übrigen sind im Odenwalde wohl eine ganze Reihe von Kupfererzvorkommen bekannt, aber durchweg nur gangförmiger Natur, häufig in Verbindung mit Schwerspatgängen und deren Verkieselungen.

Ob man das Kupfererzflöz von der Spreng dem Zechstein oder dem Buntsandstein zuzählt, ist willkürlich; doch scheint ersteres wohl nach sonstigen Analogien richtiger, ohne daß damit eine weitergehende Parallelisierung mit anderwärtigen Kupfererzvorkommen im Zechstein betont werden soll; dem stände schon die Ungewißheit über das spezielle Alter der Odenwälder Zechsteinablagerungen und der immerhin lokale Charakter des hier beschriebenen Fundes entgegen.



Über die Genesis des Lagers ist nichts zu sagen. Die Bindung des Kupfererzes an einen so schmalen Horizont könnte für Syngenese sprechen; doch steht dem die Vereinzelung des Vorkommens gegenüber.

Ist es epigenetischer Natur, so könnte man an Zuführung auf Verwerfungsklüften denken, um so mehr als Hangendes wie Liegendes im übrigen wasserundurchlässig sind. Doch gibt die Spezialaufnahme gerade dort keine Verwerfungen an. Lediglich der Umstand, daß — im Gegensatz zu dem guten Mangenerzvorkommen „Am Galgen“ — im Stollen das Mangenerz völlig fehlt und der „Am Galgen“ fast völlig fortgeführte Zechsteindolomit hier ungewöhnlich regelmäßig erhalten ist, könnte noch auf das Vorliegen einer Störung zwischen beiden hinweisen. Aber erwiesen ist sie nicht; und morphologisch könnte für ihr Vorhandensein höchstens die Tatsache sprechen, daß gerade dort die Paßsenke zwischen Mors-Berg und Heidel-Berg liegt.



# Zur Struktur des Frankenberger Zechsteins.

Von THEODOR WALGER.

Unter den deutschen Zechsteinbildungen haben die der sog. Frankenberger Bucht eine Sonderstellung. Der Buntsandstein wird hier von einer zum Teil mehr als 100 m Mächtigkeit erreichenden Folge rötlicher Konglomerate und Sandsteine unterlagert, deren stratigraphische Stellung lange zweifelhaft war. Erst durch A. DENCKMANN (1891) wurden diese Schichten richtig gedeutet. Ganz allgemein stellt man sie heute zum oberen Zechstein und gliedert nach DENCKMANN'S Vorschlag in folgender Weise:

Jüngeres Konglomerat  
Permsandsteine mit Geismarer Kupferletten  
Stätebergflöz  
Älteres Konglomerat.

Bei einer Bearbeitung des südlich anstoßenden Gebiets konnte H. MEYER (HARRASSOWITZ) diese DENCKMANN'sche Gliederung in der Hauptsache übernehmen, wenn sich auch zeigte, daß eine vollkommene Parallelisierung nicht möglich ist.

Es gelang MEYER ferner, in überzeugender Weise den Nachweis zu erbringen, daß die konglomeratischen Zechsteinhorizonte am Ostrand des Rheinischen Schiefergebirgs typische Küstenbildungen sind. Damit gewann die Vorstellung sehr an Wahrscheinlichkeit, daß das Rheinische Schiefergebirge am Ausgang des Paläozoikums als Insel aus dem Zechsteinmeer herausragte.

Es ließen sich allerdings nicht alle im Laufe der Untersuchung auftretenden Probleme vollständig lösen. So ist u. a. noch heute die Frage in gewissem Umfang offen, wie weit die Horizonte des Frankenberger Zechsteins dem alten Gebirge angelagert oder aber  $\pm$  an Verwerfungen abgesunken sind.

Zu dieser für die paläogeographische Auffassung der Hessischen Senke wichtigen Frage versucht die vorliegende Arbeit einen Beitrag zu bieten. Sie bringt unter Berücksichtigung der neueren Frankenberger Spezialliteratur die Ergebnisse einer achttägigen Untersuchung im Gelände, die allerdings den Gesamttraum der hier von DENCKMANN und MEYER beschriebenen Permsedimente nicht umfassen konnte.

Über die stratigraphische Entwicklung des oberen Zechsteins im Raume Frankenberg—Lollar gibt MEYER in einer Tabelle (S. 428) Aufschluß. Was daran besonders auffällt, ist:



1. Die Abnahme der Gesamtmächtigkeit nach S.
2. Das vollständige Auskeilen des Stätebergflöz nach S (u. O).<sup>1)</sup>
3. Fazielle Vertretung von älterem Konglomerat + Permsandstein durch eckige Konglomerate in den südlicheren Aufschlüssen.
4. Unstetigkeit in der nach S immer deutlicher werdenden Reduktion der Schichtglieder.

Die Verkümmernng des viergliedrigen Profils von Frankenberg geht so weit, daß im S nur noch eine Zweiteilung durchzuführen ist. Somit begegnet die Durchgliederung des Zechsteinverbands im S größeren Schwierigkeiten als im N, besonders deshalb, weil das Stätebergflöz fehlt, das in der Nordhälfte immer zu einer sicheren Trennung von unterem Konglomerat und Permsandstein zu benutzen ist. Die Eindeutigkeit der Horizontbestimmung leidet lokal ferner unter der Tatsache, daß auch im Bereich der vier Glieder schemafremde Strukturen vorkommen. Schon DENCKMANN (S. 241) verweist darauf, daß im Raum von Rodenbach in den älteren Konglomeraten stark gerundete Gerölle angereichert sein können, wodurch sie ein „petrographisch abweichendes Gepräge“ erhalten. Abweichungen vom Schema lassen ferner u. a. die mit kugeligen Geröllen ausgestatteten Konglomerate vom Pferdsberg und Galgenberg (M. Bl. Frankenau) erkennen. Auf seiner Übersichtskarte der Frankenger Permbildungen gibt ihnen DENCKMANN die Signatur der älteren Konglomerate, betont aber in den Erläuterungen zu Blatt Frankenau, daß ihre stratigraphische Stellung keineswegs sicher sei. Es darf hier die Frage angeschnitten werden, ob nicht vielleicht ein Teil dieser Bildungen richtiger in die obere Abteilung des Frankenger Zechsteins zu stellen wäre. Das stratigraphisch-tektonische Bild würde sich manchenorts dadurch vereinfachen. Schließlich ist die Annahme nicht ganz von der Hand zu weisen, daß manche von DENCKMANN als ältere Konglomerate kartierten Vorkommen terrestrischem Hangschutt entsprechen. Auch MEYER (S. 398) rechnet mit der Möglichkeit, daß sich lokal aus wanderndem Verwitterungsschutt Sedimente vom Habitus der älteren Konglomerate gebildet haben könnten, die mit denen der eigentlichen Küste keine räumliche Verbindung hatten. Eine Nachprüfung dieser stratigraphischen Frage scheint besonders deshalb nicht unwichtig zu sein, weil sich DENCKMANNS Auffassung der tektonischen Verhältnisse vor allem auf die Höhenunterschiede beruft, die im Auftreten der älteren Konglomerate zu beobachten sind. Für die Annahme, daß die Frankenger Bucht in der Hauptsache bruchtektonisch entstanden sei, entschied sich DENCKMANN vor allem deshalb, weil hoch über den „horizontal gelagerten“ Perm- und Triasbildungen des Edertalgebietes Reste der ältesten Frankenger Permablagerungen gefunden werden, und zwar in geringem Horizontalabstand. Älteres Konglomerat steht z. B. in knapp 280 m Höhe an der Ederbrücke oberhalb Frankenberg an und ebenso fast 100 m höher an der Totenhöhe (1,5 km Luftlinienentfernung) und nordöstlich Rodenbach im Bereich des „Gelinge“ (2—2,5 km Entfernung). Im Bereich des M. Bl. Frankenau weist es sogar noch bedeutend größere Höhe auf, falls die Vorkommen vom Galgenberg und Pferdsberg wirklich dem älteren Konglomerat gleichgestellt werden dürfen. Neigten ältere Autoren dazu, den Perm-Triasraum von Frankenberg als eine natürliche Bucht des Zechsteinmeeres zu deuten (DENCKMANN S. 238), so glaubte DENCKMANN den Nachweis erbracht zu haben, daß die

<sup>1)</sup> DENCKMANN, Die Frankenger Permbildungen. S. 257.



Umriss der Frankenberger Bucht in der Hauptsache auf posttriadische Verwerfungen zurückzuführen seien. Diese Auffassung läßt MEYER in seinem Arbeitsgebiet nur für den Raum nördlich Wetter gelten. Zwischen Wetter und Lollar dagegen legt sich der Zechstein im allgemeinen normal an das alte Gebirge an. Der Grenzverlauf läßt hier heute noch das Vorhandensein mehrerer Zechsteinmeeresbuchten erkennen, ein Bild, das durch einige Verwerfungen nicht wesentlich gestört wird. Die Schwierigkeit der Beweisführung wird von MEYER allerdings nicht verkannt. Sie liegt vor allem darin, daß die petrographische Struktur des Frankenberger Perms besonders in der südlichen Faziesentwicklung den Nachweis von Störungen nicht leicht gestattet. Der deutlich terrestrische Charakter der Ablagerungen, meint MEYER, bringt es zudem mit sich, daß Hangschuttbildungen als Küstenkonglomerate gedeutet werden können, daß unter Umständen eine Äquivalenz von Sedimenten konstruiert wird, die genetisch und zeitlich gar nicht zusammengehören. MEYER möchte deshalb nur zwei Tatsachen als einigermaßen sichere Beweise für das Vorhandensein von Verwerfungen angesehen haben:

1. Topographisches Nebeneinander von älterem Paläozoikum und solchen Schichten, die jünger sind als das ältere Konglomerat.
2. Geradliniger Grenzverlauf verschieden alter Horizonte.

Es ist indessen festzustellen, daß durch Übergreifen jüngerer Schichten das topographische Bild ebenfalls erklärt werden kann. Und übergreifende Lagerung ist weitgehend nachgewiesen worden. Ganz allgemein scheinen am Ost- rand des Rheinischen Schiefergebirgs die jüngeren Schichtglieder des Zechsteins die Neigung zu haben, über die älteren nach  $W \perp$  weit zu transgredieren. Es ist ferner zu bedenken, daß der Verlauf von Schichtgrenzlinien selten auf lange Strecken im Gelände zu erkennen ist, die Kartierung solcher Linien also fast immer etwas hypothetisches an sich hat.

Aus Beobachtungen über Fallen und Streichen glaubt MEYER keine zwingenden Schlüsse auf tektonische Verhältnisse ziehen zu sollen, da die vorherrschende Diagonalstruktur des Frankenberger Perms die Erkennung gesetzmäßiger Anordnung außerordentlich erschwere. „Oft lassen sich über mehrere Meter konkordante Schichten nach einer bestimmten Richtung fallend beobachten, bis sie plötzlich wieder auf größere Erstreckung von entgegengesetzt fallenden Schichten abgelöst werden ... Scheinbare Fallwinkel von  $10^\circ$  bis  $20^\circ$  sind häufig zu messen, in Wirklichkeit aber nur auf diskordante Struktur zurückzuführen. Erst größere Winkel, die über die bei Schütkegeln beobachteten größten Winkel von  $30^\circ$  bis  $40^\circ$  hinausgehen, wird man unbedenklich benutzen können und kleinere nur, wenn man sie auf größere Strecken verfolgen kann, was freilich selten der Fall ist.“ (S. 398.)

Hier scheint mir nun allerdings ein Merkmal vorzuliegen, das gewisse Hinweise auf entstehungsgeschichtliche — auch tektonische — Vorgänge zu geben imstande ist. Ich konnte mich nicht davon überzeugen, daß die Fallrichtungen der diagonal struierten Unterschichten jeder Gesetzmäßigkeit entbehren. Gerade die Konglomeratplatten der unteren Abteilung lassen m. E. vielmehr eine Beziehung zum alten Gebirge erkennen, also zum Ursprungsgebiet ihres Materials. An vielen Stellen konnte beobachtet werden, daß aufgearbeitetes Liegendes in typischen Schütkegeln zum Absatz gekommen ist, und daß sich die einzelnen Unterschichten mit zum Teil sehr erheblichen Fallwinkeln (über  $30^\circ$ ) um Linien



herumgruppieren, die einigermaßen senkrecht zum Gebirgsrand orientiert sind. So ließ sich in vielen Fällen die Richtung der Schüttung gut bestimmen. Ein Beispiel für viele! Im Wermsdorfer Grund,  $\frac{3}{4}$  km oberhalb der Straße Frankenberg-Röddenau wurden durch Abmeißeln der einzelnen Konglomeratlagen über 50 Messungen gewonnen. Mit Winkeln zwischen  $15^\circ$  und  $35^\circ$  fallen sämtliche Platten des hier anstehenden älteren Konglomerats vom Gebirge weg. Die Fallachsen pendeln um etwa S 70 W. Es ließ sich ferner nachweisen, daß die Fallwinkel i. a. mit zunehmendem Abstand vom Gebirgsrand geringer werden, eine Tatsache, die in dem Mechanismus der Küstensedimentation ihre Erklärung findet.

Sehr bezeichnend sind die Verhältnisse im Raum Treisbach-Warzenbach. (M. Bl. Biedenkopf, Wetter und Buchenau.) Hier erfüllt das Perm eine an der Wurzel etwa 4 km breite Bucht des alten Gebirges. Prächtige, kilometerlange Aufschlüsse gestatteten nördlich von Punkt 238,4 an der Straße Amönau-Treisbach zahlreiche Messungen. An das ältere Paläozoikum, in dessen Bereich Amönau selbst noch liegt, schließen sich hier nach W violettrot getönte Sandsteine von bedeutender Mächtigkeit an, in die Konglomeratlagen mit vorwiegend eckigen Komponenten eingeschaltet sind. Nach MEYER handelt es sich um eine Schichtfolge, die der unteren Abteilung des Frankenger Perms entspricht. Das Material ist diagonal struiert, doch fallen die Einzellagen bei aller Unterschiedlichkeit durchaus nach NW mit Winkeln von  $20^\circ$  bis  $30^\circ$ , eine Anordnung, die schon aus größerer Entfernung an der Form der zahlreichen, vom spülenden Wasser aus den Konglomeratlagen herauspräparierten Klippen erkannt werden kann. Am Südausgang von Treisbach steht dasselbe Gestein an, nur darin anders, daß gröbere Konglomerate zurücktreten. Die Unterschichten liegen aber fast wagrecht. Nur schwer ist ein ganz minimales Fallen nach NO festzustellen. Das hier im Buchtinnern gewonnene Bild rundet sich durch ähnliche Beobachtungen an der Strecke Treisbach-Warzenbach ab. Die Fallwinkel sind fast überall geringer als am östlichen Buchtrand, geringer auch als in den übrigen Randzonen der Treisbacher Bucht. Typisch scheint mir ferner die Tatsache zu sein, daß die Sandstein- und Konglomeratstrukturen im Südteil der Bucht vorwiegend nach dem nördlichen Quadranten, am Westrand aber nach O fallen, also nach dem Senkeninnern. Aufschlüsse in der Umgebung von Warzenbach bieten reichlich Gelegenheit zu Messungen. Wenn gelegentlich, wie oberhalb der Brunnenstube westlich Warzenbach, Fallrichtungen gefunden werden, die sich diesem Bild nicht einfügen, so möchte ich dem nur lokale Bedeutung zuerkennen. Schon MEYER hat ja die Unstetigkeit dieser Strukturen betont; ich glaube, seine Beobachtung nur durch den Hinweis darauf ergänzen zu sollen, daß es sich hier um Ausnahmen einer Regel handelt. Diese Regel — Wegfallen der Schichten vom alten Gebirge und flache Lagerung im Innern der Bucht — macht sich so auffällig, daß man den Eindruck gewinnt, das Perm befinde sich hier noch einigermaßen in situ, es sei seiner Zeit in eine Bucht des Rheinischen Schiefergebirgs eingelagert worden, deren Umrisse schon vor der Zechsteinperiode zustande gekommen waren. Damit soll nicht gesagt sein, daß jüngere Tektonik gar nicht im Spiele sei. Ihre Tätigkeit dürfte sich aber auf eine Zerschärfung präexistierender Formen beschränken. So scheinen im Bereich von Treisbach die Dinge noch ähnlich zu liegen wie weiter im Süden, wo durch MEYER eine im allgemeinen ungestörte Anlagerung der permischen Sedimente an das alte Gebirge nachgewiesen worden ist. Nach Osten — nach der Buntsandsteingrenze — und ebenso nach Norden mehren sich die Anzeichen bruch-



tektonischer Einwirkung. So läßt sich an der Heßlermühle bei Amönau das Abstoßen der Permschichten an steilgestellten Culmschiefern gut beobachten. Mit geringer Sprunghöhe, zuerst gegen Culm, dann gegen das übrige Perm der Treisbacher Bucht abgesetzt, zieht ein schmales Zechsteinband von Wetter nach NNW. Erst recht entspricht die Grenze Perm-Trias i. a. dem Verlauf von Störungen (vgl. MEYER, Übersichtskarte). An vielen Stellen sind durch die Untersuchungen DENCKMANNS und MEYERS Schollenbewegungen im Raum Wetter-Frankenbergr nachgewiesen worden, und ganz allgemein im Bereich der Frankenberg Perm-Triasbucht; doch dürfte das Ausmaß und die Weiträumigkeit der Verschiebungen ebenso allgemein überschätzt worden sein. Aus ähnlichen Beobachtungen wie bei Treisbach möchte ich auch im Arbeitsgebiet DENCKMANNS auf ähnliche Lagerungsverhältnisse schließen, wenngleich der tektonische Einschlag stärker ist. Fast genau senkrecht vom Gebirgsrand weg fallen ältere Konglomerate mit Winkeln von 5° bis 25° bei Punkt 317 im Norden von Rennertehausen. Am Hainer Berg zeigen die Schichten (rötliche Sandsteine mit eingeschalteten Konglomeratlagen vom Habitus der älteren Konglomerate) südliches Fallen. Entsprechend senkt sich das Niveau des Stätebergflözes, das morphologisch hier an einer Geländekante deutlich hervortritt. In dem Hohlweg, der von Röddenau zur Höhe des Wertzebergs führt, konnte beträchtliches Fallen nach S und SW gemessen werden. Wo immer in dem Permraum zwischen Röddenau, Rodenbach und Frankenberg brauchbare Aufschlüsse Gelegenheit zu Strukturbeobachtungen gaben, fast immer ließ sich ein deutliches Wegfallen vom Gebirgsrand feststellen. Besonders schön an den obenerwähnten Schuttkegeln des Wermisdorfer Grunds. Das gilt ebenso für die Permbucht auf der Ostseite des Stätebergs; Permsandsteine fallen hier mit 5° bis 15° nach der Nuhne, also nach N 50/70 O. Störungen fehlen nicht. Die Permsandsteine sind mit geringer Sprunghöhe an einer etwa W—O ziehenden Linie gegen ältere Konglomerate verworfen (vgl. Karte bei DENCKMANN). Doch möchte ich bezweifeln, daß auch die älteren Konglomerate in gleicher Weise wieder am Culm abgesunken sind. Im SO des Eisenbergs kommt neben der Schreufaer Landstraße die Diskordanzfläche in einem allerdings schlechten Aufschluß hervor. Sie ist schwach nach NO geneigt, kaum stärker als die Fallstruktur der älteren Konglomerate, und nach Verwurf sieht die Anordnung nicht aus. Auf Blatt Frankenuau konnten nur Stichproben gewonnen werden. Sie lassen auch hier ein deutliches Wegfallen der Schichten vom Gebirgsrand erkennen. Gelegentlich sind flachgeböschte Trennungsf lächen von älterem Paläozoikum und Perm aufgeschlossen, wie am Cromfeld (WNW von Geismar) und hart nördlich vom Königsgraben (N von Geismar). Man gewinnt den Eindruck normaler Anlage rung küstennaher Vorschüttungen in einem Raum, der schon vor der Zechsteinzeit Buchtform angenommen hatte. Es wäre trotzdem ganz verfehlt, die Bedeutung posttriadischer Tektonik für die Gestaltung der heutigen Formenwelt erkennen zu wollen. Der Kellerwald und damit auch die Gesamtbucht von Frankenberg verdanken ihre heutigen Umriss e, wie das von DENCKMANN überzeugend nachgewiesen worden ist, in der Hauptsache jüngeren Schollenbewegungen. Nicht im Widerspruch dazu aber steht die wohlbegründete Annahme, daß ein vor- oder frühpermisches Sprungsystem dem nachtriadischen weitgehend vorgearbeitet habe. Und man wird die Beweise für nachpermische Schollenbewegungen nicht so sehr darin sehen dürfen, daß oberer Zechstein älterer Abteilung im Senkeninnern tieferes Niveau hält als an den Gebirgsflanken, als viel-



mehr in den ganz allgemein stark gestörten Lagerungsverhältnissen im permotriadischen Sedimentationsraum der Frankenberger Bucht.

Die tiefere Lage der älteren Konglomerate und Sandsteine im Senkeninnern ließe sich allein schon aus den erheblichen und in der Hauptsache gleichsinnigen Fallwinkeln dieser Vorschüttungen erklären. Die Annahme eines Durchschnittfallens von  $15^{\circ}$  (gebirgswärts i. a. mehr, senkenwärts weniger) ergäbe schon in 1 km Flugabstand einen Vertikalunterschied von über 200 m, also mehr als zur Erklärung der Höhendifferenzen, etwa zwischen dem Vorkommen an der Ederbrücke bei Frankenberg (fallen  $3^{\circ}$  bis  $10^{\circ}$  in südlicher Richtung) und denen des Rodenbacher Gebiets oder der Totenhöhe nötig wäre. Zum mindesten braucht nicht mit großen Sprunghöhen gerechnet zu werden. Daß viele kleinere Verwerfungen durch die Permsedimente hindurchgehen, ist außer allem Zweifel und besonders leicht dort zu erkennen, wo das Stätebergflöz entwickelt ist. So berührt die Strecke Wangersbach-Frankenberg diesen Horizont mehrere Male in verschiedenem Niveau, Beweis dafür, daß eine Bruchterasse — allerdings mit geringen Sprunghöhen — von der Gebirgshöhe hinunterführt nach der Talandschaft. Zusammen mit zahlreichen Sprüngen im Senkeninnern kennzeichnen diese Tatsachen den Gesamttraum der Frankenberger Bucht als hochtektonisch. Auf der andern Seite vermitteln Untersuchungen an der Innenstruktur der oberen Zechsteinsedimente den Eindruck, das Meer jener Zeit habe seine Küste in nächster Nähe der Grenzlinie Perm-älteres Paläozoikum gefunden. Die Permsedimente — wenigstens die der älteren Abteilung — scheinen i. a. am alten Gebirge nicht in Störungslinien abzustoßen sondern angelagert zu sein, sich zum mindesten noch einigermaßen in situ zu befinden.

In diesem Zusammenhang bedarf die Frage, ob der Kellerwald zur ob. Zechsteinzeit den Charakter einer trennenden Landbarre gehabt habe (DENCKMANN'S Auffassung) oder nicht, einer neuen Prüfung. Die hier vertretene Deutung läßt sich kaum mit der Vorstellung vereinigen, daß über die Höhen des Kellerwalds hinweg eine offene Verbindung zwischen einem nördlichen und einem südlichen Zechsteinmeer bestanden habe.

Es sei noch auf soeben veröffentlichte Untersuchungen von H. JÜNGST verwiesen. JÜNGST ist bei dem mitteloligozänen Meeressandstein des Mainzer Beckens zu Ergebnissen gekommen, die den hier am Frankenberger Perm gewonnenen, durchaus entsprechen. Wie weit Einzelheiten petrographischer, stratigraphischer und morphologischer Art in Parallele gestellt werden dürfen, wird noch zu entscheiden sein.

#### Zitierte Literatur.

- A. DENCKMANN, Die Frankenberger Permbildungen. Jahrb. d. Pr. Geol. L.-A., XII. 1891.  
 H. L. F. MEYER, Frankenberger Zechstein und grobklastische Bildungen an der Grenze Perm—Trias. (Habil.-Schr.) Berlin 1910. Vergl. Jahrb. d. Pr. Geol. L.-A. 1910.  
 H. JÜNGST, Zur Sedimentation des Meeressandes im Mainzer Becken. Zentralbl. f. Min. usw. Abt. B, Nr. 3.  
 Erläuterungen zur Geol. Spezialkarte von Preußen. Blatt Frankenu.



# Prüfung von Rutengängern.

Von E. BRAMESFELD, Darmstadt.

## I.

Nach wie vor sind die Meinungen darüber geteilt, wieweit die Angaben von Rutengängern und ähnlichen Experten Vertrauen verdienen. Die Auseinandersetzung spitzt sich naturgemäß zunächst auf die Frage zu, ob die von den Rutengängern usw. behaupteten Sinneswahrnehmungen, welche ihnen die Kenntnis vom Vorhandensein von Erdschätzen angeblich vermitteln, auf physikalisch-physiologischer Einwirkung dieser Erdschätze auf den Organismus des Menschen beruhen können, bezw. ob die von den Rutengängern gezeigten Reaktionen (Ausschlag der Rute, Pendelschwingungen) Reflexe sind, welche etwa einer solchen physikalischen Ursache entspringen. Es ist bisher noch kein objektiver Nachweis dafür erbracht worden, daß solche besondere Organempfindlichkeit des Rutengängers tatsächlich vorliegt und zuverlässig funktioniert. Die Ergebnisse von physikalisch-physiologischen Experimenten, welche etwa eine erhöhte Sensibilität der betreffenden Personen gegenüber elektrischen Strömen, Kraftfeldern, Temperaturen o. ä. dartun, beweisen für die Hauptfrage nichts. Weil wir ja überhaupt nicht wissen, welcher Art die von Erdschätzen ausgehenden „Wirkungsfelder“ denn sein sollen, ist es natürlich auch ausgeschlossen, entsprechende Wirkungen im physikalisch-physiologischen Versuch herzustellen. Da außerdem anscheinend alle erreichbaren Angaben von Rutengängern über ihre Organempfindungen oder über Erfahrungen bezüglich der Einwirkung des Bodens auf ihren Körper unklar, verworren und metaphysisch eingekleidet oder an naturphilosophische Systeme mittelalterlich anmutender Form angelehnt sind, kommt auch von dieser Seite keine Unterstützung, die es bisher ermöglicht hätte, die behauptete Einwirkung von Bodenformationen auf irgendwelche Menschen genauer zu untersuchen. Theoretisch ist also die Frage, ob tatsächlich physikalisch-physiologische Einwirkungen von Bodenschätzen auf besonders empfindliche Menschen stattfinden oder nicht, ungelöst. Allerdings hat die von den Rutengängern behauptete Einwirkung nur einen außerordentlich geringen Grad von Wahrscheinlichkeit für sich, solange die hier angenommenen Kräfte und Empfindungen uns nicht wenigstens auch anderwärts irgendwo begegnen.

Ein Beweis für die Triftigkeit der von den Rutengängern aufgestellten Behauptung, es gingen von Erdschätzen Einwirkungen aus, welche bei ihnen Empfindungen oder Bewegungen auslösten, soll nun weiterhin objektiv durch die Trefferstatistik gegeben sein. Eine sehr große Zahl von Fällen kann tatsächlich angeführt werden, in denen besonders beim Aufsuchen von Wasser die Angaben des Rutengängers sich als zutreffend oder mindestens fast zutreffend



erwiesen haben, insoweit als vielleicht die Orts-, nicht aber die Tiefenangabe stimmte usw. Die Zahl der Treffer ist, soweit man aus dem vorhandenen Material schließen kann, vielfach tatsächlich größer als die der Versager.

Das ist aus mehreren Gründen aber nicht so bedeutungsvoll, wie es zunächst erscheint.

Einmal ist es psychologisch einleuchtend und verzeihlich, wenn die Statistik, von der hier die Rede ist, vielleicht nicht immer mit der notwendigen Gewissenhaftigkeit geführt wird. Erfolge behält man leichter als Mißerfolge, besonders dann, wenn man im Falle des Mißerfolges sich etwa Spott oder Angriffen aussetzt. So werden wir wohl kaum jemals die volle Zahl der von Landwirten, Gemeinden und anderen Bodennutzern veranlaßten Mutungen auf Wasser oder Erdschätze zugegeben erhalten, welche nicht zum Ziel geführt haben; auch wird es den Rutengängern, von denen ja schon viele recht zahlreiche Angaben auf Grund ihrer „Kunst“ gemacht haben, niemals möglich gewesen sein durchzusetzen, daß nun auch alle von ihnen bezeichneten Stellen angebohrt oder anderweitig untersucht worden sind. Deshalb marschieren in der Statistik die Erfolge mit dem Vielfachen des Gewichtes auf, das ihnen in Wirklichkeit zusteht.

Weiterhin ist mit Sicherheit anzunehmen, daß Menschen, welche einigermaßen gute Beobachter, mit der Natur vertraut und unter Umständen sogar naturwissenschaftlich und geologisch nicht ganz unvorgebildet sind, in weitem Ausmaße ihre sachliche Beobachtung zu Hilfe nehmen und die Eindrücke von dem Gelände, in dem sie arbeiten, einschließlich aller kleinen, dem Zuschauer nicht auffallenden Hinweise verarbeiten werden, um ihr Suchfeld von vorneherein in gewisser Weise einzuengen. Daß dabei die Wahrscheinlichkeit, tatsächlich etwa auf Wasserläufe zu stoßen, außerordentlich zunimmt, liegt auf der Hand, darf aber nicht als besonderer Verdienst des Rutengängers verbucht werden, so sehr vielleicht auch dieser Teil ihrer „Methode“ den betreffenden Rutengängern unbewußt bleiben mag.

Diese Art des unbewußten Beobachtens, der Sammlung von Bildeindrücken durch das Gehirn, die nicht als Einzelheiten, sondern erst in ihrer gestalteten Gesamtheit, auch nicht unbedingt sofort, sondern möglicherweise erst später ins Bewußtsein vordringen, erlebt jeder Mensch täglich. Ganz ähnlich gestaltet sich vielfach die Diagnose des Arztes; in genau derselben Weise erkennen wir Menschen oder Landschaften wieder. Hier tritt nichts weiter als eine allgemeine Ökonomie der menschlichen Gehirntätigkeit in Erscheinung, die zwar, wie alle solchen geistigen Prozesse, „wunderbar“, nicht aber eine Eigentümlichkeit jener verhältnismäßig wenigen Personen ist, die Rutengängerei, Hellsehen oder andere Künste betreiben, welche jenseits der Naturwissenschaft und auf der Grenze der „okkulten Wissenschaften“ stehen. Es ist leicht einzusehen, warum Betätigungen, wie die eben beschriebenen, besonders leicht jene Ausschaltung der bewußten Wahrnehmung trotz lebhaften Funktionierens der unbewußten mit sich bringen: Das hängt nahe mit der starken Einengung der bewußten Aufmerksamkeit (d. h. Konzentration) auf die Erscheinungen zusammen, welche der Adept von seinen Methoden und Hilfsmitteln erwartet, sei es nun, daß er sich auf eine Wünschelrute und ihre Bewegungen oder auf ein Pendel oder auf Gefühle in den Fingerspitzen oder auch nur auf den fanatischen Glauben an seine Sache und seine Fähigkeit konzentriert.

Dieses Verhalten trägt dann den Charakter der Autosuggestion. Hinzu tritt zweifellos sehr häufig Fremdsuggestion. Diese kann ausgehen



von dem Benehmen oder von dem Wissen oder Wünschen solcher Personen, die bei der Sucharbeit des Rutengängers beteiligt sind. Es gibt zahllose Momente, welche in diesem Sinne suggestiv wirken können. Ein vorausgegangenes Gespräch über frühere Mutungen, eine autoritativ vorgetragene Vermutung, ein auf den Rutengänger unbewußt ausgeübter Druck zum Arbeiten in bestimmter Richtung kann genügen. Symptome von Kritik seiner Tätigkeit oder Methode durch anwesende Personen; Erfahrungen, die wissenschaftlich oder rein praktisch früher gemacht worden sind; ja allein schon eine entsprechend begrenzte und eindrucksvoll gegebene Information oder eine unvorsichtige Bemerkung wirkt sich möglicherweise so aus. Es ist hier nicht möglich, Beispiele zu bringen, welche dartun, wie einfach es im Grunde ist, dem Menschen nicht nur Meinungen, sondern auch Empfindungen und Reaktionen zu suggerieren. Wir pflegen gemeinhin unseren psychischen Widerstand gegen solche Einflüsse erheblich zu überschätzen.<sup>1)</sup>

Daß darüber hinaus — abhängig von dem jeweiligen Gelände — die Wahrscheinlichkeit rein zufällig etwa auf Wasser zu stoßen  $\frac{9}{10}$ , die Wahrscheinlichkeit eines Versagers dagegen nur  $\frac{1}{10}$  betragen kann, bedarf nur der kurzen Erinnerung.

Eine besondere Befähigung des Rutengängers ist demnach so nicht zu beweisen, sondern die tatsächlichen und angegebenen Erfolge finden zureichende Erklärung in Vorgängen, die durchaus dem Durchschnittsmenschen geläufig sind.

Demgegenüber steht als nicht zu übersehende Macht der Glaube einerseits der Rutengänger an sich selbst, anderseits des Publikums an den Rutengänger. Dieser Glaube führt immer wieder dazu — und das wird wohl auch noch lange so bleiben — die Tätigkeit des Rutengängers anzufordern und nach seinen Angaben mit oder ohne Erfolg Bohrungen oder Schürfungen vorzunehmen.

Über die Natur dieses Glaubens als einer psychologisch außerordentlich interessanten Erscheinung kann hier natürlich nicht ausführlich gehandelt werden. Wir haben beim Rutengänger alle Wandlungen des Selbstbewußtseins von ehrlicher Überzeugung besonderer Begabung zum Wohle der Menschheit bis zur Eitelkeit des Wundertäters und Eigenbrödelei anzunehmen. Auch materielle Interessen sprechen natürlich häufig mit. Das Publikum anderseits ist zwar heute in einem Maße „aufgeklärt“, dem gegenüber vergangene Jahrhunderte weit in den Schatten treten. Aber es erweist sich immer wieder, daß Wunderglaube eines jener psychischen Bedürfnisse der meisten Menschen ist, die als Lebensnotwendigkeiten unter vollem Einsatz des Selbsterhaltungstriebes auch gegen sogenannte „bessere Einsicht“ zähe verteidigt werden.

Anderseits — so wenig hier von der Aufgabe ausgegangen werden soll, die Menschen in dieser Beziehung wandeln zu wollen — liegt doch ein starker Anreiz, dem Rutengängerproblem immer wieder zu Leibe zu rücken, mindestens aus wirtschaftlichen Gründen vor. Es ist nicht einzusehen, daß die Summen notwendigerweise ausgegeben werden müssen, welche den falschen Angaben von Rutengängern immer wieder geopfert werden. Da nun, wie aus obigem hervor-

<sup>1)</sup> An dieser Stelle sei verwiesen auf die interessante Arbeit von MARBE: „Eignungsprüfung von Rutengängern“, München und Berlin 1927, Oldenbourg. Mk. 1.—. MARBE stellt eine psychologische Theorie der Wünschelrute auf. Das Ziel seiner Auseinandersetzungen deckt sich mit dem der vorliegenden. Dort finden sich auch Angaben über die bisher zum Problem der Rutengängerprüfung veröffentlichten Anregungen und Versuche und über eigene Versuche des Verfassers zum Suggestionsproblem.



geht, ein bündiger Beweis für die Fähigkeit Erdschätze aufzufinden noch von keinem Rutengänger bisher erbracht worden ist, da andererseits ebenso ein schlüssiger Beweis gegen die Möglichkeit einer solchen Leistung von der Wissenschaft heute noch nicht geführt werden kann, muß nach einem wissenschaftlich einwandfreien und methodisch klaren Ausweg gesucht werden. Dieser besteht in dem — von MARBE vertretenen, auch früher schon versuchten, von der Preußischen Geologischen Landesanstalt bereits einmal durchgeführten<sup>1)</sup> — Vorschlag, Rutengänger einer systematischen Prüfung zu unterziehen und vom Bestehen dieser Prüfung und Erteilen eines amtlichen Attestes die Erlaubnis abhängig zu machen, Rutengängerei zu betreiben.

Diese Prüfungen müssen Anforderungen genügen, auf die bei mehr oder minder laienhafter Beobachtung und Beurteilung der Erfolge von Rutengängern nicht genügend Rücksicht genommen zu werden pflegt.

Vor allem müssen die Versuche „unwissentlich“ gestaltet werden. Das heißt, es muß versuchstechnisch ausgeschlossen werden, daß von irgendeiner Person oder Sache Hinweise ausgehen, welche geeignet sind, den Rutengänger auf die Fährte zu setzen oder ihn anderweitig in seinen Angaben zu beeinflussen. Um solchen Einfluß auszuüben, genügt es unter Umständen bei sehr sensiblen Menschen schon, wenn sich in ihrer Begleitung oder Nähe auch nur eine Person befindet, die mit der Lösung der Aufgabe vertraut ist oder vertraut zu sein glaubt. Wir kennen noch nicht ganz genau die Wege, auf denen der geistige Austausch zwischen Menschen auch ohne Worte und Gesten möglich ist; wir wissen aber, daß ein solcher Austausch stattfindet, insbesondere aus Untersuchungen über sogenannte „Hellseherei“ u. a. Deshalb dürfen sich in Begleitung und in Sichtweite des Rutengängers beim Versuch nur solche Personen befinden, die die Lösung der gestellten Aufgabe selbst nicht kennen und versuchstechnisch so geschult sind, daß sie alle suggestiven Hinweise, die etwa ihrer eigenen Überzeugung entspringen oder zufällig auftreten könnten, peinlich vermeiden.

Zweitens muß die Versuchsanordnung so getroffen sein, daß sie soweit wie irgend möglich mit den vom Rutengänger zu lösenden Aufgaben übereinstimmt. Man wird dabei den Wünschen der betreffenden Experten, soviel wie angängig, Rechnung tragen, sofern sie nicht verlangen, daß dabei Teile ihrer Tätigkeit der Kontrolle entzogen werden. Man kann hierbei sogar auf die innere Einstellung des Rutengängers Rücksicht nehmen, selbst dann, wenn sie ihn etwa veranlaßt, Versuchsbedingungen zu verlangen oder Künste vorweisen zu wollen, deren Wert nicht unmittelbar ersichtlich ist. Es ist nicht damit zu rechnen, daß sich der Rutengänger im allgemeinen gerne einer solchen Prüfung unterziehen wird, und auf ein ganzes Kreuzfeuer von Ein- und Ausreden wird man sich gefaßt machen müssen, ohne dadurch veranlaßt zu sein, Versuchsbedingungen und Versuchsleitung aus der Hand zu geben. Die Durchführung solcher Prüfungen dürfte am vorteilhaftesten in die Hand des praktischen Psychologen gegeben werden — denn, wie wohl ersichtlich, handelt es sich hierbei ganz wesentlich um psychologische Probleme —, der ja die Unterstützung technischer und geologischer Sachverständiger leicht finden wird.

<sup>1)</sup> Veröffentlichung der Preuß. Geologischen Landesanstalt „Zur Wünschelrutenfrage“. Berlin N. 4, Invalidenstr. 44. 2. Auflage 1929.



## II.

Zum Beleg dafür, daß solche Prüfungen praktisch durchführbar sind und ganz konkrete, wissenschaftlich einwandfreie Ergebnisse liefern können, soll im folgenden kurz über den Verlauf und das Resultat einer solchen Prüfung berichtet werden, wie sie der Verfasser im vergangenen Jahre an einem „Rhabdomanten“ vorgenommen hat.<sup>1)</sup>

Da der der Prüfung unterzogene Herr in seinem Verhalten außerordentlich entgegenkommend war und den Eindruck einwandfreier Ehrlichkeit machte sowie die Rutengängerei nicht gewerbsmäßig betreibt, soll in Anbetracht des für ihn ungünstigen Ergebnisses der Prüfung sein Name nicht genannt werden. Er wird im folgenden mit N. bezeichnet.

Herr N. wies eine Anzahl von Attesten vor, in denen bescheinigt wurde, daß er mit Erfolg Angaben zum Anbohren von Wasser und Petroleum gemacht habe, sowie daß er in der Lage sei, über Vorkommen von Metallen und die Beschaffenheit von Erzen, Vorhandensein von Wasserleitungen, Wassermengen und Richtungsverläufen treffsicher auszusagen.

Die Versuche erstreckten sich demnach auf

1. das Erkennen von Metallgehalt usw. in Erzen (4 Versuche),
2. das Vorkommen von Petroleum oder Öl im Gelände oder in Mineralien (10 Versuche),
3. das Vorkommen von Wasser in ruhenden Mengen und in Leitungen, die Unterscheidung von Ruhe oder Fließen und die Tiefe des Wasservorkommens (5 Versuche).

Sie wurden vorgenommen teils im Psychotechnischen Institut der Technischen Hochschule Darmstadt, teils im Ministerialgebäude am Luisenplatz, teils im Freien in der unmittelbaren Umgebung der Stadt Darmstadt. Die Anordnung und Leitung der Versuche lag in Händen des Verfassers. Die Herren Dipl.-Ing. ERSCHOWITZ und JUNG stellten sich als Psychotechniker, die Herren Dr. JÜNGST und KRÜGER als Geologen zur Verfügung. Ferner beteiligten sich die Geologen Prof. Dr. STEUER und Dr. HOLLER sowie mehrere Studenten. Von der die Prüfung veranlassenden Behörde nahmen 2 höhere Beamte teil und wurden die erforderlichen Arbeitskräfte gestellt. Das städtische Wasserwerk entsandte Herrn Oberinspektor HOFFMANN. Das für die Zimmerversuche erforderliche Material an Flaschen, Packgefäßen usw. lieferte die Chemische Fabrik E. Merck in Darmstadt. Die Mineralien entstammten der Sammlung des Geologischen Instituts der Technischen Hochschule.

In den Zimmerversuchen wurden Herrn N. verschiedene Mineralien verdeckt vorgelegt, aus denen er die metallhaltigen herausfinden sollte. Ferner wurde verlangt, die Stoffzusammensetzung einzelner Mineralstücke irgendwie anzugeben, Kohle auf ihren Gehalt an bituminösen Stoffen oder Ölen zu beurteilen, Kupfer- und Zinkerz nebeneinandergelegt zu unterscheiden. Keine dieser Aufgaben wurde von Herrn N. richtig gelöst, obwohl er beliebig lange Zeit zur Untersuchung hatte, sein Pendel, mit dem er zu arbeiten pflegt, ausgiebig benutzte und die Versuche größtenteils nach seinen Wünschen und Anordnungen eingerichtet wurden.

<sup>1)</sup> Das genaue Versuchsprotokoll ist veröffentlicht in der Zeitschrift „Industrielle Psychotechnik“ 1928, Heft 12. Berlin, Springer.



In weiteren Zimmerversuchen wurde die Aufgabe gestellt, Flaschen von 500 ccm Inhalt, welche mit Petroleum gefüllt waren, unter solchen herauszufinden, die Wasser oder feuchten Sand enthielten. Trotz verschiedener Änderungen der Versuchsanordnung gelang es auch hierbei Herrn N. nicht, Treffer zu erzielen, die auch nur an das vom Zufall zu erwartende Ergebnis herangereicht hätten, auch dann nicht, als auf seinen Wunsch die Versuche ins Freie verlegt wurden. Diese Versuchsreihe zeigte einen Schulfall dafür, wie leicht übersehbare Nebenumstände positive Ergebnisse vortäuschen können: Das Auffinden der Petroleumflaschen gelang in einer Versuchsreihe nahezu, doch wurde festgestellt, daß hierbei wahrscheinlich Temperaturunterschiede, die von einem Laien bemerkt wurden, Herrn N. Hinweise gegeben hatten. Bei Wiederholung des Versuchs unter Ausschaltung dieses Fehlers versagte Herr N.

Die Versuche im Ministerialgebäude enthielten die von Herrn N. zum Nachweis seiner Leistungen gewünschte Aufgabe, den Ort eines größeren Öllagers in einem Gebäude zu erspüren. Er machte hierbei nach allerdings langem Suchen sehr klare und eindeutige Angaben, die jedoch am Ort des im Keller des Gebäudes untergebrachten großen Petroleumfasses weit vorbeigingen. Bei diesen Versuchen zeigte sich deutlich der Einfluß der Suggestion durch zufällig aufgefangene Bemerkungen und Ortszeichen. So veranlaßte die aufgefangene Mitteilung eines Versuchshelfers, daß ein Keller Kohlen enthalte, den subjektiven Eindruck starker Einflüsse dieses Kohlenlagers auf Herrn N. und zwar im Sinne der Wirkung der bituminösen Bestandteile dieses Kohlenlagers, wobei es Herrn N. allerdings unbekannt geblieben war, daß der Keller Koks enthielt. Bei einem zweiten Versuch vom Hofe des Gebäudes aus fand er ebenso wenig den Ort des Petroleumlagers, gab aber mit Nachdruck denjenigen Kellerraum an, welcher als einziger einen unmittelbaren Zugang durch eine Türe vom Hofe aus hatte.

Bei der 1. wie bei der 2. Versuchsreihe waren die Angaben des Herrn N. offensichtlich von vornherein dadurch beeinflusst, daß er sich speziell entsprechend der eventl. zu lösenden praktischen Aufgabe auf das Auffinden von Erdöl eingestellt hatte und davon nicht loskam.

Eine dritte Reihe von Versuchen ging auf das Auffinden von Wasserleitungen und das Feststellen der Wasserbewegung. Im Weichbild der Stadt Darmstadt wurde an verschiedenen Stellen die Aufgabe gestellt, Wasserleitungen, darunter die Hauptleitungen des städtischen Wasserwerkes, zu lokalisieren. Auf dem alten Arheilger Weg wurde zunächst die falsche, erst nach Beobachtung eines Hydranten die richtige Straßenseite als Ort der Wasserleitung angegeben. Die Lage der Wasserzuleitung zu einem Grundstück wurde unterhalb eines Gartenweges lokalisiert, obwohl das Grundstück überhaupt keinen Wasseranschluß hat. Die Hauptwasserleitung des Darmstädter Wasserwerkes wurde in einem Falle überhaupt nicht, in einem andern Falle erst aufgefunden, nachdem nach langem vergeblichen Bemühen des Herrn N. die Lage der betreffenden Leitung seitens der Versuchsleiter auf eine Waldschneise durch Ausschluß aller anderen Möglichkeiten beschränkt war. Es gelang in keinem einzigen Falle eine Angabe, welche nicht den Versuchsleitern, die natürlich ebenfalls nicht informiert waren, vor Lösung durch Herrn N. schon selbstverständlich gewesen wäre. Angaben über Fließen oder Stillstand des Wassers in einer Rohrleitung wiesen 4 Treffer gegenüber 6 Fehlangaben auf. Da der Wasserdurch-



fluß periodisch in Bewegung gesetzt und wieder stillgelegt wurde, wäre sogar das Verhältnis der Angaben von 5:5 nur als zufällig anzusprechen. Auch bei dieser Versuchsreihe war der Einfluß von Ortszeichen auf die Angaben des Herrn N. außerordentlich deutlich.

In einer letzten Versuchsreihe, welche ganz nach den Angaben des Herrn N. eingerichtet wurde, war ihm die Aufgabe gestellt, im Walde oberflächlich vergrabene Mengen von Petroleum aufzufinden und dabei von gleich großen Mengen Wasser zu unterscheiden. Beim Versuch konzentrierte sich Herr N., der über die Grenzen des Versuchsgebietes informiert worden war, auf eine Gruppe kleiner Windbrüche, in der sich nichts befand, Fässer allerdings leicht zu verstecken gewesen wären. Er fand dann schließlich ein Faß mit Petroleum, nachdem die sechs Suchstellen auf einen Bereich von etwa 20 m im Umkreis durch aufgestellte Posten eingeeengt und durch eine unvorsichtige Bemerkung eines Versuchshelfers ein direkter Hinweis gegeben worden war. In der Befriedigung über das aufgefundene Petroleumfaß bestätigte Herr N., der von den übrigen 5 Vergrabungsstellen überhaupt nichts entdeckt hatte, daß selbstverständlich an diesen andern Stellen keine Wirkung auf ihn habe erfolgen können, da ja dort nur Wasser sich befunden habe. Ganz abgesehen davon, daß er sich auch zur Auffindung von Wasser verpflichtet hatte, war hiernach keine Einwirkung auf ihn erfolgt von einer vergrabenen Petroleummenge, die sich an einer der 5 nicht aufgefundenen Stellen befand und doppelt so groß war, wie die auf Grund jenes Versuchsfehlers aufgefundene. Der Versuch wirkte auf die neutralen Beobachter wie ein ziemlich verzweifelttes Rätselraten, bei dem Herr N. ganz befangen von der Überzeugung seiner besonderen Fähigkeit sich, ähnlich wie bereits beim Suchen nach Wasser, geradezu harmlos und ungeschickt zeigte.

Für den Grad seines Glaubens an die eigne Begabung ist es typisch, daß er trotz der vielen Versager, die ihm größtenteils als solche bekannt geworden waren, sich am Schlusse noch erbot, auf Entfernungen bis zu 10 km die Richtung auf natürliche Lager ölhaltigen Gesteins anzugeben. Ein solches Lager befand sich in ungefähr 2 km Entfernung vom Versuchsort. Die von Herrn N. angegebene Richtung wies um rund  $90^\circ$  an dem betreffenden Ölschieferlager vorbei.

Faßt man die Ergebnisse zusammen, ohne auf die jeweilige Schwierigkeit der gestellten Aufgaben näher einzugehen, so machte Herr N. 36 Angaben, welche klar verständlich und nachkontrollierbar waren. Von diesen waren 14 richtig. Davon mußten jedoch 8 versuchstechnisch wegen augenscheinlicher Einflüsse von Ortszeichen, Hinweisen usw. angegriffen werden. Es bleiben demnach 6 Treffer gegenüber 22 Versagern, ein Ergebnis, das noch unterhalb des zu erwartenden Zufallsergebnisses lag und als Nachweis dafür angesehen werden darf, daß im Falle des Herrn N. die von ihm angegebene besondere Begabung zum Auffinden von Erdschätzen nicht vorhanden ist.

Als Kuriosum mag noch ein Beispiel dafür berichtet werden, von wie starkem suggestiven Einfluß die feste Überzeugung eines Menschen, Wirkungen von Erdschätzen an sich zu verspüren, auf einen dritten sein kann: Ein Verwandter des Herrn N., der als Arzt zweifellos das wissenschaftliche Rüstzeug besitzt, um Selbsttäuschungen nicht ohne weiteres zu erliegen, hatte sich nicht nur auf Grund einiger Demonstrationen von der Begabung des Herrn N.



überzeugen lassen, sondern war in kurzer Zeit soweit gekommen, die von Herrn N. subjektiv hervorgebrachten Körperwahrnehmungen („Spannungen, Prickeln in den Fingerspitzen“) z. B. beim Überschreiten von Wasserläufen selbst zu verspüren. Diese kleine Illustration zur Stärke der Wirkung von Suggestion und Autosuggestion auch auf einen naturwissenschaftlich hoch gebildeten Menschen möge abschließend zeigen, wie wenig verwunderlich es im Grunde ist, wenn allerorten die Rutengänger dankbare Auftraggeber finden und aus Mangel an Kritik nicht in die Zwangslage versetzt werden, ihr System und ihre Angaben wissenschaftlich und gewissenhaft nachzuprüfen.

Darmstadt, im März 1929.

Psychotechnisches Institut der Technischen Hochschule.



## 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 1928 bis 31. März 1929 (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. 17—20.

**Alzey**, Landw. Schule: Jahresbericht 1913.

**Antwerpen**, Société royale de Géogr.: Mémoires, Tome IV. 1883.

**Augsburg**, Naturw. Verein für Schwaben und Neuburg: Bericht 46.

**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. Kent County.

3. Queen Annés County.

4. Talbot County.

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. 39.

**Batavia** (Weltevreden), Natuurkundig Tijdschrift voor Nederlandsch-Indië.

Deel 73. 1914.

**Bautzen**, Naturw. Gesellschaft „Isis“: Berichte und Abhandlungen. 1921/24. Mitteilungen, Heft 15.

**Bayreuth**, Naturw. Gesellschaft: II. Jahresbericht. 1911—1914.

**Berlin**:

a) Preuß. Statist. Bureau:

1. Preuß. Statistik Nr. 290, 291, 292, 294.

2. Zeitschrift für Statistik. 67. Jahrg. 3, 4.

3. Medizinalstatistische Nachrichten. 15. Jahrg. 3, 4. 16. Jahrg. 1.

b) Preuß. Geolog. Landesanstalt:

1. Geolog. Karten. Liefg. 251, 253, 263, 266, 267, 271, 52 (Halle-Süd, II. Aufl.).

Geolog. Übersichtskarte von Deutschland 1:200 000. Bl. Braunschweig, Magdeburg.



- Kleine geolog. Karte von Europa 1:10 000 000 v. Beyschlag u. W. Schriel mit Deckblatt tekton. Bild von Europa.  
 Geologisch-tektonische Übersichtskarte des Rheinischen Schiefergebirges 1:200 000 von Werner Paeckelmann.  
 Tiefbohrkarte des Niederrheinisch-Westfälischen Steinkohlenbeckens 1:100 000. Bl. Dortmund, Münster i. Westf., Soest und Warendorf.
2. Jahrbuch 1926, Heft 2.  
 Ergebnisse von Bohrungen. Heft VII. Gradabt. 36—37.
  3. Abhandlungen. Neue Folge. Heft 104—110, 112.
  4. Abbildungen und Beschreibungen fossiler Pflanzenreste von Prof. Dr. Potonié. Liefg. 8 und 9. 1913.
  5. Beiträge zur Erforschung deutscher Schutzgebiete. Heft 20.
  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 3—7.
  9. Sitzungsberichte. Heft 2.
  10. Mitteilungen aus den Laboratorien. Heft 1—7.
- c) Preuß. Landesanstalt für Gewässerkunde: Jahrbuch für die Gewässerkunde Norddeutschlands:  
 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. LXXX, Heft 2, 3.  
 Monatsberichte, Bd. LXXX, Heft 1—10.
- e) Gesellschaft für Erdkunde:  
 Zeitschrift 1927, 4—10; 1928, 1—10 und Ergänzungsheft 3; 1929, 1/2.  
 Verhandlungen: Bd. XXVIII. 1901.
- f) Reichsamt für Landesaufnahme. Mitteilungen. III. Jahrg. 4, IV. Jahrg. 1—4.
- g) Deutsches Kalisyndikat G. m. b. H. Die Ernährung der Pflanze.  
 Bern, Geographische Gesellschaft: Jahresbericht XXVII.  
 Bistritz, Gewerbeschule: Jahresbericht XXVIII. 1908.  
 Bonn, Naturhist. Verein: Verhandlungen. Jahrg. 1927.  
 Niederrhein. Gesellsch. f. Natur- u. Heilkunde: Sitzungsber. 1927.  
 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. 8—10. XXXIX, Nr. 1.  
 2. Memoirs, Vol. VI, 3, 4. VIII, 4.  
 3. Occasional Papers, Vol. V, 69—196, Vol. VII.  
 American Academy of Arts and Science:  
 Proceedings, New-Ser. LXII, 7—9; LXIII, 1—4.
- Braunschweig, Verein für Naturwissenschaften: Jahresbericht. 1922/23—1924/25.
- Bremen, Naturwissensch. Verein: Abhandlg. Bd. XXVI, Heft 3; XXVII, Heft 1.  
 Meteorolog. Station. Stat. Jahrbuch 1916. 1917.  
 Geographische Gesellschaft: Geogr. Blätter XXXIX, Heft 4.
- Breslau, Schles. Gesellschaft f. vaterl. Kultur: Jahresber. 1927. Beihefte Schlesische Jahrbücher, Jahrg. III, Nr. 1.
- Brooklyn, Institute of Arts and Science: Bull. Vol. III, 5.
- Brünn, Mährisches Landesmuseum: Zeitschrift, Bd. XVII.  
 Naturforscher-Verein: Verhandlungen 57, 58, 60.  
 Meteorolog. Kommission d. Naturf.-Vereins: Bericht 31. 1916.  
 Museum Franciscum: Tätigkeitsbericht, V. Jahrg. 1898.  
 Klub für Naturkunde, Sektion des Brünnner 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. Annuaires 1914.
  2. Bulletins 1914, 2—4.
- d) L'Observatoire royal de Belgique:
  1. Annales météorologique. 1907.
  2. Annuaires 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. XXVII, Heft 3; XXVIII, Heft 2.
  3. Mitteilungen aus dem Jahrbuch, Bd. XXVI, Heft 1. Die Eisenerz- und Kohlevorräte des ungarischen Reiches. I. Teil. Die Eisenerze.
- b) Nationalmuseum: Annales. Vol. XXIII, XXIV.
- c) Ungarische Geologische Gesellschaft: Zeitschrift (Flöldtany Közlöny). II, L.
- d) Société hongr. de Géogr.: Bull. Tomo XLII, 3—5. 1914.
- e) Geologisches Institut der Königl. Ungar. Peter Pázmány Universität.
 

Ungarische Rundschau für Geologie und Paläontologie. Bd. I, Heft 1.

**Buenos-Aires:**

- a) Ministerio de Agricultura de Republica Argentina: Séccion Geología, Mineralogía y Minería:
 

Annales Tomo XVI, Nr. 2.  
Boletín 6, 10, 12, 14, 33, 34.  
Publicación 35—40, 42, 43.  
Topographische Karten 1: 200 000. Anconquija, 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.****Golmar, Mitteilungen der Naturhistorischen Gesellschaft. Bd. XIV, 1916/17.****Crefeld, Mitteilungen aus dem naturwissenschaftlichen Museum. Bd. II. 1915/16.****Danzig, Naturforsch. Gesellschaft: Schriften. Bd. XVIII, Heft 2. Abhandlungen. Bd. I, Heft 1.**



## Darmstadt:

- a) Hess. Ministerium des Innern: Jahresbericht der Denkmalfpflege 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.  
 Wohnplatz-Verzeichnis für den Volksstaat Hessen.
- 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 343—354.  
 3. Deutsches meteorolog. Jahrbuch. (Hessen.) Jahrg. 1927.  
 4. Veröffentlichungen. Heft 4.  
 5. Wasserstandsbeobachtungen in Hessen 1926, 1927.
- e) Hess. Technische Hochschule: Programme 1928/29 und Dissertationen. Schriften: Jahrg. 1928, Heft 1, 2.
- f) Hess. chem. Prüfungsstation für die Gewerbe: Jahresbericht. 1913.
- g) Hess. Obere Bergbehörde: Jahresbericht 1927. Die Fundgrube 11—15.
- h) Hess. Gewerbeinspektion: Jahresbericht. 1912.
- i) Archiv für Hessische Geschichte und Altertumskunde. NF. Bd. XV. Heft 3.
- k) Historischer Verein: Quartalblätter. Bd. VI, Nr. 14—24.  
 Volk und Scholle. 6. Jahrg. Heft 3—12. 7. Jahrg. Heft 1—3.
- l) Landwirtschaftskammer für Hessen:  
 1. Arbeiten der Landwirtschaftskammer für Hessen. Heft 43.  
 2. Arbeiten der Deutschen Landwirtschafts-Gesellschaft. Heft 1—9. 1914.  
 3. Hessische Landw. Zeitschr. 1928, 11—52; 1929, 1—13.
- 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. 1928 (Festschrift).
- Verein für Erdkunde:  
 Jahresbericht. XXIV, XXVII.  
 Mitteilungen. Jahresheft 1927.  
 Mitteilungen aus dem Museum für Mineralogie und Vorgeschichte. N. F. Nr. 8—11.
- Dünkirchen, Soc. de Géographie: Bull. XXXX. 1912.
- Dürkheim, Naturwissenschaftl. Verein „Pollichia“: Mitteilungen. Neue Folge. Nr. 3, 4. Bd. II.
- 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, 9—12; 58, 1—12; 59, 1. 2.  
 Senckenbergiana. Bd. IX, 2—6; X, 1—6; VIII, 1. 2; XI, 1/2. Inhaltsverzeichnis der Senckenbergiana für die Bände 1—10. Abhandlungen. 4 Stück als Sonderdruck.  
 Physikalischer Verein: Jahresbericht 1927/28.  
 Verein für Geographie und Statistik:



- Geographische Hefte. II. Jahrg. Heft 1, 2.  
 Zentrale für Bergwesen:  
 Bericht. 1913.  
 Metallurg. Gesellschaft, A.-G., Statistische Zusammenstellung über Blei, Zink, Zinn, Kupfer, Aluminium, Nickel, Quecksilber und Silber. 29. 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 27.  
 Freiberg i. S., Sächsische Bergakademie.  
 Jahrbuch für das Berg- und Hüttenwesen in Sachsen. Jahrg. 1927, II., 1928.  
 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. X, Heft 1.  
 Naturforschende Gesellschaft:  
 Bericht. Bd. XXVIII, Heft 2. Beiträge zur naturwissenschaftlichen Erforschung Badens. Heft 1.  
 Sitzungsberichte. 1915, April und Juli.  
 Badischer Landesverein für Naturkunde und Naturschutz: Mitteilungen. Neue Folge. Bd. II. 11—15.  
 Friedberg, Landwirtschaftliche Winterschule:  
 Bericht 1912.  
 Fulda, Bericht des Vereins für Naturkunde 1909/1927.  
 St. Gallen, Ostschweizerische geographisch-kommerzielle Gesellschaft:  
 Mitteilungen 1926 und 1927.  
 Naturwissenschaftliche Gesellschaft: Jahrbuch Bd. LXII, LXIII.  
 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 1925 u. 1926.  
 Gießen, Universität:  
 Dissertationen. 50, 97.  
 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 2; III, Heft 2; VIII, XVIII.  
 Göttingen, Gesellschaft der Wissenschaften. Mathematisch-physikalische Klasse. Nachrichten 1927, Heft 4. 1928, Heft 1.  
 Graz, Verein der Ärzte in Steiermark: Mitteilungen. Jahrg. XXVIII, XXX, XL, XLI, LVII, LXI, LXII, LXIII.  
 Greifswald, Geographische Gesellschaft: Jahresbericht. 43/44.  
 Groß-Umstadt, Real- und landwirtschaftliche Schule: Jahresbericht 1911.  
 Güstrow, Archiv des Vereins der Freunde der Naturgeschichte: LXXI. Jahrg. II. Abt.  
 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. 96<sup>3</sup>, 98<sup>1</sup>, 100<sup>3</sup>. 1915.  
 Berichte. Bd. IV.  
 Verein für Erdkunde: Mitteilungen. 49—51. Jahrg.  
 Hamburg, Deutsche Seewarte: Meteorolog. Jahrbuch. Jahrg. 48.  
 Geograph. Gesellschaft: Mitteilungen. Bd. XXXIX.  
 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: 19. u. 20. Jahresbericht.  
 Geographische Gesellschaft: Jahrbuch 1928.



- Heerlen, Geologisch Bureau voor het Nederlandsche Mijngedied: Mededeelingen 6. Jaarverslag: 1927. Flora an Fauna van het Nederlandsche Karbon. I.
- Heidelberg, Naturhistorisch-medizinischer Verein: Verhandlungen, Neue Folge. Bd. XIV, Heft 2, 3.
- Mitteilungen u. Arbeiten a. d. Geolog. pal. Institut d. Universität. Neue Folge (seit 1915) 151—168.
- Helsingfors, Société de G  ograph. de Finlande: Fennia. Nr. 50, Meddelanden 1913—14, 1916—20. Acta Geographica. 1.
- Commission géologique de Finlande:  
Kartbladet & Beskrifning Nr. 37. 1911.  
Bulletin Nr. 78, 80—84.
- Geologisk   fersiktskarta   fer Finland, Sekt. D 6 Bergartskarta.  
Agrogeologiska Meddelanden Nr. 21—27.  
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 39, 40, 41.  
Siebenbürger Verein für Naturkunde: Verhandlungen und Mitteilungen. Bd. 78. Teil I und II.
- Mitteilungen aus der geologisch-mineralogischen Sammlung des Siebenbürgischen National-Museums: Bd. IV, Nr. 1, 1917.
- Jena, Th  ringischer geologischer Verein: Beiträge, Bd. II, 1, 2.
- Innsbruck, Naturwiss.-med. Verein: Bericht. 40. Jahrg.
- Geologisch-paläontologisches Institut der Universität. Sonderdrucke. 3 Stück.
- 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. 1.  
II. Raekke Nr. 39. 47. 48.  
IV. Raekke Bd. I, Nr. 13; Bd. II, Nr. 2.  
V. Raekke Nr. 4. 5.
- Königsberg, Preuß. physikalisch-ökonomische Gesellschaft: Schriften. Bd. LXV, Heft 3/4.
- Krakau, Polnische geologische Gesellschaft. Jahrbuch. Tom. II. III. IV.
- Lausanne, Société Vaudoise des sciences nat.: Bull. Nr. 220, 221, 222. Mém. Nr. 15, 16.
- Lawrence, Kansas University: Science-Bull. Vol. XVII, Part. 1, 2. XVIII, Part. 1, 2.
- Leiden, Geologisch-Mineralog. Museum. Mededeelingen. Deel II, 4. III, 1, 2.
- Leiden, Nederlandsch aardrijkskundig Genootschap: Tijdschrift. Deel XXVI. 1909.  
Mineral Resources of Kansas 1903/04.
- Leipzig, Sächs. geologische Landesuntersuchung:  
Geolog. Karten, Blatt Nr. 14, 15, 16, 32, 99, II. Aufl., 48, III. Aufl. und Erläuterungen.  
Abhandlungen. Heft 7, 8.  
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.  
PRETZSCH, 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 6.  
Verein für Erdkunde: Mitteilungen. 1919—1922.  
Wissenschaftliche Veröffentlichungen. Bd. IX.



- Lemberg**, Extrait du „Kosmos“. Bulletin de la Société Polonaise des Naturalistes „Kopernik“. Vol. 52, 1—4.
- Lich**, Landw. Winterschule: Bericht 1913.
- 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. 82.
- Lissabon**, Commissão de serviço 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, LXXXIV. Part. 1—4.  
3. Geological Literature, 1915—1919. 1927.  
Geological Survey of Great Britain:  
Memoirs (Palaeontology). Vol. III., Part. 1. Vol. I, Part. 5.  
Memoirs (special reports on the mineral resources of Great Britain). Vol. X. II. Ser.  
Explanation of one inch sheet. 320, 321, 121.  
Geolog. Karten 1: 63 360. Sheet 77, 137, 206, 274, 285, 290.  
Summary 1927, I. II.  
Geological Survey of Scotland:  
Memoirs. The Geology of Arran.  
Explanation of one inch sheet. The Country between Wolverhampton and Oakengates.  
Geolog. Karten 1: 63 360. Sheet 22. III. Aufl. 5, III. Aufl.  
Central Coalfield. Vertical Sections 9—15.  
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 III<sup>a</sup>, 1914.  
Publications relatives, Bd. XL, 5; XLI, 1, 1913.
- Luzern**, Naturforschende Gesellschaft: Mitteilungen. Heft X.
- Madison**, Wisconsin geological and natural history Survey:  
Bulletin: Scientific Series Nr. 12, 1920; 13, 1922.  
Economic Series Nr. 23.  
Educational Series Nr. 8, 9.  
Soil Series Nr. 49.  
General Series 1048.
- Madrid**, Sociedad geográfica:  
Anuario 1924.  
Boletín: Summario, Tomo LXIII, 3, 4; LXXIV, 1—4.  
Revista, Tomo XVI, 1—12; XVII, 1—12; XVIII, 1—2; 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 LIII.
- 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.
- Metz, Verein für Erdkunde: Jahresbericht 1908/11.
- Mexico, Soc. de Geographica y Estadística de la Republica Mexicana: Boletin. Tomo XIV.
- 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. II, Nr. 1—3; III, Nr. 1, 3; IV, 2.  
Estadístico de la Republica Oriental del Uruguay: Anuario Tomo II, 1912.
- Minneapolis, Geol. 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 33, 34, 36—38.  
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 162 Gräfenberg.  
Maßstab 1:100 000, Teilblatt Würzburg, Nr. XXIII.  
Geognostische Jahreshefte, Jahrg. 1927.  
Berichte über den Stand der geolog. und agronom. Aufnahmen in Oberbayern und Unterfranken, 1913.  
Geographische Gesellschaft: Mitteilungen, Bd. XXI, Heft 1, 2.
- Münster, Westf. Provinzialverein f. Wissensch. u. Kunst: Jahreshb. 1917/18, 1918/19, 1919/20, 1920/21 und 1921/22.
- Neisse, Wissenschaftl. Gesellschaft „Philomathie“: Bericht 34, 35, 39.
- New York, Academy of Science:  
Anals, VI, Nos. 7—12; XVIII, Part. 3; XXV, pp. 1—308; XVII, pp. 193—243.  
Memoirs, Vol. II, 1900.  
American geograph. Soc.:  
The geograph. Review. April—Oktober 1928, January 1929.  
Bull. Vol. XLVIII, 4—15, 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. XXXVII.
- Nürnberg, Germanisches Museum:  
Anzeiger. 1918, 1—4; 1919, 1—4; 1920; 1921.  
Mitteilungen. 1916.  
Kataloge. 1897.  
Naturhistorische Gesellschaft:  
Jahresbericht 1927.  
Abhandlungen XXII, Heft 7.  
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. 1924—2. V. 1927.
- Oppenheim, Realschule: Jahresbericht 1912.
- Oldenburg, Statistische Nachrichten und statistisches Handbuch. 29. Heft.
- Olmütz, Naturwissenschaftliche Sektion des Vereins „Botanischer Garten“: Bericht III. 1912.
- Osnabrück, Naturwissenschaftlicher Verein: 18. 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.
- 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. 10, 11.
- Palaeontologica sinica:**  
 Ser. A. Vol. II fasc. 1.  
 Ser. B. Vol. IV 2—4, V 1, 3, 4.  
 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: 1927, 6—10; 1928, 1—6.  
 3. Beilagen III, 1—8.  
 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 Selemdja. „ 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 Alaska 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. 63, 73, 75—79, 81—87, 91—93, 99, 101, 102, 105—108, 110., 112, 122.  
 Géologie de la Russie. Tom. II, 3; III, 3; IV, 2.  
 Nutzbare Lagerstätten. Tom. IV, Part. 4.  
 Mineral resources Part. 4, 12, 20, 23, 24, 2, 27, 37.  
 Annual Report on the Mineral Resources of the U. S. S. R. During the Fiscal Year 1925/26. 5 Schriften verschiedenen Inhalts.
- b) Académie impériale des Sciences de St. Petersburg:  
 1. Mémoires. VIII. Ser. Vol. XIII, 12.  
 2. Bulletin. 1927, 9—18, 1928, 1—5.  
 3. Travaux de la Section géologique du Cabinet de sa Majesté. Vol. VIII. 1912.  
 4. Travaux du Musée géologique et minéralogique Empereur Pierre le Grand. 1913, Nr. 1, 1914, 3—12, 14, 1916, 1, 2, 4, 5;  
 8. Mineralogische Abteilung Tom. 1, 2. Geologische Abteilung Tom 3, 4.
- 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. 1927.  
Year Book 1927.  
Geographical Society: Bull. Vol. XIV, 2. 1916. Vol. XV, 1. 1917.
- Pisa, Soc. Toscana di scienze naturali:  
Memoirs. Bd. XXX—XXXVIII.  
Processi Verballi. Vol. XII S. 62—74, XIII S. 139—152, XXII S. 65—78, XXIII S. 3—5, XXIV—XXXVI.
- Pittsburgh, Memoirs of the Carnegie Museum. Vol. II. 1905.
- Port-Arthur: Ryojun College of Engineering. Memoirs. Vol. I, 1—3.
- Prag, Naturw.-medizin. Verein: Zeitschrift „Lotos“. Bd. 75, Nr. 1—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. LIX.  
Arbeiten des Naturforscher-Vereins N.F. Heft 11, 17.
- 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. 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. LI 14—20, LII 1—14.
- R. Accademia dei Lincei:  
Rendiconto. Vol. III, fasc. 14.  
Rendiconti. VI. Ser. Vol. VII, 1—12, VIII, 1—12, IX, 1, 2.  
Memorie Serie Quinta. Vol. XIII, fasc. 10, 11.
- Rostock, Geologische Landesanstalt: Mitteilungen, N.F. 3.  
Geinitz, E. Geologie Mecklenburgs mit geolog. Übersichtskarte von Mecklenburg.  
Geographische Gesellschaft: Mitteilungen. 16/17.
- Rostock, Archiv des Vereins der Freunde der Naturgeschichte in Mecklenburg. Bd. III.
- Rouen, Soc. normande de Géogr.: Bulletin. 1913. April—Juni.
- Salem, Essex County: Veröffentlichungen. 1905.
- San Francisco, Geograph. Society Pacific:  
Transactions and Proceedings. Vol. VI. 1907.  
California Academy of Sciences:  
Proceeding. Vol. III, 1—40, 73—148, 161—182, IV. Nr. 3 u. 4, V. 3 u. 6, VI. 1, 2 u. 3, VII. 4—9, VIII. 4, IX. 4 u. 9, XI. 1, 18 u. 19, XII. 3, 4, 5 u. 26, XIII. 7, 8 u. 9, XIV. 1—4 u. 18, XV. 1, 2, 4, 7—10, 14, 15, XVI. 3, 6—8, 16, 19—21, 23, XVII. 1, 4—7.  
Occasional Papers. XI, XIII, XIV.
- San José, Instituto meteorológico nacional: Boletín, Tomo VI. 1893.
- Schaffhausen, Naturforschende Gesellschaft. Mitteilungen. Heft 2, 5, 6 u. 7.
- Sendai, Tôhoku Imp. University. Science Report. Second Series: IX. 2, 3, XII. 1. Third. Series: Vol. I, 3.
- Sofia, Bulgarische geologische Gesellschaft. Zeitschrift Jahrg. I, Heft 2.  
Annuaire de l'Université de Sofia. XXIII, XXIV. La Géologie de la Bulgarie par † George N. Zlartarski.



- Stockholm, Sveriges geologiska Undersökning:  
 Arsbok. 1925, 1926.  
 Afhandlingar. Serie Ca, Nr. 19, 20.  
 Geologische Karten nebst Beschreibungen, Serie Aa, Nr. 160.  
 Serie Ba, 10.  
 Serie C, 140.  
 Serie D, 34.
- Straßburg, Geologische Landesanstalt:  
 Abhandlungen, Nr. 2.  
 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. 68.  
 Geolog. Karten und Erläuterungen im Maßstab 1: 50 000. III. Aufl. Nr. 130. Oberndorf.  
 Mitteilungen Nr. 10, 11.  
 Oberrhein. geolog. Verein. N. F. Bd. XVIII.  
 Verein für vaterl. Naturkunde. Jahreshefte. Jahrg. 83.  
 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 Palaeontology, Nr. 6. 1912.
- Thorn, Kopernikus-Verein für Wissenschaft und Kunst:  
 Mitteilungen. Heft 36.
- Tokio, Imperial geolog. Survey:  
 Bull. Vol. XXV, No. 4; XXVI, No. 1.  
 Report 95—97.  
 Report Industrial Mineral Survey No. 20, 21, 22.  
 Geological Map of Japan u. Erl. 1: 75 000. Hokota, Okayama, Tsukuba, Chōshi.  
 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. II, 6, 7.  
 National Research Council of Japan: Vol. V. 3, 4, VI. 1, 2.
- Triest, Società adriatica di science 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 geologique de Pologne. Bull. Vol. IV. 3, 4.
- Bibliographie No. 6, 1927.
- 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. 580 H. P, 581 D, 692, 694—696, 699, 700, 702, 703, 710 D—F, 711 H, 716 B. E. F, 775, 788 E. F, 793, 795 G. H, 796 A—D, 797 A, 798, 802, 806 A.
- Professional Papers. Nr. 116, 118, 121, 125 A, 128 A, 141, 142 E, 150 A—F, 152, 153.
- Water Supply Paper. 425 A—C, 439, 440, 442, 443, 444, 450 B. C, 467 470, 490 A, 491, 571, 573, 576, 577, 579, 581, 582, 585, 587, 590, 591, 596 G. H.
- 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. 2935—2941, 2953.
- Bulletin 100, 123.
- Yearbook of the Depart. of Agriculture. 1927.
- 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. LXXVI, LXXVII, 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.

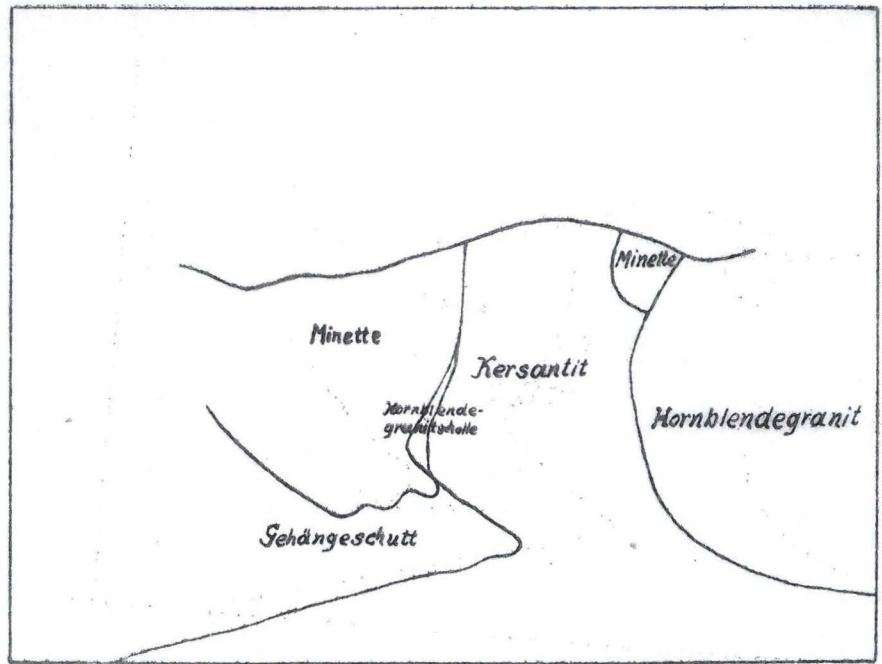
**Würzburg**, Physikalisch-medizinische Gesellschaft:

- Sitzungsbericht 1921—1923.
- Verhandlungen N.F. Bd. II. Nr. 5, L, 1—6.

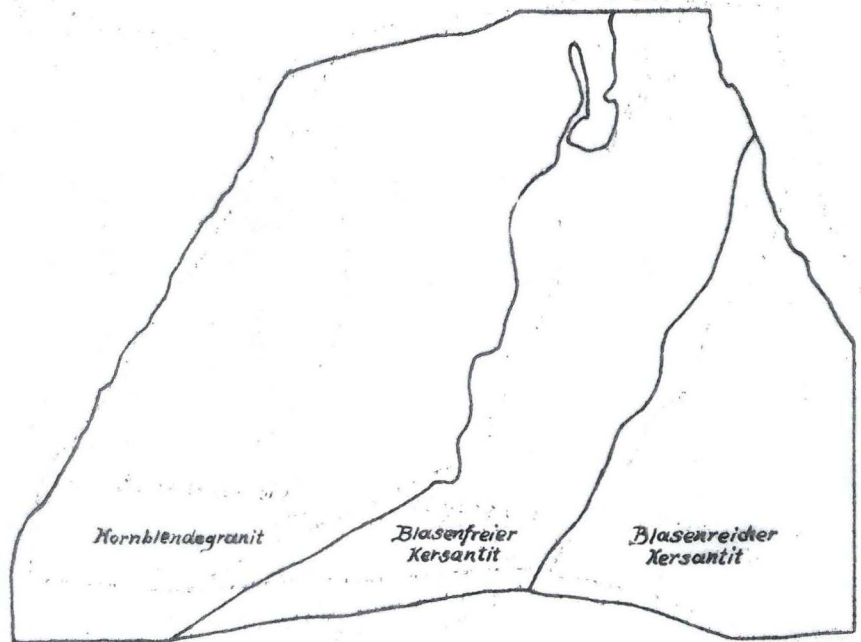


- Zürich, Geologische Kommission der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft.  
Beiträge zur geologischen Karte der Schweiz. Neue Folge. Lieferung LVI, 1, 2.  
LVII, 4.  
Geotechnische Serie. Lief. XI, Teil I u. II, XII, XIII, Bd. 1.  
Geologische Karte. 1:100 000. Blatt Nr. 101 A. B., 102 A. B., 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.





1



2





Bild 1

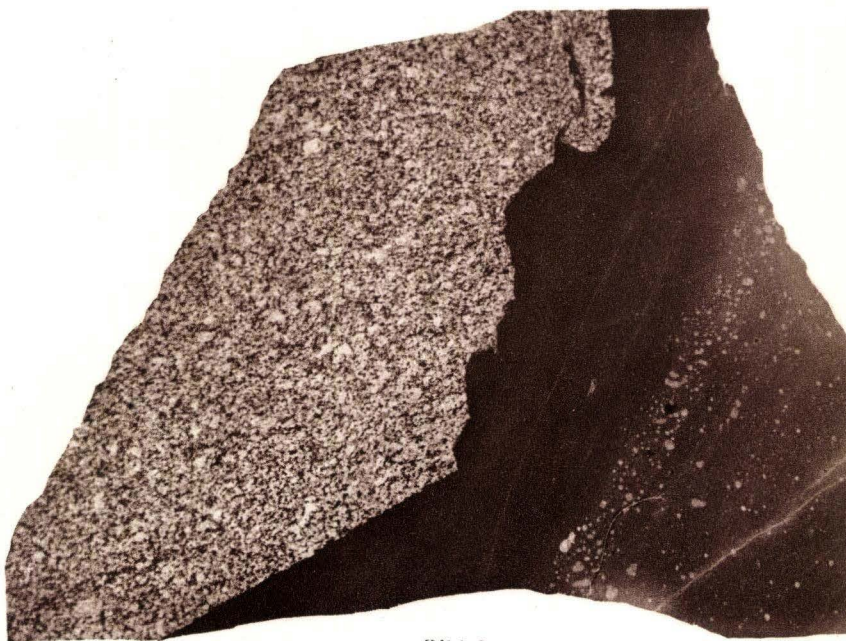
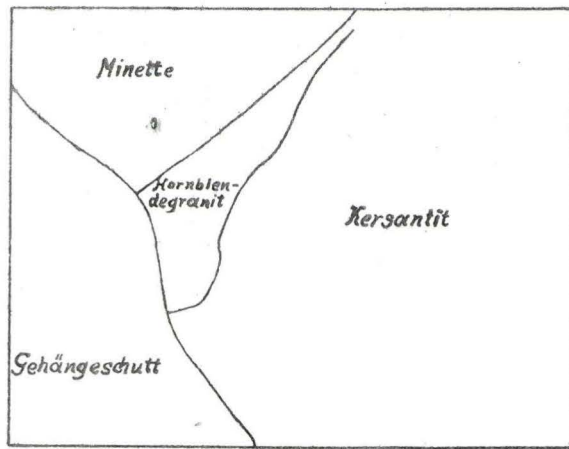
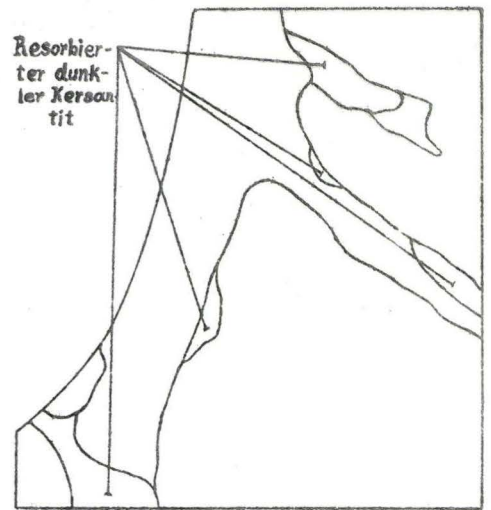


Bild 2

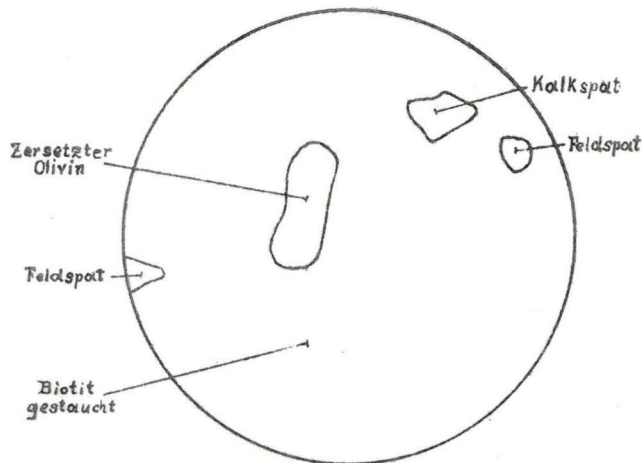




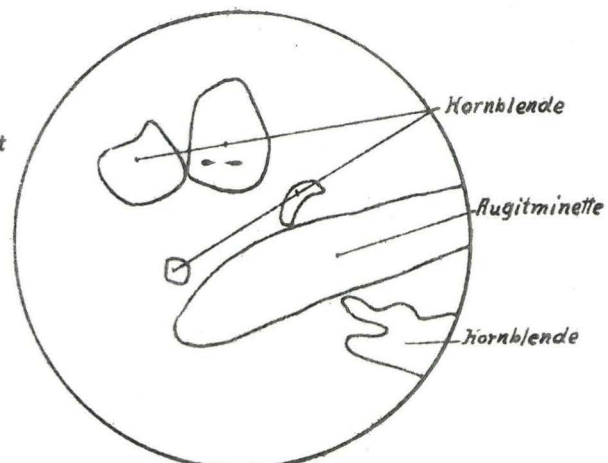
1



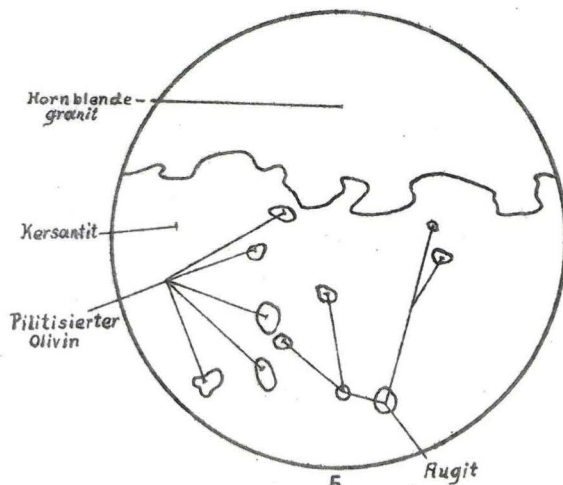
2



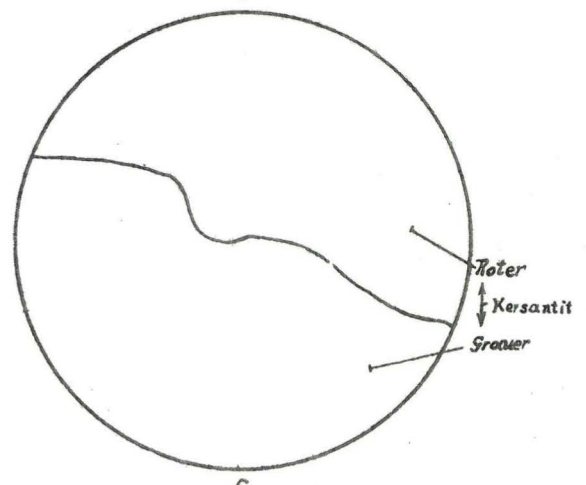
3



4



5



6





Bild 1



Bild 2

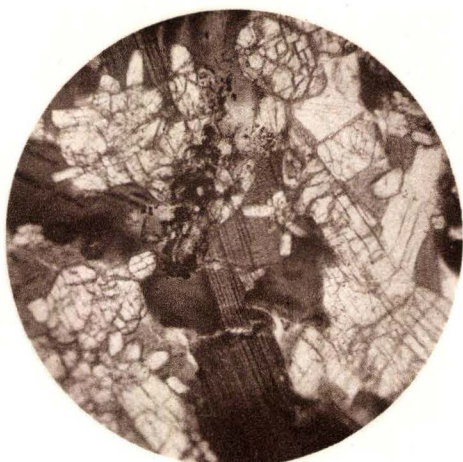


Bild 3

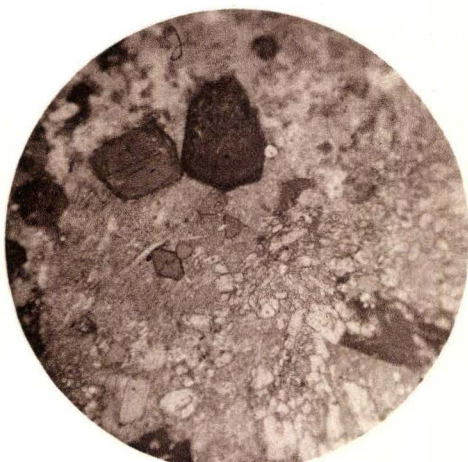


Bild 4

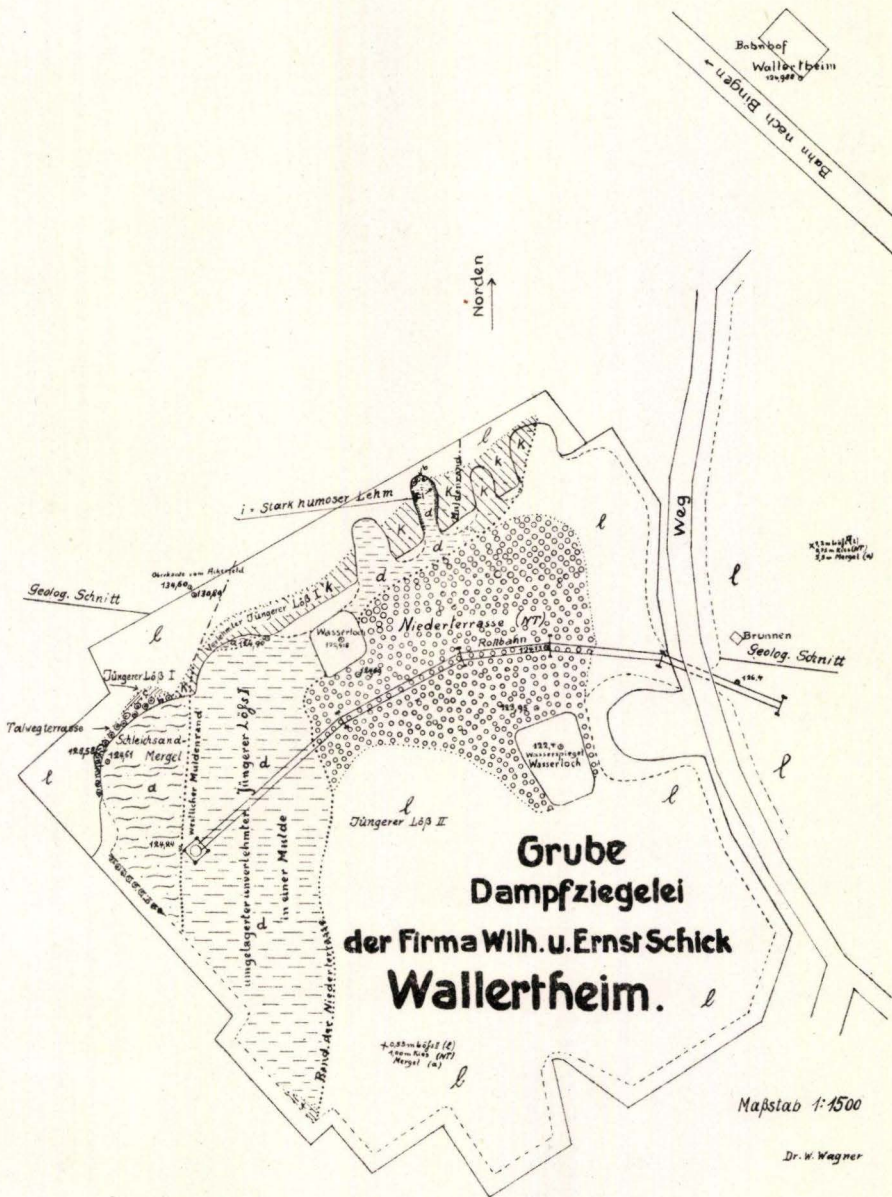


Bild 5

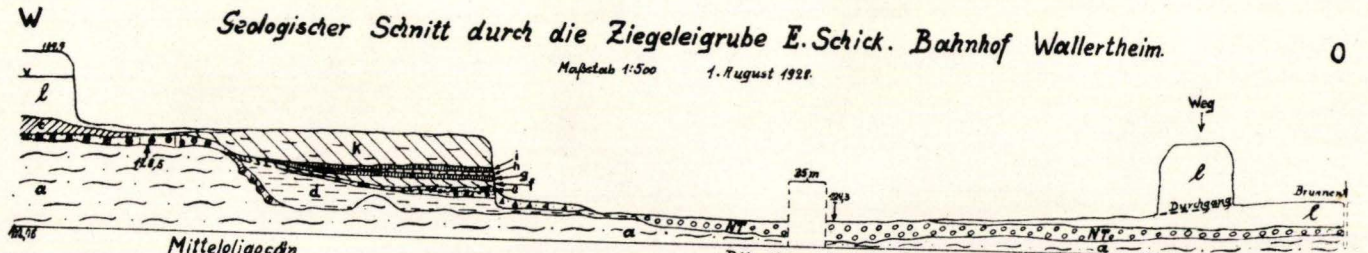


Bild 6





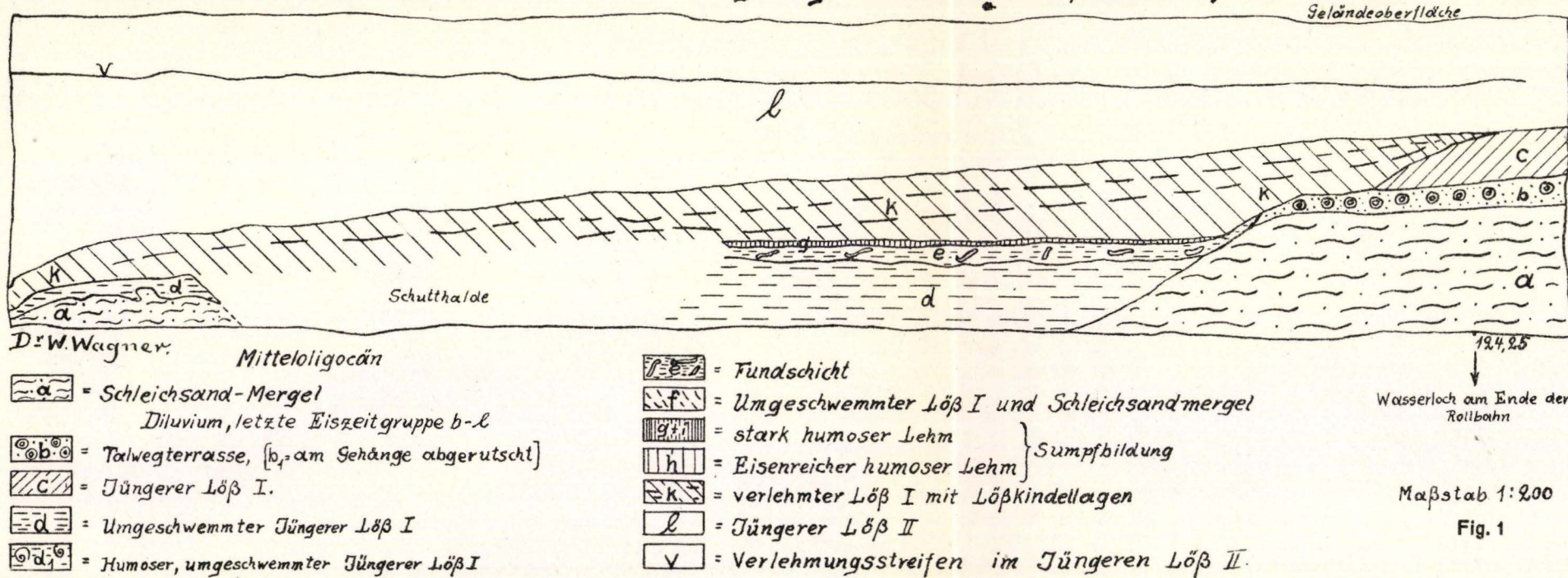




- D<sup>r</sup> W. Wagner
- = Schleichtsand-Mergel
  - = Talwegterrasse ( $b_1$  = am Gehänge abgerutscht).
  - = Jüngerer Löß I.
  - = Umgeschwemmter Jüngerer Löß I.
  - = Humoser, umgeschwemmter Jüngerer Löß I.
  - = Fundschicht.
  - = Umgeschwemmter Löß I und Schleichtsandmergel.
  - = Stark humoser Lehm.
  - = Eisenreicher humoser Lehm.
  - = Verlehmtter Löß I mit Lößkindellagen.
  - = Niederterrasse.
  - = Jüngerer Löß II.
  - = Verlehmungsstreifen im Jüngerem Löß II.

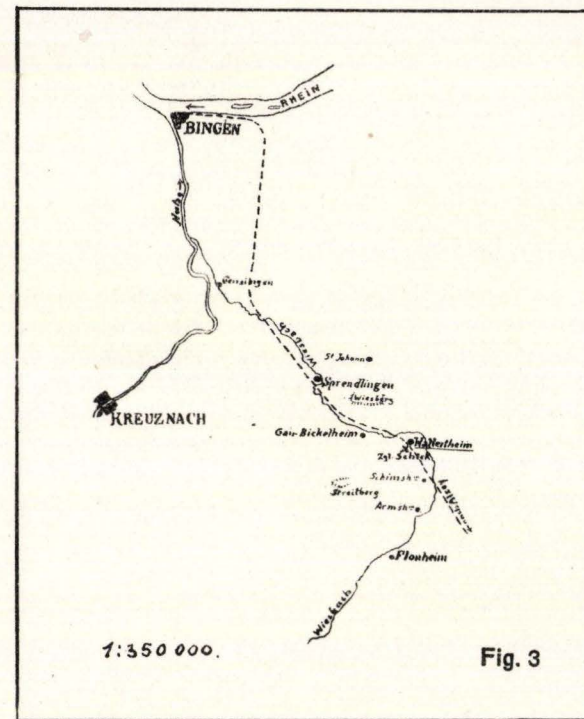
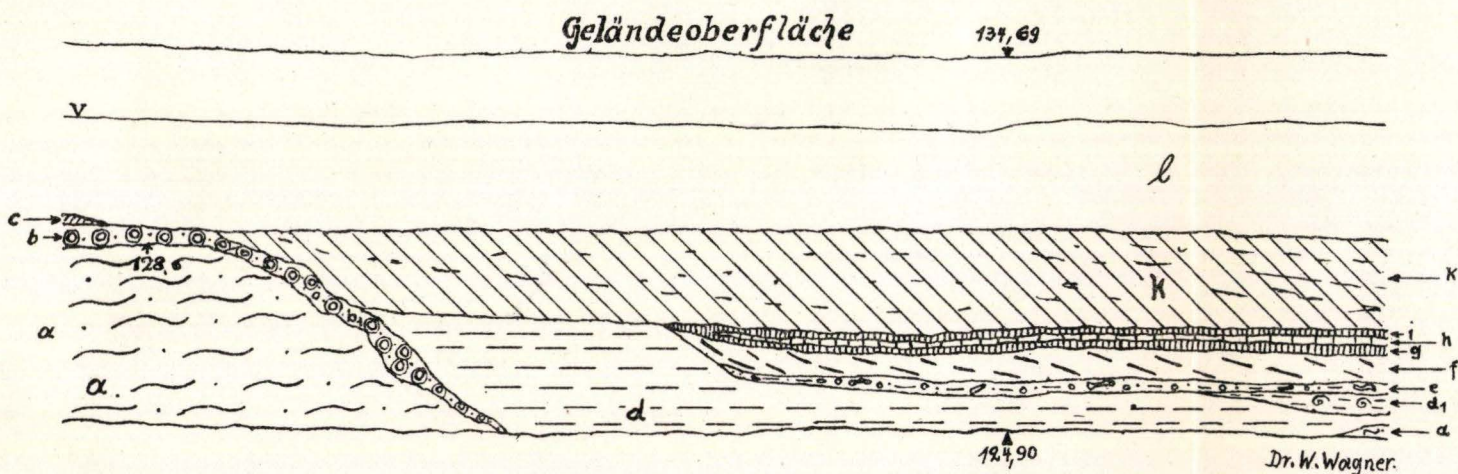


# West-südwestliche Grenzwand der Ziegeleigrube E. Schick, Bahnhof Wallertheim.

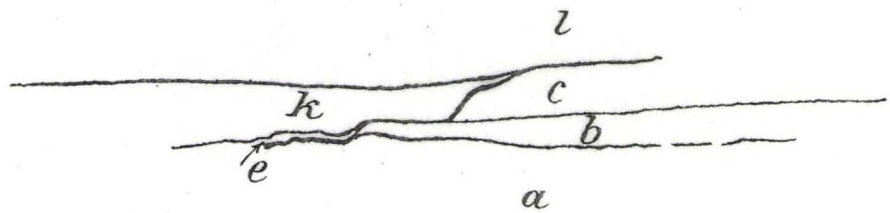


# Nord-Nordwest-Grenzwand der Ziegeleigrube E. Schick Bahnhof Wallertheim

Maßstab 1:200 · 1. August 1928.











Phot. Evelbauer.

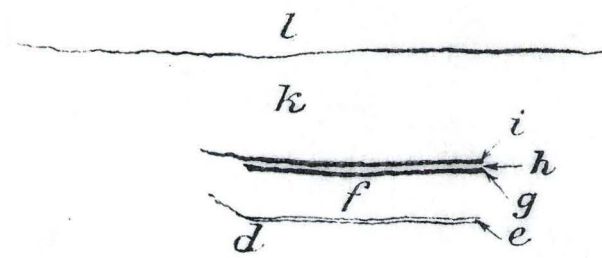
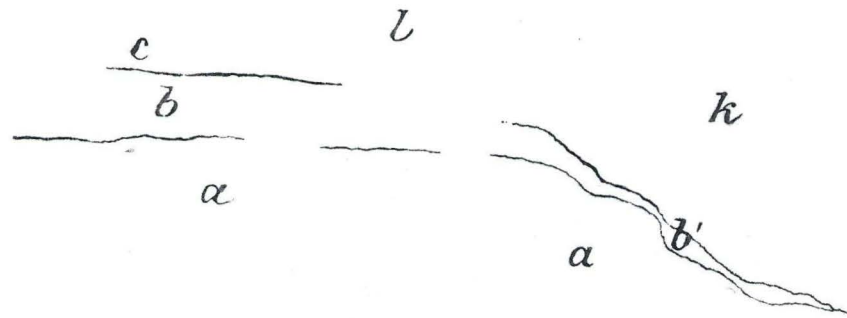
Fig. 1. Dampfziegelei W. u. E. Schick, Wallertheim (Rheinessen).



Phot. Evelbauer.

Fig. 2. Westsüdwestliche Grenzwall der Ziegelei W. u. E. Schick, Bahnhof Wallertheim (Rheinessen). e: Fundschicht.



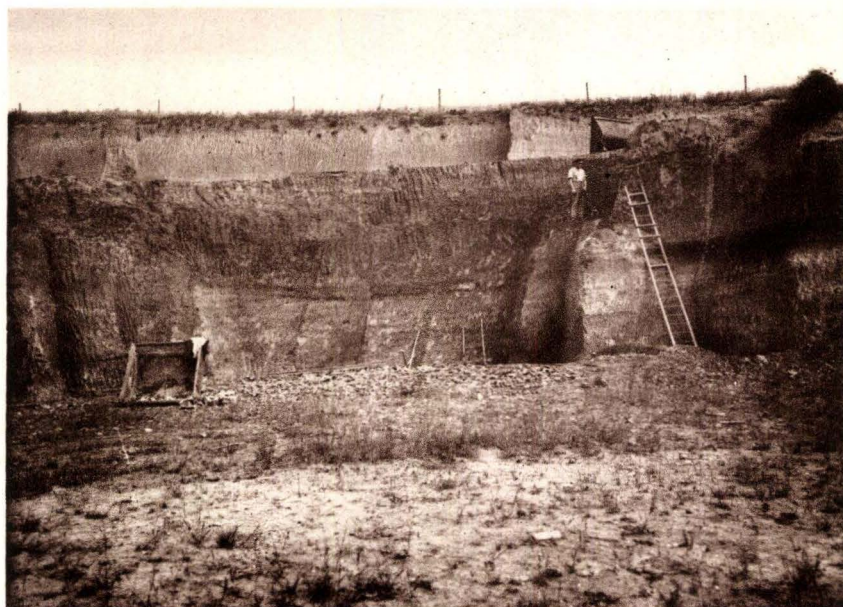






Phot. Evelbauer.

Fig. 1. Nordnordwest-Grenzwand der Ziegelei W. u. E. Schick, Wallertheim (Rheinhessen), westlicher Teil.

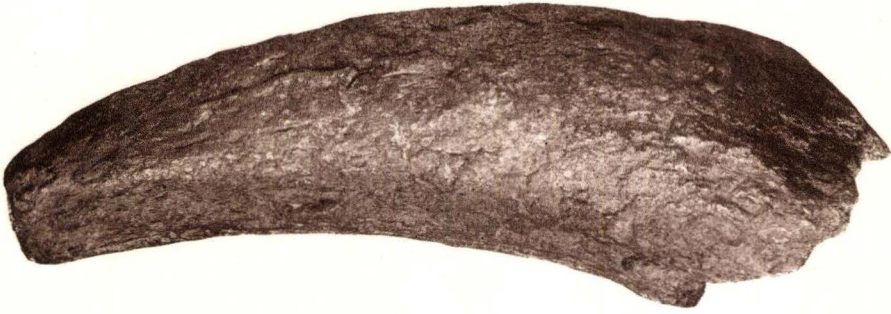


Phot. Evelbauer.

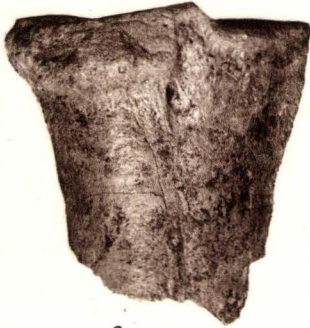
Fig. 2. Nordnordwest-Grenzwand der Ziegelei W. u. E. Schick, Wallertheim (Rheinhessen), östlicher Teil. e: Fundsicht.



1



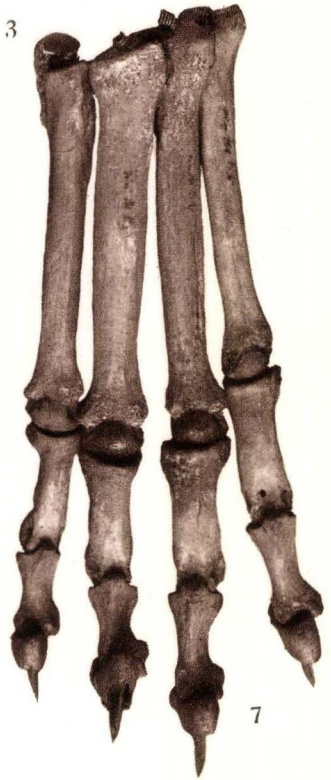
2



3



6



7

4

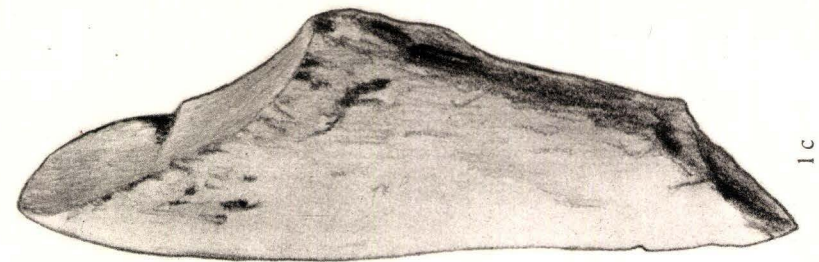


5

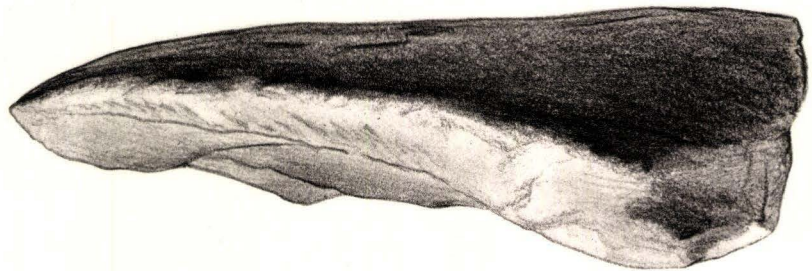


1. *Bison priscus* Boj. Hornstuhl
2. " " " Metacarpus, prox. Ende
3. " " " *bonasus* ?
4. *Felis spelaea* Goldf. Calcaneus
5. " " " Hinterfuß fragm.
6. *Felis leo* L (recent) Calcaneus
7. " " " Hinterfuß

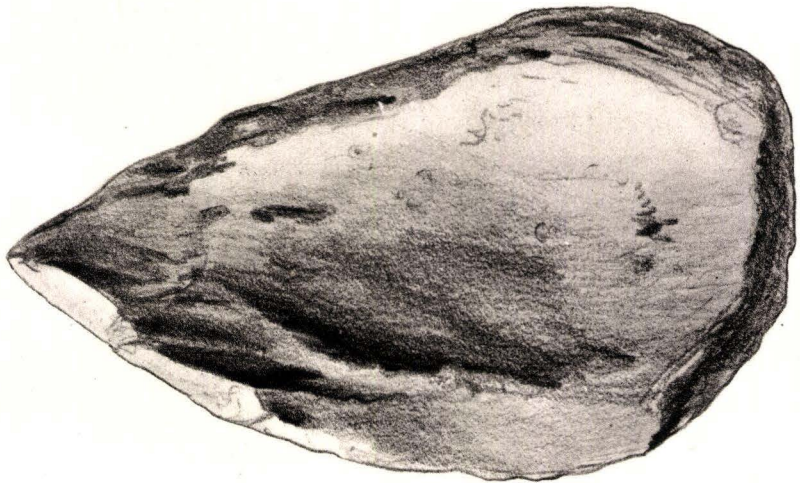




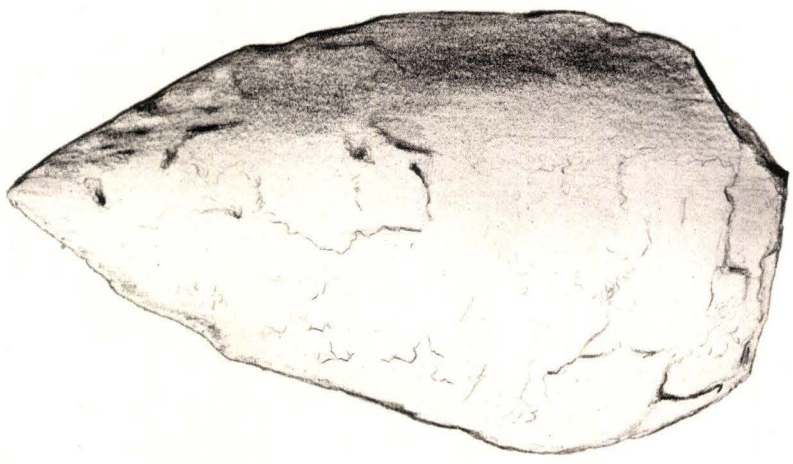
1c



1b



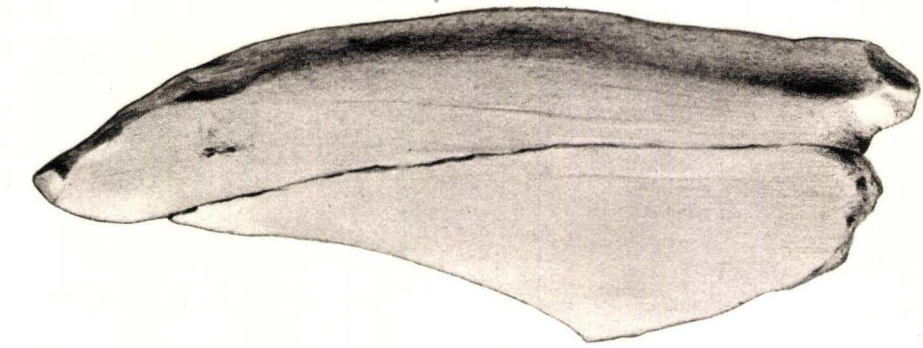
1a



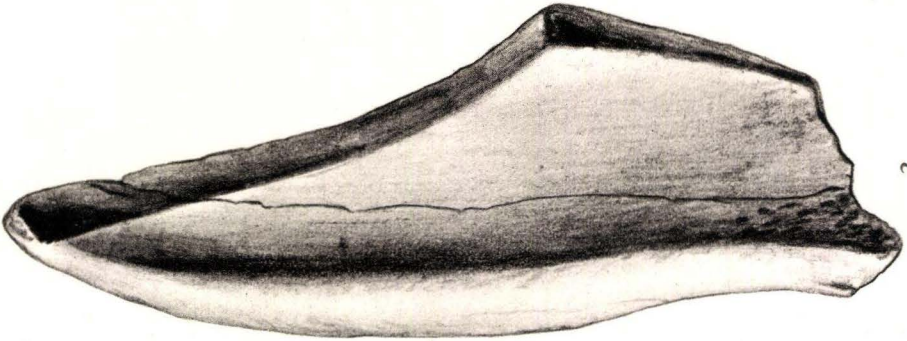
1

Knochenwerkzeug

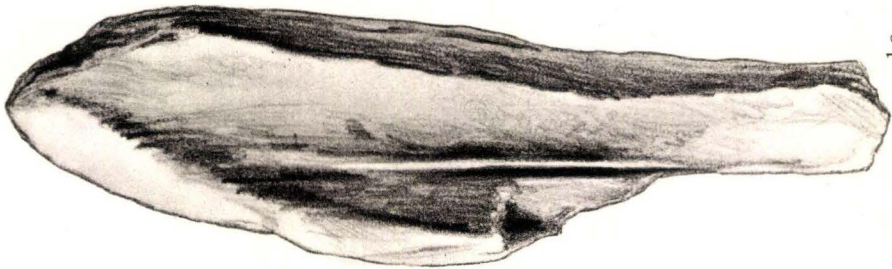




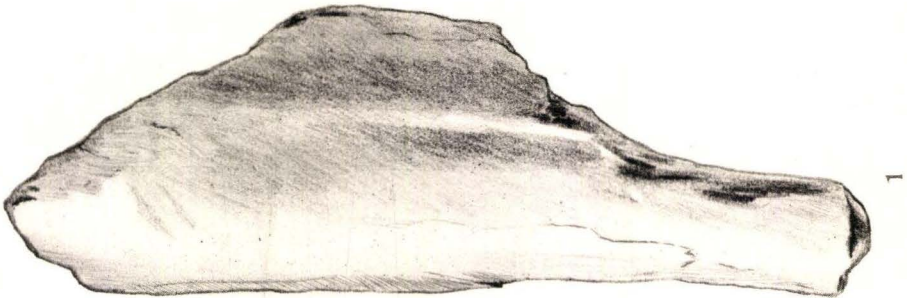
2 a



2



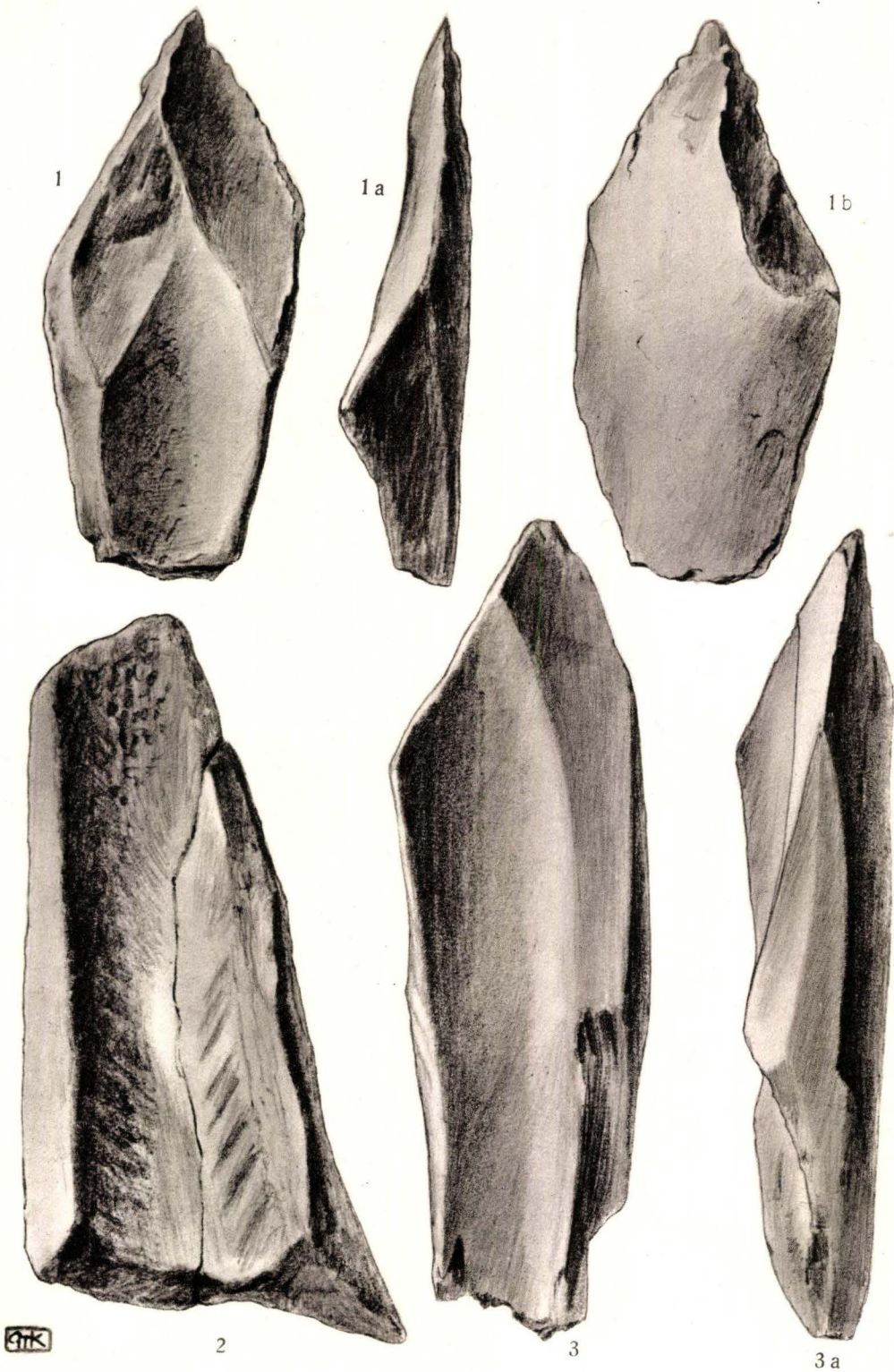
1 a



1

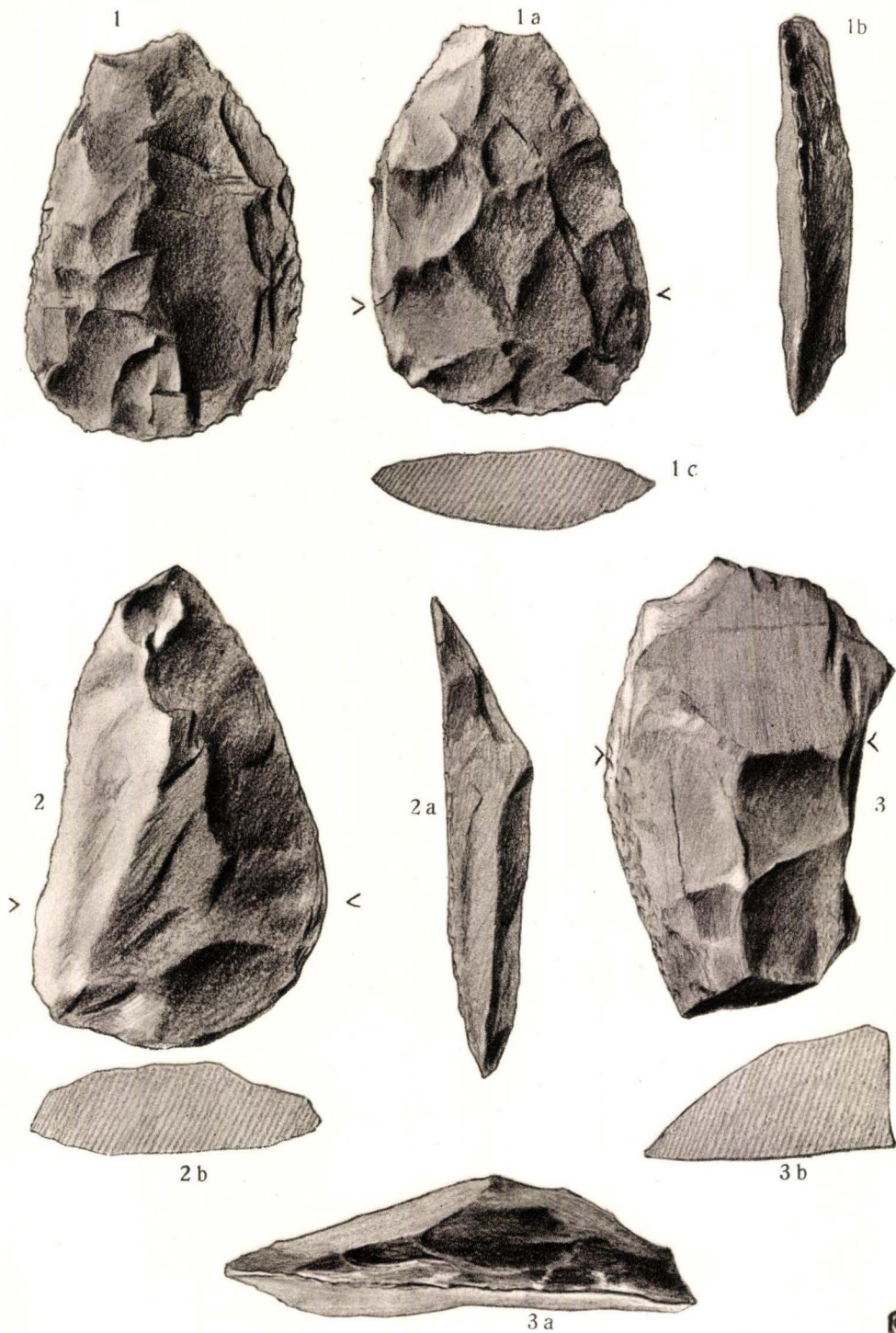
Knochenwerkzeuge





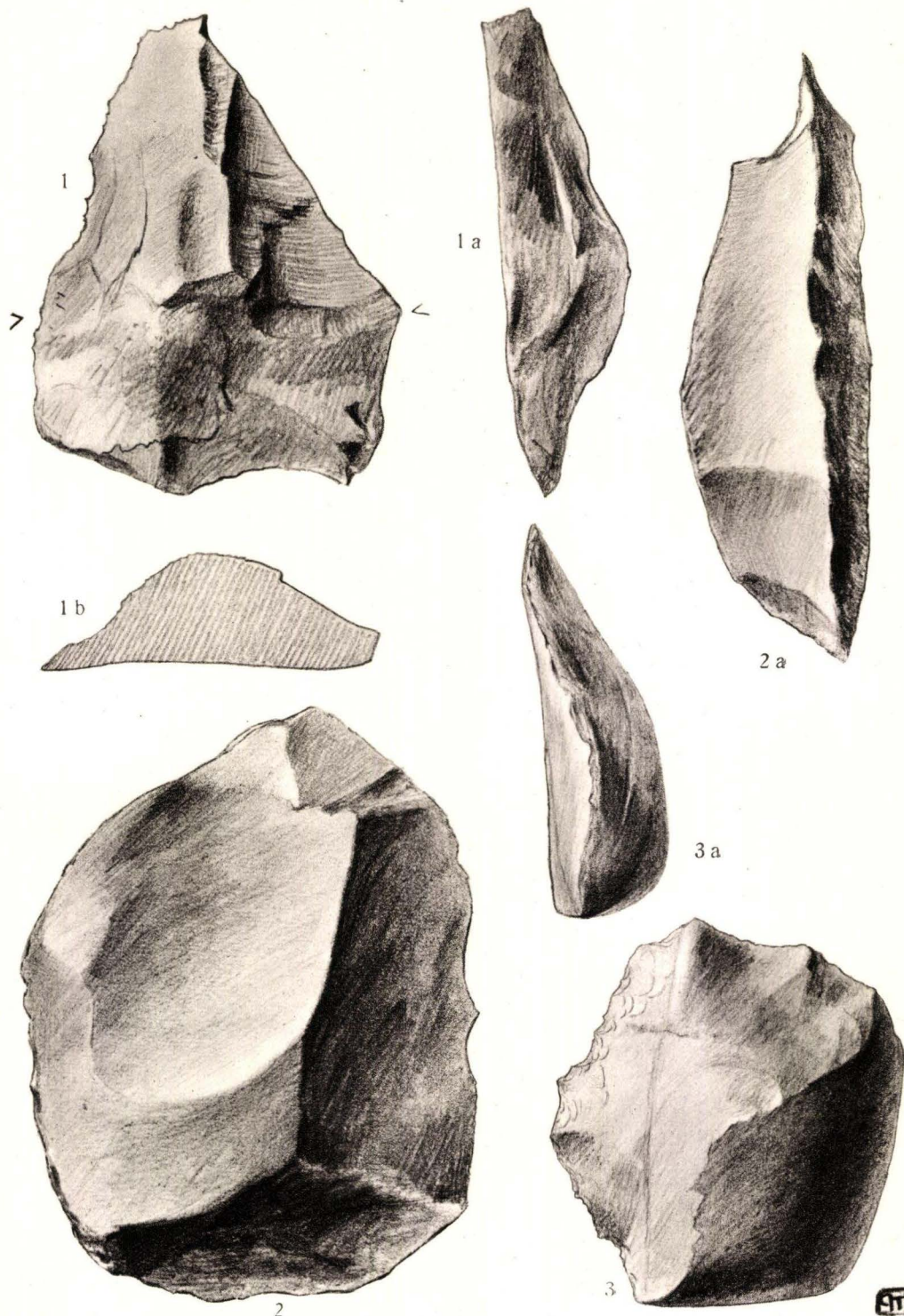
### Knochenwerkzeuge





Steinwerkzeuge

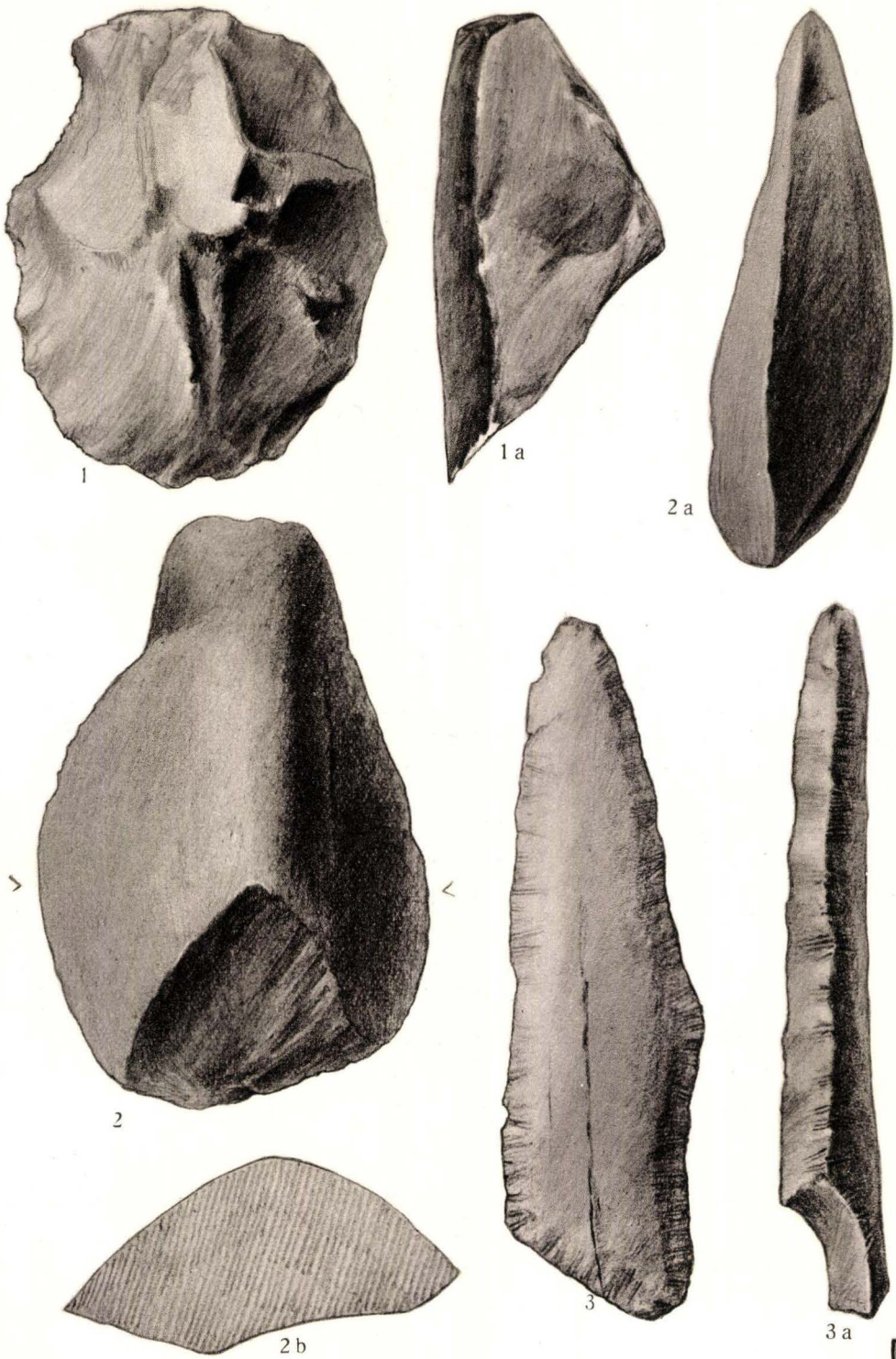




Steinwerkzeuge



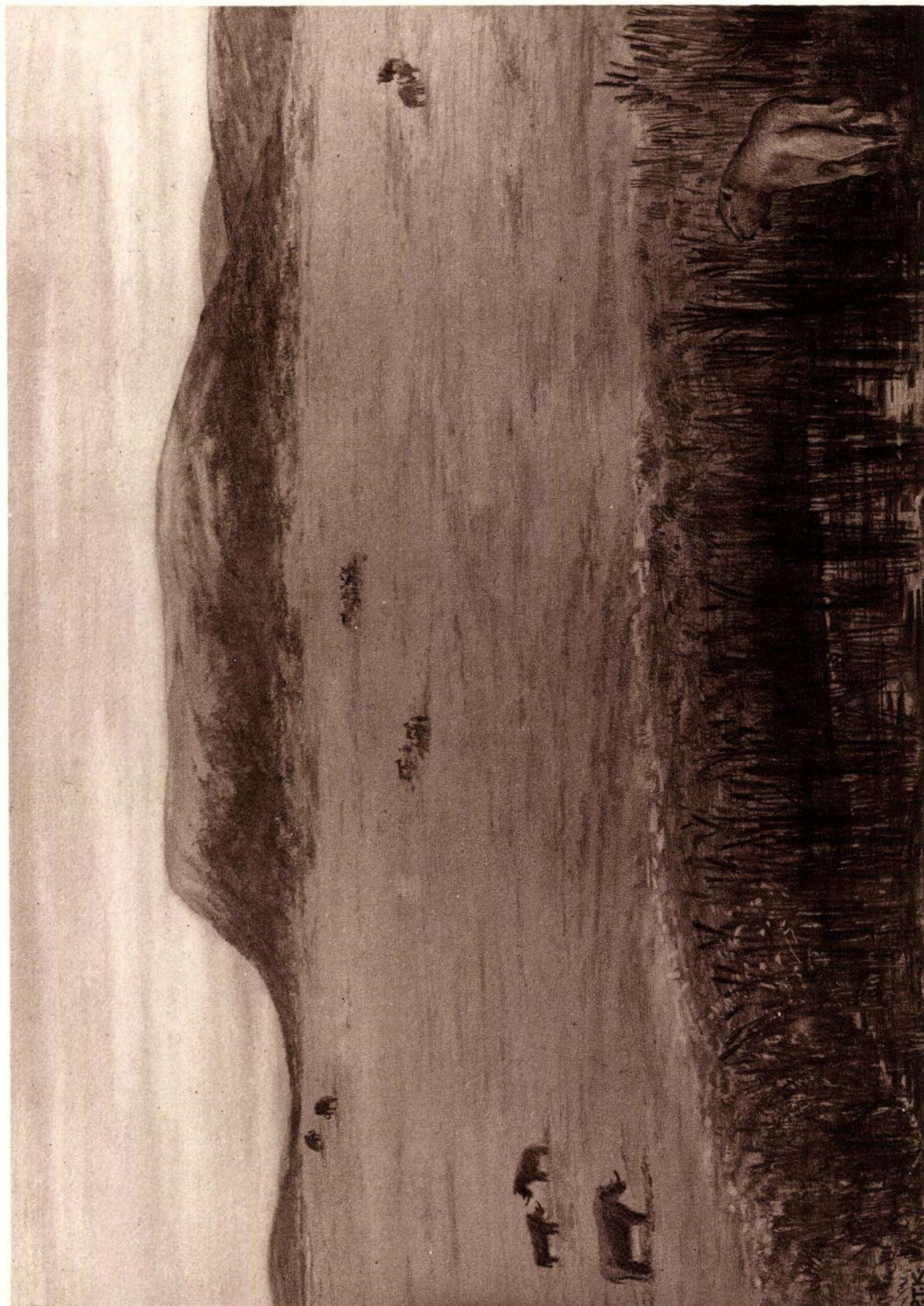




1 und 2 Steinwerkzeuge    3 angenagtes Knochenbruchstück







Lebensbild.



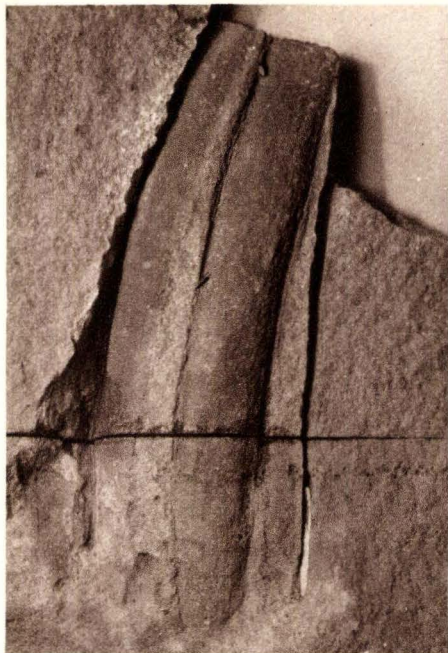


Fig. 1

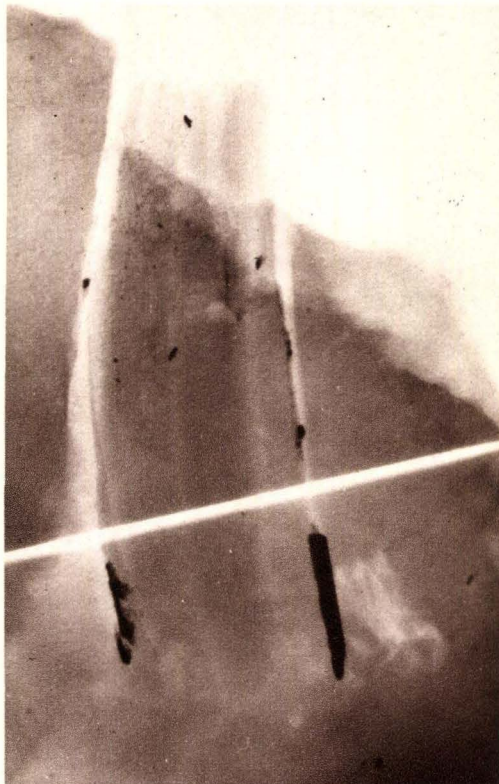


Fig. 2



Fig. 3

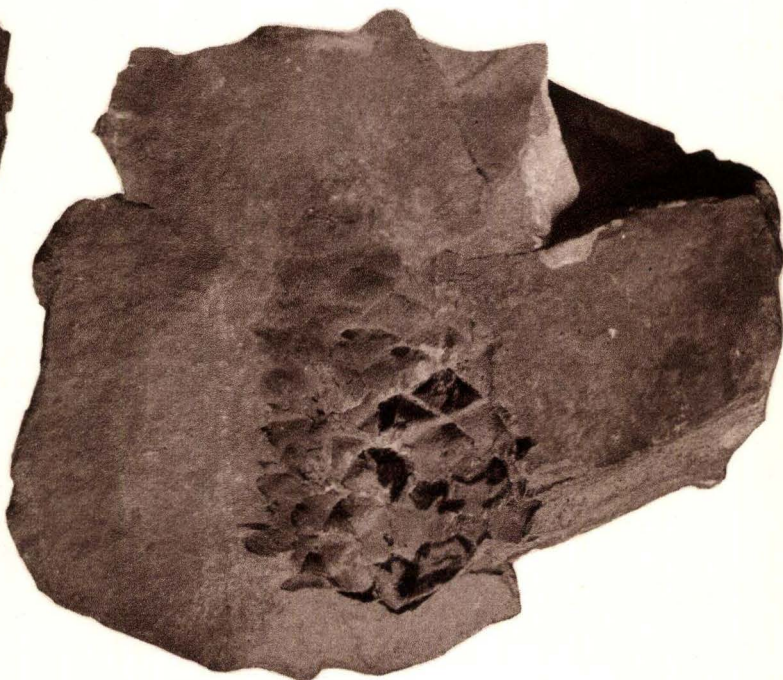
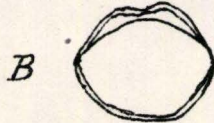
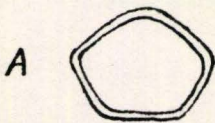
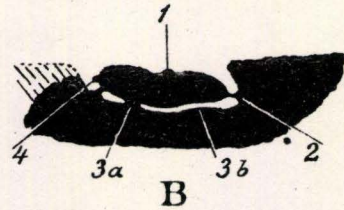
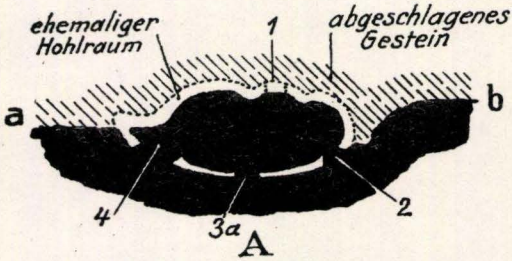
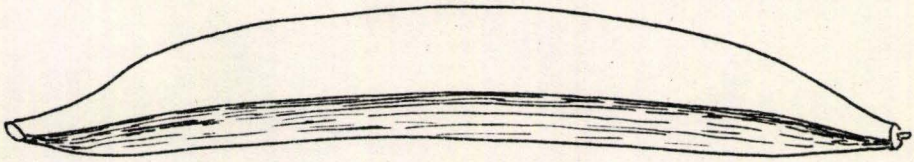
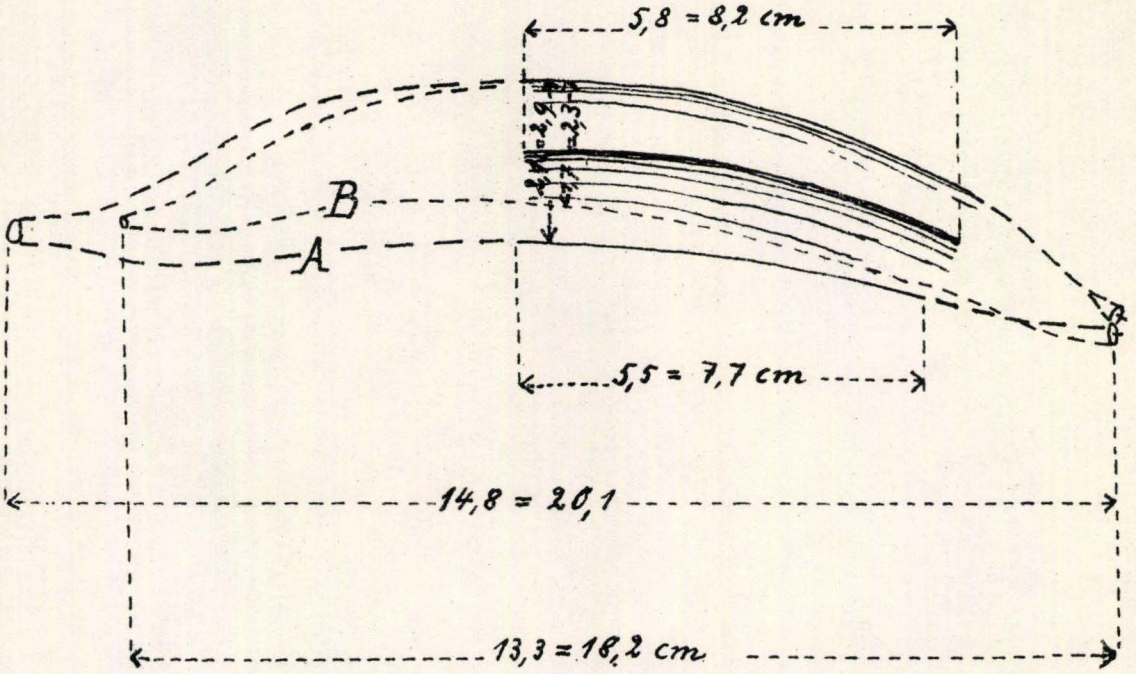


Fig. 4







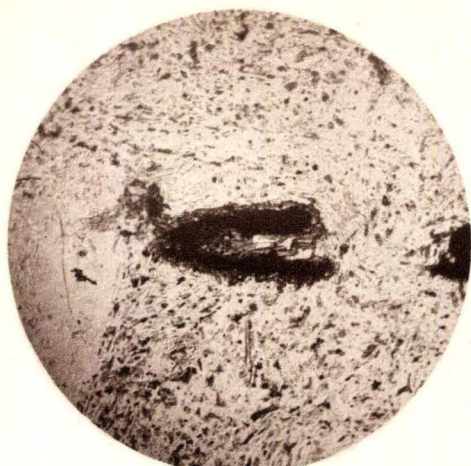


Fig. 1



Fig 4

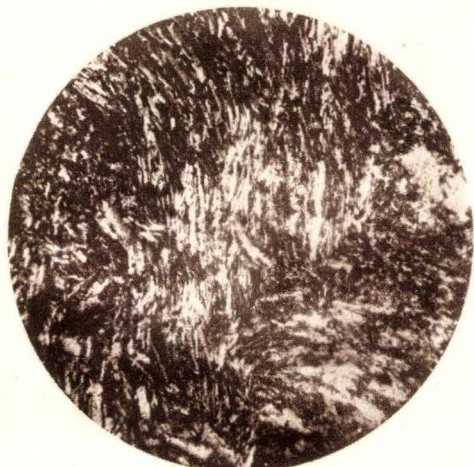


Fig. 2

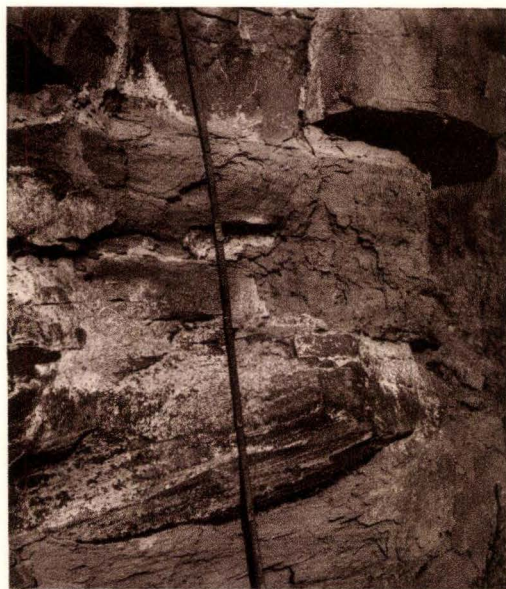


Fig. 5

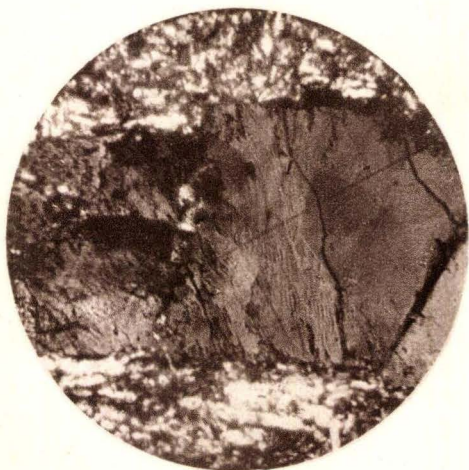


Fig. 3



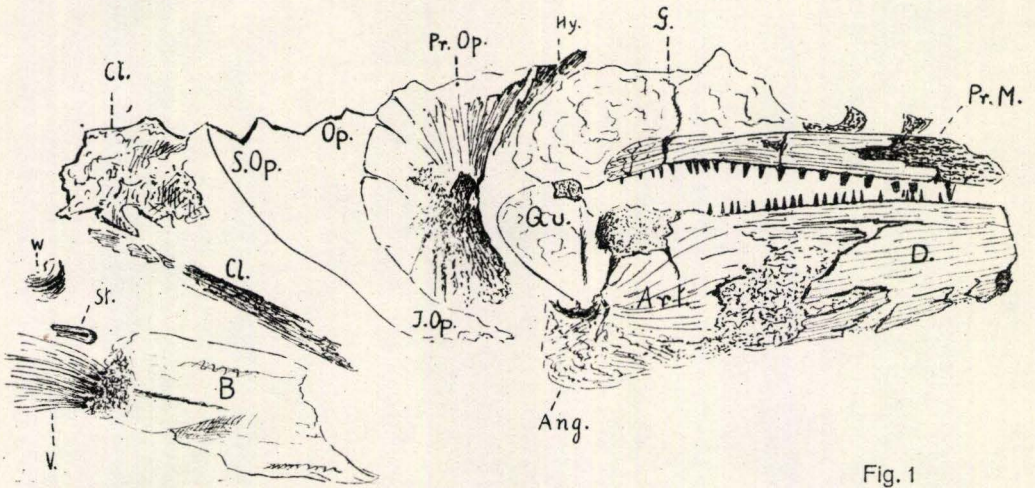


Fig. 1



Fig. 2

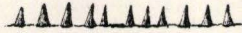


Fig. 3



Fig. 4



Fig. 5

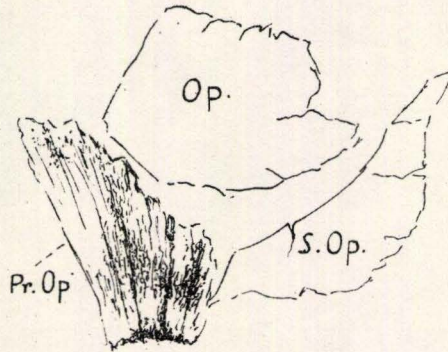


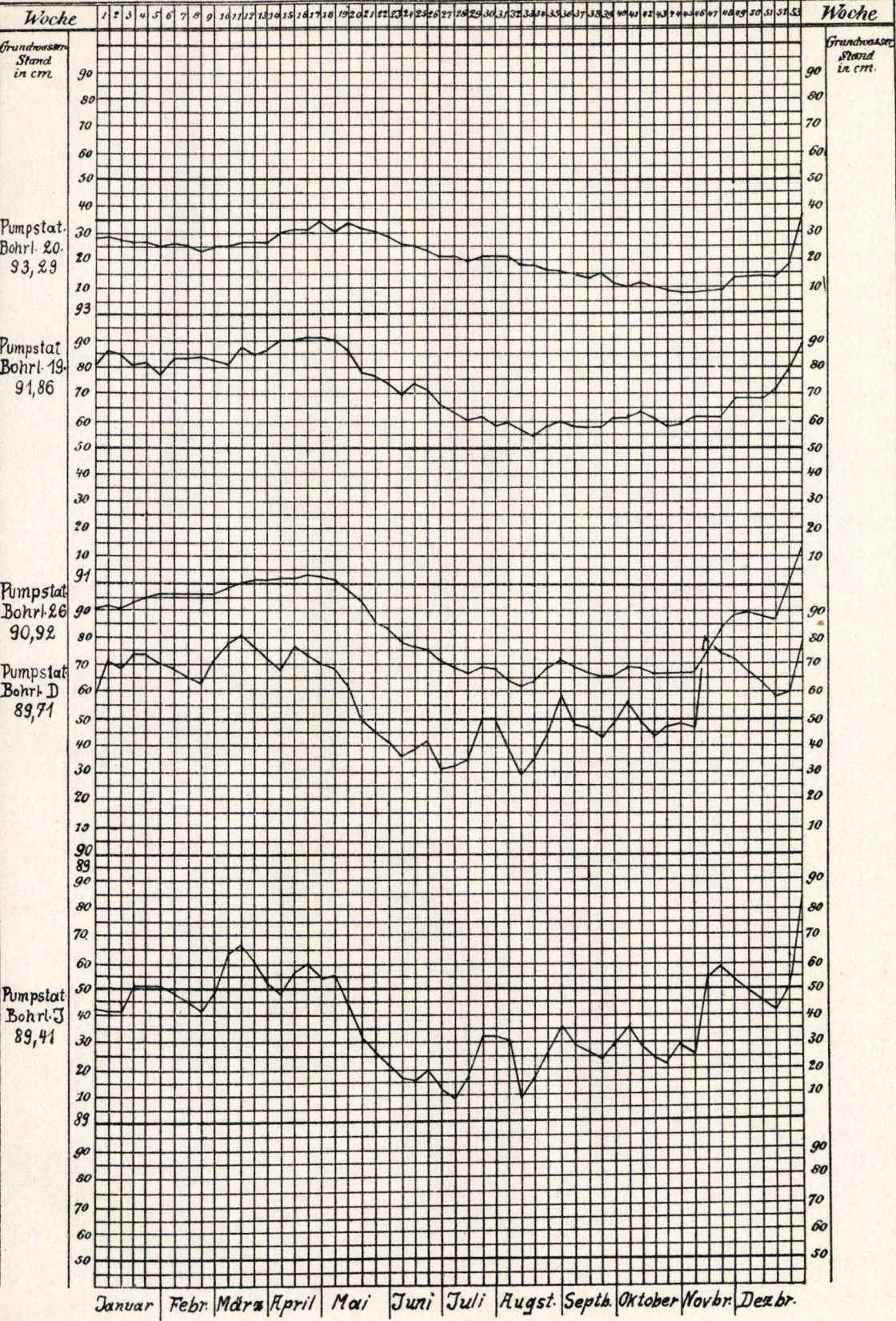
Fig. 7



Fig. 6

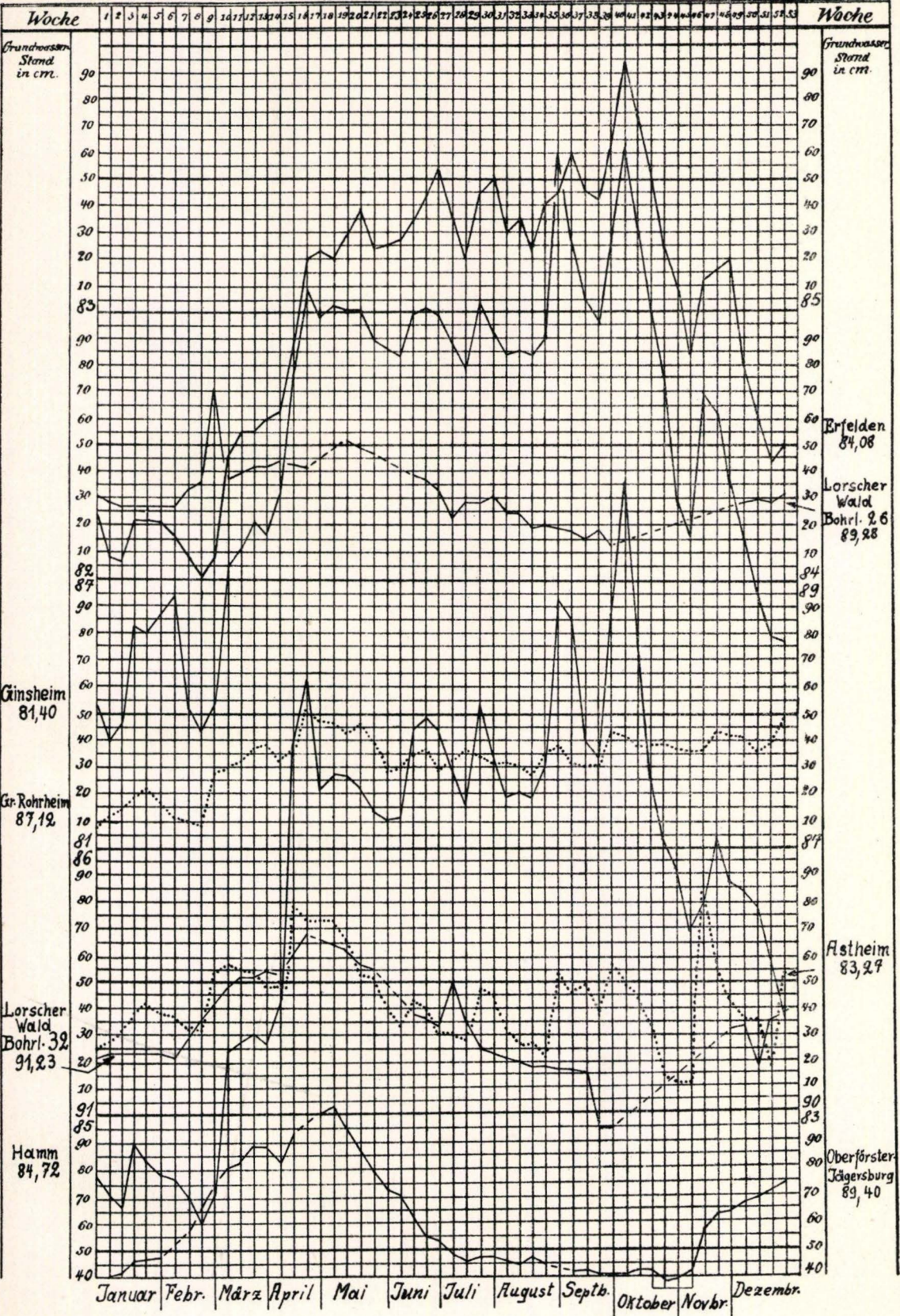


# Grundwasserbeobachtungen in Hessen 1927 [Darmstadt] Tafel 1



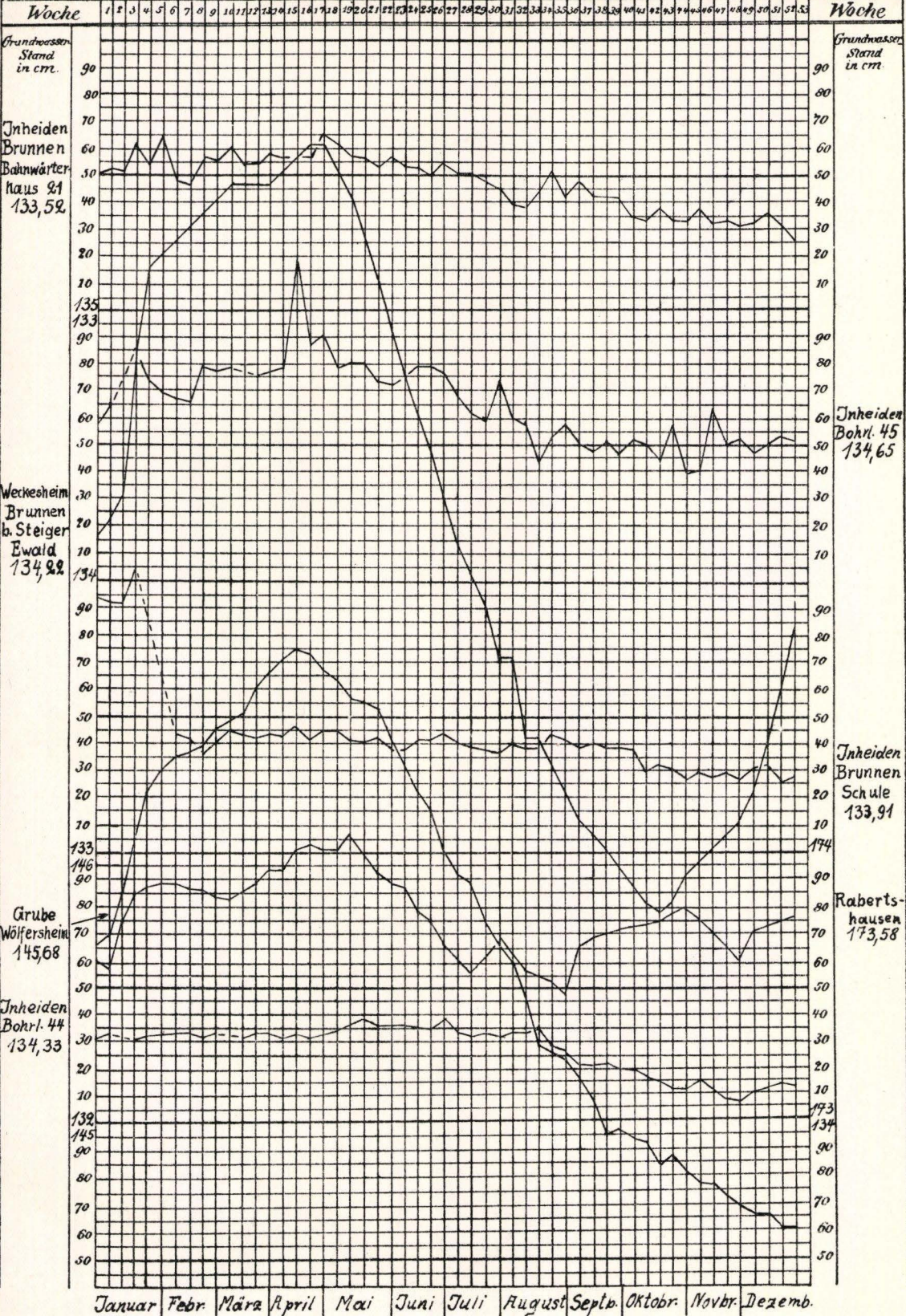


# Grundwasserbeobachtungen in Hessen 1927 (Hess. Ried) Tafel 2





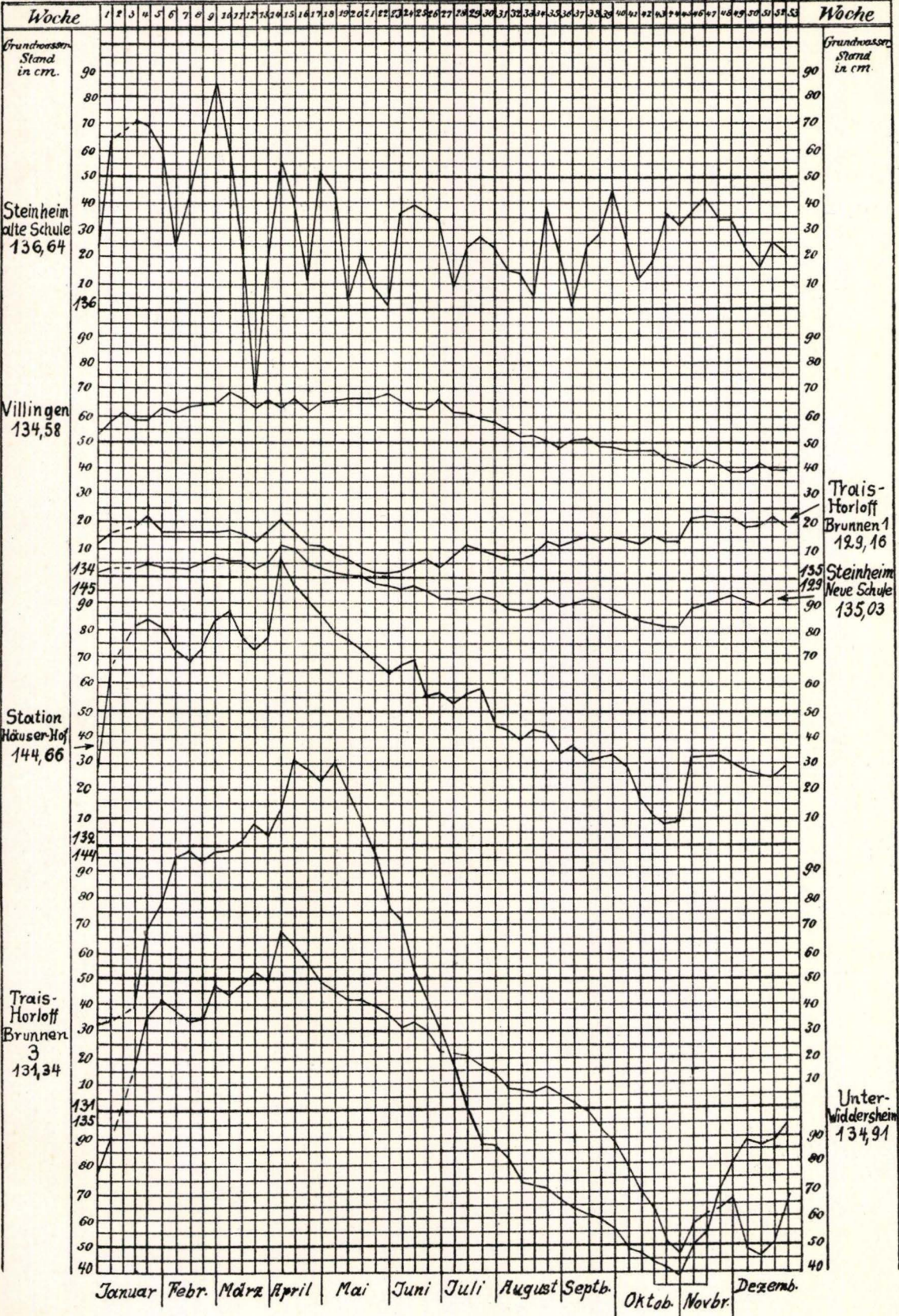
# Grundwasserbeobachtungen in Hessen 1927 (Oberhessen) Tafel 3



Januar Febr. März April Mai Juni Juli August Sept. Oktobr. Novbr. Dezemb.

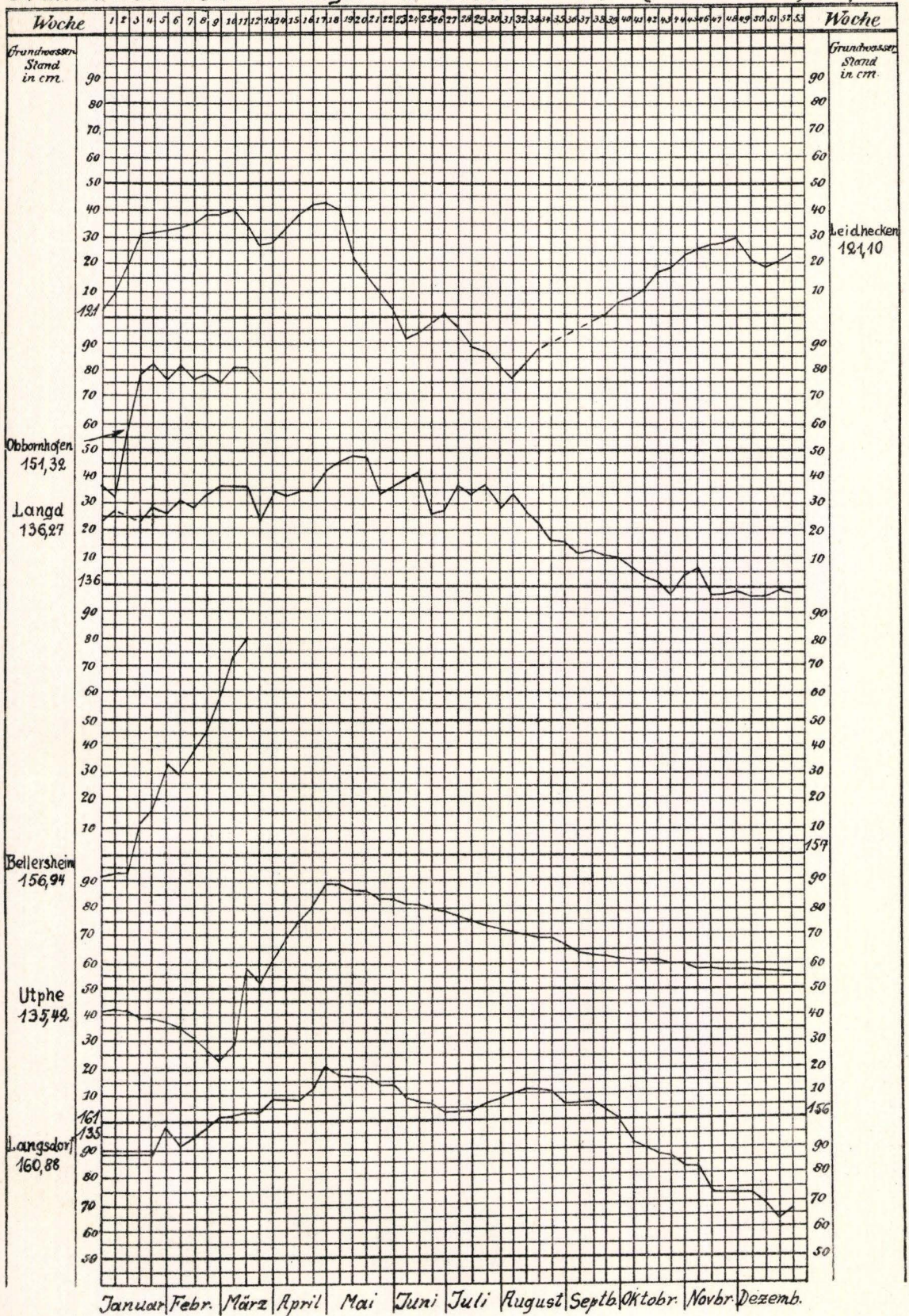


# Grundwasserbeobachtungen in Hessen 1927 (Oberhessen) Tafel 4



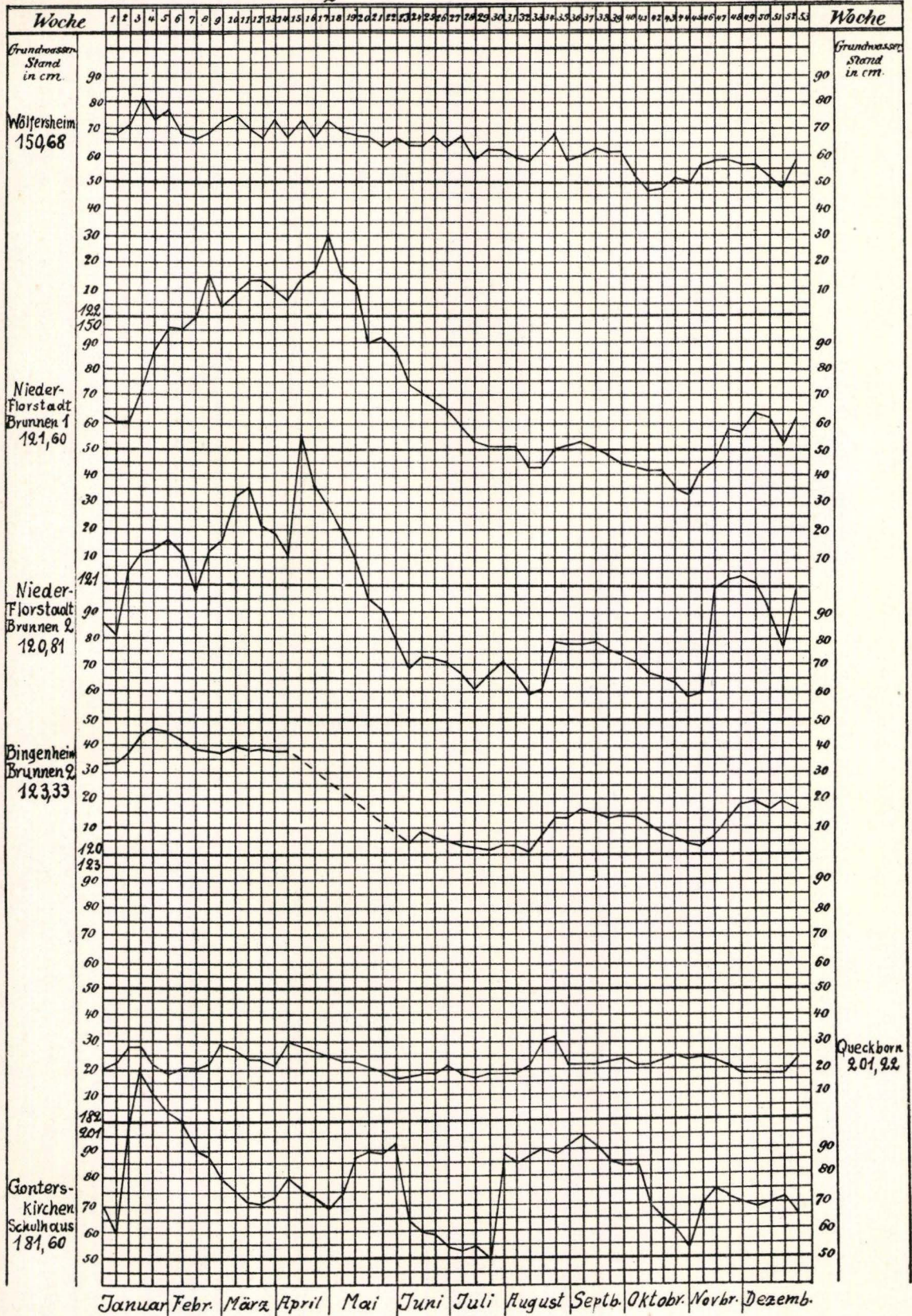


# Grundwasserbeobachtungen in Hessen 1927 (Oberhessen) Tafel 5



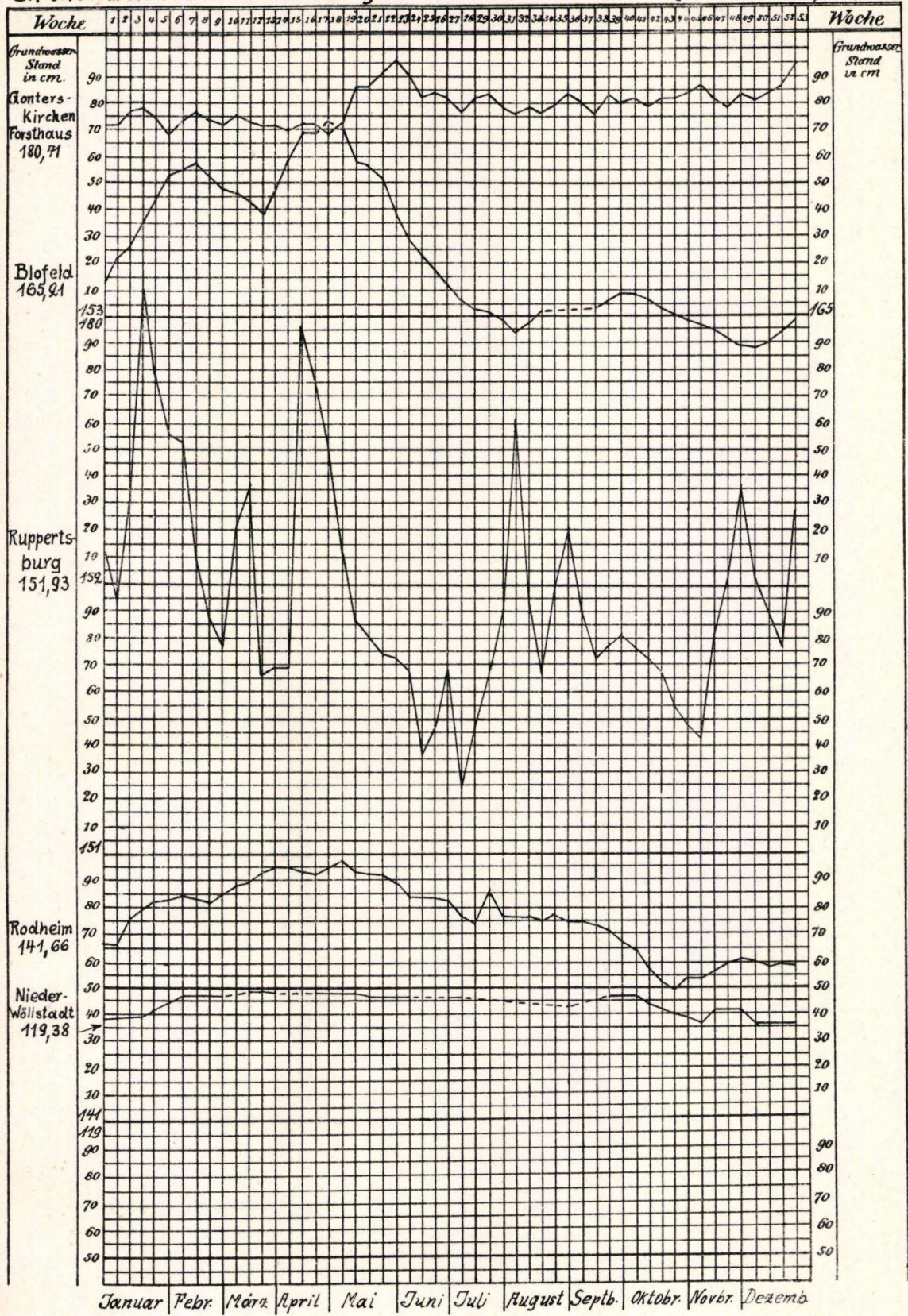


# Grundwasserbeobachtungen in Hessen 1927 (Oberhessen) Tafel 6.





# Grundwasserbeobachtungen in Hessen 1927 (Oberhessen) Tafel 7









Im Verlage von W. Engelmann in Leipzig:

## **Geologie von Deutschland**

Von Dr. Richard Lepsius,

Geh. Oberbergrat,

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<sup>o</sup>. 800 S. M. 24.—

II. Band. Das östliche und nördliche Deutschland.

Mit 88 Profilen im Text und 2 Profiltafeln,

gr. 8<sup>o</sup> 548 S. M. 18.— 1910.

III. Band. 1. Lieferung. Schlesien und die Sudeten.

Mit 28 Profilen im Text und 1 tektonischen Karte.

gr. 8<sup>o</sup>. 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 mittelhheinischen geologischen Vereins.

1882. 4<sup>o</sup>. Geb. M. 10.—.

## **Das Mainzer Becken, geologisch beschrieben**

von Dr. Richard Lepsius

mit einer geologischen Karte.

1883. 4<sup>o</sup>. Geb. M. 12.—.

## **Karten des mittelhheinischen 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. 1. Auflage, 1911. 2. Auflage, 1929. Preis 12.— RM.

**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 hessischem Landesgeologen 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. 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, V. Folge, Heft 11, 1928, nebst Mitteilungen der Hess. Zentralstelle für die Landesstatistik M. 5,40. Herausgegeben von der Direktion der Geologischen Landesanstalt. Sonderabdruck aus Heft 10 (1927) W. Schottler, Uebersicht der Böden Hessens. M. 1.—.

### Abhandlungen der Hessischen Geologischen Landesanstalt zu Darmstadt. gr. 8<sup>o</sup>.

- 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 Rheinhessen, 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 tertäre 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 eoänen 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 Blättersandstein 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-Kreuznach, 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.  
Bl. Birkenau (II. Auflage), aufgenommen von G. Klemm, nebst Erläuterungen. 1929.

---

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.

---